

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ШЛИФОВАНИЯ ДЛЯ ОПЕРАЦИИ ДВУСТОРОННЕЕ ШЛИФОВАНИЕ ТОРЦОВ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА

Богатырев Я.В., Морозова Л.К.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета, [www.volpi.ru](http://www.volpi.ru)*

Рассматривается способ улучшения технических показателей двусторонней обработки торцов кольцевых заготовок

Discloses a method for improving technical performance two-way end processing ring blanks

Повышение эффективности производства и качества выпускаемых изделий – одна из основных задач, поставленных в машиностроении. Совершенствование операции плоского шлифования в крупносерийном производстве привело к созданию новых станков – двусторонних торцешлифовальных автоматов.

Двустороннее шлифование является разновидностью торцового шлифования и повышает его производительность за счет одновременной обработки двух противоположных параллельных торцов. При двустороннем шлифовании не требуется предварительной подготовки базы, как при обработке на плоскошлифовальных станках.

Этот метод распространен для шлифования торцов колец и дисков, деталей, конфигурация которых затрудняет их установку на магнитной плите, торцов винтовых пружин и др.[1]

Цель работы: улучшение имеющийся технологии обработки колец подшипника при двустороннем торцешлифовании.

Двустороннее шлифование обеспечивает малые отклонения от параллельности и плоскостности боковых сторон при очень высокой производительности обработки. Основным недостатком двусторонних торцешлифовальных станков являются большие поверхности контакта режущего инструмента с деталью, вызывающие интенсивное выделение теплоты. Поэтому на таких станках применяют мягкие крупнозернистые круги на бакелитовой связке, работающие в режиме самозатачивания. [2]

Существуют различные методы для обработки торцов колец подшипника, но самый производительный это шлифование на проход коротких цилиндрических деталей типа колец и дисков. Обработываемые детали свободно без закрепления подаются в зону шлифования, принудительно проталкивая друг друга между двумя шлифовальными кругами. В зоне шлифования детали самоустанавливаются по режущей поверхности кругов и двигаются между верхней и нижней линейками.

Недостаток данного способа состоит в том, что он не обеспечивает высокого качества обработанной поверхности. Это объясняется тем, что режущие выступы каждого шлифовального круга имеют свою постоянную ширину. При этом нагрузка, определяемая объемом снятого металла, на каждый режущий выступ будет различная. При движении заготовок с постоянной скоростью продольной подачи наименьшую нагрузку будут испытывать режущие выступы, находящиеся ближе к периферии круга, а наибольшую - ближе к центру круга. Так как режущие выступы выполнены концентрично, то наибольшее количество абразивных зерен находится на самом большом режущем выступе, а наименьшее - на самом маленьком режущем выступе. Следовательно, на долю абразивных зерен, находящихся на самом большом и самом маленьком режущих выступах, приходится различный микрообъем удаляемого металла. Различная нагрузка на каждый режущий выступ приводит к неравномерному их износу. Наибольшему износу будет подвержен наименьший режущий выступ. В результате обработанная поверхность детали имеет повышенные показатели по неплоскостности и непараллельности торцов.

Таким образом, применение инструмента с постоянной шириной режущих выступов в способе двусторонней обработки торцов деталей не обеспечивает высокого качества обработанной поверхности.

Технический результат достигается тем, что в способе двустороннего торцевого шлифования заготовок с центральным отверстием, включающем их продольную подачу в диаметральном направлении между двумя вращающимися абразивными кругами с концентрично расположенными абразивными и безабразивными зонами на их торцах, используют абразивные круги с абразивными зонами переменной ширины.

Использование предлагаемого технического решения позволяет с учетом режимных параметров обработки добиться равномерной нагрузки на каждую абразивную зону шлифовального круга, при этом объем металла, приходящийся на каждое зерно, что определяет нагрузку на него, остается величиной постоянной и не зависит от положения зерна в рабочей зоне круга. В результате происходит синхронный (равномерный) износ каждой абразивной зоны шлифовального круга, что обеспечивает стабильное высокое качество обработки.

Результаты испытаний показали, что на рабочей поверхности круга происходит синхронный (равномерный) износ каждой абразивной зоны. За счет этого повысилось качество обработки по параметрам неплоскостности и непараллельности торцов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Лурье Г.Б. «Шлифовальные станки и их наладка». – Учебник. - М.: Высш. школа, 1972. - 279 с.

2 Дальский А.М. «Справочник технолога-машиностроителя Т2». – М.: Машиностроение-1, 2003 г., 627 с.

3 СУХАРЕВ В.М., ДЕНИСОВ А.С. ДВУСТОРОННЕЕ ШЛИФОВАНИЕ. КИЕВ, "ТЕХНИКА" 1977

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТОРЦЕШЛИФОВАНИЯ КОЛЕЦ КОНИЧЕСКИХ ПОДШИПНИКОВ

Бородин А. С., Крутикова А. А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета, [www.volpi.ru](http://www.volpi.ru)*

Рассматриваются аспекты операции торцешлифования колец конических подшипников.  
Considers aspects of grinding operation ends rings of tapered roller bearings.

Подшипники по своей функции высокотехнологичные изделия (вращение двух элементов относительно друг друга), несущие высокие нагрузки, точность и минимальное сопротивление. Каждому типу подшипника соответствует своя технология изготовления, но в общем составляющие технологического процесса одинаковы:

- подготовительные операции,
- термическая обработка,
- шлифование,
- сборка.

Шлифование является одним из основных методов обработки, определяющим геометрическую точность деталей подшипников.

Шлифование торцом круга осуществляют на станках с прямоугольным и круглым столом, а также на двусторонних станках, на которых одновременно обрабатываются две параллельные плоские поверхности детали.

Торцешлифовальные станки с прямоугольным столом имеют наибольшее применение для шлифования направляющих поверхностей, пазов, удлиненных плоских поверхностей и различных труднодоступных наклонных поверхностей.

Во избежание нагрева и деформации обрабатываемой поверхности при шлифовании с большим съемом, применяют сегментный шлифовальный круг на бакелитовой связке и уменьшают поверхность резания наклоном шлифовального круга. На черновых операциях на-

клон круга допускается до 2 мм, на чистовых операциях с высокими требованиями к отклонению от плоскости наклон круга не должен превышать 0,05 мм.

Наиболее производительная обработка достигается на станке с круглым вращающимся столом. Обработка ведется двумя методами: многопроходным и однопроходным (глубинным). При многопроходном шлифовании стол станка получает быстрое вращение (в среднем с окружной скоростью 15 - 20 м/мин); вертикальная подача шлифовального круга (на врезание) осуществляется периодически за один или несколько оборотов стола. При однопроходном шлифовании стол станка медленно вращается (в среднем с окружной скоростью 0,5-3,0 м/мин), и за один оборот стола снимается весь припуск. Многопроходное шлифование, осуществляемое на малых глубинах резания, сопровождается значительно меньшими силами резания и тепловыделением по сравнению с однопроходным шлифованием. Обрабатываемые детали, не требующие столь сильного зажима, как при глубинном шлифовании, меньше деформируются. Поэтому многопроходным шлифованием обеспечивается более точная обработка с достижением параметра шероховатости поверхности  $Ra - 0,4 \div 0,8$  мкм.

При шлифовании колец подшипников необходимо учитывать упругие деформации, возникающие от действия магнитного поля стола и силы резания. Управление величиной упругих деформаций позволит уменьшить время и стоимость операции при гарантированном обеспечении геометрической точности детали.

Особенности процесса шлифования: малая толщина отделяемой стружки (доли микрона), высокая твердость режущих элементов, произвольные режущие углы абразивных зёрен (чаще отрицательный передний угол).

Как показал обзор литературы, эффективное удаление припуска при шлифовании поверхностей деталей зависит от ряда факторов, важнейшими из которых являются окружная скорость шлифовального круга, скорость поперечной подачи, скорость вращения шлифуемой поверхности детали, жёсткость шлифовального станка, качество абразивного инструмента, эффективность смазочно-охлаждающей жидкости.

При повышении скорости круга на каждое абразивное зерно приходится меньший объём снимаемого металла, и оно изнашивается меньше. При этом увеличивается количество резов и уменьшается глубина рисков, поэтому шлифуемая поверхность получается чище.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Орлов С. В. Повышение эффективности шлифования торцов колец крупногабаритных подшипников путём управления осевой упругой деформацией / С.В. Орлов. – Типография ИУНЛ Волгоградского государственного технического университета, 2014.
2. Колтунов И. И. Повышение эффективности процесса шлифования внутренних криволинейных поверхностей колец самоустанавливающихся подшипников / И. И. Колтунов. – М.: Машиностроение, 2007. – 453 с.
3. Косилова А. Г. Справочник технолога-машиностроителя/ А. Г. Косилова, Р. К. Мецеракова – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ВАЛОВ

Карабцкий Н.В., Даниленко М.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета, [www.volpi.ru](http://www.volpi.ru)*

Рассматриваются способы восстановления поверхности валов.

The methods of reconstructing the surface shafts.

Для деталей типа валов наиболее распространенными технологическими методами восстановления являются: шлифование, наплавка, металлизация, остаивание, хромирование, газотермическое нанесение порошковых материалов повышенной износостойкости (для поверхностей валов); шлифование, вибродуговая наплавка, наплавка с последующим фрезерованием (для шпоночных соединений).

Основным отличительным признаком метода нанесения является толщина покрытия: для процессов наплавки – это более 1 мм, для напыления – менее 1 мм, для осаждения – менее 10 мкм. В данной разделе приведены сравнительные характеристики наиболее часто используемых газотермических методов, проводимых при атмосферном давлении, дано определение этих методов, рассмотрена их классификация, преимущества и недостатки.

В рассматриваемой дипломной работе вал будет восстанавливаться путем наплавления, так как этот вид восстановления поверхности для данной детали является наиболее оптимальным как по технологическим, так и по экономическим параметрам.

Наплавка, как вид сварки, позволяет получить на поверхности детали слой материала необходимой толщины и нужного химического состава, с заданными параметрами твердости, износостойкости, пластичности. Основной объём, около 1/3 всех восстановительных операций, связанных с наплавкой, выполняют наплавкой под слоем флюса.

1/5 всех наплавочных операций приходится на наплавку в среде углекислого газа. Этот вид наплавки имеет целый ряд преимуществ – отсутствуют вредные выделения и шлаковые корки, наплавлять можно в любом пространственном положении восстанавливаемой поверхности, причём открытая дуга позволяет наблюдать и корректировать процесс наплавки. Скорость наплавки прямо зависит от толщины наплавляемого слоя и требуемого качества поверхности. Твердость наплавленного металла связана с выбором электродной проволоки и составляет 200-300 НВ.

В меньшей степени применяются, в основном для различных спецработ, вибродуговая наплавка, наплавка порошковой проволокой без флюса, электроконтактное напекание, плазменная наплавка.

Достоинства метода наплавки:

- отсутствие ограничений по размерам наплавляемых зон;
- возможность нанесения покрытий различных толщин;
- возможность получения требуемых размеров восстанавливаемых деталей путем нанесения материала того же состава, что и основной металл;
- использование не только для восстановления размеров изношенных деталей, но и для ремонта изделий за счет ликвидации локальных трещин, пор и других дефектов;
- возможность (применительно к плазменной наплавке) ведения процесса на постоянном токе обратной полярности, повышающим качество и стабильность свойств биметаллических соединений за счет эффекта катодной очистки, проявляющемся в удалении окисных и адсорбированных пленок и улучшении смачивания жидким металлом обрабатываемой поверхности; более низкого тепловложения по сравнению с наплавкой на токе прямой полярности и, как следствие, отсутствие или минимальное расплавление подложки;
- возможность многократного проведения процесса и, следовательно, высокая ремонтоспособность наплавляемых деталей;
- высокая производительность и легкость автоматизации процесса;

- относительная простота и мобильность оборудования.
- Недостатки метода наплавки:
- возможность изменения свойств наплавленного покрытия из-за перехода в него элементов основного металла;
  - изменение химического состава основного и наплавленного металла вследствие окисления легирующих элементов и основы металла;
  - возможность структурных превращений в основном металле, в частности, образование крупнозернистой структуры, новых хрупких фаз;
  - возникновение деформаций в наплавленных изделиях за счет значительного термического воздействия;
  - образование больших растягивающих напряжений в поверхностном слое детали, достигающих 500 МПа;
  - снижение характеристик сопротивления усталости наплавленных изделий;
  - возможность возникновения трещин в наплавленном металле и зоне термического влияния, и, как следствие, более ограниченный, чем, например, при напылении, выбор сочетаний основного и наплавленного металлов;
  - обязательное использование в отдельных случаях предварительного нагрева и медленного остывания наплавливаемого изделия, что увеличивает длительность процесса;
  - наличие больших припусков на механическую обработку и, как следствие, существенные потери металла наплавки;
  - трудоемкость механической обработки наплавленного слоя большой толщины;
  - требования преимущественного расположения наплавливаемой поверхности в горизонтальном положении (необходимость применения наплавки в нижнем положении при использовании порошковых металлов);
  - трудность наплавки мелких изделий сложной формы.

#### Список литературы

1. Молодык, Н.В. Восстановление деталей машин. Справочник. / Н.В. Молодык, А.С. Зенкин – М.: Машиностроение, 1989. – 480 с.
2. Прогрессивные технологии нанесения покрытий – наплавка, напыление, осаждение / Тополянский П.А., Тополянский А.П. – **Режим доступа:** <http://mirprom.ru/public/progressivnyetechnologii-naneseniya-pokrytiy-naplavka-napylenie-osazhdenie.html>
3. Ремонт технологических машин и оборудования: учебное пособие. – Пенза : Информационно-издательский центр ПензГУ, 2009. – 328 с.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ПЕРЬЕВ И ШЕЕК РОТОРА РЕЗИНОСМЕСИТЕЛЯ

Мамедов Ф.С., Даниленко М.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета, [www.volpri.ru](http://www.volpri.ru)*

Обеспечение качества ремонта перьев и шеек ротора резиносмесителя.

Ensuring quality of repair of feathers and necks of a rotor of a internal mixer.

Резиносмесители предназначены для приготовления резиновых смесей, в них реализуется процесс смешения каучука с наполнителями, серой и другими компонентами. По принципу действия резиносмесители подразделяются на смесители периодического действия и смесители непрерывного действия. Наибольшее распространение получили резиносмесители периодического действия. Рабочими органами таких смесителей являются два ротора, помещенные в камеру и вращающиеся навстречу друг другу. Камера имеет окна для загрузки компонентов и выгрузки готовой резиновой смеси. Во время приготовления резиновой смеси окна

закрываются специальными механизмами. По этой причине такие смесители называются резиносмесителями закрытого типа.

*Роторы резиносмесителей* работают в тяжелых условиях и подвержены сильному износу. Их состояние должно систематически контролироваться, а изношенные поверхности должны восстанавливаться наплавкой. Необходимо постоянно наблюдать за уплотнительными устройствами на узлах прохода шейки ротора через стенку камеры смешения, так как фрикционные или сальниковые уплотнения плохо переносят высокие давления в камере, изнашиваются и нуждаются в частой чистке и восстановлении. Износ происходит в следствии абразивного износа в перьях резиносмесителя, т.к резиновая смесь включает абразив шунгит. Расстояние между перьями ротора увеличивается, что вызывает «завары». В свою очередь износ в области шеек происходит ввиду уменьшения размера от постоянного воздействия ударных нагрузок подшипников.

Единственный метод, которым восстанавливают перья и шейки ротора резиносмесителя – это метод наплавки. Перья ремонтируются с помощью сталинита. Шейки восстанавливают при помощи электродов УОНИ13/55, МР и АНО-21.

#### Список литературы

1 Ремонт деталей методом электродуговой наплавки (сайт) URL: <http://kranecs.com/page.php?id=166>

2 Ротор резиносмесителя. (сайт) URL: <http://www.ngpedia.ru/id404997p1.html>

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОКОВКИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ

Мантуров В.Д., Трегубов А. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета, [www.volpi.ru](http://www.volpi.ru)*

Рассматриваются аспекты операции штамповки колец конических подшипников.  
This article considers aspects of the stamping operation rings of tapered roller bearings.

Способ получения заготовки должен быть наиболее экономичным при заданном объеме выпуска деталей. На выбор формы, размеров и способов получения заготовки большое значение имеет конструкция, и материал детали. Вид заготовки оказывает значительное влияние на характер технологического процесса, трудоемкость и экономичность обработки.

Широко распространённой и конструктивно сложной группой подшипников являются конические роликоподшипники. По металлоёмкости кольца этих подшипников, изготавливаемые из заготовок, полученных методом обработки давлением, занимают первое место, составляя около 35 % всего объёма металла колец подшипников качения, изготавливаемых в кузнечно-штамповочных цехах. Из числа освоенных нашей промышленностью процессов значительный интерес представляют горячекатаная калибровка и холодная объёмная штамповка, поскольку здесь использован прогрессивный принцип изготовления точных кольцевых заготовок. Это принцип предусматривает изготовление заготовок в две стадии. На первой стадии изготавливают кольцевую поковку-полуфабрикат с простой прямоугольной формой сечения, на второй стадии

кольцевому полуфабрикату придаётся форма, максимально приближающаяся к готовой кольцевой детали.

При таком принципе построения технологического процесса специфические особенности промежуточных кольцевых поковок- полуфабрикатов определяются суммой следующих требований:

- минимальное объёмное отклонения;
- 1. минимальная разностенность;

2. минимальный обезуглероженный и обеденный слой (в случае изготовления колец из твёрдокалящихся сталей);
3. отсутствие заштамповок, зажимов и заусенцев;
4. надлежащая ориентировка волокон макроструктуры.

Ко второй завершающей стадии предъявляются требования, обеспечивающие благоприятные условия формоизменения кольцевого полуфабриката с приданием ему окончательной конфигурации, точных размеров, хорошего качества поверхности и благоприятного ориентирования волокон микроструктуры, способствующего высокой надёжности и долговечности подшипников в условиях эксплуатации.

Для изготовления роликоподшипника с цилиндрическими роликами выбираем заготовки из круглого проката. Заготовки из круглого проката применяются для деталей, по конфигурации, приближающие к виду данного проката, когда нет значительной разницы в поперечных сечениях детали и когда можно при получении окончательной ее формы избежать снятия большого количества металла. Изготовление из проката детали, за исключением валов, имеют сравнительно небольшие размеры.

Метод изготовления заготовки кольца.

Исходный Ме => Труба ШХ15 => Разрезка труб на отрезки.

Исходная заготовка - холоднокатанная труба. При длине трубы 1600..3100 мм количество деталей из заготовки не менее 40 шт., концевой отход не должен составить 165 мм. Допускается заусенец со стороны отрезания высотой не более 0,5 мм. Трубы на операцию подаются с картами качества внешней приемки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.И. Спришевский. Подшипники качения. М., «Машиностроение», 1998
2. В.А. Бабенко и Д.Е. Шапошников. Штамповка на кривошипных горячештамповочных прессах. Технологический справочник по ковке и объёмной штамповке. М., Машгиз, 1999
3. Ковшов, А.Н. Технология машиностроения: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. - М.: Машиностроение, 1987.

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДОРОЖКИ КАЧЕНИЯ НАРУЖНОГО КОЛЬЦА РОЛИКОПОДШИПНИКА

Терехов А.А., Крутикова А.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета, [www.volpi.ru](http://www.volpi.ru)*

Обеспечение качества обработки дорожек качения подшипника.  
Quality assurance processing bearing raceways.

Подшипники качения состоят из трех колец, тел качения (различной формы) и сепаратора (некоторые типы подшипников могут быть без сепаратора), отделяющего тела качения друг от друга, удерживающего на равном расстоянии и направляющего их движение. По наружной поверхности внутреннего кольца и внутренней поверхности наружного кольца (на торцевых поверхностях колец упорных подшипников качения) выполняют желоба – дорожки качения, по которым при работе подшипника катятся тела качения.

В некоторых узлах машин в целях уменьшения габаритов, а также повышения точности и жёсткости применяют так называемые совмещённые опоры: дорожки качения при этом выполняют непосредственно на валу или на поверхности корпусной детали.

Имеются подшипники качения, изготовленные без сепаратора. Такие подшипники имеют большее число тел качения и большую грузоподъёмность. Однако предельные частоты

вращения бесепараторных подшипников значительно ниже вследствие повышенных моментов сопротивления вращению.

В подшипниках качения возникает преимущественно трение качения (имеются только небольшие потери на трение скольжения между сепаратором и телами качения), поэтому по сравнению с подшипниками скольжения снижаются потери энергии на трение, и уменьшается износ. Закрытые подшипники качения (имеющие защитные крышки) практически не требуют обслуживания (замены смазки), открытые – чувствительны к попаданию инородных тел, что может привести к быстрому разрушению подшипника.

Цель работы: качественная обработка дорожек качения в подшипнике. Существует множество способов обработки дорожек качения. Например способ заключается в том, что кольцо базируют по обработанной наружной поверхности на вращающиеся опоры и устанавливают с возможностью осевого перемещения. Инструмент заправляют по форме дорожки качения и прижимают к обрабатываемой поверхности. Сообщают инструменту колебательное движение до совмещения оси дорожки качения с осью осцилляции инструмента. Такие действия обеспечивают качественную обработку дорожек качения наружных колец подшипников.

Также известен способ, согласно которому кольцо подшипника качения, поверхность которого подлежит обработке, заранее обработанной наружной поверхностью устанавливают на неподвижные опоры-башмаки и прижимают посредством электромагнита к торцу ведущего шпинделя. При такой установке центр изделия смещают относительно центра шпинделя на некоторую величину в вертикальном и поперечном направлениях. Направление рабочей подачи шлифовального круга при обработке выбирают по оси симметрии расположения опор-башмаков. К недостаткам способа относится то, что он не позволяет обеспечить достаточную точность установки колец подшипников при обработке дорожек качения в случаях смещения оси и в целом точность обработки снижается.

При шлифовании дорожки качения наружное кольцо подшипника устанавливают наружным диаметром на опорные цилиндрические ролики, которые закрепляют неподвижно на станине. По торцу кольцо зажимают между вращающимся торцевым прижимом и торцевым прижимом, установленными на станине с возможностью осевого перемещения и обеспечивающими в процессе обработки кольцо подшипника перемещение также в осевом направлении на некоторую минимальную величину. Затем обрабатывающий инструмент заправляют по форме дорожки качения и прижимают к обрабатываемой поверхности с помощью державки. В свою очередь державка крепится неподвижно на станине и задает инструменту колебательное движение вокруг базового центра вращения. Своими движениями инструмент прижимает кольцо подшипника установиться на опорных роликах так, чтобы ось дорожки качения совпала с осью осцилляции инструмента. При этом качество обработки повышается.

Способ обработки дорожки качения наружных колец подшипников, при котором кольцо базируют по ранее обработанной поверхности на вращающиеся опоры, торец заготовки фиксируют относительно шпинделя и сообщают заготовке со шпинделем осевое перемещение до совмещения оси дорожки качения с осью обрабатываемого инструмента, отличающийся тем, что инструмент прижимают к обрабатываемой поверхности и задают колебательное движение, при этом ось дорожки качения совпадает с осью осцилляции инструмента.

Выбор того или иного способа зависит от качества материала заготовки, от оборудования, а также инструмента. Также зависит от интервала стоимости обработки и затрачиваемого времени.

#### **Список литературы**

1. Черменский, О.Е Федотов Н.Н. Подшипники качения - справочник - каталог / О.Е Черменский - М.: Машиностроение - 1, 2003 г. - 531 с.
2. Спришевский, А.И. Подшипники качения / А.И. Спришевский; - М.: Машиностроение, 1968 г. - 632 с.
3. Нарышкин, В.Н. Коросташевский, Р.В. Подшипники качения - справочник - каталог / В.Н. Нарышкин; - М.: Машиностроение, 1984 г. - 280 с.



## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАГОТОВКИ БАШНЯ В РЯД КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА

Федоров А. А., Соломоненко С. А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета, [www.volpi.ru](http://www.volpi.ru)*

Рассматривается анализ технологического процесса при изготовлении заготовки башня в ряд колец подшипника

We consider the analysis of the process in the manufacture of the blank tower in a series of rings bearing

Кольца подшипников изготавливают из сталей, обладающих высоким сопротивлением пластической деформации, высокой контактной износостойкостью и выносливостью. Этим требованиям удовлетворяют высокоуглеродистые хромистые шарикоподшипниковые стали.

В моей работе объектом производства являются роликовые конические однорядные подшипники 7304А.

Цель работы: анализ технологического процесса при изготовлении заготовки башня в ряд колец подшипника с целью повышения технико-экономических показателей и качества изделий.

Конструктивные допуски и технические требования на изготовление деталей назначают с учётом условий работы деталей в машине. Конструкция детали обеспечивает свободный доступ режущего инструмента к обрабатываемым поверхностям. Большинство поверхностей позволяют обработку проходными резцами, что позволяет качественнее обрабатывать деталь. Конструкция детали даёт возможность использования таких методов получения заготовок, при которых обеспечится получение ряда поверхностей, не требующих дальнейшей обработки или обработки с маленькими припусками, что позволяет сократить объём и трудоёмкость механической обработки [4].

Так как все типы подшипников, рассматриваемые в данной работе, имеют массу до 1 кг, а годовая программа выпуска составляет не менее 500000 шт., то делаем вывод, что производство – массовое. Этот тип производства экономически целесообразен при достаточно большом объеме выпуска продукции, поэтому необходимым условием массового производства является наличие устойчивого и значительного спроса на продукцию, что удовлетворяет поставленной задаче.

В современном производстве одним из основных направлений развития технологии механической обработки является использование черновых заготовок с экономичными конструктивными формами, обеспечивающими возможность применения наиболее оптимальных способов их обработки, т. е. обработки с наибольшей производительностью и наименьшими отходами. Это направление требует непрерывного повышения точности заготовок и приближения их конструктивных форм и размеров к готовым деталям, что позволяет соответственно сократить объем обработки резанием, ограничивая ее в ряде случаев чистовыми, отделочными операциями.

Технико-экономическое обоснование выбора заготовки для обрабатываемой детали производят по нескольким направлениям: металлоемкости, трудоёмкости и себестоимости, учитывая при этом конкретные производственные условия. Технико-экономическое обоснование ведётся по двум или нескольким выбранным вариантам. При экономической оценке определяют металлоёмкость, себестоимость или трудоёмкость каждого выбранного варианта изготовления заготовки, а затем их сопоставляют.

Одно из направлений снижения себестоимости подшипников - уход от трубной заготовки и переход на новую технологию изготовления колец из цельнометаллического круга. Эта технология изготовления колец методом горячей штамповки более рациональна, имеет гораздо меньшую себестоимость.

Сравнительный анализ изготовления заготовок из трубы и круга показал, что использование последнего в производстве значительно выгоднее, а потому были запущены очередные типоразмеры и для других сборочных подразделений - началось изготовление поковок для подшипников 7807. У, 7112, 7307 [1].

Недостатками изготовления колец из трубной заготовки являются разностенность трубного полуфабриката, отсутствие труб с оптимальной толщиной, большая стоимость трубы по сравнению с прутком, отходы при разделении труб на заготовки. Дисковые отходы (или "выдра") на Л-309 долгое время уходили в металлолом. В настоящее время разработана технология изготовления из отходов колец. Для этих целей был смонтирован участок по переработке "выдры" [2].

Осуществляется предварительная оценка вариантов, которая позволяет по внешним признакам эффективности (снижение материалоемкости и трудоемкости обработки) отобрать наиболее приемлемый вариант. К ним относится получение заготовки для внутреннего кольца из трубы и круга того же диаметра.

Снижение трудоёмкости механической обработки заготовок, достигаемое рациональным выбором способа их изготовления, обеспечивает рост производства на тех же производственных площадях без существенного увеличения оборудования и технологической оснастки.

Технология изготовления заготовок колец включает в себя [3]:

1. Нагрев горячекатаных прутков до температуры  $(1100+50)$  °С в индивидуальной нагревательной установке проходного типа.

2. Штамповка кольцевых поковок на четырехпозиционном горячештамповочном автомате, включая следующие переходы:

1) отрезку мерной заготовки от нагретой части исходного прутка отрезным штампом, установленным на нулевой позиции прессы;

2) осадку отрезанной заготовки на первой позиции штампа, установленного на прессе;

3) предварительную формовку полуфабриката на второй позиции штампа;

4) окончательную формовку полуфабриката на третьей позиции штампа;

5) пробивку отверстия донной части поковки и разделение поковки на заготовки колец при штамповке «башенной» поковки.

Автомат горячештамповочный многопозиционный предназначен для изготовления одновременно двух различных колец подшипников методом горячей объемной штамповки из круглой стали, сортамент по ГОСТ 2590 повышенной точности, изготавливаемой в прутках длиной до 16 метров, кривизна прутка не должна превышать 2 мм на 1 метр. Основная марка стали - ШХ15 по ГОСТ 801.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Зубченко А.С. Марочник сталей и сплавов. 2-е изд. М.: Машиностроение. 2003. 784 с.

2 Криволапов С.В. Исследование распределения волокон макроструктуры при штамповке поковок колец подшипников. Журнал «Наука и образование», №9, сентябрь 2008. М.: МГТУ им. Баумана. <http://technomag.edu.ru/doc/104014.html>

3 Омельченко П.П. Технологические процессыковки, штамповки. Курсовое проектирование / П.П. Омельченко, Б.С. Каргин, А.Д. Кирицев, В.К. Олейниченко, О.Р. Ляшко. К.; Донецк: Вища школа. Головное изд-во. 1986. – 151 с.

4 Каменичный И.С. Краткий справочник технолога-термиста. – М.; К.: Машгиз, 1993. – 287 с.

## ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПРЕРЫВИСТЫХ ОТВЕРСТЕЙ В КОРПУСАХ

Чугуев М. Д., Осадченко Е. Н., Санинский В.А..  
*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета, [www.volpi.ru](http://www.volpi.ru)*

Рассматривается способ получения более точной обработки прерывистых поверхностей при помощи разработанной полезной модели металлорежущего станка.

This article considers the way of obtaining more accurate processing discontinuous surfaces using a utility model developed by the machine tool.

Обработка соосных отверстий является обычно трудоемким и ответственным этапом технологического процесса изготовления корпусных деталей, на котором обеспечивается достижение комплекса наиболее жестких технических требований, определяющих в целом параметры геометрической точности отверстий и точность их положения относительно плоских поверхностей или других отверстий детали. При выполнении технологического процесса требуемые параметры точности соосных отверстий достигаются путем последовательного уточнения по каждому из показателей. Это означает выработанное практикой разделение процесса обработки соосных отверстий на этапы черновой, чистовой и отделочной обработки.

При черновой обработке снимают основной припуск металла, обеспечивая при этом точность положения отверстий относительно базы и равномерность припуска под чистовую обработку.

Чистовая обработка обеспечивает точность размеров, геометрической формы и относительного положения отверстий. Особенно важным является обеспечение требуемой прямолинейности оси отверстий и точности их относительного положения.

Для получения в корпусных деталях отверстий высокой точности (6-го, 7-го квалитетов) на заключительном этапе технологического процесса вводят отделочные операции. Методами отделки соосных отверстий являются развертывание, тонкое растачивание, планетарное шлифование, хонингование, раскатка роликами, а в отдельных случаях притирка и шабрение. Выбор необходимого метода обработки зависит от требуемой точности, определяемой служебным назначением детали.

Разработана полезная модель металлорежущего станка для механической обработки глубоких отверстий в трубных заготовках, которая может использоваться при осуществлении совмещения процессов растачивания, прошивания, дорнования и внутреннего шлифования труб особовысокой точности, например, для обеспечения требований к точности отверстий по ТУ14-3-/941/-94 (заявка на полезную модель № 2014100127) .

Новая конструкция металлорежущего станка, обладает расширенными технологическими возможностями, позволяющими обрабатывать более широкий диапазон отверстий в трубных заготовках и корпусах деталей за счет введения в конструкцию привода промежуточной втулки и выполнять механическую обработки путем достижения планетарного вихрефригирования, внутреннего шлифования, совмещенного с режуще-деформирующим прошиванием. При этом также достигается совмещение черновой и чистовой обработки необработанной поверхности, т. е. в условиях отсутствия переднего направления и повышения точности обработки на основе беззазорного базирования пиноли по обработанной поверхности.

Для достижения такого технического результата в коробке скоростей установлен дополнительный шпиндель, расположенный в радиальном направлении между толкающей трубой и приводным валом и контактирует с ними через соосные радиально-упорные подшипники с возможностью передачи на промежуточную втулку пиноли от крутящего момента и создания через промежуточную втулку и борштанге планетарного движения со скоростью, меньшей скорости вращения приводного вала борштанги пиноли.

Кроме того, подшипники установлены на борштанге так, что векторы их эксцентриситетов коллинеарны и однонаправлены, а величина суммарного эксцентриситета превышает величину суммарного припуска на обработку отверстия, а поверхности контакта эксцентричных подшипников, борштанги и промежуточного вала выполнены в виде эквидистантных криволинейных поверхностей.

Например, дорнование трубных заготовок ( $d \times D \times l = 69,6_{-0,2} \times 90,4^{+0,2} \times 2500 \dots 4000$  мм), шероховатость внутреннего диаметра Ra 1,25; материал — сталь ШХ15СГ-Ш) производят с силой  $P = 285 - 300$  кН; натяг  $i = 0,9 - 1,4$  мм, скорость дорнования  $v = 12-15$  м/мин, смазочный материал — машинное масло с дисульфидом молибдена. Сила,  $H$ , при дорновании:

$$P = P_1 \sum B,$$

где  $P_1$  — сила на 1 мм длины дорна,  $H$ , зависящая от обрабатываемого материала и натяга [1, с.300, т. 54];

$\sum B$  — периметр резания, мм.

$$P = 71 \cdot 174000 \dots 278400 = 285 \dots 300 \text{ кН.}$$

Таким образом, достигается цель - повышение производительности при обработке глубоких отверстий в стальных заготовках, предварительно не обработанных и имеющих кривизну, что не позволяет применить переднее направление для пиноли, целесообразно совмещать операции вихрефрезерования, обеспечивающего хорошее деление стружки. Вслед за вихрефрезерованием тогда возможным становится, прошивание и дорнование. Возможность осуществления такого совмещения доказана практикой аналогичного совмещения процессов на головках с передним и задним направлением. (см. инструмент для обработки отверстий диаметром 40...380 мм и глубиной до 4000 мм в гильзах пневмо и гидроцилиндров представляется фирмой SandvikCoromant (Швеция).

Достоинством способа и конструкции металлорежущего станка, обладающего расширенными технологическими возможностями, заключающимися в более эффективном стружкоделении и стружкоотводе, за счет осуществления более производительного вихрефрезерования и более точного шлифования, обеспечивающего повышение точности механической обработки.

#### Список литературы

1. Специальные станки для растачивания глубоких прерывистых отверстий шпинделями на выносных опорах Смольников Н.Я. Санинский В.А. - Волгоград РПК «Политехник», 2004.,
2. Заявка № 201410127 от 09. 01. 2014 г. на полезную модель "Металлорежущий станок».

### СИСТЕМА КАЧЕСТВА ДЛЯ КОРМОВЫХ ДОБАВОК И ПРЕМИКСОВ FAMI QS НА ОАО «ВОЛЖСКИЙ ОРГСИНТЕЗ»

Бариева А.Н., Волков А.М.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета, [www.volpi.ru](http://www.volpi.ru)*

Рассматривается внедрение системы качества для кормовых добавок и премиксов FAMI QS  
This article considers introduction of the quality system for feed additives and FAMI QS premixes

ОАО «Волжский Оргсинтез» – современная химическая компания, производящая продукты базовой химии с 1964 года.

В августе 2004 года система менеджмента качества предприятия сертифицирована органом по сертификации «TÜV CERT» на соответствие требованиям международного стандарта ИСО 9001:2000.

В ноябре 2007 года производство метионина сертифицировано на соответствие требованиям Европейского кодекса по применению кормовых добавок и премиксов *FAMI-QS* органом по сертификации «TÜV SÜD» (Германия).

В мае 2010 года система менеджмента качества сертифицирована на соответствие требованиям международного стандарта ИСО 9001:2008.

В сентябре 2010 года производство метионина сертифицировано на соответствие требованиям 5 версии Европейского кодекса по применению кормовых добавок и премиксов *FAMI-QS* [1].

Система менеджмента качества ОАО «Волжский Оргсинтез» разработана и внедрена в соответствии с требованиями международного стандарта ИСО 9001:2008 с применением процессного подхода, который обеспечивает непрерывность управления процессами в рамках системы при их взаимодействии.

### **Сертификация по *FAMI-QS***

С целью обеспечения безвредности кормовых добавок, ведения коммерческой деятельности в соответствии с европейскими требованиями по гигиене кормов и улучшения прослеживаемости предприятие внедрило кодекс *FAMI-QS* (Система кормовых добавок и премиксов).

«*FAMI QS*» аббревиатура от английского словосочетания “*Feed Additives and PreMixtures Quality Systems*”. («Система Качества для кормовых добавок и премиксов»).

Европейским Союзом разработано множество нормативов для пищевой индустрии, нацеленных на защиту здоровья потребителя. В последние годы нормативы ЕС усложнились в связи с многочисленными проблемами, связанными с пищевой безопасностью кормов для животных. Для соответствия этим законам и повышения безопасности и качества кормов Европейская Ассоциация производителей кормовых добавок издала документ, который является основой для сертификации: *FAMI-QS* (Система кормовых добавок и премиксов). И продавцам и производителям кормовых добавок или премиксов крайне важно подтвердить качество, безопасность и соответствие продукции [3].

Следуя принципам Политики в области качества ОАО "Волжский Оргсинтез" и выполняя пожелания потребителей, руководством предприятия было принято решение провести сертификацию производства метионина кормового на соответствие требованиям стандарта *FAMI-QS*. Для этого были проведены соответствующие мероприятия по внедрению Европейского кодекса по применению кормовых добавок и премиксов на предприятии.

Сертификационный аудит показал полное соответствие системы менеджмента производства метионина требованиям стандарта *FAMI-QS*. 15 ноября 2007 г. ОАО "Волжский Оргсинтез" получил сертификат соответствия *FAMI-QS*. Сертификат является действительным в течение трех лет, при условии получения положительных результатов при проведении годовых наблюдательных аудитов на предприятии, начиная с даты выдачи сертификата. Надзорные аудиты для проверки постоянного улучшения завод успешно проходит ежегодно, а каждые 3 года посредством проведения полного аудита системы проходит ре-сертификация [1].

*FAMI-QS* разработан для согласованного применения с другими стандартами: *ISO 9001*, *ISO 14001*, *OHSAS 18001*, *ISO 22000*. Требования встроены в интегрированную систему менеджмента предприятия (систем менеджмента качества, профессионального здоровья и безопасности, экологии и социальной ответственности, управления рисками). Такой подход позволяет добиться согласованности, оптимизации и результативности деятельности.

Норматив *FAMI-QS* допускает гибкое сочетание принципов *HACCP* и практических критериев других программ предварительных требований (*PRP*), обеспечивая управление рисками благодаря применению комбинированных мер управления [3].

Система *HACCP* - это инструмент управления, который систематически идентифицирует конкретные риски и меры контроля для обеспечения безопасности пищевых продуктов. Система признана во всем мире и считается эффективной системой безопасности пищевых продуктов.

Требования системы являются универсальными и применимы ко всем организациям, имеющим отношение к пищевой цепочке, — от подготовки, обработки, упаковки, хранения и распространения до момента потребления [2].

Организация должна соответствовать требованиям действующего законодательства и нормативных документов.

Организация должна, прежде всего, отвечать общим санитарно-гигиеническим Организация должна определить и внедрить задокументированные стандартные санитарные процедуры. Эти процедуры включают, но не ограничиваются следующим:

- Безопасность воды
- Предотвращение взаимного загрязнения
- Правильная маркировка, хранение и использование токсичных соединений
- Контроль за санитарно-гигиеническими условиями персонала
- Технологическая схема строительства, производственного процесса и завода
- Обезвреживание отходов

Все потенциальные риски (биологический, химический или физический), которые могут угрожать продукту или процессу на любом этапе от подготовки материалов, обработки, хранения и распространения до конечного потребления должны быть определены и задокументированы [2].

Внедрение «Европейского кодекса по применению кормовых добавок и премиксов» имеет целью обеспечение безвредности кормовых добавок и премиксов, ведение коммерческой деятельности в соответствии с европейскими требованиями по гигиене кормов и улучшение прослеживания всего цикла производства.

Для внедрения кодекса используется система управления качеством ИСО 9001:2000, а также НАССР принципы. НАССР (Анализ рисков и критические контрольные точки) - система обеспечения безопасности пищевых продуктов. Концепция *НАССР* предусматривает систематическую идентификацию, оценку и управление опасными факторами, которые существенно влияют на безопасность корма. Особенностью системы *НАССР* является то, что при ее помощи детально изучается каждый этап в производстве, хранении и доставке продукции, выявляются специфические риски и опасности, внедряются эффективные методы контроля и мониторинга. Внедрив и поддерживая систему *НАССР*, предприятие обладает уверенностью в том, что безопасность кормов соблюдается.

Для получения сертификата по FAMI-QS предприятие должно установить, задокументировать, внедрить и поддерживать систему управления в соответствии с требованиями Европейского кодекса по применению кормовых добавок и премиксов.

#### **Список литературы**

1. Руководство по качеству на ОАО «Волжский Оргсинтез»
2. Требования операционной системы НАССР (UKAS)
3. FAMI-QS: качество и безопасность кормов

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ШИНЫ НА ОАО «ВОЛТАЙР-ПРОМ»**

Гончар П.А., Тиханкин Г. А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета, [www.volpi.ru](http://www.volpi.ru)*

Рассматривается способ улучшения сбора статистической информации для контроля качества изготовления пневматической шины.

Discloses a method for improving the collection of statistical information for quality control of manufacturing a pneumatic tire

Технологический цикл производства шин в организации ведется от получения и обработки сырья до изготовления и приемки готовой продукции.

Для обеспечения и поддержания технологических процессов на приемлемом и стабильном уровне, гарантируя при этом соответствие продукции установленным требованиям, используют методы статистического управления качеством – SPC.

Обязательным для статистического контроля и анализа являются следующие процессы:

- входной контроль;
- изготовление резиновых смесей;
- обрезинка текстильного и металлического корда;
- каландрирование резиновых прослоек, гермослоя;
- экструзия профилированных деталей;
- раскрой материалов;
- сборочные процессы;
- финальные операции (масса, дисбаланс и др.), с периодическим контролем.

Качество продукции на выходе техпроцесса зависит от:

- изменчивости процесса;
- стабильности процесса;
- настройки процесса;
- своевременности регулировок процесса;
- излишнего вмешательства в процесс.

Исследование проводилось с целью определения собственной изменчивости процесса, которая должна удовлетворять техническим требованиям изделий.

При исследовании процесса проводилась проверка всех факторов влияющих на него, а именно:

- средства измерения;
- оборудование;
- материал;
- персонал;
- инструмент;
- производственная среда.

Результаты влияния факторов на качество продукции представлены в виде диаграммы

#### Исикавы

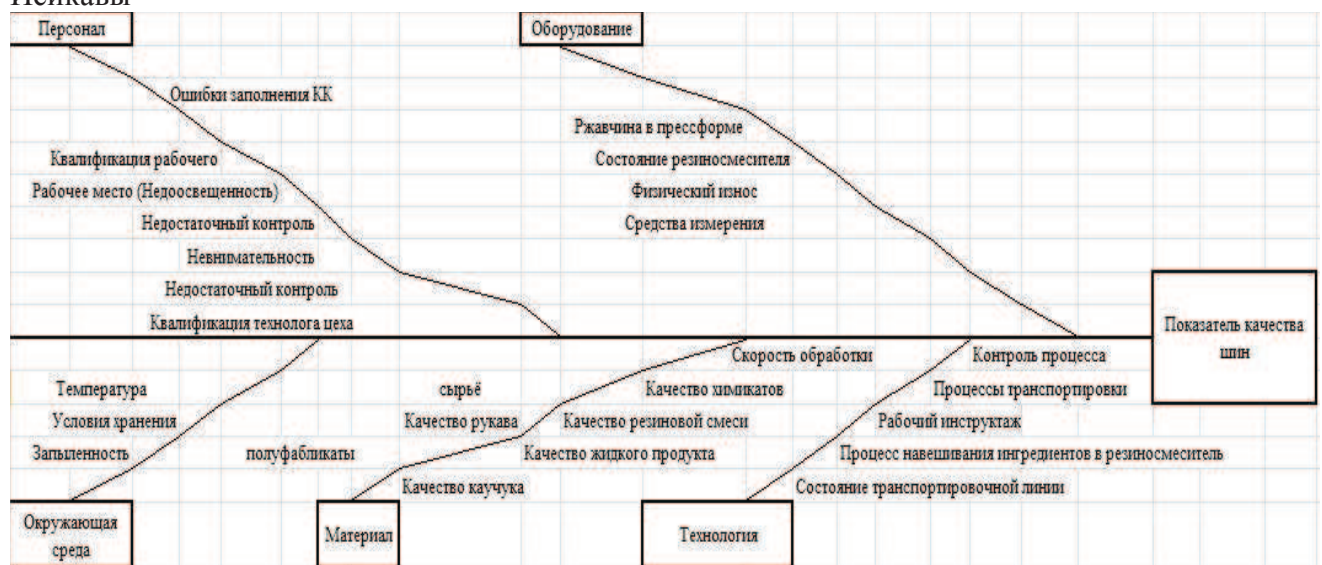


Рисунок 1

Для оценки процесса также проводился сбор данных и рассчитывались следующие характеристики:

- пригодность средств измерения/испытательного оборудования измерительной системы (СТП 5-8.1-МЛ);
- индексы пригодности оборудования (См, Стк);
- характеристики параметров продуктов на входе и выходе процесса (Ср, Срк).

Характеристики параметров продукции на входе и выходе процесса рассчитываются на основании значений, занесенных в контрольные карты (К.К.).

Если брать полуфабрикаты, то в каждом процессе возможны дефекты. Например на протекторный агрегат подается некачественная резина, в результате чего заготовки толстые или наоборот с заниженной толщиной. Для раскроя может быть неправильный зазор между валками, в результате чего толщина резиновой прослойки не соответствует заданным параметрам. На сборке возможно неправильное наложение слоев, неправильная ширина слоев кар-каса, и как следствие дефектная сырая крышка. Если брать влияние статистики, то также может быть несколько причин, таких как неправильное заполнение К.К., ошибка контролеров при занесении данных в ПО, ошибки рабочих, не качественный контроль.

Чтобы устранить указанные причины, следует стремиться к автоматизированному съему информации на всех стадиях производства.

#### **Список литературы**

1. СТП 6-8.1-ОТК - 2012 «Статистическое управление технологическими процессами».
2. ГОСТ Р 51814.3-2001 «Системы качества в автомобилестроении методы статистического управления процессами».

## **ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ (ЭМАП)**

Иванов Э. А., Степура А. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета, [www.volpi.ru](http://www.volpi.ru)*

Рассматриваются преимущества ЭМАП относительно традиционного УК.

The author considers the advantages of EMAT relatively traditional UC.

Электромагнитно-акустические преобразователи (ЭМАП) – это относительно новое направление в УЗ контроле. Основное отличие этой технологии состоит в том, что ультразвуковая волна генерируется непосредственно в исследуемом объекте. В основе принципа действия ЭМА преобразователей лежит возбуждение и прием ультразвуковых волн путем воздействия на поверхность электропроводящего объекта переменного и постоянного магнитных полей. Индуктор ЭМАП, через который протекает импульс высокочастотного тока, создает в поверхностном слое металла вихревой ток. В результате совместного действия вихревого тока и поляризующего поля возникают силы Лоренца, обеспечивающие возбуждение ультразвуковых колебаний соответствующего типа. В зависимости от конструктивных параметров индуктора и ориентации поляризующего поля, в процессе контроля возбуждаются сдвиговые SH-волны радиальной или линейной поляризации (индуктор овальной или прямоугольной формы).

С помощью ЭМАП, легко возбудить, например поперечные волны, распространяющиеся по нормали и под углом к поверхности, а так же поперечные нормальные волны. ЭМАП не нагружают поверхность объекта контроля, что позволяет устранить проблемы связанные с реверберационными процессами – явлениями на границе раздела сред в слое контактной или иммерсионной жидкости. Акустический тракт ЭМА дефектоскопа весьма прост, поскольку ультразвуковые волны возбуждаются и



распространяются, как правило, только в самом объекте контроля. Только сам объект контроля и содержащиеся в нем неоднородности, способны изменить картину волнового поля.

Имеются основания считать, что поперечные волны распространяющиеся по нормали к поверхности, более чувствительны к некоторым дефектам. Они распространяются вдвое «медленнее» продольных, что создает благоприятные условия для толщинометрии и повышения разрешающей способности при контроле эхо-методом. Применение поперечных волн определенной поляризации позволяет с высокой чувствительностью обнаруживать неудобные для отражения трещины, даже если их плоскость параллельна направлению прозвучивания.

Электромагнитный контакт ЭМАП с поверхностью объекта контроля, в большинстве случаев является гораздо более устойчивым, чем акустический контакт для пьезоэлектрических преобразователей. Колебания опорного «донного сигнала» на бездефектных участках, как правило, не превышают 4-6 дБ. Акустическая ось не отклоняется при изменении положения ЭМАП относительно поверхности объекта контроля.

Контактная жидкость является одним из слабых мест традиционных методов УЗК и большинства реализующих их систем. Необходимость применения жидкости все чаще вступает в конфликт с современными металлургическими технологиями. Все труднее обеспечивать необходимые требования по скорости перемещения, температуре и состоянию поверхности объектов контроля. Использование воды, даже с добавлением присадок, часто приводит к коррозии и как следствие к ухудшению товарного вида продукции. Применение электромагнитно-акустических преобразователей не требует применения контактной жидкости и следовательно лишено всех связанных с ней недостатков.

Бесконтактные методы возбуждения акустических волн по средствам ЭМАП существенно расширяют возможности ультразвукового контроля при высоких и низких температурах, шероховатой и загрязненной поверхности объектов, а также в случаях когда по применяемой технологии контактные жидкости применять недопустимо.

Основные преимущества технологии контроля с применением ЭМАП по сравнению с традиционным ультразвуковым контролем:

- ЭМАП может возбуждать поперечные волны в широком диапазоне частот, что позволяет увеличить измеряемый диапазон и увеличить точность измерений по сравнению со стандартным ПЭП;
- отсутствие непосредственного контакта ЭМАП с металлом существенно снижает требования к подготовке поверхности и не требует использования контактной жидкости;
- ультразвуковые колебания возбуждаемые электромагнитным полем не чувствительны к перекосам при установке ЭМАП на изделие, устраняя ошибки измерения, вызванные преломлением звука на границе «преобразователь – объект контроля»;
- рабочая поверхность может иметь широкий температурный диапазон без риска повреждения датчика;
- на контроль не влияет угол ввода импульса, поэтому преобразователи не делятся на наклонные и прямые;
- бесконтактный преобразователь не подвержен трению и как следствие не изнашивается;
- приборы использующие электромагнитно-акустические преобразователи могут работать на объектах сложной формы и трубах малого диаметра

К недостаткам ЭМАП относят их сравнительно низкую чувствительность и помехозащищенность. Одним из возможных методов повышения чувствительности ЭМА-сигналки является применение когерентной обработки принимаемых сигналов.

#### **Список литературы**

1. «ЭМА преобразователи для ультразвуковых измерений» авторы А.А. Самокрутов, В.Г. Шевалдыкин, В.Т. Бобров, С.Г. Алехин, В.Н. Козлов №2 (40) июнь 2008.

2. «Методы и средства ультразвукового контроля проката с применением электромагнитно-акустических преобразователей» Кириков А.В. № 3 март 1999.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КАРБИДА КРЕМНИЯ НА ОАО ВОЛЖСКИЙ АБРАЗИВНЫЙ ЗАВОД**

Исаева Ю.М., Тиханкин Г.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета, [www.volpi.ru](http://www.volpi.ru)*

Рассматриваются инструменты контроля технологического процесса производства карбида кремния  
This article considers instruments of control of technological process of production of carbide silicon

ОАО «Волжский Абразивный Завод», основанный в 1961 г., является единственным производителем карбида кремния в России, самым крупным производителем карбида кремния в Европе и крупнейшим производителем абразивного инструмента на керамической связке в России и СНГ [1].

Актуальность данной темы заключается в том, что анализ ситуации по валовому выходу карбида кремния за сутки, неделю и другой период времени и представление её в наглядном виде, ведёт к поиску решений по увеличению валового выхода и соответственно, улучшению данного технологического процесса.

В организации существует методологическая инструкция МИ-ОТК-34[2].

Для получения качественного карбида кремния, кроме технических показателей, заложенных в нормативно-технической документации, необходимо учитывать целый спектр различных факторов, влияющих на данный технологический процесс.

Анализируя ситуацию по валовому выходу за сутки, неделю, целесообразно использовать для наглядного представления контрольные карты Шухарта. Технологическая группа организации в своей работе применяет контрольные карты Шухарта типа карты индивидуальных значений и скользящих размахов.

На проведение анализа такого масштаба оказывает влияние и временной интервал, так как от момента подготовки материалов для загрузки печи до получения карбида кремния проходит 5 суток. Для анализа использованы данные за декабрь 2013 года.

На основании полученных данных нами представлена контрольная карта Шухарта (рисунок 1).

На графике четко просматриваются дни, когда валовый выход куска карбида кремния с печей был ниже рассчитанной контрольной границы. В этой ситуации, по печам, которые 08.12.13 и 28.12.13 года дали низкий валовый выход, необходимо в короткий срок провести всесторонний анализ по всей технологической цепи для выявления причин, которыми могут быть: химический состав возвратных сырьевых материалов, соблюдение электрорежима плавки, человеческий фактор и т.д.

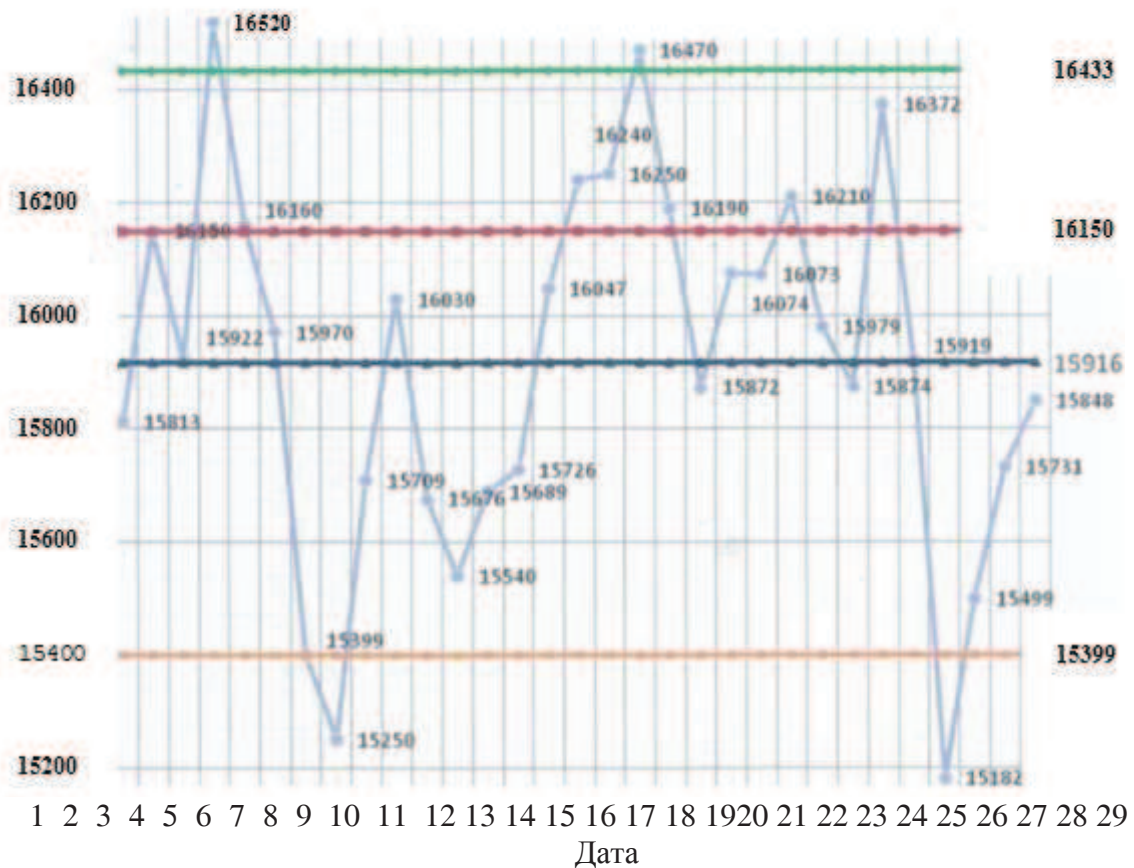


Рисунок 1– Данные по валовому выходу карбида кремния



Рисунок 14 - Диаграмма Исикавы для производства куска карбида кремния черного

Таким образом, использование карт Шухарта для анализа технологического процесса позволило выявить его отклонения (низкий выход).

На разработанной нами диаграмме Исикавы вся база информационных данных разделена на пять основных блоков: человеческий фактор, оборудование, материалы, технология, контрольные замеры. Каждый показатель имеет свое значение, и для расчета рецепта моношихты, выбора электрорежима плавки печей и т.д. очень важно это учитывать [3].

Наглядно видно, что информационная база составляет большой объем данных. На практике все эти данные фиксируются в различных источниках: журналах, отчетах, сводках, в карте оборачиваемости печей. И не всегда при проведении анализа процесса учитываются все данные в совокупности, целостной картины не видно.

Дальнейший анализ степени значимости причин, влияющих на стабильность процесса, можно осуществить с помощью диаграммы Парето и гистограммы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ознакомительный буклет по продукции ОАО «ВАЗ»: Учеб. пособие. – М.: Волжский, 2013.
2. МИ-ОТК-34 Применение статистических методов для анализа качества продукции и управление процессами.
3. СТО 00220931-019-2012 «Карбид кремния черный».

### СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПОДШИПНИКА 6-256707ЕК12

Митина Л.Н., Щепетнов А.А., Белухин Р.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета, [www.volpi.ru](http://www.volpi.ru)*

Рассматривается применение современного измерительного оборудования при изготовлении подшипника.

The application of modern measuring equipment in the manufacture of bearings.

Неразъемный двухрядный радиально-упорный подшипник типа 256000 имеет в кольцах с одной стороны канавку для ввода шариков. Может воспринимать момент в осевой плоскости и двухсторонние осевые нагрузки. Применяются в узлах, где не требуется высокая жесткость опоры. Разъемное кольцо позволяет разместить в подшипнике большее число шариков и тем самым обеспечить высокую грузоподъемность. Оптимальным условием эксплуатации таких подшипников является превалирование осевой нагрузки над радиальной.

Подшипник 6-256707ЕК12 шариковый радиально-упорный применяется в агрегатах ступицы передних колес автомобилей: Лада Калина, Лада Гранта, Лада Приора.

**Таблица 1 – Размеры подшипника**

Условное обозначение	Деталь	$d$ , мм	$D$ , мм	Масса, кг
6- 256707ЕК12	Наружное кольцо	53,8	68,015	0,23 кг
6- 256707ЕК12	Кольцо внутреннее	35	48,150	74,6 г

Ответственной поверхностью в данном подшипнике является наружный и внутренний диаметры. В связи с чем целью данной работы является изучение схемы контроля данных поверхностей в процессе производства и применение современных средств измерения.

В настоящее время на предприятии ОАО «ЕПК Волжский» осуществляется контроль данных поверхностей на приборе Talysond 73РС.

Кругломер, предназначенный для прецизионного измерения волнистости и отклонения от круглости в величинах колебания радиуса от оси вращения, задаваемой прибором.

Talysond серии R[1] – ряд продукции для измерения, круглости обеспечивает достаточную надежность для применения в заводских условиях и точность для любого участка контроля. Новые приборы Talysond серии R представляют собой гибкое решение, соответствующее

требованиям измерения круглости и отклонений формы.

Скорость измерения, достигаемое квалифицированным оператором, составляет – 3 (три) детали/минуту, включая время подготовки к работе.

**Таблица 2– Технические характеристики приборов**

	Talyrond 73	Talyrond R-125
Максимальный диаметр, мм	355	300
Максимальная высота над столом, мм	406	300
Скорость вращения шпинделя, об/мин	6	20
Предел погрешности, +/- мкм	0,025	0,025
Диапазон измерения, мм	0,4	2

Наиболее существенным преимуществом данных приборов является скорость. В точном машиностроении при увеличении объема производства чаще всего камнем преткновения становится метрология. Приборы с высокой пропускной способностью измерений, обеспечивают более высокую долю контролируемой выборки наряду с увеличением объемов производства.

Точность (радиальная точность для шпинделя составляет  $\pm 25$  нм).

Несмотря на то, что скорость измерений, обеспечиваемая системой, в несколько раз превышает скорость, гарантируемую традиционными настольными системами, потери качества точности не происходит.

Простота использования (программное обеспечение для сенсорного экрана)

Благодаря программной платформе для сенсорного экрана X-sight с интуитивной навигацией прибор для измерения круглости Talyrond, так же прост в использовании, как и SatNav или SmartPhone, и легко управляется касанием экрана кончиками пальцев.

Система измерения круглости прибора Talyrond R-125 с самой высокой пропускной способностью измерений:

- увеличивает производительность;
- всесторонний контроль детали;
- снижает отбраковку деталей;
- улучшает «показатель уровня брака».

#### **Список литературы**

1. TaylorHobson [Электронный ресурс] <http://taylor-hobson.ru/katalog-produktsii/talyrond-seriya-r.html> (дата обращения 23.04.2014)

## **ОЦЕНКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ С УЧЕТОМ МАЛЫХ ВЫБОРОК НА ПРИМЕРЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА НАРУЖНОГО КОЛЬЦА ПОДШИПНИКА КАЧЕНИЯ**

Орлова Ю.В., Митрофанов А.П.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета, [www.volpi.ru](http://www.volpi.ru)*

Рассматривается статистический анализ параметров качества обрабатываемой поверхности наружного кольца подшипника У-807813А

The statistical analysis of parameters of quality of a processed surface of an external ring of the U-807813A bearing is considered

Применение статистических методов на современном этапе производства является необходимым многофункциональным инструментом, который характеризует концепцию качест-

ва продукции, соответствующего требованиям стандарта при определенной стабильности производственных процессов.

Статистический анализ точности и стабильности процесса механической обработки проводят тремя основными методами: методом больших выборок, методом малых выборок и методом точечных диаграмм. На практике наиболее предпочтительным является метод малых выборок. Основными его преимуществами перед другими методами являются, во-первых, минимальный объем замеров и вычислительных работ, во-вторых, возможность следить за динамикой изменения точности процесса во времени.

В целях оценки существующего положения технологии обработки, проводился статистический анализ параметров качества на операции шлифования наружного кольца роликового однорядного конического подшипника У–807813А.

Замеры проводились в течении трех месяцев, число замеров для каждой операции составляет 25. Статистический анализ будем проводить в учетом малых выборок.

Данные выборок получены при контроле отклонения от прямолинейности ( $L$ ) и контроля шероховатости ( $Ra$ ) на приборе для измерения размеров, формы и текстуры поверхности деталей подшипников *Form Talysurf*. Замеры проводились на роликовой дорожке после операции тонкого ( $T$ ) шлифования до травления, 2 тонкого ( $2T$ ) шлифования после травления и дополнительной выборки окончательного контроля ( $OK$ ); на наружном диаметре – окончательный контроль.

Первоначально проверим нашу выборку на нормальный закон распределения. Критерий  $\chi^2$  можно использовать для проверки любого распределения, в том числе нормального и экспоненциального. В связи с тем что у нас выборка малого объема критерий  $\chi^2$  не применим. Согласно ГОСТ Р ИСО 5479-2002 [1] для выборок малого объема используют критерий Шапиро-Уилка ( $W$ ) для проверки на нормальный закон распределения.

Проверка по критерию  $W$  отвергла гипотезу о принадлежности всех выборок к нормальному закону распределения.

Следовательно, для определения к какому закону распределения будут относиться данные выборки, построим гистограммы распределения.

По данным гистограмма можно сделать предположение, что выборки распределяются по закону Вейбулла.

Закон распределения Вейбулла занимает одно из наиболее часто применяемых в оценке надежности технических систем. Распределение Вейбулла трехпараметрическое:  $\alpha$  – параметр масштаба,  $\beta$  – параметр формы,  $V_1$  – коэффициент вариации. Для оценки нашего предположение о распределении закона Вейбулла воспользуемся критерием Манна ( $S$ ) [2]. Применяется этот критерий для случая, когда под наблюдением находится не более 25 однотипных единиц оборудования ( $n \leq 25$ ), что подходит для наши условий исследований.

Большинство наших критериев подчиняется закону распределения, только в одном случае закон распределения немного превышает критическое значение, но можно сказать о тенденции.

Вывод:

С помощью статистического анализа установлено, что параметры распределения выборки при её формировании на протяжении времени в результате планового контроля технологического процесса подчиняются закону распределения Вейбулла.

#### Список литературы:

1. ГОСТ Р ИСО 5479-2002. Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения [Текст]. – М.: Госстандарт России: Изд. стандартов, 2002.

2. Канур Е., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем. – М., Мир, 1980. – 604 с.

3. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.

4. Хан Г., Шапиро С. Статистические модели в инженерных задачах. Мир, 1969.-395 с.

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ ВНУТРЕННЕГО КОЛЬЦА ПОДШИПНИКА

Павлова А.И.

*Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета*

Рассматривается статистический анализ параметров качества отверстия внутреннего кольца подшипника У-807813А

The statistical analysis of parameters of quality of a hole of an inside ring of the U-807813A bearing is considered

Статистический анализ необходим для определения в каком состоянии находится производимая продукция или производственный процесс; каков будет процент брака во всей продукции за определенный период производства; является ли производственный процесс стабильным и будет ли он стабильным в ближайшем будущем.

В целях оценки существующего положения технологии обработки, проводился статистический анализ параметров качества на операции шлифования внутреннего кольца подшипника У-807813А. Внутренне кольцо подшипника У-807813А имеет ряд ответственных поверхностей. Внутренний диаметр кольца с размером 65 должен иметь нижнее отклонение - 0,015 и 5 квалитет. Оклонение от круглости должно быть высоким 0,009 и 0,012.

Замеры проводились в течении трех месяцев, число замеров составляет 50.

В проводимом анализе процесса шлифования были рассмотрены собранные данные измерений таих параметров как: нелинейность и шнроховатость отверстия.

Нелинейность измеряли прибором «TALYROND» - эта измерительная система оснащена электронным блоком и персональным компьютером со специализированным программным обеспечением. Наряду с традиционными параметрами отклонения от круглости система имеет дополнительные возможности – проведение гармонического анализа, возможность автоматического удаления дефектов, пересчет измеренного профиля с различными режимами фильтрации. Все приборы этой модели могут быть обновлены до уровня последней модификации. При необходимости проводится и ремонт шпинделя прибора. Специальная модификация прибора с программой коррекции погрешности шпинделя, позволяет проводить измерения с погрешностью не более 0,025 мкм.

Шероховатость измеряли на приборе «SURTRONIC» – портативный щуповой прибор для применения в цеховых и лабораторных условиях. Измеряемая поверхность очищается от абразива, смазки, грязи и т.п. Далее устанавливается и закрепляется деталь с измеряемой поверхностью в приспособление и регулируется вертикальное и горизонтальное положение траверсного блока и датчика для выполнения условий измерений. Используя поворотный держатель датчика на траверсном блоке, плавно вводится наконечник щупа датчика в контакт с измеряемой поверхностью, не допуская ударных воздействий на датчик. После окончания траверсирования на экране появляются результаты, и датчик возвращается в его крайнюю левую позицию. После измерения и реверсивного движения датчика на исходную позицию, датчик плавно выводится из контакта с измеряемой поверхностью, не допуская ударных воздействий на датчик. Оценку шероховатости измеренных поверхностей проводили по среднему значению параметра  $R_a$ .

Первоначально проверим наши выборки на нормальный закон распределения. Критерий  $\chi^2$  можно использовать для проверки любого распределения, в том числе нормального и экспоненциального.

Проверка по критерию  $\chi^2$  отвергла гипотезу о принадлежности всех выборок к нормальному закону распределения.

Следовательно, рассмотрим принадлежность выборки к другим законам распределения: распределение Рэля и гамма-распределение.

В результате получилось, что нелинейность диаметра и шероховатость отверстия подходят к распределению Рэля. Отклонение размеров от стандарта вызывается различными причинами: неравномерный режим обработки детали; неоднородность обрабатываемого материала; неточность установки заготовки в станке; износ режущего инструмента и деталей станков; состояние микроклимата в цехе; колебание напряжения в электросети и т.д.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ СМК ОАО «ВОЛТАЙР-ПРОМ»**

Ткачёва Е.Ю., Степура А.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

В данной статье проводится анализ и предлагаются способы по улучшению процесса  
The article deals with the analysis and suggests ways to improve the process

ОАО «Волтайр-Пром» специализируется на выпуске сельскохозяйственных и промышленных, в том числе широкопрофильных шин.

Система менеджмента качества ОАО «Волтайр-Пром» разработана на основании требований и в соответствии с ИСО 9001:2008 и ИСО/ТУ 16949:2009. Основу СМК общества составляют процессы.

В своей работе оценку системы управления качеством ОАО «Волтайр-Пром» мы будем рассматривать применительно к процессам СМК.

Предприятие определило и идентифицировало 9 процессов СМК и 5 подпроцессов:

- У1 – «Управление СМК»;
- А2 – «Постановка новой и модернизированной продукции на серийное производство»;
- О4 – «Производство продукции»;
- О4.3 – «Приемка сырья и материалов, изготовление и профилирование резиновых смесей»;
- О4.4 – «Обрезинивание кордов и тканей, изготовление деталей покрышек»;
- О4.5 – «Изготовление деталей и сборка покрышек»;
- О4.6 – «Вулканизация покрышек»;
- О4.7 – «Изготовление камер и ободных лент»;
- П1 – «Управление инфраструктурой»;
- П3 – «Управление метрологическим обеспечением производства»;
- П4 – «Работа с персоналом»;
- П7 – «Управление производственной средой»;
- П8 – «Планирование производственной деятельности»;
- П9 – «Обслуживание основной оснастки».

Оценка результативности процессов СМК включает анализ достижения плановых значений показателей процесса. Для этого разработана количественная методика оценки, которая включает:

- оценку результативности выполнения плана работ по качеству;
- оценку результативности достижения целей процесса.



Оценка результативности достижения целей процесса позволяет определить действия, необходимые для планирования улучшений, корректирующих либо предупреждающих действий структурных подразделений и предприятия в целом для повышения качества продукции.

Оценка процессов СМК на ОАО «Волтайр-Пром» осуществляется в соответствии с «Методикой оценки процессов СМК» и проводят ежеквартально.

При определении процента выполнения критерия по методике учитывают, что:

– если критерий выполнен в соответствии с нормой ставят 100%;

– если критерий не достигнут:

а) фактическое значение выше нормы, тогда его рассчитывают по формуле:

$$\frac{\text{норма}}{\text{факт}} * 100\% ; \quad (1)$$

б) фактическое значение ниже нормы, тогда его рассчитывают по формуле:

$$\frac{\text{факт}}{\text{норма}} * 100\% ; \quad (2)$$

– если критерий достигнут или улучшен – ставят выполнение 100%.

На основании полученных данных строятся графики оценки процесса и его критериев.

Общие оценки процессов СМК ОАО «Волтайр-Пром» за 2013 приведем в таблице 1.

**Таблица 3 – Общие оценки процессов**

Номер процесса	Оценка результативности процессов, %
У1	67
А2	100
О4	90,25
О4.3	94,20
О4.4	96,50
О4.5	89,58
О4.6	97,37
О4.7	87,10
П1	98,57
П3	99,25
П4	99,81
П7	99,23
П8	93
П9	98,11

Так как процесс У1 оценивается по консолидированным данным результативности всех процессов, то для повышения его оценки необходимо улучшить показатели проблемных процессов. На основании данных по оценке результативности процессов ОАО «Волтайр-Пром» самая низкая оценка наблюдается у процесса О4.7 «Изготовление камер и ободных лент», поэтому дальнейший анализ будем проводить относительно данного процесса.

Процесс О4.7 оценивается по выполнению следующих критериев: «Выпуск продукции в соответствии с планом в объеме производства» – 100%, «Обеспечить уровень *ppm* по комплектации» – 60%, «Исправимый брак камер» – 100%, «Окончательный брак камер» – 100%, «Соблюдение норматива образования отходов резиновых смесей» – 25,5%, «Уровень соответствия продукции Годек К» – 100%, «Обеспечение требуемого уровня культуры производства» – 100%.

Анализируя проценты выполнения критериев процесса О4.7 наблюдаем, что основные провалы наблюдаются по уровню *ppm* и отходам резиновой смеси.

Данные критерии напрямую зависят от количества бракованной продукции, в связи с этими были изучены дефекты изделий, приведшие к окончательному браку продукции. Для

выявления наиболее частых и убыточных дефектов используем диаграммы Парето по количеству дефектных изделий и по затратам на брак.

Наиболее весомыми дефектами автокамерного цеха по количеству бракованной продукции являются: «След от постороннего включения», «Складка продольная», «Расхождение стыка», «Складка поперечная», «Складка у пятки вентиля», «Недовулканизация»

Наиболее весомыми дефектами автокамерного цеха по затратам являются: «След от постороннего включения», «Складка продольная», «Расхождение стыка», «Недовулканизация», «Складка поперечная», «Складка у пятки вентиля».

В качестве мероприятий по улучшению процесса по критерию «Обеспечить уровень *ppm* по комплектации», предлагаем статистическое регулирование процесса с помощью контрольных карт, а по критерию «Соблюдение норматива образования отходов резиновых смесей» разработка корректирующих мероприятий с применением методики 8D.

#### **Список использованной литературы**

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2008 Системы менеджмента качества. Требования [Текст]. – Взамен ГОСТ Р ИСО 9001-2001; введ. 2008-12-18. – М.: Стандартинформ, 2009.
2. ГОСТ 7.1-2003 СИБИД Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления [Текст]. – Взамен ГОСТ 7.1-84, ГОСТ 7.16-79, ГОСТ 7.18-79, ГОСТ 7.34-81, ГОСТ 7.40-82; введ. 2004-07-01.
3. Кудряшова, А.В. Особенности контроля шинной продукции на предприятии «Волжский шинный завод» / Кудряшова А.В., Ткачева Е.Ю., Авилов А.В. // Вестник магистратуры. - 2013. - № 7. - С. 45-47.
4. Система менеджмента качества в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rotest.ru/sertifikaciya-smk/>

### **ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА СЕТЕВОЙ ВОДЫ НА ООО «ЛУКОЙЛ-ВОЛГОГРАДЭНЕРГО»**

Черешнева А.Ю., Степура А.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

В данной работе рассматривается способ измерения расхода сетевой воды методом переменного перепада давления.

This paper describes a method of measuring the flow of network water by the method of variable pressure drop.

Основными видами деятельности ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго» являются производство электрической и тепловой энергии тепловыми электростанциями, реализация (продажа) тепловой энергии на оптовом рынке электроэнергетики.

Рассмотрим измерение расхода энергоносителей методом переменного перепада давления. Количество вещества, проходящее в единицу времени по трубопроводу, каналу называется расходом вещества.

Цель работы: *снижение метрологических потерь за счет снижения погрешности измерений*, удовлетворение индивидуальных требований потребителя, уменьшение экономических рисков у потребителя.

Метод переменного перепада давления один из наиболее старых и изученных методов измерения расхода. Это также возможность косвенной градуировки и поверки стандартизованных первичных преобразователей - сужающих устройств. Метод применяется для измерения расхода жидких и газообразных сред, протекающих по трубопроводу круглого сечения диаметром от 50 мм до 1000 мм при условии полного заполнения сечения измеряемой средой постоянной вязкости и плотности. Расходомеры - это преобразователи, которые используются

для измерения потока, для регистрации скорости и расхода жидкого или газообразного вещества за заданный период времени. В зависимости от рода измеряемого вещества они делятся на расходомеры воды, газа, пара и прочего [2].

Рассмотрим измерительный комплекс «Расход сетевой воды на ВТЗ Ø700 (прямая)» с Волжской ТЭЦ-1, который предназначен для автоматизированного учета и оперативного контроля параметров, подаваемых по трубопроводу прямой воды на ВТЗ с Волжской ТЭЦ-1, тепловой энергии и теплоносителя, передачи текущих параметров теплоносителя и архивных данных.

Приборы, установленные на узле учета прямой воды на обеспечивают определение следующих величин: время работы приборов узла учета; отпущенную тепловую энергию; массу теплоносителя, отпущенную по прямому (подающему) трубопроводу; среднечасовые, среднесуточные и среднемесячные значения температуры, давления и расхода сетевой воды на основании показаний приборов, регистрирующих эти параметры [1].

В качестве средств измерения (СИ) расхода сетевой воды методом переменного перепада давления применяют:

1. Датчик давления МЭД 22364 класса точности 1,0 (КТ 1) в комплекте со вторичным прибором КСД-2 класса точности 1,5 (КТ 1,5). В датчиках, измеряемое избыточное давление преобразовывается в унифицированный пневматический и электрический сигналы или в цифровой код, который может быть основан на изменении взаимной индуктивности.

2. Датчик перепада давления (манометр дифференциальный) ДМ3583-М класса точности (КТ 1,5) и вторичный прибор КСД-2 класса точности (КТ1,5). **Измерительные преобразователи** применяются в системах контроля, автоматизированного регулирования и управления технологическими процессами при измерении: **расхода жидкости, газа или пара** по разности их давлений на сужающих устройствах (как дифманометр-расходомер).

3. Датчик температуры ТСМ класса точности (КТ С) - предназначен для непрерывного измерения температуры различных рабочих сред (пар, газ, вода, сыпучие материалы, химические реагенты), не агрессивных к материалу корпуса датчика.

Предложения по реконструкции измерительного комплекса с целью повышения точности измерения. Для приведения измерительного комплекса в соответствии с требованиями «Правил учета тепловой энергии и теплоносителя» (приведение погрешности измерений) необходимо выполнить реконструкцию узла учета [4]. Для этого установили следующие СИ:

1. Датчик избыточного давления «Yokogawa» EJX530A класса точности (КТ 0,065) - предназначен для измерения избыточного давления различных сред: жидкости, газа и пара.

2. Датчик перепада давления «Yokogawa» EJA110A класса точности (КТ 0,065) - датчик дифференциального давления предназначен для измерения расхода жидкости газа или пара, для измерения уровня, плотности и давления.

3. Датчик температуры ТСМ класса точности (КТ А)

4. Тепловычислитель СПТ 961.2 - предназначен для измерения электрических сигналов, соответствующих параметрам теплоносителя, с последующим расчетом тепловой энергии и количества теплоносителя.

Проведем расчет расхода сетевой воды программным комплексом Расходомер ИСО версии 2.1

Таблица 1 – Расчёт неопределенностей измерения расхода при заданных отклонениях температуры и давления среды и заданных значениях перепада давления

Температуры, °С	70	70	105	145	145
Абс. давление, МПа	1,0015	1,2015	1,1015	1,0015	1,2015
Перепад давления, кПа (%)	Массовый расход, т/ч Относительная расширенная неопределенность расхода, (%)				
250 (100)	1540,82 1,18	1540,89 1,18	1524,31 1,18	1499,6 1,18	1499,69 1,18
10 (4)	308,38 26,52	308,394 26,52	305,031 26,52	300,059 26,52	300,077 26,52

Максимально-допустимая расширенная неопределенность определения расхода 30 %

Таблица 2 – Расчёт неопределенностей измерения расхода при заданных отклонениях температуры и давления среды и заданных значениях перепада давления после реконструкции узла учёта

Температуры, °С	70	70	105	145	145
Абс. давление, МПа	1,0015	1,2015	1,1015	1,0015	1,2015
Перепад давления, кПа (%)	Массовый расход, т/ч Относительная расширенная неопределенность расхода, (%)				
250 (100)	1540,79 0,52	1540,86 0,52	1524,27 0,52	1499,56 0,53	1499,65 0,53
0,8534 (0,3413717)	90,1977 2	90,2018 2	89,1938 2	87,7243 2	87,7295 2

Максимально-допустимая расширенная неопределенность определения расхода 2 %.

Потребитель (ОАО «ВТЗ») по согласованию с ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго» имеет право для своих технологических целей дополнительно устанавливать на узле учета приборы для определения количества тепловой энергии и теплоносителя, а также для контроля параметров теплоносителя, не нарушая при этом технологию коммерческого учета [3].

При реконструкции узла учета сетевой воды на ОАО «ВТЗ» использовали новые средства измерения. Целью этих мероприятий является - снижение метрологических потерь за счет снижения погрешности измерений. Снижение погрешности измерений хотя бы на 1 % может обеспечить многомиллионный экономический эффект. Удовлетворение индивидуальных требований потребителя, предъявляемых к приборам для измерения расхода и количества: высокая точность, надежность, независимость результатов измерения от изменения-плотности вещества, быстрое действие и значительный диапазон измерения.

#### Список литературы

1. Кулаков М.В. Технологические измерения и.-М.:Машиностроение.-1983.
2. РД 34.09.102 «Правила учета тепловой энергии и теплоносителя»
3. Положение и метрологической службе ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго»
4. Техническая документация ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго»

## **СЕРТИФИКАЦИЯ ТОПЛИВНЫХ ГРАНУЛ ИЗ ТРОСТНИКА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ**

Мухина К.А., Костин В.Е.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматривается необходимость сертификации топливных гранул из тростника отечественных производителей, с целью повышения их конкурентоспособности.

This article considers the need for certification of fuel pellets from cane domestic producers to increase their competitiveness.

В настоящее время значительно возрос интерес к использованию в качестве топлива возобновляемых энергетических ресурсов. Наиболее эффективное использование возобновляемых природных ресурсов для целей энергообеспечения районов, удалённых от сетей централизованного энергоснабжения, возможно с применением средств малой генерации. Под малой генерацией обычно понимается производство любого вида энергии на теплогенерационных установках мощностью до 25 МВт. В качестве топлива в таких установках могут использоваться топливные гранулы. Сырьём для их производства могут служить различные материалы: отходы лесозаготавливающих и лесоперерабатывающих предприятий (щепа, опилки, некондиционная древесина), отходы сельского хозяйства и перерабатывающих производств (солома, лузга подсолнечника, риса, гречихи), быстро возобновляемые биологические ресурсы, например тростник, широко распространённый по всей территории России.

При использовании топливных гранул в качестве топлива, применяется сложное и дорогостоящее оборудование - автоматизированные пеллетные котлы. Поэтому производителями оборудования к качеству топливных гранул предъявляются определённые требования, при несоблюдении которых эксплуатирующей данное оборудование организации может быть отказано в оказании гарантийного обслуживания и ремонта. Поэтому потребители топливных гранул, энергогенерирующие компании, также заинтересованы в высоком качестве топливных гранул, которое гарантирует бесперебойное производство энергии с наименьшими затратами на обслуживание и ремонт оборудования.

Таким образом, наличие сертификата соответствия у поставляемых на рынок топливных гранул, делает их более конкурентоспособной продукцией, позволяет расширить рынки сбыта, а, следовательно, и прибыль компании.

В развитых европейских странах качество топливных гранул регламентируется либо внутрисубъектными, либо общеевропейскими стандартами. Так в с 2010 года в Европе введён единый стандарт ENplus для топливных гранул бытового назначения и сертификат EN-V для «индустриальных» топливных гранул, используемых в промышленных предприятиях и коммунальных котельных. Наличие различных стандартов качества для бытовых и промышленных топливных гранул позволяет вести четкий учет потребления и контролировать качество продукции.

Действующие стандарты устанавливают требования к гранулам изготовленным из отходов деревопереработки, однако тростник по своим свойствам значительно отличается от древесины, а содержание в нем микро и макроэлементов во многом зависит от региона и конкретного места произрастания.

Поэтому основными требованиями к топливным гранулам из тростника, зависящими от его свойств, следует назвать зольность и теплотворную способность.

В ходе выполнения исследований установлено, что гранулы, изготовленные из тростника, имеют меньшую, по сравнению с древесными гранулами, теплотворную способность и повышенную зольность. Но повышенная зольность не представляет проблемы для промышленного оборудования, способного работать на таких традиционных видах топлива, как уголь

или торф. С другой стороны в тростниковых гранулах содержится значительно меньше серы и смолистых веществ, что благоприятно влияет на ресурс работы котельного оборудования.

Анализ на определение зольности и теплотворной способности топливных гранул из тростника, как наиболее значимым показателем качества проводился по ГОСТ 147-95 (ИСО 1928-76) «Топливо твердое минеральное определение высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания» в сертифицированной лаборатории ООО ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго Волгоградская ГРЭС и в испытательном центре «ТЕПЛОТЕХНИК» ОАО «ВТИ». Результаты определения теплотворной способности тростника представлены в таблице 1.

Анализ полученных результатов показывает, что топливные гранулы из тростника могут быть сертифицированы и использоваться на промышленных теплогенерационных установках. Наличие сертификата позволит предприятию – изготовителю реализовывать свою продукцию как на региональном, так и на Российском, или даже международном рынке топливных гранул. С учетом постоянного роста цен на топливные гранулы в Европе (за последние три года рост цен в составил более 30%), тростниковые гранулы, имеющие меньшую себестоимость могут быть вполне востребованными и конкурентоспособными.

Таблица 1 – Содержание зольного остатка в тростнике

Источник данных	Низшая теплота сгорания, кДж/кг	Зольность, %
Лабораторные исследования ВПИ (филиал) ВолгГТУ (2013)	–	7,3
Химическая лаборатория Волгоградской ГРЭС ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго» (2013)	10100	–
«ТЕПЛОТЕХНИК» ОАО «ВТИ» (2013)	14200	8,0
Eder, G., Haslinger, W.&M. Wörgetter (2004)	17500	5,12
Barz, M., Wichtmann, W. & T. Ahlhaus (2006)	–	3,2

### Список используемой литературы

1. Eder, G., Haslinger, W.&M. Wörgetter (2004): Gutachten energetische Nutzung von Schiffpellets. Im Auftrag des Amtes der Burgenländischen Landesregierung, Abt. 9, Wasser- und Abfallwirtschaft, 53 p.

2. Barz, M., Wichtmann, W. & T. Ahlhaus: Energetic Utilisation of Common Reed for Combined Heat and Power Generation, Proceedings of the 2nd International Baltic Bioenergy Conference, Stralsund, 02.-04. Nov 2006.

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИБОРОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РОЛИКОВ С ДАТЧИКАМИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Вяткин А.А., Тиханкин Г.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета*

Рассматривается возможность применения различных типов датчиков на этапе контроля качества роликов.

This article of application of various types of sensors at a stage of quality control rollers is considered.

Особое место в управлении качеством продукции занимает контроль качества. Именно контроль как одно из эффективных средств достижения намеченных целей и важнейшая функция управления способствует правильному использованию объективно существующих, а также созданных человеком предпосылок и условий выпуска продукции высокого качества. От степени совершенства контроля качества, его технического оснащения и организации во многом зависит эффективность производства в целом.

Именно в процессе контроля осуществляется сопоставление фактически достигнутых результатов функционирования системы с запланированными. Современные методы контроля качества продукции, позволяющие при минимальных затратах достичь высокой стабильности показателей качества, приобретают все большее значение.

Точность измерительного и испытательного оборудования влияет на достоверность оценки качества, поэтому обеспечение его качества особенно важно.

Из нормативных документов, регламентирующих метрологическую деятельность, выделяют: Закон РФ о единстве измерений и международный стандарт ИСО 10012-1:1992 о подтверждении метрологической пригодности измерительного оборудования.

В настоящем исследовании выполнен анализ возможных применяемых приборов контроля цилиндрических роликов подшипника и выбор датчика.

Существуют различные датчики, применяемые для контроля качества цилиндрических роликов.

Нами выполнен анализ достоинств и недостатков датчиков двух типов : фотоэлектрического датчика 05ДФМ и индуктивного датчика модели 75511.

Характеристики фотоэлектрического датчика 05ДФМ.

Класс точности : 2

Диапазон измерений, мм:  $\pm 2$

Предел допускаемой погрешности на участках диапазона измерений, мкм:

$\pm 20$  мкм                    0,2

$\pm 200$  мкм                    2,0

$\pm 1000$  мкм                    6,0

Масса, кг                    0,2

Фотоэлектрические датчики используются во многих отраслях промышленности для обеспечения точного обнаружения объектов без физического контакта.

В большинстве основных форм фотоэлектрический датчик может рассматриваться как устройство типа концевого переключателя, в котором функцию механического привода или плеча рычага выполняет луч или свет. Фотоэлектрические датчики работают, обнаруживая изменения в интенсивности света, который либо отражается, либо задерживается обнаруживаемым объектом (мишенью). Изменения в интенсивности света могут быть результатом присутствия или отсутствия мишени или результатом изменения размера, формы, коэффициента отражения или цвета мишени.

Отражающие поверхности, используемые в фотоэлектрических системах, бывают трех типов: рассеивающие, зеркальные и обратного отражения. Самым дешевым и распространенным видом отражающих поверхностей являются рассеивающие поверхности.

Однако, у фотоэлектрических датчиков есть ряд существенных недостатков.

К ним можно отнести :

- чувствительность к вибрациям, ударам,
- плохая работа в запыленной, загазованной и влажной среде,
- помехи от осветительных приборов общего освещения.

Еще один тип датчиков, применяемых для контроля цилиндрических роликов – это индуктивные датчики.

Например, преобразователь индуктивный модели 75511.

Он предназначен для преобразования линейных перемещений в электрический сигнал. Является элементом в схемах преобразования линейных перемещений в электрические сигнала.

лы.

Общие технические данные.

Класс точности : 1

Диапазон измерений, мм:  $\pm 1$

Предел допускаемой погрешности на участках диапазона измерений, мкм:

$\pm 20$  мкм                    0,12

$\pm 200$  мкм                    1,2

$\pm 1000$  мкм                    4,0

Размах выходного сигнала, мкм                    0,02

Рабочий ток, мА, не более                    5

Масса, кг                    0,11

Общие технические характеристики индуктивных датчиков.

- Диапазон срабатывания: от 0,6 до 60 мм

- Рабочая температура: от -25 ... 70 °С

- Класс защиты: IP 67, IP 68, IP 69K

- Защита от короткого замыкания

- Три диапазона срабатывания

- Материал корпуса индукционных датчиков: пластик, нержавеющая сталь, никелированная медь

Принцип работы датчиков основан на изменении индуктивного сопротивления катушки со сталью. Датчики индуктивности широко применяют благодаря их существенным достоинствам: простоте, надежности и отсутствию скользящих контактов; возможности непосредственного использования показывающих приборов за счет относительно большой величины отдаваемой электрической мощности; возможности работы на переменном токе промышленной частоты.

Индуктивные датчики применяют только на относительно низких частотах (до 3000–5000 Гц), так как на высоких частотах резко возрастают потери в стали на перемагничивание и реактивное сопротивление обмотки.

Достоинства индуктивных датчиков:

- простота и прочность конструкции, отсутствие скользящих контактов;

- возможность подключения к источникам промышленной частоты;

- относительно большая выходная мощность (до десятков Ватт);

- значительная чувствительность.

Таким образом, на основании подробного анализа принципов работы двух различных типов датчиков, изучения особенности их строения, эксплуатации, а также достоинств и недостатков, наиболее эффективным с эксплуатационной и экономической точки зрения, по нашему мнению, является датчик индуктивный модели 75511.

Он имеет меньший предел допускаемой погрешности, менее требователен к условиям окружающей среды, кроме того на управляющем блоке датчика есть возможность более тонкой настройки интервала сортировки роликов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по качеству МС РК ВПЗ 001 – 2013. г. Волжский
2. [Модернизация конструкций фотоэлектрических индикаторов линейных перемещений](#). Абакшина О.А., Егоров Г.В., Латыев С.М., Митрофанов С.С. [Известия высших учебных заведений. Приборостроение](#). 2011. Т. 54. № 11. С. 65-69.
3. Высокочастотные емкостные и индуктивные датчики. Б.З.Михлин, Госэнергоиздат, 1960.
4. Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства: Учебник/ А.П. Достанко, В.Л. Ланин, А.А. Хмыль, Л.П. Ануфриев; Под общ. ред. А.П. Достанко. – Мн.: Выш. шк., 2005



## РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ОТДЕЛЬНО ВЗЯТОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Ганджалова А.А., Степура А.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются основные этапы и мероприятия по разработке системы менеджмента качества.  
The article describes the main steps and activities to develop a quality management system.

В современных рыночных условиях конкурентоспособность любой организации, независимо от формы ее собственности, размеров и вида деятельности зависит, прежде всего, от качества ее продукции или услуг.

Требование разработки и внедрения системы менеджмента качества исходит от потребителей, собственников и т.д., которым нужны гарантии стабильной (применительно к качеству продукции) работы организации. Сертификация СМК стала обязательным условием для участия в большинстве тендеров. В частности, наличие у предприятия сертифицированной системы менеджмента качества, соответствующей требованиям стандарта ГОСТ ISO 9001–2011, позволяет потребителям быть уверенными в том, что услуги, которые предприятие оказывает, строго отвечают декларируемым им условиям и требованиям закона и что положение компании стабильно в долгосрочном периоде.

Наличие внедренной и сертифицированной системы менеджмента качества влияет как на конкурентоспособность организации, так и на себестоимость продукции, следовательно возникает необходимость проведения работ по разработке СМК на предприятии.

Цель дипломного проекта: разработка проекта программы внедрения системы менеджмента качества на предприятии.

Внедрение системы менеджмента качества представляет собой комплекс работ, который затрагивает различные аспекты деятельности организации и ее подсистемы – подсистему стратегического управления, производственную подсистему, подсистему логистики, управление персоналом, внутренние коммуникации, документооборот и др. В связи с этим, внедрение системы качества является достаточно длительной и трудоемкой задачей. Решение этой задачи, как правило, происходит в несколько этапов.

Примерная программа внедрения СМК состоит из 7 этапов.

ЭТАП 1. Решение руководства. Руководитель должен принять решение о начале проекта, известить сотрудников компании. Также следует сформулировать цели построения системы менеджмента качества, выделить на верхнем уровне процессы, которые нужно контролировать, и критерии оценки их качества. Впоследствии цели системы необходимо зафиксировать в документе под названием «Политика в области качества», в котором также описываются принципы их достижения.

ЭТАП 2. Оценочный аудит. Цель оценочного аудита: посредством выборочной проверки документации и деятельности оценить согласно ГОСТ ISO 9001–2011 действующую систему управления качеством, выявить ее «слабые места», определить объемы доработки, дать рекомендации по совершенствованию существующей системы для последующей ее сертификации.

ЭТАП 3. Обучение персонала. Персонал компании должен изучить теорию менеджмента качества, стандарты ISO серии 9000, освоить теорию процессного подхода, а также основные требования к внедрению СМК.

ЭТАП 4. Разработка подробного плана-графика выполнения работ. Внедрение системы менеджмента качества следует рассматривать как сложный и длительный проект (сроком до полутора-двух лет). Поэтому необходимо составить программу, которая должна включать:

описание этапов внедрения, список ответственных за каждый этап проекта, бюджет внедрения системы менеджмента качества, процедуру оценки внедрения СМК.

ЭТАП 5. Разработка нормативной документации. На этом этапе формируются нормативные документы, регламенты и процедуры, обеспечивающие работу системы менеджмента качества. Основой для них обычно является уже существующий на предприятии набор документов, который модифицируется и дополняется в соответствии с требованиями стандарта.

ЭТАП 6. Тестирование системы менеджмента качества и внутренний аудит. После разработки всех нормативных документов начинается опытная эксплуатация системы. Запускать процессы в рамках новой системы можно постепенно. Опытная эксплуатация сопровождается проведением внутреннего аудита, специальных процедур по проверке работы системы менеджмента качества.

ЭТАП 7. Сертификация системы менеджмента качества. Для того чтобы сертифицировать СМК, необходимо подать заявление в сертификационный орган.

Предлагаемые мероприятия по разработке и внедрению системы менеджмента качества дают возможность выявить узкие места в производстве, повысить эффективность использования ресурсов, избежать как дублирования работ, так и оголения отдельных участков, документировать все производственные операции, установить ответственность за каждую из них, провести структуризацию производственных процессов и выстроить четкие технологические схемы.

Реализация указанных мероприятий позволит получить следующие эффекты:

- повысить прибыль предприятия, за счет расширения рынка сбыта продукции;
- сделать работу компании прозрачной для ее руководства, облегчить оперативное управление и повысить его эффективность;
- своевременно выполнять свои обязательства перед заказчиками;
- достичь требуемого качества продукции и постоянно поддерживать его на уровне, соответствующем требованиям заказчиков, которые устанавливаются в техническом задании, договорах и других документах;
- обеспечить снижение производственных затрат за счет снижения количества брака, возможно снижение себестоимости продукции.

В результате дипломного проекта была сделана оценка эффективности работы предприятия, определены этапы и даны рекомендации по внедрению СМК. Выявлены проблемы и перспективы развития организации в данном аспекте на ближайший период.

#### **Список литературы**

1. Пономарев С.В. Управление качеством процессов и продукции. В 3-х кн. Кн. 1 : Введение в системы менеджмента качества процессов в производственной, коммерческой и образовательной сферах : учебное пособие / С.В. Пономарев, С.В. Мищенко, Е.С. Мищенко и др.; под ред. д-ра техн. наук, проф. С.В. Пономарева. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 240 с.

2. ГОСТ ISO 9001-2011. Системы менеджмента качества. Требования [Текст]. – Введ. 2013–01–01. – М: Стандартиформ, 2012.– 36 с.

3. Внедрение системы менеджмента качества на предприятии: [Электронный ресурс] – URL: <http://fd.ru/articles/6752>. (Дата обращения: 22.04.2014).

## СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ОАО «ЕПК», ЕГО ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И ФУНКЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ

Дегтярева М. К., Степура А. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

В работе изложен анализ системы менеджмента качества на ОАО «ВПЗ», его цели, задачи, роль на предприятии. Так же представлена экономическая часть, в которой рассмотрен показатель брака в 2011 и 2012 гг. Сравнение и мероприятия по уменьшению несоответствий.

The paper presents the analysis of the quality management system of JSC "VBF", its goals and objectives, the role of the enterprise. Just shows the economic part, which is considered outside of marriage in 2011 and 2012. Compare and measures to reduce inconsistencies.

Цель работы: рассмотреть СМК предприятия, провести сравнительный анализ брака в 2011 и 2012 гг., выявить причины не соответствий.

СМК – это система, создаваемая в организации для формирования политики и целей в области качества, а также для достижения этих целей. СМК, как и любая система, характеризуется своим назначением, структурой, составом элементов и связями между ними.

Политика в области качества является основным документом системы. Она определяет цель построения и функционирования СМК, а также обязательства высшего руководства по достижению поставленных целей.

Функционирование СМК осуществляется за счет вовлеченности всего персонала, при этом высшее руководство берет на себя полную ответственность за достижение целей в области качества.

Административное влияние на СМК базируется на управлении процессами по фактическим показателям. Его основной целью является создание условий способных обеспечить непрерывное улучшение процесса. При этом оценка изменений качества процесса осуществляется на основе критериев.

Процесс разработки и внедрение системы менеджмента качества включает следующие этапы:

- 1) выбора стандарта СМК;
- 2) сравнения деятельности предприятия с требованиями выбранного стандарта;
- 3) перестроения деятельности предприятия там, где это необходимо;
- 4) разработки и внедрения документации СМК, подтверждающей соответствие деятельности предприятия требованиям стандарта;
- 5) сертификации СМК, с целью повышения эффективности процессов деятельности;
- 6) улучшения деятельности на основе непрерывного совершенствования процессов.

Затраты на несоответствие продукта (окончательный брак) в 2011 году составили 35 299,835 тыс. руб., что составляет 1,78 % к товарной продукции. ОАО «ЕПК» планировало сокращение затрат в 2012 году на несоответствие продукции и они составили 18 530,33 тыс. руб. Такой экономии удалось достичь путем грамотной разработки «Программы Качества на 2012 год».

Причины несоответствия

В процессе проведения плановых аудитов на ОАО «ВПЗ» по подразделениям, были выявлены следующие несоответствия:

- 1 – несвоевременное выполнение корректирующих действий;
- 2 – не выполнение предупреждающих действий;
- 3 – некорректное формулирование выявленных причин и как следствие неправильное принятие мер по их устранению;
- 4 – недостаточное внимание руководства к системе в целом;

5 – «Элитные подразделения».

Мероприятия по улучшению функционирования подразделений и СМК в целом:

- своевременное выполнение предупреждающих действий. Это значит вовремя увидеть и оценить риск появления брака.

- конкретно формулировать выявленные в ходе внутреннего аудита нарушения и вовремя устранять причины их появления;

- активное участие руководства в формировании политики в области качества ОАО «ВПЗ»;

- устранение «элитных подразделений».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДП 5.6.1-01 «Оценка СМК ОАО «ВПЗ»
2. ИСО 9001:2008 «Системы менеджмента качества. Требования»
3. Программа качества ОАО «ВПЗ» 2012-2013 год
4. Бизнес-план ОАО «ВПЗ» на 2012 год

### СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КВАРЦЕВЫХ ПЛАСТИН

Смолянинова О.С., Соломоненко С.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются методы и средства измерений физико-механических свойств кварцевых пластин  
The author considers the methods of measurement of physical-mechanical properties of quartz plates

Известно, что кварц - самое распространенное на земле соединение. Редко встречающиеся в природе прозрачные кристаллы кварца - ценное техническое сырье, широко используемое в технике. В кварце сочетаются высокая механическая прочность, химическая стойкость и диэлектрические свойства с ярко выраженными пьезоэлектрическими свойствами, что позволяет конструировать пьезоэлектрические устройства с высокой стабильностью характеристик. Кварц – хороший изолятор, его удельное сопротивление при комнатной температуре  $10^{14}$ - $10^{15}$  Ом.см. Твердость 7; плотность 2,65 г/см<sup>3</sup>. Так как кварцевые пластины обладают рядом свойств их активно используют для создания кварцевых резонаторов и фильтров, используемых в современных Российских системах радиосвязи, навигации, авионики и радиолокации. Для контроля физико-механических свойств кварцевых пластин нужны подходящие методы и средства, поэтому тема данной работы является актуальной[1].

В работе были рассмотрены современные методы и приборы для измерения физико-механических свойств кварцевых пластин.

Методы измерений физико-механических свойств кварцевых пластин.

Метод непрерывного измерительного индентирования. В последние годы для определения твердости и модуля упругости поверхностных слоев все шире используется метод непрерывного измерительного индентирования. Измерительное индентирование - испытание вдавливанием, при котором сила, приложенная к индентору и получающееся в результате этого перемещение индентора вглубь образца, записываются в процессе нагружения и разгружения и служат для последующих вычислений значений твердости по вдавливанию и модуля упругости по выдавливанию[2].

**Метод измерительного царапания. Измерительное царапание-это** царапание изучаемой поверхности алмазным конусным индентором типа Роквелла при постоянной, ступенчато или непрерывно нарастающей нагрузке. В ходе перемещения индентора с заданной скоростью и с увеличивающейся нагрузкой, проходит запись на компьютер показаний нескольких

датчиков, а именно: силы нагружения, интенсивности акустической эмиссии, силы трения, коэффициента трения, глубины царапины.

Средства измерений физико-механических свойств кварцевых пластин

Нанотвердомер Nano-Hardness Tester. Измеряет твердость и модуль Юнга. Позволяет проводить индентирование той области, которая была выбрана при наблюдении в оптический микроскоп, при точности позиционирования значительно меньше микрона. Конструктивно ННТ объединяет прецизионный твердомер и оптический микроскоп, которые используют один предметный столик с механическим приводом. Измерения проводят на образцах материалов с плоско-параллельными поверхностями – опорной и изучаемой, размером не менее 6 Мм по меньшей стороне. Образец помещают на предметный столик и при наблюдении в оптический микроскоп выбирают место для индентирования. Процесс перемещения в горизонтальной плоскости (позиционирование) и в вертикальной плоскости (измерение) управляются персональным компьютером с использованием программного обеспечения фирмы CSM с весьма высокой точностью. В процессе измерения на поверхность образца опускается сапфировое кольцо внутренним диаметром 5 мм, а уже затем вдавливается индентор.

Scratch-tester REVETEST. Измеряет адгезионную прочность, стойкость к царапанию и износостойкость. Этот метод основан на контролируемом царапании алмазным индентором на выбранном участке образца/изделия. Наконечник индентора (обычно алмаз или карбид вольфрама) перемещается по поверхности образца с постоянной, возрастающей или прогрессивной нагрузкой. При определенной критической нагрузке покрытие начнет разрушаться. Критические нагрузки очень точно регистрируются акустическим сенсором (MST&RST) закрепленном на нагружающем плече, но также могут быть зарегистрированы через встроенный оптический микроскоп.

Вывод: внедрение современных средств, таких как Нанотвердомер Nano-Hardness Tester и Scratch-tester REVETEST для измерения физико-механических свойств кварцевых пластин в производство[3].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глюкман, Л.И. Пьезоэлектрические кварцевые резонаторы / Л.И. Глюкман – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь – 1981. – С. 3-98.
2. Булычев С.И., Алехин В.П. Испытание материалов непрерывным вдавливанием индентора / С.И. Булычев, В.П. Алехин//М.: Машиностроение, 1990. - 224 с. Воронин, Ю.В., Рубцов, А.А. Контроль измерительных приборов и специального инструмента. Учебное пособие для технических училищ / Ю.В. Воронин, А.А. Рубцов – М. – 1981. – С. 73-88.
3. Усеинов А.С. Измерение модуля сверхтвёрдых материалов с помощью сканирующего зондового микроскопа “НаноСкан” // Приборы и техника эксперимента. – 2003. – No 6. – С. 1–5.

#### ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА (СМК) И СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА (СЭМ) В УСЛОВИЯХ ОАО «ВТЗ»

Щербакова Е.В., Степура А.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются основные документы системы менеджмента качества, проблемы завода в области документооборота, необходимость усовершенствования системы менеджмента качества путем автоматизации документооборота, внедрение системы электронного документооборота

The basic documents of the quality management system, the problems in the field of document factory, the need to improve the quality management system by automating workflow, electronic document management

Чтобы все одинаково правильно понимали и выполняли свою работу, система менеджмента качества документируется. Документация системы менеджмента качества включает в себя: политику предприятия в области качества, стандарты предприятия, технические условия, законы, рабочую документацию (инструкции, приказы, распоряжения, протоколы, служебные записки карты контроля, чертежи) и т.д.

Жизненный цикл продукции считается одним из важнейших факторов, рассматривающих динамику ее конкурентоспособного пребывания на рынке. Каждый этап цикла должен сопровождаться определенной документацией.

Так как на предприятии документации очень много, а автоматизированного процесса нет, то можно выделить ряд проблем:

- документы теряются,
- накапливается множество документов, назначение и источник которых не ясны,
- документы и информация, содержащаяся в них, попадает в чужие руки,
- тратится масса рабочего времени на поиск нужного документа и формирование тематической подборки документов,
- создается несколько копий одного и того же документа - на бумагу и копирование документов тратится немало средств,
- на подготовку и согласование документов тратится много времени.

Система электронного документооборота (СЭД) — организационно-техническая система, обеспечивающая процесс создания, управления доступом и распространения электронных документов в компьютерных сетях, а также обеспечивающая контроль над потоками документов в организации.

На рынке программного обеспечения представлено множество продуктов данного класса, как зарубежных, так и отечественных производителей. Основываясь на полученных данных исследования, учитывая все достоинства и недостатки каждой из рассмотренных систем (а именно, DIRECTUM, DocsVision, OPTIMA-WorkFlow), приходим к выводу, что система DIRECTUM наиболее подходит для применения на ОАО «ВТЗ» по своему функционалу и соответствует соотношению цена-качество.

Результатом правильности проведенного анализа по выбору СЭД является факт того, что на ОАО «ВТЗ» в ноябре 2013г. стартовал проект, где специалистами центра информационных технологий ОАО «ВТЗ» при поддержке представителей волгоградской компании «КСЕ-ОН», были обследованы управленческие бизнес-процессы предприятия, определен перечень ключевых пользователей системы- директоров по направлениям и рекомендованных ими специалистов, принято техническое решение по автоматизации- на базе системы электронного документооборота DIRECTUM.

Внедрение СЭД – важный шаг на пути повышения эффективности работы завода. Система решает целый ряд практических задач:

- сокращение времени на принятие управленческих решений;
- увеличение производительности труда за счет ускоренной обработки и согласования документов;
- повышение исполнительской дисциплины (используя возможности системы, руководитель может быть уверен в том, что поставленные перед сотрудниками задачи не будут забыты или не выполнены. Все действия, производимые пользователем с документом – чтение, изменение, подписание – в обязательном порядке будут контролироваться);
- сокращение «бумажного» документооборота в 1,5 раза;
- обеспечение доступа к документам в строгом соответствии с назначенными правами пользователей, что практически исключает потерю или утечку информации (тексты могут быть дополнительно зашифрованы с помощью паролей или цифровых сертификатов);
- предоставление возможности для создания электронного архива документов.

Условно можно выделить пять этапов процесса внедрения СЭД:

1. Обследование существующей системы документооборота и подготовка отчёта об обследовании;
2. Разработка, согласование и утверждение технического задания на автоматизацию документооборота;
3. Настройка и адаптация СЭД под требования технического задания, функциональное тестирование;
4. Обучение пользователей;
5. Введение системы в опытную эксплуатацию, корректировка параметров системы;
6. Приёмочные испытания и ввод СЭД в промышленную эксплуатацию;
7. Техническое сопровождение.

Промышленная эксплуатация системы электронного документооборота на ОАО «ВТЗ» должна начаться в декабре 2014г. и охватить не менее 78 ключевых подразделений предприятия, при этом количество автоматизированных мест пользователе на первом этапе составит около 300.

#### Список литературы

1. Кудряев В.А. Организация работы с документами. - М.: Инфра-М. - 2008.
2. Майкл Дж.Д. Саттон. Корпоративный документооборот. Принципы, технологии, методология внедрения. -Издательство: БМикро, Азбука ISBN 5-267-00509-6; 2002 г.
3. Афанасьев С. И. «Об эффективности электронного документооборота и государственном регулировании в сфере документационного обеспечения управления». [Электронный ресурс] [http://www.government.nnov.ru/\\_data/objects/29367/afanasiev.doc](http://www.government.nnov.ru/_data/objects/29367/afanasiev.doc)
4. Правовое регулирование электронного документооборота. [Электронный ресурс] [http://revolution.allbest.ru/law/00002838\\_0.html](http://revolution.allbest.ru/law/00002838_0.html)

### РАЗРАБОТКА АТЛАСА НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ НЕСООТВЕТСТВИЙ С ЦЕЛЬЮ МОДЕРНИЗАЦИЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НЕПОДТВЕРЖДЕННЫМИ РЕКЛАМАЦИЯМИ НА ОАО «ЕПК ВОЛЖСКИЙ»

Яружный Д.Э., Носенко С.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Осуществляется разработка атласа неопределенных несоответствий с целью модернизации системы управления неподтвержденными рекламациями на предприятии.

Under development satin uncertain inconsistencies with the aim of upgrading the control system unsubstantiated claims for the enterprise.

Подшипник – техническое устройство, являющееся частью опоры, которое поддерживает вал, ось или иную конструкцию, фиксирует положение в пространстве, обеспечивает вращение, качание или линейное перемещение (для линейных подшипников) с наименьшим сопротивлением, воспринимает и передаёт нагрузку на другие части конструкции. [1].

При поступлении готовых подшипников к потребителю, производится входной контроль изделий. При выявлении дефектов, на завод изготовитель направляется рекламация (претензия).

При получении претензии завод изготовитель начинает проверять обоснованность рекламации. Зачастую поступившая рекламация от потребителя является неподтвержденной.

Неподтвержденная рекламация – необоснованная претензия от потребителя к поставщику по поводу ненадлежащего качества выпускаемого изделия.

Для того, чтобы снизить количество неподтвержденных рекламаций производится разработка атласа неопределенных несоответствий.

Неопределенные несоответствия – это дефекты, которые не влияют на геометрические и функциональные параметры изделия

В атласе описаны виды неопределенных несоответствий деталей подшипника такие как:

- Поперечные (в осевом направлении) риски по наружной (посадочной) цилиндрической поверхности наружного кольца;
- Кольцевые риски по наружной (посадочной) цилиндрической поверхности наружного кольца;
- Различная отражающая способность (посадочной) цилиндрической поверхности наружного кольца;
- и.т.д.

Также установлена степень влияния дефектов на параметры деталей подшипника, регламентированные нормативно-технической документацией (НТД).

Параметры деталей подшипника:

1. Отклонение от круглости – наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей окружности.
2. Волнистость – совокупность периодически повторяющихся неровностей, у которых расстояние между смежными неровностями или впадинами превышает базовую длину для имеющейся шероховатости.
3. Шероховатость поверхности – совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, выделенная, с помощью базовой длины.

#### Список литературы

1 Подшипники качения / Спицин Н.Д. — М.: Государственное научно-техническое издательство, 1972. — 285 с.

## ШЛИФОВАНИЕ ПОДШИПНИКОВ ВЫСОКОСТРУКТУРНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Бальбеков Р.И., Ломакин Н.С., Белухин Р.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассмотрена возможность замены инструмента средних структур на шлифовальные круги высоких структур.

The possibility of changing the tools secondary structures on wheels tall structures.

Стремительное развитие производства в отрасли машиностроения приводит к модернизации и совершенствованию применяемых инструментов.

Эффективность шлифования в значительной степени определяется эксплуатационными возможностями применяемого инструмента (шлифовального круга), который играет определяющую роль в формировании качества обрабатываемых поверхностей деталей и производительности шлифования.

Анализ результатов исследований процесса абразивной обработки приводит к выводу о том, что одним из способов повышения эффективности абразивной обработки стали ШХ15 является применение абразивного инструмента высоких структур [1].

Шлифование высокоструктурным кругом 25AF90K10V в сравнении с кругами открытых структур 25AF90K7V и 25AF90L7V дает меньшие значения средних арифметических параметров шероховатости на глубине 10 и 15 мкм/ход.

Обычные абразивные круги не позволяют эффективно шлифовать из-за достаточно плотной структуры круга, малого объема и малых размеров пор в таких кругах. Поэтому ос-



новным направлением повышения эффективности шлифовальных кругов явилось создание кругов со значительно более открытой структурой путем увеличения, как размеров пор, так и содержания пор в круге.

Роль пор в круге заключается в создании пространства для размещения срезаемых зернами микростружек. Однако вследствие малых размеров «естественных» пор, они удовлетворительно выполняют свою функцию, когда микростружки очень малы. При шлифовании сталей, когда размеры и количество стружек возрастают, «естественных» пор недостаточно для размещения стружки, которая напрессовывается («налипает») на поверхность круга, приводя к ее засаливанию, и как следствие, к снижению режущей способности и стойкости круга.

При производстве подшипника 6-7218А процесс шлифования наружного диаметра наружного кольца состоит из трех операций: предварительное, чистовое и окончательное шлифование.

Все операции производятся на станке SASL 200×500 с применением шлифовального круга 25AF60K7V. Шлифование происходит со следующими режимами  $S - 230$  и  $230$  мм/мин.

Процесс шлифования дорожки качения наружного кольца подшипника 6-7217А состоит из трех операции: предварительное, чистовое и окончательное шлифование.

Применение высокоструктурного круга позволит объединить предварительное и чистовое шлифование, и получить требуемую шероховатость обработанной поверхности  $R_a = 1,25$  мкм, что позволит сократить количество операций шлифования

Расчет потребности абразивного инструмента показывает, что при сокращении числа операций, количество абразивного инструмента практически не меняется за счет увеличения основного времени обработки и объема снимаемого металла. Но за счет этого появляется возможность уменьшить количество оборудования, что безусловно приведет к снижению себестоимости подшипника.

#### **Список литературы:**

1. Носенко В.А. Исследование шлифования закалённых и нержавеющей стали кругами нормальных и высоких структур. Материаловедение и термическая обработка металлов : межвуз. сб. науч. тр. / Магнитогорский гос. техн. ун-т им Г.И. Носова. - Магнитогорск, 2012. - С. 104-107.

## **ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ**

Мололкин А.В., Башаев И.А., Синяпкин О.П., Чулков О.М.,  
Горбачев М.М., Соломоненко С.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета*

В статье рассмотрены проблемы повышения точности при токарной обработке колец подшипников на станках-автоматах

The article considers the problem of increasing the accuracy in turning bearing rings on the lathe

В зависимости от типоразмеров колец наиболее прогрессивные технологические процессы токарной обработки при крупносерийном выпуске колец различны.

Кольца из холоднокатаных прутков диаметром до 30 мм обрабатывают на токарно-револьверных или многошпиндельных автоматах с последующим шлифованием (до закалки) одного торца и снятием фаски со стороны отрезки.

Кольца, форма которых близка к цилиндрической, в диапазоне диаметров от 30 до 120 мм наиболее целесообразно полностью обрабатывать из труб на многошпиндельных автоматах.

Для колец диаметром до 90 мм применяют холоднокатаные, а для колец диаметром 70 - 200 мм горячекатаные обточенные трубы. Кольца простой конфигурации рекомендуется обрабатывать на шести- и восьмишпиндельных автоматах по 2шт. за цикл.

Для обработки колец из труб диаметром более 50 мм на многошпиндельных автоматах следует применять полный комплект твердосплавных инструментов при скорости резания 50 - 70 м/мин.

Кольца конических роликоподшипников диаметром от 60 до 200 мм, а так же кольца прочих типов диаметром от 120 до 200 мм изготавливают из штучных заготовок на многошпиндельных патронных автоматах в две операции.

Для колец конических роликоподшипников в этих диапазонах размеров наиболее рациональные заготовки получают полугорячей калибровкой, а для колец шариковых подшипников - профильной раскаткой.

Кольца всех типов диаметром от 200 до 500 мм обрабатывают на штучных заготовках в две-четыре операции на многолезцовых патронных или гидрокопировальных станках, а при диаметрах более 500 мм - на лоботокарных или карусельных станках.

Величина минимального припуска, оставляемого на кольцах под шлифование, зависит от погрешности формы, взаимного расположения и шероховатости обработанной поверхности, от величины дефектов поверхностного слоя, от изменения размеров и формы в результате термической обработки, а так же от погрешности базирования колец при шлифовании. Чистота обработанной точением поверхности колец из стали ШХ15 соответствует 4 - 5-му классам (ГОСТ2789-59).

Минимальные припуски на шлифование для колец подшипников регламентированы отраслевой нормалью и установлены на основе опытно-статистических данных. Абсолютная величина минимального припуска на шлифование зависит от типоразмеров колец, обрабатываемой поверхности и от жесткости колец, т. е. отношения диаметра к толщине стенки (радиальная жесткость), а так же от отношения диаметра к толщине стенки кольца (плоская жесткость).

Уменьшение фактических припусков на шлифование ведёт к ежегодной экономии до 500 тыс. руб. Это может быть достигнуто снижением допусков при токарной обработке, уменьшением погрешности форму, главным образом овальности, а так же погрешности относительного расположения поверхностей вращения, т. е. разностенности колец.

Основными мероприятиями, направленными на решение проблемы повышения точности при токарной обработке колец на автоматах, являются:

- увеличение точности и жесткости станков, зажимных приспособлений, технологической оснастки и режущих инструментов;
- повышение размерной и геометрической точности исходных заготовок (прутков, труб, штучных заготовок) с целью получения разноразмерных и минимальных припусков на механическую обработку;
- применение новых прогрессивных схем резания, в том числе точения с круговой тангенсальной подачей, точение самоустанавливающимися инструментами и др.;
- увеличение точности базирования и уменьшение упругих деформаций штучных заготовок от действия сил зажима при обработке;
- всемерное расширение комплексной обработки поверхностей изделий с одного станка, как-то: концентрированной обработки колец из прутков и труб на многошпиндельных автоматах.

## ПРОКАТКА, КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБ

Бородаев И.В., Тарасова Т.С.

*Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета*

В статье рассматриваются прогрессивный процесс производства профилей — прокатка.  
The article discusses the progressive process of production profiles - rolling.

При обработке металлов давлением полуфабрикаты и изделия получают пластическим деформированием исходной заготовки без снятия стружки. Этот процесс отличается значительной экономичностью, высоким выходом годного и большой производительностью. Обработка давлением можно изготовить детали самых различных размеров (от миллиметра до нескольких метров) и формы.

Обработка металлов давлением обычно преследует две основные цели: получение изделий сложной формы из заготовок простой формы и улучшение кристаллической структуры исходного литого металла с повышением его физико-механических свойств. Давлением обрабатывают примерно 90 % всей выплавляемой стали, а также большое количество цветных металлов и их сплавов.

К обработке металлов давлением относят прокатку, волочение, прессование, ковку, штамповку, и некоторые специальные процессы, например, отделочную и упрочняющую обработку пластическим деформированием и т.д. Методы обработки металлов давлением классифицируют по схемам технологического процесса.

Прокатка происходит следующим образом:

заготовка, извлеченная из печи и очищенная от окалины, поступает на рольганг на вход ППМ и вводится внутрь С – образной направляющей. Функция С – образной направляющей – выравнять заготовку по оси прокатки машины.

Толкатель толкает заготовку по роликовой направляющей, чья функция заключается в том, чтобы направлять деталь вплоть до входа ее в зазор между прокатными валками.

Объединенное действие толкателя и валков продвигает блюм вперед. В момент, когда заготовка приходит в контакт с наконечником, начинается фаза выполнения отверстия и превращения профиля блюда из квадратной в круглую гильзу.

Расширение материала в фазе выполнения отверстия позволяет заполнить зазор между валками.

Останов хода толкателя до того, как он придет в соприкосновение с наконечником, предупреждает полное выполнение сквозного отверстия в детали.

Осевые усилия толчка и радиальные усилия прокатки создают нагрузку по сжатию, которая в свою очередь вызывает уплотнение вначале в центральной части детали, перед наконечником, по круговому сечению материала между валками и наконечником.

Уплотнение по внутренней поверхности вызывает полное закрытие всех полостей, которые могут иметься вдоль оси заготовки, полученной способом непрерывной разливки.

В основе обработки металлов давлением лежит процесс пластической деформации, при котором изменяется форма без изменения массы. Все расчеты размеров и формы тела при обработке давлением основаны на законе постоянства объема, суть которого заключается в том, что объем тела до и после пластической деформации принимается неизменным.

Изменения формы тела может происходить в направлении трех главных осей; при этом каждая точка стремится перемещаться в том направлении, в котором создается наименьшее сопротивление ее перемещению. Это положение в теории обработки металлов давлением носит название закона наименьшего сопротивления.

При свободном формоизменении тела в различных направлениях наибольшая деформация происходит в том направлении, в котором большинство перемещающихся точек встречает наименьшее сопротивление своему перемещению.

Законы постоянства объема и наименьшего сопротивления распространяются на все способы обработки металлов давлением. При этом закон постоянства объема используют для определения размеров заготовок, а закон наименьшего сопротивления позволяет определить, какие размеры и форму поперечного сечения получит заготовка с тем или иным сечением в процессе обработки давлением. Любой процесс обработки металлов давлением характеризуется очагом деформации и коэффициентом деформации.

По сравнению с прессованием, прокатка труб, прутков и профилей имеет свои преимущества и недостатки. К преимуществам следует отнести: более низкие потери на отходы; меньшая неравномерность механических свойств по длине и поперечному сечению изделия, сравнительно большие скорости истечения, а следовательно, и производительность.

К недостаткам следует отнести: медленный переход с изготовления одного размера изделий и форм на другие; невозможность получения сплошных и полых профилей сложных очертаний.

## НОВЕЙШИЕ ШЛИФОВАЛЬНЫЕ СТАНКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОДШИПНИКОВ

Гайдученко В.Н., Медведев Е.В., Белухин Р.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассмотрены современные станки для различных операций шлифования подшипников.  
The modern machines for various grinding operations bearings.

С каждым днем все стремительнее развивается производство в отрасли машиностроения, а вместе с ним происходит процесс модернизации и совершенствования применяемого оборудования.

В подшипниковом производстве используются в основном токарные и шлифовальные станки. Последние, в свою очередь подразделяются на плоско, внутри, торце и бесцентровошлифовальные и занимают основной парк подшипниковых заводов.

Бесцентрово-шлифовальные станки предназначены для шлифования поверхностей типа тел вращения не имеющих центровых отверстий, поэтому требуют особой точности изготовления.

При производстве подшипника 6-7611А на заводе используют бесцентровошлифовальный станок модели SASL200x500 – 1980 года выпуска. Частота вращения ведущего круга составляет 12 об/мин. Современный бесцентрово-шлифовальный станок PARAGON RHC-650 [1] имеет регулируемый диапазон частот вращения ведущего круга от 10 до 200 об/мин, за счет чего в свою очередь можно сократить время на обработку.

Для проведения сравнительного анализа используемого и нового оборудования составим таблицу 1 основных характеристик выбранных станков.

Таблица 1 – Характеристики станков

<i>Характеристика станка</i>	<i>PARAGON RHC-650</i>	<i>SASL200x500</i>
Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм	125	200
Диаметр шлифовального круга наибольший, мм	610	500
Частота вращения рабочего круга, об/мин	1800	1530
Частота вращения ведущего круга, об/мин	10-200	12
Мощность электродвигателя, кВт	54	70

За счет увеличения частоты вращения ведущего круга до 48 об/мин, величина подачи заготовки увеличится до 1000 мм/мин, что приведет к сокращению времени обработки одного кольца сокращается в 4 раза.

Шлифование отверстия внутреннего кольца подшипника 7909K1 осуществляется на одношпиндельном станке марки 3484.

В современном станке Studer CT550 [2] в сравнении с 3484 имеет несколько шпинделей для установки шлифовальных кругов, что позволяет одновременно производить черновую и чистовую обработку деталей на одном станке без траты времени на смену инструментов.

За счет применения современного оборудования возможно снижение трудозатрат на изготовление подшипников и как следствие снижение себестоимости готовой продукции.

#### **Список литературы**

1. Бесцентрово-шлифовальные станки URL: [http://www.paragoncnc.com/en\\_us/products/ProID/32/](http://www.paragoncnc.com/en_us/products/ProID/32/) (дата обращения: 23.04.2014).

2. Прецизионный шлифовальный обрабатывающий центр для деталей средних размеров модели VM 110 URL: <http://www.studer.com/ru/products/internal/ct550.html> (дата обращения: 23.04.2014).

## **ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТРУБ ПРЕССОВАНИЕМ**

Денисов О.Г., Филиппов Д.А., Белухин Р.А.  
*Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета*

В статье рассматриваются прогрессивный процесс производства профилей – прессование.

The article discusses the progressive process of production profiles - pressing.

Развитие всех отраслей машиностроения вызывает необходимость улучшить качество и расширить сортамент металлопродукции, освоить производство новых экономических профилей проката металлов. Наиболее прогрессивный процесс производства профилей – прессование (экструдирование). Это объясняется тем, что прессованием можно получать заготовки большой длины с практически любой формой и достаточно точными размерами поперечного сечения, а также с поверхностью высокого качества.

При прессовании металл выдавливают из замкнутой полости через отверстие, получая пруток или трубу с профилем, соответствующим сечению отверстия инструмента. Исходный материал для прессования - слитки или отдельные заготовки. Существуют два метода прессования - прямой и обратный. При прямом прессовании движение пуансона пресса и истечение металла через отверстие матрицы происходят в одном направлении. При обратном прессовании заготовку закладывают в глухой контейнер, и она при прессовании остается неподвижной, а истечение материала из отверстия матрицы, которая крепится на конце полого пуансона, происходит в направлении, обратном движению пуансона с матрицей.

Обратное прессование по сравнению с прямым требует меньших усилий и прессостаток в этом случае меньше, однако меньшая деформация при обратном прессовании приводит к тому, что прессованный пруток сохраняет следы структуры литого металла. Основное преимущество прессованных изделий - точность их размеров. Кроме того, ассортимент изделий, получаемый прессованием, весьма разнообразен, и этим методом можно получить очень сложные профили.

При прессовании труб для прошивки отверстия в заготовке применяют иглы, которые устанавливают в иглодержателе. Внутренний диаметр трубы определяется диаметром иглы. Процесс прессования трубы проходит в следующей последовательности. В начале прессования заготовка распрессовывается так, что заполняет контейнер, затем слиток прошивается иг-

лой, причем выдавленная часть металла в момент распрессовки и прошивки и прошивки выходит из матрицы в виде прутка-пробки. Размер пробки зависит от размеров труб. Так, например, при прессовании труб диаметром более 250 мм масса пробки может достигать 40 % массы заготовки. Для уменьшения размеров пробки используют следующий технологический прием. Вместо матрицы устанавливают глухую пробку, с которой прошивается слиток. При этом вытесняемый иглой металл идет на увеличение длины слитка. В конце хода пробку убирают и в матрице осуществляется окончательная допрошивка слитка. В конце операции прессования в контейнере остается часть металла, называемая прессостатком, величина которого определяется размером изделий, свойствами прессуемого металла или сплава, а также конструкцией пресса.

Стальные трубы рекомендуется прессовать при максимально высоких температурах и скоростях, так как в этом случае меньше вероятность образования трещин и расслоений. Поэтому скорости прессования стальных труб достигает 5 м/с и более. Стальные трубы прессуют со смазкой, так как при отсутствии смазки горячий металл заготовки налипает на инструмент, а в местах повышенного разогрева даже приваривается к нему. В качестве смазки рекомендуется применять графитовую пасту. При прессовании труб из низкопластичной стали используют металлическую смазку в виде тонкого слоя меди между вытекающим металлом и инструментом.

При прессовании труб из коррозионно-стойкой, жаропрочной, жаростойкой и других высоколегированных сталей и специальных сплавов в качестве смазки применяют стекло. Применение стекла в два-три раза уменьшает коэффициент трения по сравнению с графитовой смазкой. При этом стекло является еще и теплоизолирующим материалом.

Смазку, уменьшающую внешнее трение, следует наносить на инструмент (контейнер, матрицу) равномерным слоем, чтобы предотвратить тесное соприкосновение трущихся поверхностей и сгладить шероховатости на поверхности инструмента. Кроме этого, она должна выдерживать высокие температуру и усилия прессования, чтобы надежно разъединять трущиеся поверхности. Указанным требованиям полностью удовлетворяют лишь твердые смазки. Однако ими трудно покрыть поверхности контейнера и матрицы, поэтому порошкообразную твердую смазку связывают легко воспламеняющимися и быстро сгорающими жидкими веществами.

Прессованием называют процессы обработки металлов давлением, при которых деформация происходит под действием сжимающих сил. Все процессы прессования можно условно разбить на три группы. К первой группе относятся процессы, при которых весь объем заготовки деформируется одновременно; например штамповка и ковка всего изделия.

Ко второй группе относятся процессы, при которых деформации подвергается лишь часть объема заготовки, при этом металл поступает в очаг деформации периодически. К этой группе также относится ковка и штамповка, но с одного конца заготовки. К третьей группе относятся процессы деформации части объема заготовки с непрерывным поступлением металла в очаг деформации - процессы выдавливания металла в щели разного профиля, т. е. прессование и волочение.

Производство прессованием профилей сложной формы и сечений часто оказывается более экономичным процессом, чем штамповка их с последующей механической обработкой. Это объясняется тем, что прессованием можно получить изделия требуемых размеров с малыми допусками и тем самым сократить до минимума последующую холодную обработку заготовки. Кроме этого, высокая пластичность деформируемых металлов при прессовании благодаря всестороннему сжатию позволяет использовать этот процесс как основной способ производства изделий из цветных металлов и сплавов - труб, прутков и профилей, отличающихся очень большим сортаментом и малыми сериями. В последнее время в связи с возникновением потребности в широком сортаменте профилей из малопластичных легированных сталей, а также из титана и его сплавов применение прессования значительно расширилось.

По сравнению с прокаткой труб, прутков и профилей прессование имеет свои преимущества и недостатки. К преимуществам следует отнести: трехосное сжатие, благодаря которому повышается пластичность металла и, следовательно, деформирование можно проводить с большими степенями деформации; быстрый переход с изготовления одного размера изделий и форм на другие; возможность получения сплошных и полых профилей самых сложных очертаний.

К недостаткам прессования относятся: более высокие потери на отходы; большая неравномерность механических свойств по длине и поперечному сечению изделия, сравнительно меньшие скорости истечения, а следовательно, и производительность.

## МЕТОДЫ РЕМОНТА ВАЛОВ

Климов А. В., Даниленко М. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются методы восстановления рабочей поверхности вала  
Discusses methods of recovery of the working surface of the shaft

В ремонтной практике применяются следующие основные способы восстановления изношенных валов: механическая и слесарная обработка, сварка, наплавка, хромирование, никелирование, оставивание, упрочнение поверхности деталей. Как правило, после восстановления детали одним из способов ее подвергают механической или слесарной обработке, что необходимо для восстановления посадок сопряженных деталей, устранения овальности или конусности их поверхностей, обеспечения требуемой чистоты обработки.

При ремонте валов в первую очередь проверяют и восстанавливают центровые отверстия. После этого поверхности, имеющие незначительный износ (царапины, риски, овальность до 0,02 мм), шлифуют, а при более значительных износах наращивают, обтачивают и шлифуют до ремонтного размера.

При ремонте изношенных деталей нередко возникают трудности при выборе способа базирования детали для обработки в связи с изменением основной установочной базы изношенной детали. В таких случаях ориентируются не на основные установочные, а на вспомогательные базы, и от них ведут обработку рабочих поверхностей. Наряду с восстановлением деталей механической обработкой при ремонте негодную часть детали иногда заменяют новой.

Применение компенсаторов износа. Чтобы восстановить первоначальные посадки сопряженных деталей, при их значительном износе применяют детали-компенсаторы. Одну из сопрягаемых деталей обрабатывают до ближайшего ремонтного размера и во вторую вставляют промежуточную деталь-компенсатор. Детали-компенсаторы могут быть сменными и подвижными. Сменные компенсаторы устанавливают в сопряжении, в котором износ появился к моменту ремонта. Подвижные компенсаторы устанавливают тогда, когда можно, не производя ремонта, соответствующим перемещением компенсатора относительно основных деталей устранить зазор, образующийся вследствие износа деталей. Сменными компенсаторами для цилиндрических деталей служат втулки и кольца.

Автоматизированные процессы сварки и наплавки являются более совершенными и экономически эффективными по сравнению с ручными способами. Наибольшее распространение в ремонтной практике получила автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка и наплавка под слоем флюса. Ручные способы сварки и наплавки менее совершенны, но являются незаменимыми при ремонте деталей машин в неспециализированных ремонтных предприятиях благодаря маневренности, универсальности и простоте процесса.

**Наплавка** является одним из основных методов восстановления деталей. Она широко применяется в тех случаях, когда трущимся поверхностям необходимо придать большую из-

носоустойчивость. Наплавляют два, три и более слоев часто твердыми сплавами, позволяющими увеличить срок службы деталей в несколько раз. Качество наплавки в значительной степени зависит от состояния восстанавливаемой поверхности. Для этого поверхность вала обжигают газовой горелкой, паяльной лампой или в нагревательных печах. Копоть налет окислов после обжига удаляют с поверхности детали наждачным полотном или ветошью, смоченной керосином или бензином. Участок детали под наплавку обрабатывают стальными щетками или абразивными кругами.

Для повышения поверхностной твердости деталей и увеличения их сопротивления механическому износу, а также для восстановления размеров деталей их покрывают слоем хрома (хромируют) толщиной 0,25 и 0,3 мм.

**Восстановление деталей путем гальванического наращивания слоя стали** (осталивание, или железнение) — один из эффективных методов современной технологии ремонта. Осталивание в отличие от хромирования позволяет наносить слой металла значительно большей толщины (2—3 мм и более). Этим способом целесообразно восстанавливать детали с неподвижными посадками или детали с невысокой поверхностной твердостью

Уникальная технология МетаЛайн (MetaLine):

Используем для восстановления валов, роторов, цапф и посадочных мест подшипников промышленные полимеры и композиты.

Преимущества технологии:

- вал в большинстве случаев можно не демонтировать.
- технология работает для валов и роторов любых размеров.
- ресурс восстановленного вала 90 - 95% от ресурса нового.
- стоимость восстановленного вала 10 - 30% от цены нового.
- возможность многократно восстанавливать один и тот же вал.
- максимальный срок ремонта вала - 1-3 дня.
- гарантия на восстановленный ресурс вала не менее 1 года.

Устранение прогиба вала осуществляется путём нанесения полимера и последующей проточки шейки вала.

При локальном износе применяется специальное приспособление для восстановления шеек вала, центрирующее его относительно оси. Производится нанесение полимеров на изношенную часть вала. После полимеризации, проточка вала до чистовых размеров. Стоимость работ составляет -20% от цены нового вала.

Из всего выше перечисленного мы видим, что восстановление валов способом полимеризации является наиболее экономически эффективным способом.

#### **Список литературы**

1. Атабеков В. Б.: «Ремонт электрооборудования промышленных предприятий»: Учеб. Для сред. ПТУ—5-е изд., испр. М.: Высш. Шк., 1985.—175с., ил.— (Профтехобразование)
2. Цейтлин Л. С.: «Электропривод, электрооборудование и основы управления»: Учебник для уч-ся электромеханич. Техн.—М.: Высш.шк., 1985.—192 с., ил.
3. Пиотровский Л.М.: «Электрические машины». Учебник для техникумов. Изд. 7-е, стереотипное. Л., «Энергия», 1974, 504 с. с ил.



## ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОПЕРАЦИЯХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОДШИПНИКА 27613А

Мартынюк В.Н., Морозова Л.К.

*Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета*

В статье рассмотрены преимущества применения более современного оборудования при обработке колец подшипника 27613А.

The article considers the advantages of using more modern equipment in the processing of the rings of 27613А.

Современная металлообрабатывающая промышленность диктует высокие требования к качеству поверхностей металлических изделий. Без финишной обработки не обходится практически ни одна металлообрабатывающая операция. Как правило, чистовая обработка

выполняется шлифованием. Преимущество шлифовальной операции – возможность достичь заданной точности и гладкости поверхности металлических изделий. Кроме того, шлифование отличается высокой производительностью, поэтому и заслуженно занимает первые позиции среди всех способов финишной обработки металла.

На сегодняшний день использование того или иного вида техники обуславливает достижение хороших показателей эффективности и рентабельности производства, а потому модернизация техники, это едва ли не главная статья в плане развития предприятия. Именно поэтому производители стремятся постоянно работать над усовершенствованием производимого оборудования и используемых технологий.

В современных условиях шлифовальные станки применяются для чистовой обработки различных деталей, которая выполняется с помощью шлифовальных абразивных кругов. Специальная конструкция данной техники позволяет снимать с поверхности обрабатываемого материала тонкий слой, шлифуя и делая поверхность идеально гладкой.

Данный тип оборудования широко используется в различных отраслях промышленности: металлургии, машиностроении, деревообработке, и позволяет выполнять обработку внутренних и наружных плоских поверхностей, а также сложной и цилиндрической формы, осуществлять шлифовку поверхности зубьев шестерен и производить заточку различных инструментов из черных и цветных металлов, а также дерева, пластика и стекла в зависимости от типа станка.

В подшипниковом производстве используются в основном токарные и шлифовальные станки. Последние, в свою очередь подразделяются на плоско-, внутри-, торце- и бесцентрово-шлифовальные, и занимают основной парк подшипниковых заводов.

При производстве колец подшипника 27613А используется большое количество станков. В настоящее время в современном станкостроении широко применяется комплексная обработка деталей, которая позволяет сократить количество применяемого оборудования и время на обработку. Известными являются станки DVS Gruppe: операции точения закалённых деталей и шлифования выполняются на одном и том же станке.

Идея такова: если деталь попадает в станок, то она должна выйти из него полностью обработанной.

Итак, первое вытекающее из этого преимущество очевидно. Не требуется подсобное время для загрузки и разгрузки нескольких станков, не нужен буфер заготовок между станками. Это особенно выгодно в случае обработки крупных деталей, для которых подсобное время отчасти сопоставимо с основным технологическим временем.

Разумеется, самое значительное преимущество комплексной обработки заключается в отсутствии необходимости переадресации обрабатываемого изделия. При переадресациях детали её центр никогда не определяется одинаково, а при комплексной обработке могут быть достигнуты существенно более низкие допуски, в частности для пригонки обрабатываемых поверхностей друг к другу.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СБОРКИ СВАРКИ «ВСТАВКИ КРЕПЛЕНИЯ ПЕРЕДНЕЙ ОСИ», С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Менжунов С.В., Авилов А. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматривается способ снижения трудовых затрат за счет внедрения универсально сборочного приспособления.

The authors consider a method of reducing labour costs through the introduction of universal Assembly fixtures.

Вставка крепления передней оси предназначена для передачи нагрузки от передней подвески к элементам каркаса кузова. Является составной частью каркаса основания, отвечающее за передачу пластичной стабилизации и поперечной устойчивости автобуса.

Вставка крепления передней оси относится к сборочному узлу системы повышенной опасности, т.е., детали подлежат 100 % входному контролю качества.

Технологический процесс – это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. К предметам труда в данном проекте относится сборка сварка вставки крепления передней оси.

Каждая деталь должна изготавливаться с минимальными трудовыми и материальными затратами. Эти затраты можно сократить в значительной степени правильным выбором варианта технологического процесса, его оснащения, механизации и автоматизации, применения оптимальных режимов сборки и правильной подготовке производства. На трудоемкость изготовления вставки оказывает особое влияние ее конструкция и технологические требования на изготовление. Технологичность важнейшая техническая основа, обеспечивающая использование конструкторских технологических резервов.

Экономический эффект предлагаю получить за счет повышения качества, роста производительности труда, объемов производства, повышения технико-экономических показателей хозяйственной деятельности предприятия путем внедрения универсально сборочного приспособления (УСП) для установки кронштейнов реактивных штанг, усовершенствование кронштейнов реактивных штанг с целью снижения трудоемкости изготовления и усовершенствование технологического процесса сборки вставки крепления передней оси.

Использование единой технологической базы от оси конструкции позволяет применить унифицированные приспособления при сборке вставки крепления передней оси, что позволяет достичь требуемую точность данного сборочного объекта.

Основными габаритными размерами являются – ширина 2428 мм., и длина вставки 1440 мм. Соблюдение точности этих размеров, позволяет производить безболезненную сборку автобуса (каркас кузова). Размеры между кронштейнами пневмоподушек ( $1245 \pm 1$ ) мм и кронштейнов амортизаторов ( $1021 \pm 1$ ) мм, в дальнейшем влияют на параллельность относительно горизонта, качество работы агрегатов во время эксплуатации автобуса и условий регулировки уровня пола. Кронштейны реактивных штанг служат для крепления реактивных штанг, которые в свою очередь предназначены для регулировки положения передней оси (моста) относительно оси автобуса. Для установки данных кронштейнов реактивных штанг главными установочными размерами являются расстояние от оси ( $595 \pm 1$ ) мм, расстояние между кронштейнами ( $495 \pm 0,5$ ) мм и угол  $54^\circ$  относительно оси автобуса. Чтобы обеспечить точность установки и контроля кронштейнов необходимо использовать универсально сборочное приспособление (кондуктор), которое обеспечивает угол и межосевое расстояние между кронштейнами.

Сбоку вставки крепления передней оси, производят путем сопряжения нескольких сборочных единиц, предварительно собранных на подготовительных этапах.

Чтобы сопоставить весь процесс сборки вставки крепления передней оси в единый узел, сборку вспомогательных узлов производим в четыре этапа, т.е. каждую сборочную единицу по отдельности:

- этап сборки 6271 – 5110220СБ - Рама в сборе
- этап сборки 6271 – 5110250СБ – Каркас арки колесной
- этап сборки (основной) 6271 – 5110200СБ Вставка крепления передней оси.
- этап сборки 6271 – 5110290СБ Приварные элементы модуля переднего.

Так же для эффективности сборки сварки и качества изготавливаемой продукции в данный технологический процесс внедряется технология сборки сварки самих кронштейнов реактивных штанг

В предыдущем варианте изготовление кронштейнов составляет сложный технологический процесс. Кронштейны изготавливались методом сборки сварки из отдельных элементов, составляющих данной конструкции, т.е., имели большое количество сварных соединений, что негативно влияет на время сборки и качества изготовления при дальнейшей его обработке.

Чтобы исключить эти потери в данном процессе и повысить качество готовой продукции, изготовление кронштейнов реактивных штанг производим с применением литейной формы кронштейна, что позволит значительно сократить время сборки.

Незначительные затраты на накладные расходы, при внедрении новой технологии сборки сварки «вставки крепления передней оси», универсально сборочного приспособления, усовершенствование кронштейнов реактивных штанг автобуса «Волжанин» 6271 позволит увеличить годовой выпуск продукции, примерно на 20 %, что составляет около 60 единиц готовой продукции.

Выбор технических решений по проекту осуществлен на основе анализа, опыта отечественных и зарубежных авторов, и производств для достижения цели проекта.

#### Список литературы

1. Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения». – М.: Машиностроение, 1985. 184 с.
2. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
3. Анализ технологического процесса механической обработки заготовок. Методические указания по выполнению аттестационной работы бакалавра по направлению 552900 / составители: Н.А. Чернышев, А.Н. Воронцова. – ВолгГТУ, Волгоград, 1997. – 40с.
4. Сафронова Н. А., Экономика предприятия: Учебник - М.: «Юность», 2001. -584с.
5. <http://www.economica.ru/isapi/redirect.php?prd=ie&pver=6&ar=msnhome>

## ВЫБОР РЕЖУЩИХ ПЛАСТИН ДЛЯ ЗЕНКОВАНИЯ ТРУБ

Паршин М.В., М. В. Даниленко

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Сравниваются сменные многогранные пластины для зенкера, используемого в трубном производстве.  
Compared replaceable cutting inserts for countersink used in tube production.

Кратко процесс резания можно охарактеризовать так – это снятие стружки с заготовки инструментом, имеющим режущую кромку и прочность выше прочности обрабатываемого материала. Причем материал заготовки обладает совокупностью различных свойств, которые влияют на обработку резанием и называются обрабатываемостью. Она зависит от: прочности, твердости, вязкости и других показателей. Чтобы обеспечить эффективность зенкования важно правильно подобрать пластину.

Основными характеристиками сменной многогранной пластины (СМП) являются: ма-

териал, тип, геометрия, размеры. В корпус конического зенкера устанавливаются пять СМП – TCMW-16T308.

В настоящее время на рынке режущего инструмента представлены пластины различных производителей (*SANDVIK*, *ISCAR*, *KENNAMETAL* и др.), готовых предоставить покупателю огромный выбор своей продукции в удобных каталогах, а некоторые даже разработанные программное обеспечение, позволяющее, эффективно подобрать СМП с наименьшими затратами, наилучшими режимами резания и износостойкостью.

Для обработки легированных сталей (18ХГТ, 08Х2Г2Ф, 09Г2С и т.п) производители рекомендуют следующие марки сплавов:

Sandvik: ICO TNMM 16 04 08-PR 4035, TNMM 16 04 08-QR 235, TNMG 16 04 04-QM 4225

Kennametal: ICO TCMT16T30411, TCMT16T30811, TCMT16T304MP Iscar: ICO TCMW-16T308

Проанализировав несколько каталогов производителей режущего инструмента был сделан вывод о том, что все из них могут предоставить трубному производству пластины не уступающие друг другу по режущим свойствам, но при этом существенно различающиеся по стоимости. Пластины с нужными характеристиками предоставляемые компанией *SANDVIK* оказались самыми дорогими, чуть дешевле их аналог предоставляет корпорация *KENNAMETAL*, а самые дешевые пластины для данного зенкера готова предоставить компания *ISCAR*.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Выбор пластины.// et-rus.ru:[сайт]. [http://et-rus.ru/vybor\\_plastiny](http://et-rus.ru/vybor_plastiny)(дата обращения 1.04.2014).
2. Iscar// iscar.com:[сайт]. <http://www.iscar.com/index.aspx/CountryId/1> (дата обращения 1.04.2014).
3. Sandvik Coromant // Sandvik.coromant.com: [сайт]. 2000. – URL:<http://www.sandvik.coromant.com/sandvik.nsf> (дата обращения 1.04.2014).
4. Kennametal//kennametal.com:[сайт] URL:<http://www.kennametal.com/en/home.html> (дата обращения 1.04.2014).

### ТВЕРДОЕ ТОЧЕНИЕ ЗАКАЛЕННЫХ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА

Перовский Д. Н., Даниленко М. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются особенности токарной обработки закаленных колец подшипника  
This article considers the peculiarities of turning for hardened bearing rings

Современное отечественное производство подшипников в условиях конкуренции на международных рынках требует систематических организационно-технических мероприятий по повышению качества и снижению трудозатрат на ее производство.

Тенденции развития механообработки деталей подшипников в развитых странах указывают на необходимость замены операций предварительного черного шлифования термически обработанных колец – токарными операциями[1].

Твердое точение закаленных сталей имеет следующие преимущества по сравнению со шлифованием:

1) увеличение производительности за счет уменьшения основного и вспомогательного времени обработки;

2) повышение качества обработки в результате формирования в поверхностном слое сжимающих остаточных напряжений и отсутствия шаржирования поверхности заготовки продуктами износа шлифовальных кругов;

- 3) бóльшая экологичность, так как обработку можно производить без применения смазочно-охлаждающих жидкостей;
- 4) бóльшая универсальность и функциональность токарного станка;
- 5) более дешевый процесс утилизации стружки по сравнению с отходами после шлифования [2].

В зависимости от требований процесса различают черновое твердое точение, точное твердое точение и особо точное твердое точение. Черновое твердое точение реализуется при глубинах обработки от 0,5 до 3 мм на скоростях резания 50 – 150 м/мин и подачах 0,1 – 0,3 мм/об и требует от станка максимальной жесткости и мощности привода, так как усилия резания достаточно велики. При подобной обработке шероховатость поверхности отходит на задний план. При точном твердом точении глубина резания не превышает 0,1 – 0,5 мм при скорости резания 100 – 200 м/мин и подаче 0,05 – 0,15 мм/об. Точность обработки соответствует 5 – 6 качеству (статистически гарантированный разброс по диаметру не превышает 10 мкм) при шероховатости поверхности после обработки  $Rz$  2,4 – 4 мкм. Особо точное твердое точение обеспечивает точность обработки в пределах 3 – 4 качества при шероховатости до  $Rz$  1 мкм. Глубина резания находится в пределах 0,02 – 0,3 мм при скорости резания 150 – 220 м/мин и подаче 0,01 – 1 мм/об.

Однако стоит отметить, что процесс твердого точения имеет ряд особенностей, которые ограничивают применение данного процесса на обычных токарных станках, например мод. 1П756, широко используемых в производстве подшипников.

Основными критериями, используемыми при выборе оборудования, являются:

- 1) высокая геометрическая точность. Выполнение этого требования необходимо, так как при точении любая неточность направляющих, при отсутствии необходимых компенсаций, отражается на точности обработанных деталей;

- 2) высокая статическая жесткость. Усилия резания при твердом точении существенно выше, чем при обычном точении и при других методах финишной обработки, например, шлифовании. Возникающее усилие приводит к взаимному смещению заготовки и инструмента и, в конечном итоге, к ошибкам формы и размера;

- 3) высокая динамическая жесткость. Её величина во многих случаях обуславливает возникновение вибраций при твердом точении. В результате приходится изменять режимы обработки, что, в свою очередь, приводит к падению производительности.

- 4) температурная стабильность. Необходимо точно знать распределение тепловых потоков и правильно выбирать материалы для отдельных элементов станка с тем, чтобы уменьшить влияние температурных деформаций.

- 5) обеспечение свободного схода стружки. При твердом точении стружка имеет достаточно высокую температуру, поэтому необходимо как можно быстрее вывести ее из зоны резания, не передавая при этом тепла элементам конструкции станка.

В настоящее время производители металлообрабатывающих станков успешно справляются с перечисленными трудностями и выпускают современное оборудование способное решить практически любую задачу токарной обработки, в том числе обрабатывать материалы с повышенной твердостью.

На основе выполненного анализа можно сделать вывод о том, что твердое точение является реальной альтернативой процессу шлифования колец подшипника. Внедрение современных токарных станков на подшипниковом производстве позволяет повысить производительность и сократить издержки на содержание площадей и рабочей силы путем замены одним обрабатывающим центром нескольких станков. Также благодаря замене нескольких установок заготовки одной, повышается точность базирования и обработки в целом.

#### Список литературы

1. Лезвийная обработка закаленной стали ШХ-15, как альтернативная операции шлифования / Полянчиков Ю.Н., Бирюков Ю.С., Курченко А.И., Банников А.И. // Прогрессивные

технологии в обучении и производстве: Матер.ПВсерос. конф.,г.Камышин, 20-23 мая 2003 г. / Камышин. технол. ин-т (филиал) ВолгГТУ и др. - Камышин, 2003. - Т.1. - С. 59-61.

2. Кундрак, Янош. Твердое точение: технологические возможности и экономическая эффективность / Я. Кундрак // Оборудование и инструмент. Металлообработка. – 2009. – №2. – С. 65–68.

## **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПЕРАЦИИ ТВЕРДОГО ТОЧЕНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ВЫТЯЖНОЙ МАТРИЦЫ**

Рыбалко С.П., Носенко В.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

В статье представлены преимущества операции твердого точения, а также рассмотрены существующие современные материалы для режущих пластин.

The advantages of hard turning operations are presented in this article, also existing modern materials for inserts are considered.

Режущий инструмент является решающим фактором в деле достижения высокоэффективной и экономичной механической обработки.

Продукты в области обрабатываемого инструмента можно условно разделить на четыре глобальные продуктовые группы: лезвийных режущий инструмент, шлифовальный инструмент, деформирующий инструмент, инструмент для новых методов обработки.

В подавляющем числе случаев производительность лезвийной обработки выше, а ее себестоимость ниже, чем абразивной. Среди новых технологий обработки материалов следует отметить твердое точение. Область применения этого технологического процесса – замена точением операций шлифований закаленных деталей.

Целью замены шлифования твердым точением является уменьшение трудоемкости изготовления деталей и, как следствие, увеличение экономичности процесса обработки. Так замена шлифования точением повышает производительность обработки в несколько раз при значительном улучшении качественных и прочностных характеристик полученных сопряжений.

Увеличение экономичности определяется следующими факторами:

- сьем материала при твердом точении в три раза меньше чем при шлифовании;
- точность обработки идентична как при твердом точении, так и при шлифовании;
- время обработки при твердом точении в несколько раз меньше чем при шлифовании;
- СОЖ неприменяется;
- твердое точение имеет намного более высокую гибкость - возможна обработка сложно-профильных деталей, в то время как на шлифовальном станке такая обработка требует замены кругов и подналадки станка;
- процесс твердого точения происходит на том же станке, на котором осуществляется и обычная токарная обработка незакаленных деталей, что тоже повышает гибкость и универсальность процесса;
- более дешевый процесс утилизации стружки по сравнению с отходами после шлифования.

Все вышеперечисленное позволяет говорить о том, что твердое точение практически всегда на 30-50 % экономичнее шлифования.

Существующие современные режущие пластины

- пластины из керамических материалов: режущие керамические материалы можно разделить на четыре группы: 1) оксидная (белая керамика) на основе  $Al_2O_3$ , 2) оксикарбидная (черная керамика) на основе композиции  $Al_2O_3-TiC$ , 3) оксиднонитридная (кортинит) на осно-

ве  $Al_2O_3-TiN$ , 4) нитридная керамика на основе  $Si_3N_4$ . Характерна пластическая прочность и высокая скорость резания, намного (до 2 раз) превосходящая инструмент из твердого сплава. Уменьшение размера зерна и пористости минералокерамики приводит к росту износостойкости, прочности и твердости материала.

- пластины из поликристаллического алмаза (ПКА): ПКА - это модификация углерода кристаллического строения. Производят синтетические алмазы из графита при больших давлениях и высоких температурах. Использование режущих пластин из ПКА позволяет повысить стойкость в 15-20 раз по сравнению с инструментом из твердого сплава. Недостаток алмаза в качестве режущего материала –невозможность его использования для резки материалов, содержащих углерод. С целью повышения эффективности работы алмазного абразивного инструмента применяют алмазные зерна, покрытые тонкой металлической пленкой с хорошими адгезионными и капиллярными свойствами по отношению к алмазу—медь, никель, серебро, титан и их сплавы

- пластины из кубического нитрида бора (КНБ) получают путем компактирования нанопорошков КНБ. КНБ незначительно уступает алмазу по твердости, отличаются высокой термостойкостью (до 1570 К), стойкостью к циклическому воздействию высоких температур и слабым химическим взаимодействием с железом. Скорость резания инструментом из КНБ может превышать скорость резания твердосплавным инструментом в 5 и более раз. При применении КНБ производительность обработки повышается в 1,5-3 раза по сравнению с твердосплавным инструментом, улучшается качество обработанных поверхностей, исключается необходимость последующей абразивной обработки.

## **АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ТВЕРДОГО ТОЧЕНИЯ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ**

Сотников М.В., Даниленко М. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются инструментальные материалы, рекомендуемые для обработки закаленных колец подшипника

This article considers the tool materials for turning of hardened bearing rings

Технологические процессы механической обработки деталей подшипников в условиях рыночной экономики требуют серьезных изменений в действующем отечественном производстве, созданном в условиях советской экономики: применения современного более производительного, высокоточного и надежного оборудования; износостойкого инструмента и новых менее энергоемких методов обработки [1].

В подшипниковом производстве точение внедрено параллельно черновому шлифованию при чистовой обработке колец из стали ШХ15СГ-Ш ГОСТ 801, закаленных на твердость  $HRC60...63$ . В результате термической обработки происходит существенное искажение диаметральных размеров колец. Во избежание брака на кольцах оставляют большие припуски на отделку после закалки. Предварительное шлифование этих колец является весьма трудоемкой операцией, связанной с загрузкой большого количества шлифовальных станков и большим расходом шлифовальных кругов. Использование твердого точения для обработки колец подшипников, позволяет значительно сократить время обработки колец и увеличить производительность.

Одним из основных факторов, определяющих эффективность токарной обработки, является режущий инструмент.

Наиболее перспективными инструментальными материалами для точения закаленных сталей являются минералокерамика и сверхтвердые материалы на основе кубического нитрида бора и алмаза.

Основной особенностью минералокерамики является отсутствие связки, что в значительной степени снижает ее разупрочнение при нагреве и предопределяет возможность применения высоких скоростей резания. В то же время, отсутствие связующей фазы определяет низкую трещиностойкость, прочность и сопротивляемость циклическим тепловым нагрузкам, поэтому основная область использования минералокерамики – чистовая обработка в условиях жесткой технологической системы.

Для обработки закаленной стали ШХ15СГ-Ш отечественная промышленность выпускает несколько групп режущей керамики:

- а) оксидно-нитридная (ОНТ-20);
- б) оксидно-карбидная (ВОК-200, ВЗ, ВОК-60, ВОК-63, ВОК-71);
- в) слоистый керамический материал на твердосплавной подложке (ВОКС-300, ВОК-95С, ВОК-95М).

За рубежом керамические лезвийные инструменты выпускают фирмы *ToshibaTungalloy*, *Kyocera*, *NTKCuttingTools*, *Kennametal*, *Widia*, и др. Например, *SandvikCoromant*, выпускает следующие марки режущей керамики:

а) СС650. Для высокоскоростной чистовой обработки в стабильных условиях. Можно также использовать для получистовой обработки жаропрочных сплавов там, где имеет место некоторая неустойчивость;

б) СС670. Керамика на основе карбида кремния, усиленная волокнами оксида алюминия, обладает чрезвычайно высокой изгибной прочностью. Рекомендуются для обработки закаленных деталей в неблагоприятных условиях;

в) СС6050. Смешанная керамика на основе  $Al_2O_3$ . Высокие теплопроводность и износостойкость. Рекомендуются преимущественно для непрерывной высокоскоростной чистовой обработки.

Анализ тенденций развития керамического режущего инструмента свидетельствует о расширении областей его использования.

Сверхтвердыми принято считать инструментальные материалы, имеющие твердость по Виккерсу при комнатной температуре свыше 35ГПа. К этой группе относятся инструментальные материалы на основе алмаза и материалы на основе кубического нитрида бора, имеющие период стойкости в 50...200раз больший по сравнению с твердым сплавом. Алмаз, как инструментальный материал имеет два существенных недостатка – относительно низкую теплостойкость и диффузионное растворение в железе при высоких температурах, что практически исключает использование алмазного инструмента при обработке сталей и сплавов, способных образовывать карбиды. В то же время, благодаря очень высокой теплопроводности, режущая кромка лезвия интенсивно охлаждается, поэтому алмазный инструмент пригоден для работы с высокими скоростями резания.

Сверхтвердые материалы на основе поликристаллического кубического нитрида бора (ПКНБ в России и *PCBN* за границей), незначительно уступая алмазу по твердости, отличаются высокой теплостойкостью, стойкостью к циклическому воздействию высоких температур и, что особенно важно, более слабым химическим взаимодействием с железом, поэтому наибольшая эффективность применения инструментов на основе нитрида бора имеет место при обработке чугунов и сталей, в том числе высокотвердых [2].

Известны следующие отечественные марки материалов на основе ПКНБ: Композит 01 (Эльбор Р), Композит 02 (Бельбор Р); Композит 03 (Исмит) Композит 05, Композит 06, Композит 10 (Гексанит Р), Томал 10, Композит 10Д, Композит 11 (Киборит). Производство большинства из перечисленных марок в настоящее время в нашей стране прекращено.

За рубежом лезвийные инструменты на основе *PCBN* выпускают фирмы *ElementSix*, *DiamondInnovations*, *SumitomoElectricIndustries*, *ToshibaTungalloy* и др.



На основе сделанного анализа можно сделать следующий вывод: наиболее подходящим материалом для токарной обработки закаленных колец подшипника (ШХ15СГ-Ш, HRC 60...63) в условиях автоматизированного производства на базе станков с ЧПУ является сверхтвердый материал на основе PCBN, например, сплав CB7015 (SandvikCoromant).

Применение инструмента, оснащенного данной маркой, позволяет увеличить производительность обработки, при этом улучшается качество обработанных поверхностей и исключается необходимость последующей абразивной обработки. Выбор оптимальной скорости резания определяется величиной снимаемого припуска, возможностями оборудования, подачей, наличием ударных нагрузок в процессе резания и многими другими факторами.

#### Список литературы

1. Применение современных марок инструмента на операциях токарной обработки колец подшипника / Полянчиков Ю.Н., Лытов В.В., Курченко А.И., Банников А.И. // Прогрессивные технологии в обучении и производстве: Матер. П.Всерос. конф., г. Камышин, 20-23 мая 2003 г. / Камышин. технол. ин-т (филиал) ВолгГТУ и др. - Камышин, 2003. - Т.1. - С. 62-63.

2. Андреев В.Н., Боровский Г.В., Боровский В.Г., Григорьев С.Н. Инструмент для высокопроизводительного и экологически чистого резания. М.: Машиностроение, 2010. 480 с.

## АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

Тарарин И.А., Соломоненко С.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

В статье рассмотрено применение автоматизированной системы проектирования технологических процессов КОМПАС – Вертикаль.

The paper considers the use of automated system design process COMPAS - Vertical.

В основу работы САПР ТП «КОМПАС – Вертикаль» положен принцип заимствования ранее принятых технологических решений. В процессе эксплуатации системы накапливаются типовые, групповые, единичные технологии, унифицированные операции, планы обработки конструктивных элементов и поверхностей. При формировании технологического процесса пользователю предоставляется доступ к архивам и библиотекам, хранящим накопленные решения.

Разработка технологических процессов в КОМПАС – Вертикаль осуществляется в режимах:

- проектирование на основе технологического процесса-аналога (автоматический выбор соответствующего ТП из базы данных с последующей его доработкой в диалоговом режиме);
- формирование ТП из отдельных блоков, хранящихся в библиотеке типовых технологических операций и переходов;
- объединение отдельных операций архивных технологий;
- автоматическая доработка типовой технологии на основе данных, переданных с параметризованного чертежа КОМПАС–ГРАФИК (чертежно-конструкторского редактора);
- разработка ТП в режиме прямого документирования в диалоговом режиме с помощью специальных процедур к справочным базам данных.

В системе реализована процедура, позволяющая проектировать сквозные технологии, включающие одновременно операции механообработки, штамповки, термообработки, сборки, сварки и т.д.

В комплект разрабатываемой документации входят: титульный лист, карта эскизов, маршрутная, маршрутно-операционная, операционная карты ТП, ведомость оснастки, материалов и другие документы в соответствии с ГОСТ. В базовую поставку системы включены

более 60 видов технологических карт. Они выполнены в среде MS Excel. Эскизы и графическая часть технологических карт выполняются в среде КОМПАС–ГРАФИК и вставляются в листы MS Excel как OLE – объекты.

Для разработки документов произвольной формы используется специальный генератор отчетов, также формирующий технологические карты в среде MS Excel.

Технологические процессы, разработанные в КОМПАС – Вертикаль, помещаются в архив системы в сжатом виде. Оглавление такого архива доступно для ручного просмотра и корректировки. Автоматический поиск ТП в архиве производится либо по коду геометрической формы детали, либо по отдельным характеристикам: тип детали, принадлежность к изделию, вид заготовки, габаритные размеры и т.д. По заданным критериям поиска система находит несколько ТП, оставляя окончательный выбор за технологом.

Оглавлением архива разработанных технологических процессов служит база данных конструкторско-технологических спецификаций (КТС), включающих в себя уровни изделий, узлов и деталей. Система обеспечивает свободное перемещение от одного уровня к другому, позволяя при этом просматривать и редактировать состав изделий, узлов и деталей. Каждый уровень имеет подчиненную таблицу «Документы», записи которой содержат ссылки на документы, созданные в различных приложениях: графические, текстовые файлы, архивные технологии и т.д.

Выбор ТП осуществляется процедурой разархивации, которая извлекает технологический процесс из архива и помещает его в рабочее поле КОМПАС – Вертикаль, доступное для внесения изменений. Информация о текущем технологическом процессе распределяется по уровням: деталь – операция – переход.

Пользователю предоставлена возможность перемещаться по уровням, отслеживать состав переходов по каждой технологической операции, осуществлять необходимую корректировку. При этом технологический процесс, находящийся в архиве, не меняется. Модифицированная технология может быть помещена обратно в архив под прежним или новым именем.

Процедуры обработки КТС позволяют производить выборку деталей по принадлежности к изделиям, сборочным единицам, цехам изготовления и т.д. На их основе формируются сводные нормы, заявки на материал, комплектующие карты и другие технологические документы.

В системе реализованы процедуры, позволяющие глобально корректировать любую информацию в архиве технологических процессов (например, замена устаревших ГОСТов технологической оснастки), рассчитывать суммарную трудоемкость изготовления деталей и сборочных единиц, определять материалоемкость и себестоимость изделия в целом.

Система обеспечивает удобную организацию баз данных и быстрый доступ к требуемой информации. Она обладает хорошо организованным диалоговым интерфейсом, обеспечивающим легкое и наглядное перемещение по всем базам данных. Приемы работы с базами данных идентичны, что упрощает их сопровождение. Программа поддерживает диалоговый доступ к сведениям об оборудовании, инструментах, материалах и т.д. В любой момент эти данные могут быть выведены на экран, скорректированы или пополнены. В информационном пространстве КОМПАС – Вертикаль можно создавать новые информационные массивы, корректировать состав и размерность их полей. Взаимодействие между таблицами данных в КОМПАС – Вертикаль построено на динамически формируемых SQL-запросах. Операторы SQL генерируются либо автоматически, либо по шаблону, заданному пользователем. В базовую поставку системы входит около 3000 реляционных таблиц различной структуры и подчиненности.

Работа с базами данных организована в архитектуре клиент-сервер, что исключает дублирование и обеспечивает защиту информации. В качестве SQL – серверов в КОМПАС – Вертикаль могут быть использованы InterBase, MS SQL, Oracle. Данные могут располагаться как на локальной станции, так и на выделенном сервере. Имеющиеся у пользователя информационные массивы легко включаются в состав баз данных системы КОМПАС – Вертикаль.

Одним из основных преимуществ КОМПАС – Вертикаль является возможность модернизации системы без участия разработчика самими пользователями. Корректируются состав и структура всех баз данных, настраиваются формы технологических документов, подключаются новые программные модули.

САПР КОМПАС – Вертикаль позволяет повысить производительность труда технолога, сократить сроки и трудоемкость технологической подготовки производства. В состав данного интегрированного программного комплекса входят подсистемы проектирования технологий: механообработки, штамповки, сборки, сварки, термообработки, покрытий, гальваники.

## **МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАЦИЕЙ ДВУСТОРОННЕГО ТОРЦЕВОГО ШЛИФОВАНИЯ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА**

Татарчук П. И., Михайлюченко А. А., Плешаков А. А., Федотов Е. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Разработан метод и программа расчета управления двусторонним шлифованием позволяющие прогнозировать параметры шероховатости в зависимости от режимов обработки и характеристики круга.

A method and calculation program management allowing to predict bilateral grinding roughness parameters depending on the processing conditions and the characteristics of the circle.

Управление процессом шлифования, с целью обеспечения заданного качества обрабатываемой поверхности является важной задачей.

Для ее решения создано много различных моделей, позволяющих прогнозировать параметры шероховатости поверхности и силы резания. Однако данная проблема не утрачивает своей актуальности. Связано это с многообразием факторов, влияющих на формирование шероховатости, учесть которые в полной мере не представляется возможным ввиду случайного характера влияния многих из них, а также по причине разнообразия последствий от их различного сочетания. Так, например, абразивный инструмент может работать как в режиме затупления, так и в режимах частичного и полного самозатачивания. Такие факторы, как вид обрабатываемого материала, режимы правки, характеристики абразивного инструмента: твердость, зернистость и др. оказывают влияние на параметры качества поверхности. Во всех случаях абразивной обработки шероховатость поверхности изменяется во времени. Это связано с различными процессами изнашивания, в результате действия которых, изменяется и рельеф поверхности абразивного инструмента и его режущие свойства. Учитывая все вышесказанное, нужно отметить, что для создания теоретической базы исследования и управления процессом шлифования, актуальным является разработка динамических моделей, отображающих взаимосвязь между параметрами качества обрабатываемых поверхностей и процессами, протекающими во время шлифования. Очень часто протекание многих процессов и влияние различных факторов описываются эмпирическими зависимостями, полученными в результате статистической обработки экспериментальных данных. При моделировании взаимодействия инструмента с поверхностью обрабатываемого материала невозможно также обойтись без теоретико-вероятностных методов. Это связано с тем, что рабочая поверхность абразивного инструмента представляет собой хаотическое распределение режущих кромок, а обрабатываемая поверхность является результатом копирования поверхности инструмента и также представляет собой случайное распределение неровностей, выступов, впадин. В итоге можно сделать вывод, что решение задачи по созданию динамических моделей только в аналитической форме затруднено, гораздо эффективнее применение в этом направлении вероятно статистических методов.

В технологическом процессе изготовления колец подшипников имеется операция торцевого шлифования, во время которого происходит снятие припуска после термообработки и формирование поверхностей торцов колец с высокими требованиями к шероховатости и точности по непараллельности и неплоскостности. При крупносерийном и массовом производстве колец подшипников широко применяется высокопроизводительный метод двустороннего торцевого шлифования. Этот метод имеет ряд преимуществ по сравнению с плоским шлифованием на магнитном столе, среди которых можно выделить отсутствие ручной укладки на загрузочный стол, одновременную обработку сразу двух торцов кольца, отсутствие намагничивания и размагничивания деталей, высокую механизацию и автоматизацию процесса. Кроме того, при обычном плоском шлифовании присутствует нагрев электромагнитной плиты, который наряду с недостаточным намагничиванием может привести к срыву деталей.

Торцы колец конических роликовых подшипников имеют неодинаковые площади из-за различия диаметров со стороны дорожки качения. В результате этого при шлифовании режущие элементы абразивного инструмента имеют различную длину пути резания, особенно при прохождении по участкам в виде сегментов. Повышение длины пути резания приводит к увеличению температуры, и как следствие, к возникновению прижогов. Также следует отметить, что это является причиной неравномерного изнашивания кругов, что приводит к различию в качестве обработки торцов. Для устранения этих факторов при обработке левого и правого торца применяются абразивные круги различной твердости и зернистости. Режимы шлифования в этом случае необходимо подобрать таким образом, чтобы обеспечить одинаковое качество обработки обоих торцов.

Цель работы: создание метода управления процессом двустороннего торцевого шлифования, позволяющего прогнозировать качество обработки при различных режимах.

Оценить распределение удаленного материала в сечениях обрабатываемой поверхности по различным уровням в пределах  $R_{\max}$  можно с помощью параметра относительной опорной длины профиля  $t_p$  согласно ГОСТ 25142-82. С увеличением длины профилограммы шероховатости обработанной поверхности значение  $t_p$  стремится к вероятности удаления материала  $W(p)$  на заданном уровне сечения профиля  $p$ , а параметр  $R_{\max} \rightarrow H$ , где  $H$  - слой в котором распределена шероховатость обработанной поверхности. Модель вероятности удаления материала разработана Новоселовым Ю.К. [1].

Данная модель позволяет определить вероятность удаления материала для заданного уровня сечения профиля при любом его положении в зоне резания.

Для адаптации этой модели к двустороннему торцевому шлифованию необходимо учесть изменение скорости резания при движении сечения обрабатываемой поверхности через зону обработки, форму зоны контакта, изменение максимальной величины заглубления абразивных зерен и траекторию движения сечения. Скорость резания снижается при уменьшении расстояния сечения до центра абразивного круга. Максимальная глубина резания соответствует началу входа сечения в зону обработки. При дальнейшем движении она все время уменьшается до минимального значения, соответствующего моменту выхода сечения из зоны резания. Геометрически форму зоны контакта можно представить в виде усеченного треугольника. Следует отметить, что при обработке колец подшипников на станках модели 3344 их подача в зону резания осуществляется с помощью вращающейся звездочки. В этом случае движение колец представляет движение качения с проскальзыванием, что затрудняет моделирование траектории движения обрабатываемого сечения. Для устранения этого недостатка кольцам можно придать дополнительное вращение посредством бесконечной ленты, прижимаемой планкой с упругими элементами к дорожке качения. Данный способ защищен патентом РФ №2463150 [2]. Этот способ имеет также технологические преимущества в виде повышения точности обработки. Таким образом, при движении колец в зоне резания без проскальзывания модель траектории сечения обрабатываемой поверхности

может быть описана уравнением циклоиды. Каждой точке циклоиды будет соответствовать определенное расстояние до центра круга, а, следовательно, и скорость резания.

По разработанной модели создана программа, результаты работы которой позволяет прогнозировать параметры  $t_p$  и  $R_{\max}$  в зависимости от режимов обработки и характеристики круга.

#### Список литературы

1. Новоселов, Ю. К. Динамика формообразования поверхностей при абразивной обработке. – Севастополь: Изд-во Сев.НТУ, 2012. – 304 с.
2. Способ двустороннего торцевого шлифования цилиндрических деталей : пат. РФ, МПК5 В24В7/17 / Вайнер Л. Г.; заявитель и патентообладатель Тихоокеанский государственный университет. – № 2463150; заявл. 27.12.2010; опубл. 10.10.2012.

### ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОДШИПНИКА

Головачев А.Ю., Карпов С.А., Крутикова А. А.  
*Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются методы повышения качества при производстве подшипника путем замены оборудования, инструмента, оснастки и проектирования нового технологического процесса.

Considered methods to improve the quality of production bearing by replacing the equipment, tools, accessories and design new process.

Качество продукции является важнейшим показателем деятельности предприятия. Любая продукция, любое изделие обладает комплексом объективных особенностей, проявляющихся при эксплуатации или потреблении этого изделия. Эти особенности называют свойствами продукции. Под качеством продукции понимают комплекс свойств, обуславливающих пригодность продукции для удовлетворения определенных потребностей в соответствии с ее назначением. Качество машин зависит от многих факторов: технических, определяющих уровень конструкции, надежность и другие показатели качества конструкции выпускаемого оборудования, технологические и контрольные процессы его изготовления; производственных, определяющих технический уровень технологического оборудования (прежде всего его способность обеспечивать заданные точность и шероховатость обрабатываемой поверхности); квалификационных, определяемых квалификацией работающих; организационных, характеризующих состояние технологической дисциплины, уровень научной организации труда; экономических (уровень цен на продукцию машиностроения и потребляемые материалы, и комплекующие изделия, порядок финансирования мероприятий по повышению качества продукции и др.).

Целью работы является поиск новых технических решений для получения наиболее качественного изделия.

Существуют различные методы повышения качества при производстве подшипников. Возможна замена оборудования на новое, более точное и многофункциональное. Выбор станочного оборудования является одной из важнейших задач при разработке технологического процесса механической обработки заготовки. От правильного его выбора зависит производительность изготовления детали, экономное использование производственных площадей, механизации и автоматизации ручного труда, электроэнергии и в итоге себестоимость изделия.

Возможна замена инструмента. Оптимальность режущего инструмента определяется, прежде всего, выбором оптимальной для данных условий обработки марки режущего материала и оптимальной геометрией (конструкцией) режущей части. Сейчас существуют токар-

ные инструменты с керамическими пластинами, которые обеспечивают повышенную универсальность, надежность, а также увеличение производительности до 30%. Существует так же абразивный инструмент с повышенной пористостью, на органической связке, составной инструмент с различными характеристиками, импрегнированный абразивный инструмент. Все эти инструменты обладают высокой производительностью и позволяют достичь высокой степени точности обработки.

Замена приспособлений также может повысить качество обработки. Станочные приспособления расширяют технологические возможности металлорежущего оборудования. Обоснованное применение станочных приспособлений позволяет получать высокие технико-экономические показатели. Выбор приспособления в основном сводится к решению следующих вопросов: целесообразности применения приспособления вообще, применения того или иного приспособления с учетом экономичности, трудоемкости и длительности цикла технологической подготовки производства, обеспечения точности изготовления детали, а также и надежности ее крепления на станке.

Так же можно спроектировать новый технологический процесс изготовления. Альтернативный технологический процесс должен отличаться от базового наиболее прогрессивными методами обработки, и быть направлен на повышение качества продукции, либо повышение производительности, либо на снижение затрат связанных с обработкой детали.

Выбор того или иного метода зависит от конкретного случая, так как каждый из них имеет различные материальные затраты и период внедрения.

#### **Список литературы**

1. Ермаков, Ю. М. Современные тенденции развития абразивной обработки. / Ю.М. Ермаков, Степанов Ю. С. (Машинстр. Пр-во. Сер. Технология и оборуд. обра-ботки металлов резанием: Обзор. Информ./ВНИИТЭМР. Вып. 3) М., 2001. С. 24-26.
2. Жедь, В.Н. Режущий инструмент оснащенный сверхтвердыми и керамическими материалами и их применение. / В.Н. Жедь, В.Г. Боровский. – М.: Машиностроение, 2007. – 243 с.
3. Нахапетян, Е.Г. Перспективы и пути развития научного и производственного потенциала в машиностроении и станкостроении России. / Е.Г. Нахапетян, А.Н. Феофанов, Б.И. Черпаков. // СТИН – 2005. – №5. – С. 5 – 7.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА ДЕТАЛИ «ВИНТ» МИКСЕРА БЕТОНОМЕШАЛКИ**

Грошев А.М., Крутикова А. А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Предлагается способ восстановления детали «Винт» миксера бетономешалки.  
Offered a way to restore the detail of "Screw" concrete mixer.

Газобетон (автоклавный ячеистый бетон), как и пенобетон, относится к группе ячеистых бетонов, представляет собой, искусственно созданный пористый камень. Пористая структура придает газобетону первоклассные теплоизоляционные и энергосберегающие свойства, а также незначительный вес, что выгодно отличает его от других, широко применяемых в строительстве материалов, например, шлакоблоков, кирпича, бетона.

Все эти свойства газобетона, делают его одним из самых популярных материалов при строительстве. Доказательством тому служит неуклонный рост объемов производства газобетона.

Для небольших фирм, занимающихся производством газобетона, имеются различные варианты исполнения оборудования: от доступных полуавтоматических линий до целиком автоматизированных производственных линий. Одной из основных установок любой линии для производства газобетона является бетономешалка, а точнее ее миксер.

Исходными материалами для изготовления газобетона являются вода, известь, цемент и кварцевый песок. При работе с такими материалами винт миксера подвергается сильному абразивному износу. У вала, который вращает винт, при воздействии больших нагрузок происходит износ шпоночного паза. Учитывая то, что покупка новых деталей для замены изношенных очень дорогостоящая, предлагается проводить на предприятии восстановительный ремонт детали «Винт».

Технология ремонта будет включать в себя следующие операции:

- 1) наплавка и обработка шпоночного паза вала;
- 2) изготовление винта и запрессовка его на вал.

Технологический процесс изготовления винта состоит в изготовлении втулки, к которой привариваются пластины, далее изделие подвергается закалке, после чего окончательно обрабатывается согласно требованиям чертежа.

#### Список литературы

1. Производство газобетона [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.ideibiznesa.org/proizvodstvo-gazobetona.html> свободный. – Дата обращения (21.04.2014 г.)

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ УСПО

Евсеев В.Н., Федотов Е.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

В статье рассматриваются вопросы применения систем приспособлений универсально-сборной переналаживаемой оснастки.

The article examines the use of systems devices universal modular reconfigurable tooling.

Комплекты крепежной оснастки роботизированных технологических модулей и ГПС для механообработки включают в себя унифицированные вспомогательные средства для базирования и закрепления заготовок. В зависимости от типа обрабатываемых заготовок (тел вращения, призматических, плоских или фигурных) крепежная оснастка может быть разделена по видам обработки для токарных, сверлильно-фрезерно-расточных, зуборезных, шлифовальных и других станков.

Для крепления заготовок на столах станков сверлильно-фрезерно-расточной группы, поворотных столах и планшайбах токарных и многоцелевых станков с ЧПУ применяются различные типы универсальной и специальной технологической оснастки.

Особенностью технологической подготовки производства с применением универсально-сборной переналаживаемой оснастки УСПО является замена специальных приспособлений универсальным набором взаимозаменяемых деталей и узлов для изготовления разнообразной переналаживаемой оснастки, предназначенной для выполнения конкретных механосборочных операций.

По конструктивному исполнению детали и сборочные единицы УСПО изготавливаются трех видов (серий). Конструктивные элементы деталей и сборочных единиц УСПО, их основные параметры и нормы точности выполняются по ГОСТ 31.121.41-84, а технические требования — по ГОСТ 31.121.42-84.

Детали, сборочные единицы и средства механизации УСПО классифицированы по функциональному признаку на группы: базовые, корпусные, установочные, направляющие, зажимные, крепежные, пневмогидравлические приводы, элементы блокировки и арматуры, вспомогательные.

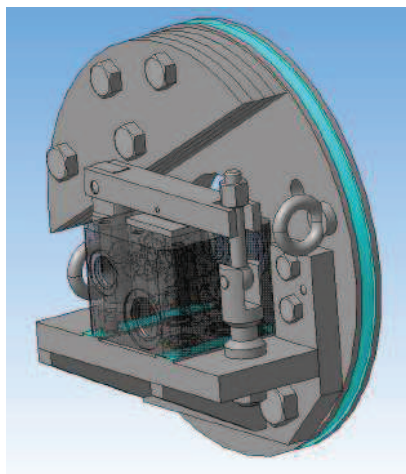


Рисунок 1

Единством конструктивного исполнения деталей и сборочных единиц УСПО обеспечивается их функциональная взаимозаменяемость в каждой серии, а посредством переходных установочных деталей — взаимозаменяемость между смежными сериями. Соединение и фиксирование деталей и сборочных единиц при агрегатировании приспособлений. Детали и сборочные единицы УСПО специально предназначены для агрегатирования приспособлений при обработке на станках с ЧПУ, встраиваемых в ГПС.

Разработано приспособления на основе УСПО для токарной операции. Приспособление токарное предназначено для обработки сквозного отверстия диаметром 15.8 мм. (Рисунок 1)

Приспособление за грузоподъемным средством поднимается из кузова внутрицехового транспорта и перемещается к концу шпинделя станка, на котором закреплена планшайба.

Приспособление с зазором одевается отверстием  $\square 100$  на центрирующую шейку планшайбы и прикручивается к ней четырьмя болтами.

Затем приспособление обкатывается на шпинделе и производится замер радиального биения центрирующей шейки приспособления с помощью индикатора часового типа и индикаторной стойки. Величина радиального биения центрирующей шейки приспособления относительно шпинделя не должна превышать 0.01 мм.

Приспособление не содержит механизированного привода, поэтому не нуждается в дорогих устройствах подвода сжатого воздуха и масла к вращающимся приспособлениям. Отсутствие механизированного привода ухудшает эргономику приспособления, так как после окончания цикла обработки заготовки шпиндель может остановиться в любом положении, что потребует от оператора либо дополнительных усилий для установки и закрепления детали, либо дополнительного времени на смену скорости вращения шпинделя и поворот приспособления в удобное положение.

УСПО применяется в мелкосерийном среднесерийном и серийном механообрабатывающем производстве на станках с повышенными режимами резания, при необходимости большей в сравнении с УСП (УСПМ) жесткостью конструкций и стабильностью параметров приспособлений.

## НАНОПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ТИТАНА И АЛЮМИНИЯ ДЛЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Евсеев В.Н., Федотов Е.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета*

В статье рассматриваются вопросы применения покрытий на современные режущие инструменты.  
The article examines the use of modern coatings on cutting tools.

Роль покрытий для современного инструмента трудно переоценить. На современные высокопроизводительные режущие инструменты все чаще наносится покрытие на основе титана и алюминия. Разные статистические источники приводят разные цифры, но во всех отче-



тах доля этого покрытия не опускается ниже 25%, а по некоторым данным доходит до 55 % от общей доли покрываемого инструмента. Причина таких оценок – в уникальных свойствах самого покрытия на основе Ti и Al:

- высокая твердость (примерно 25-38 ГПа) при относительно небольших остаточных напряжениях (3-5 ГПа);
- высокая твердость при нагреве («горячая твердость»), определяющая незначительные потери твердости (около 30-40 %) при температурах до 800 °С;
- высокая стойкость к окислению – та же скорость окисления (около 15-20 мкг/см<sup>2</sup>) при температуре 800 °С, что для покрытия TiCN при 400 °С или для покрытия TiN при 550 °С;
- низкая теплопроводность (коэффициент относительного температурного расширения на 30 % ниже, чем у покрытия TiN).

Технология нанесения покрытий на основе титана и алюминия является одной из наиболее быстро развивающихся. Даже за тот относительно небольшой период времени существования покрытия предложено достаточно большое количество решений по улучшению его свойств, описанных выше. Отметим только некоторые из них:

- комбинация дугового метода и метода магнетронного осаждения;
- фильтрация микрокапель при дуговом методе;
- оптимизация параметров процесса, таких как ток дуги, напряжение смещения, давления азота и т.д.;
- оптимизация кристаллической структуры для улучшения стойкости к коррозии;
- нанесение многослойных покрытий для увеличения вязкости и толщины покрытия;
- добавление легирующих компонентов, таких как:
  - 1) хром и иттрий для увеличения окислительной стойкости;
  - 2) цирконий, ванадий, бор и гафний для увеличения износостойкости;
  - 3) кремний для увеличения твердости и стойкости к химическим реакциям.

Наиболее важными направлениями совершенствования на основе титана и алюминия представляются работы по нанесению нанослойных покрытий и увеличению доли алюминия.

Ведущие изготовители установок для нанесения покрытий постоянно улучшают их, давая возможность производителям инструмента увеличивать содержание алюминия в покрытии. Увеличение доли алюминия увеличивает твердость, износо- и теплостойкость. Покрытия, в которых доля алюминия не превышает 50%, обозначаются как TiAlN. Если доля алюминия составляет более 50%, то используется обозначение AlTiN. Однако существует предел содержания алюминия, после которого дальнейшее увеличение не дает никакого дополнительного преимущества и не имеет особого смысла. Таким пределом считают 67%, 75%, а в некоторых источниках – 80% алюминия.

Возможность наносить нанослойные покрытия стала следствием развития техники (установок) для нанесения покрытий. При определенной частоте чередования слоев, т.е. при определенной толщине нанослоев, может быть получено значительное увеличение твердости.

Высокая твердость является следствием существенного различия модуля Юнга (модуля упругости) материалов субслоев. Снижение твердости при малых толщинах слоев (около 6-7 Нм) объясняется «грубостью» границ между слоями. Если установка и технология нанесения покрытия позволяет получить «четкие» границы, то снижения твердости не наблюдается.

Для нанесения нанослойных покрытий необходимо синхронизировать управление катодом и вращение материала, на который наносится покрытие. Это относительно просто, если покрываются одинаковые инструменты большими партиями. Но процесс становится значительно сложнее, если покрываются различные инструменты в одной партии. Таким образом, получение нанослойного покрытия с постоянной периодичностью чередования слоев невозможно, если в одной партии в камере находятся одновременно маленькие и большие инструменты, пластины, штампы, пресс-формы и детали машин (а все эти элементы нуждаются в современных покрытиях). Кроме того, расстояние между нанослоями изменяется в процессе

эксплуатации инструмента из-за изменения температуры, что также снижает эффективность такого покрытия.

В составе нанокompозитных покрытий наносятся различные материалы (например, титан, алюминий и кремний). Они не могут быть смешаны. Две различные фазы присутствуют в плазме и, в результате, нанокристаллический TiAlN оказывается внедренным в аморфную матрицу Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> (как арматура в бетон).

Такая структура обеспечивает крайне высокую твердость (40-50 ГПа), которая сохраняется и при высоких температурах (до 1000°C) даже при небольшом содержании алюминия (50%). Такие характеристики крайне важны при высокопроизводительной обработке без СОЖ. Дальнейшее улучшение свойств такого покрытия возможно, если нанокompозитное покрытие наносится еще и по нанослойному методу. Периодичность слоев в этом случае составляет около 35 ангстрем.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ

Зотов В.Н., Тарасова Т.С.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

В статье рассматриваются вопросы проектирования технологических процессов обработки деталей для станков с ЧПУ.

The article examines the design process machining for CNC machine tools.

Объем механической обработки деталей, изготавливаемых в мелкосерийном и среднесерийном производствах, составляет примерно 75...80 % общего объема механической обработки в машиностроении. Дальнейшее развитие автоматизации производств этих типов базируется главным образом на широком применении станков с ЧПУ. Важной особенностью автоматизации процесса обработки деталей машин на металлорежущих станках с программным управлением является сохранение широкой универсальности станков, что делает возможной обработку на них любых деталей, которые могут быть получены на универсальных станках соответствующих типов.

Виды и характер работ по проектированию технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ существенно отличаются от работ, проводимых при использовании обычного универсального и специального оборудования. Прежде всего значительно возрастает сложность технологических задач и трудоемкость проектирования технологического процесса. Для обработки на станках с ЧПУ необходим детально разработанный понереходный технологический процесс. Более того, при использовании ЧПУ появляется принципиально новый элемент технологического процесса – управляющая программа, для разработки и отладки которой требуются дополнительные затраты средств и времени.

Существенной особенностью технологического проектирования для станков с ЧПУ является также необходимость точной увязки траектории автоматического движения режущего инструмента с системой координат станка, исходной точкой и положением заготовки. Это налагает дополнительные требования к приспособлениям для зажима и ориентации заготовки, к режущему инструменту.

Расширенные технологические возможности станков с ЧПУ обуславливают некоторую специфику решения таких традиционных задач технологической подготовки, как проектирование операционного технологического процесса, базирование детали, выбор инструмента и т. д.

Проектирование технологических процессов для станков с ЧПУ делится на пять этапов: обеспечение технологичности конструкции деталей; управление процессом подготовки УП; разработка технологического процесса и выбор средств технологического оснащения деталей; программирование технологических операций; внедрение УП.

На каждом из этапов проектирования выполняются определенные виды работ.

На первом этапе производится выбор номенклатуры деталей на основе конъюнктурного (оценивается возможность перевода обработки детали на станки с ЧПУ по ее конструктивно-технологическим признакам и производственным условиям) и технико-экономического (рассчитывается снижение трудоемкости обработки и окупаемость затрат) анализа. Составляется перечень деталей, обрабатываемых на оборудовании с ЧПУ. Производится унификация их конструктивных элементов. Уточняются размеры на чертежах.

Второй этап включает разработку плана-графика подготовки УП, осуществление контроля его выполнения.

На третьем этапе обрабатываемые на станках с ЧПУ поверхности группируются по видам обработки. Подбирается оборудование с ЧПУ для их обработки, формируется маршрутная карта. Разрабатываются операционные карты, карты эскизов и карты наладки инструментов. Производится формирование карты заказа на разработку УП, разрабатываются заказы на приспособления и инструмент. Определяется траектория движения инструмента, назначаются режимы обработки, формируются исходные данные для программирования и оформления необходимой документации.

Содержание работ на четвертом этапе зависит от метода подготовки УП. При ручной подготовке производится составление программы в коде ИСО-7 бит, запись УП на программном носителе, ее контроль и редактирование. При автоматизированном программировании описываются исходные данные о детали на входном языке системы автоматизированного программирования (САП). Производится расчет траектории движения инструмента и ее преобразование с учетом конкретного технологического оборудования, вывод диагностических сообщений и промежуточной информации, вывод управляющей программы и сопроводительной технологической документации, анализ диагностических сообщений, обнаружение, локализация и исправление ошибок.

Пятый этап включает отладку и корректировку УП на устройствах контроля, отладку УП на оборудовании с ЧПУ, корректировку технологической документации, оформление акта внедрения.

## **ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ**

Бобраков И.А., Казаров А.В., Константинов А.Н., Семенов С.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

В статье рассматриваются особенности обработки корпусных деталей на многоцелевых станках.  
The article discusses the features of processing of body parts to multi-task machines.

На многоцелевых (сверлильно-фрезерно-расточных) станках с ЧПУ наиболее часто обрабатывают корпусные, плоские и детали сложной конфигурации. Такие детали можно рассматривать как сочетание элементарных поверхностей, что облегчает формализацию разработки ТП и программирование их обработки.

Из элементарных поверхностей на корпусных деталях чаще всего выделяют отверстия, плоскости, пазы, карманы, окна и т.п.

Обрабатываемые плоскости, пазы, окна и другие элементы корпусных деталей располагаются перпендикулярно, параллельно или под углом к оси шпинделя. Многоцелевые станки (МС)

заменяют фрезерные, сверлильные, расточные и в отдельных случаях – токарные станки так как они позволяют совместить операции фрезерования прямолинейных и криволинейных поверхностей, центрования, сверления, рассверливания, зенкерования, развертывания, цекования, растачивания, раскатывания и накатывания отверстий, нарезания резьбы (метчиками, плашками, резцовыми головками, резцами), круговое фрезерование наружных и внутренних цилиндрических, конических и фасонных поверхностей и круговых пазов концевыми и дисковыми фрезами.

Круговое фрезерование - новая операция обработки отверстий, которая применяется на фрезерных и МС с контурным и комбинированным устройством ЧПУ. В этом случае отверстия вместо растачивания можно обработать фрезерованием, для чего фрезе сообщают круговую подачу. Круговое фрезерование рекомендуется использовать для предварительной обработки отверстий длиной до 60-80 мм в литых заготовках (для снятия черного припуска).

Среди технологических переходов, выполняемых на МС, отмечают сверление и нарезание резьбы в крепежных отверстиях под болты, винты и шпильки; сверление, зенкерование, развертывание, растачивание точных посадочных отверстий – гладких и ступенчатых; обработку отверстий в литых деталях.

Соосные отверстия в противоположащих стенках корпусных деталей обрабатывают на МС консольно закрепленными инструментами, последовательно, с поворотом заготовки вместе со столом станка на  $180^{\circ}$ .

Достижимая точность зависит от точности поворота делительного стола; погрешность деления не должна превышать половины поля допуска на отклонения взаимного расположения отверстий по чертежу детали.

При обработке отверстий осевым инструментом, если требования к точности невысоки, операцию выполняют в следующей последовательности: сначала обрабатывают все отверстия одним инструментом, затем следующим и т.д. Если требования к точности размера по диаметру и форме высокие, их стремятся обрабатывать полностью по отдельности, со сменой инструмента у каждого отверстия и с перемещением шпинделя по оси Z. В противном случае погрешность обработки будет увеличиваться за счет погрешности позиционирования подвижных узлов станка.

При обработке системы координированных отверстий широко применяют засверливание отверстий короткими жесткими сверлами – своеобразную разметку расположения осей будущих отверстий. При работе по литейной корке это позволяет решить и другие задачи: облегчить врезание и повысить стойкость сверл не большого диаметра и вместе с тем снять фаску на входе в отверстие, если она предусмотрена чертежом. Засверливание целесообразно применять для обработки отверстий диаметром до 15 мм в деталях из черных металлов.

На МС при зенкеровании или развертывании отверстий направляющие устройства типа кондукторов, как правило, не применяются. Однако, в отдельных случаях для обеспечения повышенных требований к параметрам точности отверстий, особенно по расположению оси, целесообразно использовать переналаживаемые устройства для направления концевых мерных инструментов.

Если рассматривать полную обработку детали на МС, то для достижения высокой эффективности всю обработку заготовки стремятся выполнить на одном станке за один-два установа. Однако в отдельных случаях из-за опасности искажения формы деталей вследствие перераспределения остаточных напряжений, имеющих в исходной заготовке, ТП разделяют на операции черновой (обдирочной) и последующей обработки. Черновую обработку выполняют на мощных, жестких станках (с ЧПУ или универсальных); затем детали направляют на термообработку для снятия внутренних напряжений. Дальнейшую механическую обработку выполняют на многоцелевом станке.

## АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ

Краснов А.В., Семенов С.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

В статье анализируются факторы влияющие на точность шлифовальной обработки колец подшипников.  
The article analyzes the factors affecting the accuracy of the grinding work of bearing rings.

Высокая точность размеров и формы колец подшипников достигается шлифованием. Одновременно с увеличением производительности должно быть достигнуто повышение точности и качества детали.

Точность выполнения размеров и формы при шлифовании зависит от: а) способа получения заданных размеров; б) износа круга; в) установки детали при обработке; г) постоянства положения оси вращения станочного шпинделя; д) плавности малых перемещений; е) силовых деформаций и жесткости системы; ж) тепловых деформации; з) погрешностей предварительной обработки; и) точности станка. Всеми этими факторами, кроме геометрической точности станка, можно частично управлять за счет изменения режимов обработки.

Величина шероховатости при шлифовании зависит от следующих факторов:

- величины подачи, с увеличением которых высота шероховатостей возрастает
- окружной скорости круга; с увеличением ее возрастает количество абразивных зерен, участвующих в процессе шлифования в единицу времени, а это приводит к уменьшению глубины врезания отдельных зерен, что обеспечивает улучшение шероховатости поверхности;
- времени выхаживания; при выхаживании упругая система возвращается в исходное положение, при этом натяг в системе уменьшается, а вместе с ним и глубина внедрения абразивных зерен в обрабатываемую поверхность. Уменьшение глубины внедрения обеспечивает улучшение шероховатости на 2–3 разряда. Время выхаживания возрастает с увеличением поверхности обработки, с увеличением соотношения натягов системы в начале и конце выхаживания, с уменьшением жесткости системы и режущей способности круга. Снижение натяга и улучшение шероховатости происходит интенсивно в начале выхаживания, затем замедляется, поэтому время выхаживания обычно ограничивают;
- зернистости круга; с уменьшением размеров абразивных зерен шероховатость поверхности улучшается;
- режима правки круга; с уменьшением продольной подачи алмаза на один оборот круга снижается высота шероховатости. Применяя очень малую подачу алмазного инструмента при правке круга (0,01–0,02 мм/об), можно получить шероховатость 9-11 классов кругами зернистостью 40–25. Однако с уменьшением подачи на оборот круга при правке снижается его режущая способность;
- твердости круга; высота неровностей в известном диапазоне твердостей снижается с увеличением твердости круга. Значительная и неравномерная твердость круга может быть источником вибраций и увеличения шероховатости обработанной поверхности;
- материал связки круга; при работе кругами на вулканитовой и бакелитовой связках с повышенными упругими свойствами высота шероховатости снижается, особенно при специальных кругах на бакелитовой связке с графитовым наполнителем. Это в известной степени зависит от смазывающего действия графита;
- времени работы круга после правки; с увеличением этого времени высота шероховатости увеличивается, что объясняется ухудшением микрорельефа образующей круга из-за неоднородности его износа, а также возрастанием амплитуды автоколебаний при притуплении круга;

- свойств обрабатываемого металла; с уменьшением микротвердости высота гребешков на поверхности черных металлов возрастает; также в тех случаях, когда абразивный материал не является оптимальным для обрабатываемого металла;

- смазочно-охлаждающей жидкости; применение масла и масляных эмульсий взамен водно-химических растворов уменьшает высоту шероховатости. Загрязнение смазочно-охлаждающей жидкости приводит к ухудшению чистоты поверхности;

- состояние станка; при повышенных зазорах во вкладышах опор на деталях появляются часто расположенные следы вибраций, а иногда и царапины. При биении шпинделя на поверхности детали появляются длинные и редко расположенные следы вибрации. При вибрациях станка вследствие неполного крепления и недостаточной балансировки электродвигатели или шпинделя на поверхности появляются правильно расположенные следы.

Для уменьшения шероховатости большое значение имеет оснащение шлифовальных станков устройствами для очистки охлаждающей жидкости. Применение оптимальных режимов резания. Корректный выбор правки шлифовального круга.

## ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ

Пиргар Р.Ю., Лесков А.В., Ткаченко Н.Н., Белухин Р.А.,  
*Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета*

В статье рассмотрены проблемы технологии шлифовальной обработки колец подшипников.  
The problems of grinding processing technology bearing rings.

В технологическом процессе изготовления деталей подшипников приблизительно 60 % суммарной трудоёмкости приходится на шлифование. Высокая точность размеров и формы закаленных деталей достигается шлифованием. Поэтому особое значение в производстве подшипников качения имеет усовершенствование процессов шлифования. Одновременно с увеличением производительности должно быть достигнуто повышение точности и качества детали.

Как показали теоретические и экспериментальные исследования, эффективное удаление припуска при шлифовании поверхностей деталей зависит от ряда факторов, важнейшими из которых являются окружная скорость шлифовального круга, скорость поперечной подачи, скорость вращения шлифуемой поверхности детали, жёсткость шлифовального станка, качество абразивного инструмента, эффективность смазочно-охлаждающей жидкости.

Кольца шлифуют периферийной и торцовой поверхностью круга при скоростях резания 15-50 м/сек, при высоких удельных давлениях. Процесс шлифования сопровождается интенсивным тепловыделением, температура на участке резания повышается до 800 – 1200 °С, а в отдельных случаях свыше 1500 °С.

В подшипниковой промышленности применяют технологические процессы в один и два цикла, с патронным и бесцентровым зажимом обрабатываемого изделия.

Технология обработки колец роликовых подшипников отличается тем, что поверхности качения наружных и внутренних колец шлифуют в две операции, а у внутренних колец после шлифования поверхности качения обрабатывают торцы бортиков

Торцы наружных и внутренних колец шлифуют на двухшпиндельных плоскошлифовальных станках 3772-Б, являющиеся устаревшими, рекомендованы более современные станки Бланшард 16А.

При шлифовании посадочного отверстия предъявляются высокие требования к точности его размера и формы. Кольца с диаметром отверстия от 8 до 150 мм рекомендуется обра-

батовать на полуавтоматах или автоматах с калибровым промером. Отверстия колец больших размеров необходимо шлифовать на внутришлифовальных станках с визуальным промером.

Поверхности качения наружных колец роликоподшипников рекомендуется шлифовать на бесцентрово-шлифовальных автоматах, а внутренних колец - на станках полуавтоматах ХСЗ-3486 с мембранными зажимами, оснащённых автооператорами.

Прогрессивным направлением в обработке отверстий и дорожек качения колец является беспатронный метод шлифования на жёстких опорах. В этом случае разностенность колец близка к нулю. Этот метод позволяет с высокой производительностью вести шлифование стабильно с заданной точностью. При этом конструктивно удобно автоматизировать загрузку-выгрузку изделий и подналадку по мере износа круга.

Необходимо широко внедрять одновременное шлифование двух торцов колец на двухшпиндельных автоматах с горизонтальным расположением осей шпинделя.

## **ТВЕРДОЕ ТОЧЕНИЕ – АЛЬТЕРНАТИВА ТОЧНОМУ ШЛИФОВАНИЮ**

Прокудин В.А., Рябикин П.Н., Трегубов А.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматривается токарная обработка, позволяющая заменить финишное шлифование детали  
Considered turning, grinding, finishing allowing to replace parts

Шлифование – наиболее распространенный способ финишной обработки твердых и точных поверхностей вращения детали машин. В условиях серийного и массового типов производства экономическая точность чистового круглого шлифования (как наружного, так и внутреннего) соответствует IT6 качество при шероховатости обработки закаленных стальных поверхностей Ra 3,2...0,2 мкм [1]. Операции суперфиниширование и хонингования, например, дорожек качения наружных и внутренних подшипниковых колец снижают шероховатость поверхностей, предварительно обработанных шлифованием до зеркального блеска, Ra 1,6...0,1 мкм и обеспечивает почти полное отсутствие дефектов (h 5...3 мкм) в обработанном твердом (HRC 60...64) поверхностном слое [1].

Внутреннему шлифованию, как известно, присущи недостатки связанные с ограничениями по скорости резания, сниженной производительностью и точностью процесса ввиду ограничений размеров инструмента диаметрами обрабатываемых отверстий.

Решение главной задачи повышение эффективности промышленного производства, а это, бесспорно, снижение его трудоемкости и себестоимости, требует новых подходов к технологическим процессам изготовления деталей. Одним из наиболее перспективных с указанных позиций является процесс так называемого «твердого точения».

Область использования твердого точения заключается в замене шлифования токарной обработкой закаленных до HRC 50...70 поверхностей вращения заготовок деталей.

Суть процесса обработки состоит в специально подобранных режимах резания, материалах инструмента и его геометрических параметрах, а также в характеристиках применяемого оборудования, обеспечивающих в зоне контакта заготовки с лезвием инструмента во время точения или растачивания повышение температуры до 1500 °С, что сопоставимо с температурой плавления стали 1300–1500 °С/

Однако, ввиду значительных скоростей резания высокотемпературная зона контакта, перемещаясь по винтовой линии с высокой скоростью, не позволяет прогреться заготовке до высоких температур, а тепло уносится раскаленной струей стекающей стружки. Применение СОТС при обработке исключается.

Исходная твердость детали после обработки уменьшается на 2...3 HRC, а достигнутая точность соответствует IT5 квалитет при зеркальной чистоте обработанной поверхности - шероховатость  $Ra$  0,2 мкм.

По сведениям [2,3], черновое твердое точение реализуется при глубинах резания 0,5...3 мм на скорости резания до 150 м/мин и подаче 0,1...0,3 мм/об. Прецизионное твердое точение производят при глубине резания 0,02...0,05 мм на скорости до 300 м/мин и выше при подаче 0,05...0,15 мм/об для непрерывных поверхностей заготовок при HRC 58...65. При этом точность обработки соответствует IT 4...5 квалитет при шероховатости  $Rz$  1 мкм.

Единственный из известных инструментальный материал, имеющий требуемые твердость и красностойкость – это кубический нитрид бора. Выпускается в различных модификациях в сменных токарных пластинах, а для лучшего теплоотвода пластины устанавливаются в очень массивных резцедержателях из сплавов с увеличенной теплопроводностью.

Высокая твердость закаленной заготовки, отрицательный передний угол лезвия предполагают повышенные силы резания, которые, замыкаясь в токарной технологической системе, требуют для обеспечения высокой точности обработки применения оборудования повышенной жесткости. Удовлетворительными характеристиками по жесткости обладают токарные одно- и многошпиндельные обрабатывающие центры целого ряда фирм. Среди них отдельно отметим патентованную гидростатическую продольную направляющую суппорта фирмы Monforts (Германия), обеспечивающую микронную точность перемещений при максимальной нагрузке и жесткость не хуже 10000 Н/мкм в крайних положениях суппорта. В средней зоне движения суппорта жесткость направляющей значительно выше.

Выделим дополнительные преимущества технологического процесса твердого точения в качестве альтернативы точному шлифованию:

1. Универсальность процесса: на одном токарном обрабатывающем центре возможна обработка как наружных, так и внутренних поверхностей заготовок с одинаково высокой скоростью резания.
2. Обработка ведется без использования смазывающе-охлаждающих технологических средств.
3. Значительно большие удельные съемы материала, более высокая производительность процесса.
4. Меньшие удельные затраты на обработку, по сравнению со шлифованием – на 70 %, а время обработки уменьшается в 2,6...4 раза.
5. Снижение трудоемкости и расходов на оплату труда, так как на операциях твердого точения возможно многостаночное обслуживание оборудования.

В заключении отметим, что твердое точение является реальной альтернативой шлифованию.

На рынке уже имеется специализированное оборудование и инструмент для твердого точения и, что особенно важно, российские компании, разрабатывающие и внедряющие в производство технологии токарной обработки закаленных сталей, в том числе технологии обработки колец подшипников качения.

Приводим эти сведения для справки:

1. Компания "Киров - Станкомаш", г. Санкт-Петербург.
2. Станок с ЧПУ марки RNC-500 фирмы Monforts Werkzeugmaschinen GmbH&Co.KG, Германия.
3. Сменные токарные пластины со вставками кубического нитрида бора, торговых названий КНБ, Эльбор, Боразон, CBN, PCBN различных режущих геометрий и цен, производителей из КНР, Японии, Тайваня, Ю. Кореи, российского завода "Композит" и др.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. 656 с., ил.
2. [http://prep-surina.narod.ru/news/tverdoe\\_tochenie/2014-02-08-1](http://prep-surina.narod.ru/news/tverdoe_tochenie/2014-02-08-1).



## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Ситников А.И., Тарасова Т.С.

*Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета*

В статье рассматриваются влияние температуры резания при шлифовании на качество обработанной поверхности.

The article discusses the effect of temperature on the cutting when grinding surface quality.

Одним из путей повышения эффективности производства и качества изделий является широкое применение обработки деталей абразивными инструментами. Абразивная обработка позволяет обеспечить требуемые точность и качество деталей при высокой производительности, а значит обеспечить высокую надежность и долговечность машиностроительной продукции в процессе эксплуатации, поэтому объем и роль данного вида операций в машиностроении непрерывно возрастают.

Существуют различные факторы, влияющие на изменение температуры в зоне резания:

1) увеличение скорости детали уменьшает глубину распространения температуры по сечению, но одновременно сокращается продолжительность воздействия источника тепла.

2) увеличение глубины шлифования и угла контакта детали с кругом незначительно изменяют характер распределения температуры по сечению, делая соответствующую кривую более полой.

3) увеличение поперечной подачи во всех случаях ведет к росту температуры шлифования и продолжительности ее воздействия. Температура шлифования возрастает сильнее с увеличением глубины резания, увеличение скорости детали и продольной подачи влияет в меньшей мере. Это объясняется тем, что с увеличением глубины резания возрастает время воздействия источника тепла, а с увеличением скорости детали и продольной подачи время воздействия снижается.

4) влияние скорости круга. Температура шлифования возрастает с увеличением скорости круга, причем показатель степени  $\sim 0,25 - 0,35$ .

5) влияние диаметра круга. Температура шлифования снижается с увеличением диаметра круга, показатель степени  $\sim 0,25$ .

6) влияние зернистости круга. Температура шлифования снижается с уменьшением зернистости абразивных кругов с № 40 до № 25, что объясняется меньшим радиусом скругления у вершин абразивных зерен. При дальнейшем уменьшении размеров зерен до зернистости № 16 и 12 наблюдается небольшое увеличение температуры, что объясняется большей склонностью круга к притуплению и засаливанию.

7) влияние материала связки. Применение кругов на бакелитовой и силикатной связках снижает интенсивность теплообразования в зоне резания по сравнению с кругами на керамической связке.

8) влияние пористости. С повышением пористости круга уменьшается появление ожогов на шлифуемой поверхности.

9) влияние диаметра обрабатываемой поверхности. Температура шлифования снижается с увеличением диаметра обрабатываемой поверхности.

10) влияние теплопроводности обрабатываемого металла. Температура шлифования повышается со снижением теплопроводности обрабатываемого металла. Наибольшей теплопроводностью обладает чистое железо. Углерод понижает теплопроводность. Введение в

сталь легирующих элементов, также понижает теплопроводность. Меньшее влияние оказывает  $C_o$ , сильнее понижает теплопроводность  $C_r$ ,  $Ni$ , затем  $Al$ ,  $Si$ ,  $Mn$ .

11) влияние твердости круга на температуру. Температура шлифования возрастает при шлифовании слишком твердыми кругами, так как в этом случае затупившиеся зерна несвоевременно удаляются с поверхности круга и повышают коэффициент трения.

12) влияние силы резания при шлифовании на температуру в зоне резания. С увеличением силы увеличивается и температура, соответственно на температуру влияют и коэффициенты увеличивающие силу резания.

Для устранения возможности возникновения ожогов необходимо уменьшить тепловой эффект при шлифовании. Опыт показывает, что на количество выделяемого при шлифовании тепла, а следовательно, и на возможность появления ожогов можно влиять соответствующим подбором режимов резания, характеристик шлифовальных кругов и соответствующей наладкой станка. Поскольку наибольшее количество тепла выделяется за счет трения круга о шлифуемую поверхность, то основные мероприятия, направленные на снижение температуры шлифования, заключаются в снижении коэффициента трения между кругом и деталью.

Прежде всего, необходимо обеспечить достаточно обильную подачу охлаждающей жидкости в зону резания и улучшение ее качества, так как охлаждающая жидкость уменьшает коэффициент трения между кругом и деталью.

При увеличении скорости вращения шлифовального круга количество выделяемого тепла возрастает. С увеличением скорости вращения детали также возрастает выделение тепла, но одновременно сокращается продолжительность воздействия источника тепла. Сокращение времени воздействия источника тепла на обрабатываемую поверхность снижает температуру шлифования.

Увеличение поперечной подачи во всех случаях ведет к росту температуры шлифования и продолжительности ее воздействия. Поэтому при шлифовании особенно важно применение малых чистовых подач и выхаживания в конце цикла, что позволяет получить поверхность без ожогов.

Снижение температуры шлифования может быть достигнуто шлифованием пористыми и высокопористыми кругами. С увеличением пористости, т. е. с повышением номера структуры, уменьшается возможность появления ожогов, так как трение при этом меньше, лучше размещается снимаемая стружка, зерна круга легко обновляются.

Для уменьшения возможности возникновения прижогов и трещин следует:

1) подводить обильное количество смазочно-охлаждающей жидкости, уменьшающей коэффициент трения между шлифуемой деталью и кругом.

2) уменьшать глубину шлифования и работать без подачи на глубину в конце шлифования.

3) применять более мягкие круги. Если нельзя работать мягкими кругами, необходимо увеличить скорость движения детали. В результате этого уменьшится время нагревания каждого участка и увеличится усилие шлифования, что будет способствовать самозатачиванию круга.

4) применять круги из электрокорунда хромистого, циркониевого, электрокорунда белого, эльбора вместо кругов из электрокорунда нормального.

5) применять сегментные круги, вместо кольцевых, при торцевом шлифовании.

6) увеличить наклон оси шлифовальной бабки при торцевом шлифовании, чтобы сократить длину контакта круга с деталью.

Было установлено, что при большой температуре в зоне резания, появляется огромное количество дефектов, которые в свою очередь влияют на качество поверхности. Поэтому необходимо правильно подбирать оптимальные для заданных условий обработки режимы резания, учитывая скорость резания, глубину, параметры круга, характеристики СОЖ и правильную ее подачу. Не соблюдение столь многих факторов ведет к браку продукции.

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДШИПНИКОВ

Хлопенко В.В., Даниленко М. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются способы повышения эксплуатационных характеристик подшипника  
This article considers the way of improve the operational characteristics of the bearing

В значительной степени надежность подшипников определяется качеством их рабочей поверхности, свойства которой формируются при финишной обработке и определяют вид износа в эксплуатации. Ее значение особенно велико для начального этапа работы подшипниковых узлов (периода приработки) и дальнейшего сохранения и воспроизводства защитных структур в процессе эксплуатации.

Одним из способов повышения эксплуатационных характеристик деталей подшипников является фосфатирование.

Фосфатирование используют для защиты от коррозии, улучшения твердости, износостойкости, повышения электроизоляционных свойств. Сущность химического фосфатирования состоит в обработке металлов и сплавов в подкисленных растворах однозамещенных фосфатов или монофосфатов железа, марганца, цинка и др. Образующийся фосфат железа не окисляется кислородом воздуха, поэтому фосфатные пленки обладают высокими защитными свойствами.

Промасливание фосфатированных деталей обычно производится веретенным или авиационным маслом, нагретым до 100 – 110 °С. Используется для промасливания также растворы масел в органических растворителях или эмульсия при комнатной температуре.

Фосфатное покрытие обладает высокими электроизоляционными свойствами при температуре до 500 °С; пробивное напряжение – 300 – 1000 В. Покрытие не влияет на твердость, прочность и магнитные характеристики сталей [1].

В последнее время появилось много публикаций о применении различных способов финишной обработки колец подшипника, позволяющих существенно увеличить эксплуатационные характеристики деталей.

В работе [2] представлен способ поверхностной термической обработки дорожек качения колец подшипника с использованием лазерных и электронных пучков. Внутренние и внешние кольца подшипника одновременно термически обрабатывают либо потоком лазерного излучения, либо потоком электронов с заданной шириной закаленного слоя при одновременном отпуске зон перехода профиля дорожки качения колец подшипника. Суммарная ширина зон отпуска и закаленного слоя каждого кольца больше или равна ширине дорожки качения этого кольца. Обработку возможно производить как одним потоком излучения, так и двумя. Возможна обработка внешнего кольца потоком лазерного излучения, а внутреннего – потоком электронов.

Для обеспечения высокой долговечности и надежности колец подшипника качения, эксплуатируемых на железнодорожном транспорте в работе [3] предлагается способ термической обработки колец. При закалке тонкостенных колец роликового подшипника, согласно способу, удается получить укрепленный на нужную глубину поверхностный слой необходимой твердости, при одновременном сохранении необходимых свойств твердости и вязкости сердцевины, и недопущении возникновения в ней очагов образования микротрещин.

Способ закалки подшипника качения включает предварительную объемную закалку материала колец и последующую индукционную закалку с нагревом по меньшей мере части материала колец и их охлаждением.

Способ нанесения тонкопленочного покрытия на металлические изделия предложен в работе [4]. Покрытие наносят путем перемещения струи низкотемпературной плазмы, содержащей углерод, кремний, водород, азот, кислород и аргон, вдоль поверхности изделия. Изделия предварительно подогревают до температуры 50 – 100 °С. Перемещение струи низкотемпературной плазмы осуществляют со скоростью 3 – 150 мм/с. Общее время нанесения покрытия назначают в зависимости от площади обрабатываемой поверхности и толщины покрытия. За счет нанесения тонкопленочного износостойкого покрытия, задаваемой толщины с высокой адгезией к основе, достигается значительное увеличение эксплуатационной стойкости изделий с повышенной воспроизводимостью.

На основе выполненного анализа можно сделать вывод, что существует много разных способов повышения эксплуатационных характеристик подшипников качения. Среди них одним из наиболее перспективных, особенно для подшипников эксплуатируемых на железнодорожном транспорте, является метод финишного плазменного упрочнения [5]. Рассмотренный метод выбран нами для усовершенствования технологического процесса изготовления колец подшипника и улучшения их эксплуатационных характеристик.

#### **Список литературы**

1. Профессиональная металлообработка // galvanica54.ru: [сайт]. 2005. – URL: [http://www.galvanica54.ru/galvanic\\_coat17.html](http://www.galvanica54.ru/galvanic_coat17.html) (дата обращения 13.03.2014).
2. Патент RU 2089622 C1 C21D1/09. Способ поверхностной термической обработки колец подшипника / В.П. Смирнов (RU). № 94017267/02; Заявл. 16.05.1994, опубл. 10.09.1997, Бюл. №13.
3. Патент RU 2493269 C2 C21D9/40. Способ закалки колец подшипника качения и подшипник качения / А.М. Гиршфельд (UA), Э.А. Симсон (UA), И.Д. Прево (UA), Ю.В. Проценко (UA). № 2011150610/02; Заявл. 13.12.2011, опубл. 20.06.2013.
4. Патент RU 2354743 C2 C23C8/38. Способ нанесения тонкопленочного покрытия на металлические изделия / П.А. Тополянский (RU), Н.А. Соснин (RU), С.А. Ермаков (RU). № 2007119859/02; Заявл. 28.05.2007, опубл. 10.05.2010.
5. Научно-производственная фирма «Плазмацентр» // plasmacentre.ru: [сайт]. 2013. – URL: <http://www.plasmacentre.ru/process/4.php> (дата обращения 14.03.2014).

## **ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ТОЧЕНИЯ НА СТАНКЕ МОДЕЛИ СА200Л**

Худицкий Р.Н., Даниленко М.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

В статье рассмотрена оптимизация режимов точения на станке с ЧПУ.  
The article describes the optimization of turning on a CNC machine.

Цель оптимизации состоит в определении оптимальных режимов точения на станке модели СА200Л с помощью ЭВМ, что позволяет сократить затраты времени на выполнение расчетов, а так же вести обработку с наименьшими затратами при заданных требованиях к точности и качеству обрабатываемых поверхностей.

Расчет и оптимизация режимов резания выполняется с использованием математической модели процесса обработки, состоящей из целевой функции и ограничений, отражающих цели оптимизации и закономерности резания металлов.

Составим математическую модель оптимизации режимов точения на станке модели СА200Л.

$$\text{Целевая функция: } t_o = \frac{L_{p.x.}}{S_{mi}} \cdot i \rightarrow \min,$$

где  $t_o$  – основное время обработки, мин;

$L_{p.x.}$  – длина резания, мм;

$S_{mi}$  – подача на  $i$ -ом рабочем ходе инструмента в мм/мин;

$i$  – количество рабочих ходов инструмента.

На втором этапе постановки задачи параметрической оптимизации необходимо определить состав ограничений, которые определяются характеристиками элементов технологической системы и техническими требованиями, предъявляемыми к обработанной поверхности.

Последовательно рассмотрим задание ограничений обусловленных техническим характеристикам элементов технологической системы и техническим требованиями, предъявляемыми к обработанной поверхности.

- ограничения по диапазону регулирования скоростей вращения шпинделя.

- ограничение по мощности привода шпинделя станка:

- ограничение по периоду стойкости инструмента:

- ограничения связанные с прочностью режущего инструмента.

- ограничения, связанные с деталью.

- ограничение по предельному значению шероховатости обработанной поверхности:

Для решения задачи воспользуемся методом обхода узлов пространственной сетки, образованной значениями ступенчатых частот вращения шпинделя и подач станка.

При реализации этого метода в каждом узле сетки независимых переменных  $n$  и  $S$  вычисляется значение целевой функции и функций ограничений. Из всех возможных сочетаний  $n_i$  и  $S_i$ , удовлетворяющих наложенным ограничениям, выбирается то, которое обеспечивает максимум целевой функции.

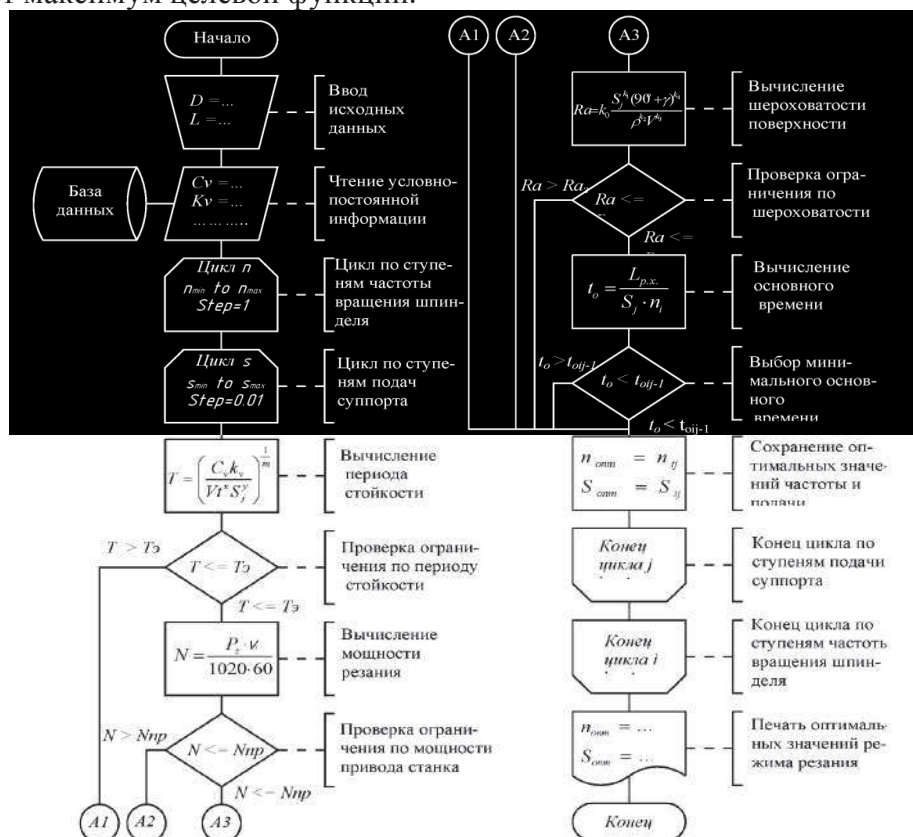


Рисунок 1 – Схема алгоритма оптимизации режима чистового продольного точения на станке СА200Л с бесступенчатым регулированием частоты вращения шпинделя и бесступенчатым регулированием подачи суппорта.

Сравнивая данные, полученные автоматизированным путем и данные, полученные при неавтоматизированном расчете, делаем вывод, что режимы резания, полученные в результате автоматизированного расчета, осуществляются с более высокими величинами скорости резания и, следовательно, в результате оптимизации происходит уменьшение основного времени, а также времени на аналитический расчет режимов резания, что влечет за собой повышение производительности при проектировании и механической обработки деталей.

Сокращение затрат времени на механическую обработку по оптимизированным режимам относительно режимов резания рассчитанных не автоматизированным способом составит в соответствии с расчетами программы 82,97 %.

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛОСКОГО ТОРЦОВОГО ШЛИФОВАНИЯ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ**

Ялдин А.С., Даниленко М. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются способы улучшения операции торцового шлифования колец подшипника  
This article considers the way of improve characteristics of the face grinding of the bearing rings

Повышение эффективности производства и качества выпускаемых изделий одна из основных задач современного производства. Решение этой задачи во многом зависит от технического прогресса в машиностроении, необходимым условием которого является разработка и систематическое совершенствование технологических операций, стабильно обеспечивающих повышение точности и производительности обработки.

Плоское шлифование торцом круга является наиболее распространённым методом чистовой обработки плоскостей деталей с высокими требованиями по точности и шероховатости поверхности. Процесс характеризуется относительно большой величиной дуги контакта и поверхности соприкосновения круга с деталью, что делает этот способ высокопроизводительным. Для улучшения условий удаления стружки и снижения температуры в зоне шлифования следует:

- а) искусственно сокращать зону соприкосновения круга с деталью;
- б) применять обильное охлаждение;
- в) применять менее твердые и более крупнозернистые круги на связках, создающих меньший нагрев при шлифовании (бакелитовой);
- г) создавать прерывистую зону резания за счет применения сегментных кругов.

Сегментные шлифовальные круги представляют собой головку, по окружности которой устанавливаются абразивные сегменты. К преимуществам таких кругов относится легкая замена их в случае поломки и возможность работы до их полного износа.

Одна из конструкций сборного торцового абразивного круга, предложена в работе [1]. Круг содержит металлический корпус и сменные сегменты, несущие рабочие слои из абразивного материала и выполненные в виде частей кругового кольца. Предусмотрен механизм крепления сменных сегментов. Металлический корпус выполнен с радиальными пазами на торце, в которых размещены сменные сегменты с возможностью перемещения вдоль пазов и регулирования расстояния между ними. Данный абразивный круг имеет простую конструкцию, которая позволяет снизить теплонапряженность процесса шлифования заготовок из различных материалов в зависимости от предъявляемых к качеству поверхностных слоев деталей требований.

Абразивный инструмент, предложенный в работе [2], содержит корпус с нанесенным на один его торец слоем абразивного материала. На другом конце корпуса размещена втулка с отверстиями для подвода СОТС и винтовыми лопастями. В корпусе со стороны абразивного слоя выполнена внутренняя кольцевая канавка. Между кольцевой канавкой и абразивным слоем установлено промежуточное кольцо со сквозными конусообразными отверстиями. Последние сообщаются с винтовыми канавками, выполненными в абразивном слое по архимедовой спирали и под углом  $7-10^\circ$  к оси вращения инструмента с диаметром 2-2,5 мм. На торце корпуса со стороны абразивного слоя закреплена пластина. Такая конструкция снижает теплонпряженность процесса резания за счет создания гидродинамического эффекта и улучшает качество обрабатываемой поверхности.

Совершенствование операций плоского торцового шлифования привело к созданию способа двустороннего шлифования. Предлагаемый способ повышает производительность обработки за счет одновременной обработки двух противоположных параллельных торцов. При двустороннем шлифовании не требуется предварительной подготовки базы, как при обработке на плоскошлифовальных станках.

В Самарском государственном техническом университете был предложен способ одновременного двустороннего шлифования торцов деталей [3], который может быть использован при одновременном шлифовании торцов колец подшипников. Сущность: детали перемещаются с постоянной подачей между шлифовальными кругами. Перед входом в зону шлифования им сообщают принудительное вращательное движение. Частота вращения детали прямо пропорциональна ширине обрабатываемой поверхности и обратно пропорциональна произведению величины подачи на один оборот детали и времени прохождения деталью собственной ширины кольцевой зоны. Частота вращения детали перед входом ее в зону шлифования зависит от характеристики применяемых кругов и размеров кольцевой заготовки.

Дальнейшее прохождение колец через зону шлифования с предварительно сформировавшимися высокими характеристиками качества и точности торцевых поверхностей осуществляется без принудительного вращения, а, стало быть, с относительно меньшими моментами вращения, силами резания и нагрузками на абразивные зерна.

Таким образом, предлагаемый способ шлифования торцов деталей за счет усовершенствования механизма съема припуска существенно повышает показатели качества и точности обрабатываемых поверхностей.

Способ повышения точности обработки торцов колец подшипника за счет оптимизации движений в схеме формообразования обрабатываемых поверхностей предложен в работе [4]. Загрузку и подачу цилиндрических деталей на обработку осуществляют между двумя шлифовальными кругами вдоль нижней и верхней направляющих с последующим их удалением из направляющих. Круги вращают в противоположные стороны. В процессе подачи цилиндрических деталей на обработку одну из направляющих прижимают к цилиндрическим деталям и сообщают ей возвратно-поступательное движение вдоль траектории движения подачи.

В настоящее время выпускается большое количество станков для двустороннего шлифования по всему миру. В России производство современных станков для двустороннего шлифования осуществляется на Московском заводе автоматических линий и специальных станков (ОАО «МоЗАЛ») [5]. Для двустороннего шлифования торцов создан торцешлифовальный горизонтальный станок-автомат модели 3А343.

Среди зарубежных производителей выделяется фирма *DISKUS WERKE*, которая предлагает как вертикальные, так и горизонтальные торцешлифовальные автоматы [6].

Сегодня *DISKUS WERKE* предлагает 4 вида станков с вертикальным расположением шпинделя (*DS, DHS, DSR, DDS*) и 2 с горизонтальным (*DW, DDW*).

Таким образом, на основе сделанного анализа, можно сделать следующие вывод: повышение эффективности операции плоского шлифования торцов колец подшипника возможно за счет применения инструмента специальной конструкции и характеристики, замены операции последовательного шлифования торцов колец на операцию одновременного торцешлифо-

вания а также применения современных конструкций торцешлифовальных станков отечественных и зарубежных производителей.

#### Список литературы

1. Патент RU 2390403 C1 B24 D7/06 // Сборный торцовый абразивный круг / Худобин Леонид Викторович (RU), Муслина Галина Рафаиловна (RU), Правиков Юрий Михайлович (RU), Попов Сергей Владимирович (RU). № 2008150516/02; Заявл. 19.12.08; Оpubл. 27.05.10; Бюл. № 12.
2. Патент RU 2228832 C1 B24 B55/02 // Абразивный инструмент для плоского шлифования / Свитковский Ф.Ю. (RU), Иванова Т.Н. (RU), Балакин В.В. (RU), Люпа С.И. (RU). № 2002125797/02; Заявл. 27.09.02; Оpubл. 20.05.04; Бюл. № 11.
3. Патент RU 2076032 C1 B24 B7/17 // Способ одновременного двустороннего шлифования торцов деталей / Филин А.Н. (RU), Филиппов С.А. (RU), Рахчеев В.Г. (RU). № 95101204/08; Заявл. 27.01.95; Оpubл. 27.03.97; Бюл. № 8.
4. Патент RU 2455142 C1 B24 B7/17 // Способ двустороннего торцового шлифования цилиндрических деталей / Вайнер Л.Г. (RU). № 2010153456/02; Заявл. 27.12.10; Оpubл. 10.07.12; Бюл. № 17.
5. ОАО «Мозал» // Comail.ru [сайт]. URL: <http://www.comail.ru/~mozal/index.htm> (дата обращения 03.03.2014).
6. DVS portal // Diskus – werke [сайт]. URL: <http://diskus-werke.dvs-gruppe.com/en> (дата обращения 03.03.2014).

### ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗЕРЕН В ПРОБАХ ШЛИФОВАЛЬНОГО ПОРОШКА ИЗ КАРБИДА КРЕМНИЯ ЧЕРНОГО МАРКИ 54CF46

Александров А.А., Носенко В.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассчитаны коэффициенты парной корреляции геометрических параметров зерен шлифовального порошка 54CF46: длины, ширины, периметра, площади, приведенного диаметра и коэффициента изометричности. Дана статистическая оценка значимости коэффициентов.

For geometrical parameters of grain grinding powder 54CF46 - length, width, perimeter, area, reduced diameter ratio and isometry factor, bivariate correlation coefficients were calculated. The statistical evaluation of significance of the coefficients was given.

Производительность процесса и качество поверхности детали при абразивной обработке во многом зависит от формы и размера применяемых шлифовальных порошков. Поэтому исследованию геометрических параметров абразивных материалов в исходном состоянии и в процессе обработки уделяется большое внимание.

Цель данной работы заключалась в исследовании корреляционной связи между геометрическими параметрами зерен шлифовального порошка 54CF46, предварительно рассеянного по ГОСТ Р 52381 на пробы.

Измерение геометрических параметров зерен длины  $l$ , ширины  $b$ , периметра  $P$ , площади  $S$ , приведенного диаметра  $d$  и коэффициента изометричности, определяемого отношением  $l/b$ , выполнено по методике [1] с использованием программного обеспечения [2].

Длину зерна находили как расстояние между двумя максимально удаленными точками на профиле зерна, ширину – как сумму величин двух перпендикуляров, построенных от вектора длины зерна к максимально удаленным точкам с каждой стороны профиля.

Периметр зерна  $P$  равен сумме всех векторов, образующих контур зерна.

Площадь зерна  $S$  рассчитывали по следующей формуле:



$$S = \frac{\left| \sum_{i=0}^{n-1} (x[i](y[i-1] - y[i+1])) \right|}{2},$$

где  $x[i]$  и  $y[i]$  - координаты соответствующей вершины вектора.

Приведённый диаметр находили по окружности, площадь которой равна площади контура зерна  $S$ :

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}.$$

Результаты вычисления выборочного коэффициента корреляции на примере пробы  $Q_3$ , полученной при рассеивании через верхнее и нижнее контрольные сита с номинальными размерами ячеек  $W_2=425$  мкм и  $W_3=355$  мкм, которая по ГОСТ 3647 называлась основной фракцией, приведены в таблице.

Для проверки  $r_b$  на значимость вычисляли наблюдаемое значение критерия Стьюдента [3]:

$$T_{набл} = \frac{r_b \cdot \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_b^2}}$$

где  $n$  – размер выборки (находился в диапазоне от 600 до 700).

Таблица – Коэффициенты корреляции  $r_b$  геометрических параметров основной фракции шлифпорошка марки 54CF46

Параметры	$l$	$b$	$P$	$S$	$d$	$l/b$
$l$		<b>0,07</b>	0,94	0,85	0,84	0,83
$b$	<b>0,07</b>		0,27	0,43	0,45	-0,49
$P$	0,94	0,27		0,89	0,88	0,66
$S$	0,85	0,43	0,89		1,00	0,49
$d$	0,84	0,45	0,88	1,00		0,48
$l/b$	0,83	-0,49	0,66	0,49	0,48	

Уровень значимости при определении табличного значения критерия  $T_{табл}$  принимали 0,05. Если по результатам расчета  $T_{набл} > T_{табл}$ ,  $r_b$  считали значимым (в таблице жирным шрифтом выделены значения  $r_b$ , которые приняты незначимыми).

Аналогичные вычисления выполнены для остальных проб.

В общем случае значимая корреляция не установлена только для параметров  $b$  и  $l$ . Корреляцию между остальными параметрами следует считать значимой. Коэффициент корреляции между всеми параметрами, кроме  $b$  и  $l/b$ , положительный, что свидетельствует об увеличении одного параметра с увеличением другого.

В соответствии с классификацией, рассмотренной в [4], высокая сила связи наблюдается между параметрами  $l$  и  $P$ ,  $l$  и  $S$ ,  $l$  и  $d$ . Максимальный коэффициент корреляции (между  $l$  и  $P$ ) составлял 0,94. Заметная сила связи между параметрами  $b$  и  $S$ ;  $b$  и  $d$ . Естественно, что  $r_b$  между параметрами  $d$  и  $S$  приближается к 1, т.к.  $S = \pi d^2/4$ .

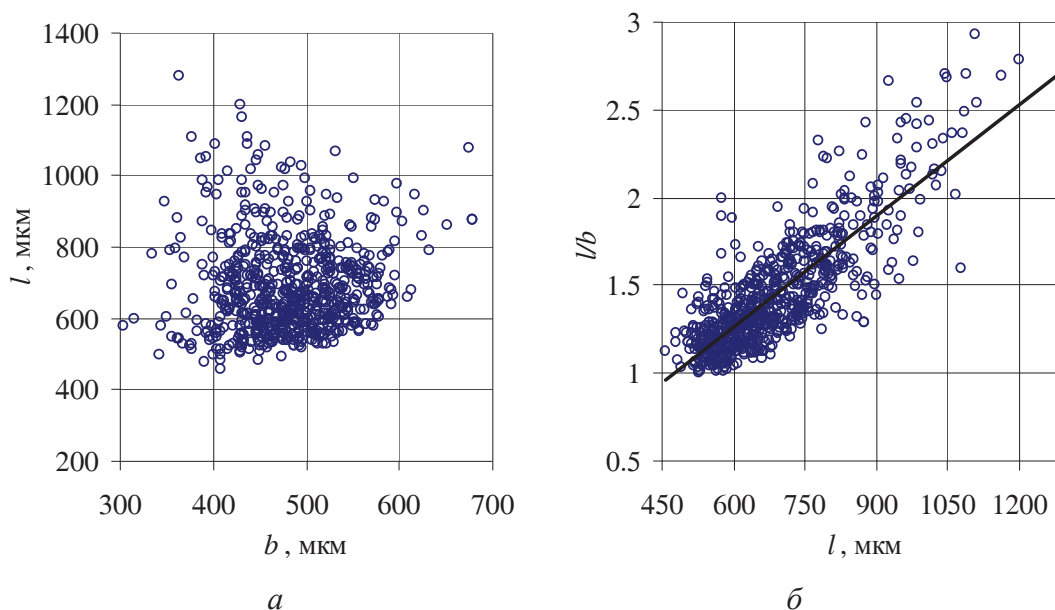


Рис. Зависимость длины  $l$  от ширины  $b$  (а) и  $l/b$  от  $l$  (б) для пробы 3

В качестве примера на рис. показана взаимосвязь между некоторыми параметрами пробы 3, одна из которых аппроксимирована прямой пропорциональной зависимостью:

$$l/b = 2,1 \cdot 10^{-3} l \quad (l - \text{в мкм}), R^2 = 0,68.$$

#### Список литературы

1. Носенко В.А. Статистические параметры геометрических размеров зерен микрошлифпорошков карбида кремния / В.А. Носенко, И.А. Макушкин, А.А. Шегай. Известия Волгоградского государственного технического университета. 2011. Т.13. №7. С. 32-34.
2. Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2011610144 от 11.01.11. РФ. Программа для автоматизированного определения геометрических параметров шлифовального зерна по фотографии «Зерно НМ ВПИ» / В.А. Носенко, А.А. Рыбанов, И.А. Макушкин, А.А. Шегай, К.А. Букштанович. ВолгГТУ. – 2011.
3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика – М.: Высш. шк., 2003. – 479 с.
4. Сизова Т.М. Статистика: Учебное пособие. – СПб.: СПб ГУИТМО, 2005 – 80 с.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОКОРУНДА БЕЛОГО 25AF60

Ганшу Е. Ф., Носенко В. А.

*Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета*

Рассматривается способ измерения геометрических параметров абразивных зерен и представлены результаты исследования зерен белого электрокорунда 25AF60

This article considers the way of measuring the geometrical parameters of the abrasive grains and the results of research of grains white corundum 25AF60 are presented.

Каждое зерно характеризуется определённой формой и размерами: значениями радиусов округления и углов заострения вершин, их количеством и прочими геометрическими параметрами, а также прочностью. Размеры и форма зерна в совокупности с физическими, хи-

мическими и механическими свойствами определяют его режущую способность, износостойкость, силу резания, температуру в зоне контакта и качество обработанной поверхности. Поэтому для глубокого исследования механизма стружкообразования и всего процесса абразивной обработки необходимо знать данные характеристики зерен обрабатываемого материала. Для исследования был выбран электрокорунд белый марки 25А, являющийся одним из наиболее распространенных абразивных материалов.

Обычно исследование формы, линейных и геометрических размеров зерен производят методами фотографирования или непосредственным измерением под микроскопом. Для определения геометрических размеров зерен в настоящее время широко используется специальное программное обеспечение, которое позволяет получать и обрабатывать электронные фотографии объектов. В частности, программа «Зерно НМ ВПИ» позволяет в автоматизированном режиме с электронных фотографий зерна получать следующие данные: длина  $l$ , ширина  $b$ , периметр  $p$ , площадь  $S$ , приведенный диаметр  $d$ . После загрузки электронных фотографий в программу, она производит анализ исходного изображения и выделяет контур абразивного зерна. С использованием данной программы были обработаны зерна пяти фракций электрокорунда белого зернистости F60 по 600 зерен каждая.

Дальнейшая статистическая обработка всех данных проводится в программе MS Office Excel. В результате исследования геометрических параметров были получены их распределения, на рисунке 1 представлены распределения ширины абразивного зерна электрокорунда белого марки 25А зернистости F60. Проверка на нормальный закон проводилась по критерию согласия Пирсона на уровне значимости 0,05. Принадлежность нормальному закону подтвердилась для всех четырех фракций.

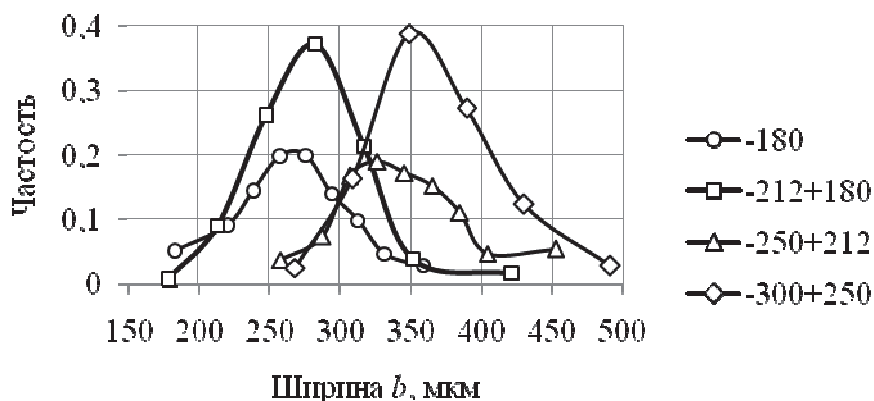


Рисунок 1 – Распределения ширины абразивного зерна электрокорунда белого марки 25А зернистости F60

На рисунке 2 представлены распределения трех фракций электрокорунда белого марки 25А зернистости F60. Проверка проходила по тому же критерию, и было установлено, что прочность абразивного зерна подчиняется логарифмически нормальному закону распределения.

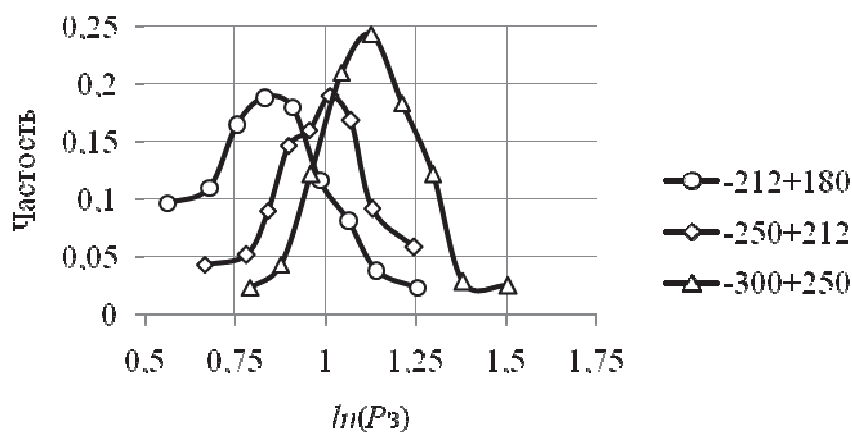


Рисунок 2 – Распределения логарифмированных значений прочности абразивных зерен электрокорунда белого марки 25А зернистости F60

## МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРА ЭТАЛОННОГО ОБЪЕКТА В ФОТОМЕТРИИ

Горшенева М. П., Санинский В. А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Предложен метод определения размера эталонного объекта, имеющего погрешности базирования относительно базы фотоаппарата, при использовании плоскопараллельных концевых мер длины в фотометрии геометрических параметров деталей машин. Метод может применяться в межоперационном и приемочном контроле при измерении расположения механически обработанных поверхностей деталей машин.

A method for determining the size of the reference object having basing error relative to the base of the camera, using a plane-parallel gauge blocks in photometry geometric parameters of machine parts. The method can be applied to in-process and acceptance control when measuring location machined surfaces of machine parts.

При использовании метода фотометрии для измерения геометрических параметров деталей машин возникает проблема погрешности базирования эталонного объекта, в случае, когда либо эталонный объект, либо вал будут не параллельны базовой плоскости фотоаппарата.

Тогда, при тарировании измерительного устройства, состоящего из фотоаппарата и эталонного объекта возможно появление дополнительных погрешностей измерения, если не учитывать погрешность расположения рабочих поверхностей эталонного объекта, с действительными размерами которого сопоставляются тарировочный коэффициент, показывающий количество пикселей, приходящихся на один микрометр [1].

Как показывает опыт измерения радиальных биений шеек распределительных валов двигателя ВАЗ [1], если использовать в качестве эталонного объекта плоскопараллельные концевые меры длины (ППКМД) ГОСТ 9038-90, то следует принимать во внимание не только погрешность размера  $20 \pm 0,0002$  (рисунок 1), но и погрешность расположения рабочих поверхностей эталонного объекта.

Из схемы погрешностей ППКМД следует, что только 2 поверхности (1 и 2 на рисунке 1) плитки из 6 являются рабочими с допуском отклонением  $\pm 0,2$  мкм для размеров свыше 25 мм до 50 мм при 0 классе точности. В поперечном же сечении плитка из того же интервала имеет размеры  $35_{-0,3}$  (поверхности 3 и 4) и  $9_{-0,3}^{-0,05}$  (поверхности 5 и 6).

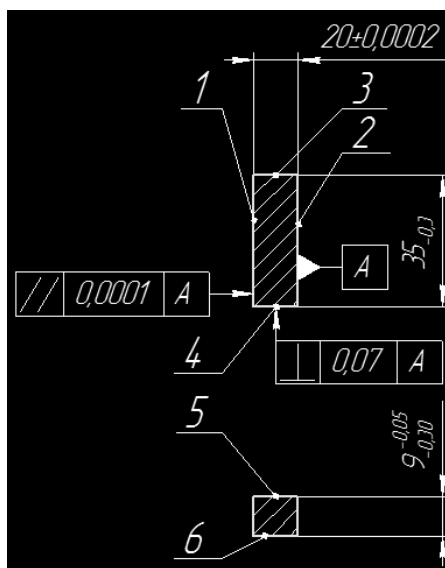


Рисунок 1 – Размеры и допуски плитки плоскопараллельной концевой меры длины размером 20 мм

Кроме того, допуск плоскопараллельности и требования к перпендикулярности нерабочих поверхностей к рабочим для ППКМД размером более 10 мм очень высокий, в то время, как на нерабочие поверхности данный допуск не регламентируются. Соответственно, при выделении на снимке границ эталонного объекта необходимо учитывать только рабочие поверхности и определять тарифовочный коэффициент на основе их размеров с учетом расчетной погрешности взаимного расположения фотоаппарата и эталонного объекта.

Рассмотрим схему погрешностей установки эталонного объекта в координатах ХОУ снимка. Такой метод определения погрешностей удобен при учёте того факта, что поверхность эталонного объекта не всегда может быть строго горизонтальна оси ОХ снимка. Из-за отклонений от перпендикулярности рабочих поверхностей к нерабочим, по которым неизбежно базируется эталонный объект, возможны искажения геометрии формы и, как следствие, не верное измерение размера.

Для решения этой проблемы предлагается вычислять углы наклона рабочих поверхностей и находить расстояние между ними аналитически.

В прямоугольной системе координат общее уравнение прямых  $a$  и  $b$  выглядит как  $Ax + By + C_1 = 0$  и  $Ax + By + C_2 = 0$  соответственно. Таким образом, расстояние между параллельными прямыми можно вычислить по выведенной формуле  $|A_1 B_1| = \frac{|C_2 - C_1|}{\sqrt{A^2 + B^2}}$ . [2]

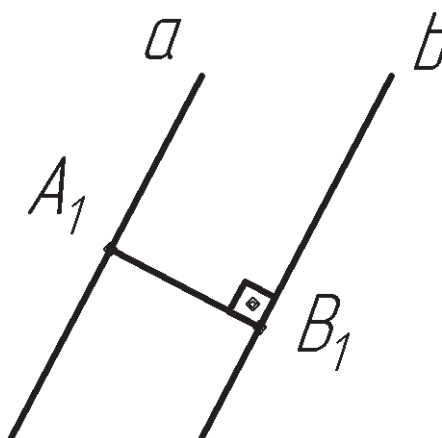


Рисунок 3 – Расстояние между параллельными прямыми

Таким образом, переходя к уравнению прямой вида  $y=kx+b$ , расстояние между сторонами эталонного объекта вычисляется как  $|A_1B_1| = \frac{|b_2 - b_1|}{\sqrt{k^2 + 1}}$ , где  $k=k_1=k_2$  – угол наклона прямых, который можно вычислить выразив из уравнения прямой  $y=kx+b$ :

$$k = \operatorname{atan}\left(\frac{y_1 - b}{x_1}\right). \quad (1)$$

В результате работы алгоритмов определения границ мы получаем две прямые, каждая из которых задана двумя точками  $a_{11}(x_{11};y_{11})$ ,  $a_{12}(x_{12};y_{12})$  и  $a_{21}(x_{21};y_{21})$ ,  $a_{22}(x_{22};y_{22})$  соответственно. Используя формулу (1) можно найти угол наклона  $k=k_1=k_2$  каждой рабочей стороны и, соответственно, расстояние между сторонами.

Таким образом, ширина эталонного объекта может быть вычислена аналитически без поворота снимка. Высчитав расстояние между сторонами эталонного объекта в пикселях по предложенному в статье алгоритму, и зная его действительный размер в миллиметрах, можно высчитать тарировочный коэффициент, который применяется для перевода значения радиального биения шеек вала, так же получаемого в пикселях.

#### Список литературы

1. Санинский В.А., Потехин Д.В., Горшенева М.П. Опыт использования метода фотоанализа при измерении биения опорных шеек распределительного вала / Санинский В.А., Потехин Д.В., Горшенева М.П. // «Успехи современного естествознания» № 6 2012 – Москва: Академия естествознания, 2012. – С. 80 – 81.
2. [электронный ресурс] – Свободный доступ – URL: [http://www.cleverstudents.ru/line\\_and\\_plane/distance\\_between\\_parallel\\_lines.html](http://www.cleverstudents.ru/line_and_plane/distance_between_parallel_lines.html) (дата обращения 14:43 15.04.2014)

## ВЛИЯНИЯ ИМПРЕГНАТОРА НА АБРАЗИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Кравцова И.С., Носенко В.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассмотрено влияния импрегнаторов из класса газообразователей на абразивный инструмент.  
Consider the effect of impregnator from of class blowing agent on abrasive tools.

В современном машиностроении предъявляют довольно высокие требования к точности и качеству поверхности готовой детали. Для того что бы улучшить качество абразивной обработки применяют методы по изменению эксплуатационных свойств абразивного инструмента.

Наиболее доступным и эффективным методом повышения эксплуатационных свойств абразивного инструмента является импрегнирование его специальными составами.

Совершенствование абразивного инструмента с использованием пропитывающих веществ из области газообразователей способствует повышению эффективности абразивной обработки.

Целью работы является исследовать процесс шлифования импрегнированным абразивным инструментом веществами из класса порофоров.

Впервые пропитку инструмента применили на практике в США ещё в 20-х годах. Сейчас для пропитки используют различные вещества и составы все их первоначально можно разделить на следующие основные группы: органические, смешанные и неорганические.

На основе классификации Островского И.А. [1] предложена классификация газообразователей, которая включает в себя так же наличие органических и не органических веществ. В процессе шлифования при увеличении температуры в зоне резания такие вещества распадаются и образуют газ, который оказывает влияние на поверхность обработанной детали. При взаимодействии газообразователи могут образовывать разные газы такие как: азот, углекислый газ, аммиак, кислород и др. Так же при разложении одного вещества могут образовываться несколько газовых веществ. Рассматривались не органические газообразователи такие как хлористый аммоний, сернокислый аммоний, азид натрия и органические соединения гексахлорпарахлорид, азодикарбонамид [3].

Для того что бы определить процесс термораспада газообразователя был проведен дериватографический анализ, который показывает изменение массы и энергии в процессе нагрева. Так как в процессе шлифования газы взаимодействуют с новой только что образовавшейся поверхностью, проведены термографические исследования газообразователей с металлом.

Исследования проводили методами термогравиметрического и дифференциального термического анализа на дериватографе системы Паулик-Эрдеи фирмы «МОН» (Венгрия).

Дериватографический анализ – это вид сложного термического анализа, посредством которого на исследуемой пробе вещества или компонентов одновременно измеряются температура (Т), изменение массы (TG) и скорости её изменения (DTG), энтальпии (DTA). Результаты анализа в виде четырёх совмещённых на одном графике кривых позволяют установить направление и величину изменения в данной пробе энтальпии, связанной с изменением агрегатного состояния и химическими реакциями, происходящими в испытуемом материале под влиянием тепла. На основании кривой TG можно производить стехиометрические расчёты или вычисление процентного содержания.

Методом дериватографии исследовались органические соединения тетраметилтиурамдисульфид (ТМТД), дитиодиморфолин (ДТДМ) [2,4]. В процессе нагрева ДТДМ образуются такие газы как морфолин, монооксид углерода, азотистые газы, оксиды серы. В случае термораспада ТМТД образуются углекислый газ, азотистые газы и др.

По результатам исследований можно сделать вывод, что оба вещества в процессе нагрева взаимодействуют с металлом. Процесс термораспада смеси веществ с металлом и чистых вещества отличаются энергетическими всплесками и изменение массы. В результате нагрева газообразователей с металлом масса образца уменьшается и затем увеличивается по мере нагрева, в отличии от полного сгорания при нагреве газообразователей.

В качестве абразивного инструмента использовали шлифовальные круги типоразмера 1 200×20×76 из двух видов абразивных материалов: электрокорунда белого (25А) и карбида кремния зелёного (64С).

Пропитка производилась методом свободного капиллярного поднятия. Для того что бы твердые вещества попали в поры абразивного круга, предварительно импрегнаторы растворили в ацетоне.

При пропитки абразивного круга в поры дополнительно заполняются твердым веществом, что может оказать влияния на твердость и дисбаланс круга.

Существует 4 класса неуравновешенности для различного типоразмера кругов. Для обработки точных деталей, а также в условиях массового производства применяют круги 1 и 2-ого классов неуравновешенности. Согласно ГОСТ 3060-86 для первого класса допустимое значение неуравновешенных масс для круга составляет 6 г, для второго– 10 г [5].

При первом измерении неуравновешенности круга из карбида кремния масса груза составила 12 г. После пропитки его раствором ДТДМ масса груза составляла 6г, что в 2 раза меньше первоначального, вследствие этого абразивный круг стал соответствовать первому классу неуравновешенности.

В случае пропитки абразивного круга из электрокорунда белого тем же раствором дисбаланс снизился на 17%.

Круги из карбида кремния и электрокорунда которые были пропитаны раствором ТМТД смогли уменьшить дисбаланс на 1 г.

Процесс импрегнирования может, влияет не только на дисбаланс круга, но так, же и на его твердость.

Для определения влияния на твердость были проведены исследования акустическим методом с помощью прибора "Звук-110М". Значения звукового индекса изменилось не значительно, в случае пропитки круга из карбида кремния твердость увеличилась с L на M, пропитка круга из электрокорунда не изменила значения твердости.

Столь не значительно влияние на твердость круга оказывает малое количество вещества.

По результатам экспериментов можно утверждать, что импрегнирование абразивного инструмента положительно сказывается на неуравновешенности. Импрегнатор, заполняя поры круга, способствует уравниванию шлифовального круга. За счёт этого уменьшается дисбаланс круга.

В результате дериватографических исследований доказано взаимодействие порофоров и металла. С помощью образующихся газов на поверхности металла могут возникать защитные пленки улучшающие качество обработанной поверхности.

#### Список литературы

1. Островский, В. И. Импрегнированный абразивный инструмент / В. И. Островский. Обзор. – М.: НИИмаш, 1983. –37с.
2. Носенко В.А., Крутикова А.А., Кравцова И.С. Вследствие процесса термического разложения ускорителей вулканизации в смеси с порошком железа // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2
3. Дериватографические исследования газообразователей с целью применения их в качестве импрегнаторов абразивных инструментов / Носенко В.А., Митрофанов А.П., Крутикова А.А., Кравцова И.С. // Проблемы современной науки : сб. науч. тр. Вып. 6 / Центр научного знания "Логос". - Ставрополь, 2012. - С. 138-145.
4. Исследование термического разложения ТМТД и DTDM, используемых в качестве импрегнаторов абразивного инструмента / Носенко В.А., Новопольцева О.М., Крутикова А.А., Кравцова И.С. // Технологическое обеспечение машиностроительных производств : сб. науч. тр. I междунар. заоч. науч.-техн. конф., 16-17 дек. 2013 г. / Южно-Уральский гос. ун-т, Кафедра технологии машиностроения. - Челябинск, 2014. - С. 319-323.
5. ГОСТ 3060-86 Круги шлифовальные. Допустимые неуравновешенные массы и метод их измерения. М.: Изд-во стандартов, 1986. - 15 с.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ФОТОМЕТРИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Потехин Д. В., Санинский В. А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

В работе приведено описание исследовательской установки, фотометрического метода и значения геометрических параметров вала на основе выделения контура объекта с помощью алгоритмов Кенни и Хаффа.

The paper describes the research facility, the photometric method and the values of the geometric parameters of the shaft based on edge detection of the object by means of algorithms Kenny and Huff.

Применение цифровых и компьютерных технологий в технической сфере является перспективным направлением в науке. Вычисления, производимые с помощью ЭВМ являются одними из наиболее точных за счёт того, что сокращаются возможные ошибки, связанные с человеческим фактором, ошибки при округлении и прочие.



Метод фотометрии может быть применён для измерения радиального биения гладких валов, шеек распределительных валов и т.д. К основным преимуществам метода можно отнести то, что измерение является бесконтактным, есть возможность введения постоянного контроля изготавливаемой продукции на всех стадиях производства, а также появляется возможность проведения измерений в автоматизированном цеху, где присутствие человека не возможно.

В ВПИ (филиал) ВолгГТУ проводятся исследования возможности применения метода фотометрии при измерении радиальных биений шеек распределительных валов.

Установка для исследования состоит из центров, вала, эталонного объекта, которым служит плоскопараллельная концевая мера длины 0 класса точности ГОСТ 9038-90, цифрового фотоаппарата и компьютера со специальным программным обеспечением (рисунок 1).

Вал устанавливается в центра станка, на суппорте размещается эталонный объект. Поочередно осуществляется серия снимков каждой шейки с поворотом на  $30^\circ$  вокруг оси вала. Затем снимки передаются в программу, в результате работы которой формируется текстовый файл отчёта, содержащий значения координаты по оси ординат пространственного положения шейки на каждом снимке, тарировочный коэффициент и общее биение шейки. Опишем основные алгоритмы, которые применяются в программе.

В первую очередь необходимо выделить границы объекта. Затем необходимо выделить лишь интересные контуры. Для решения этой задачи был применён алгоритм Хафа. В результате работы получаем массив линий, из которого выбирается лишь необходимая линия, принадлежащая границе объекта.

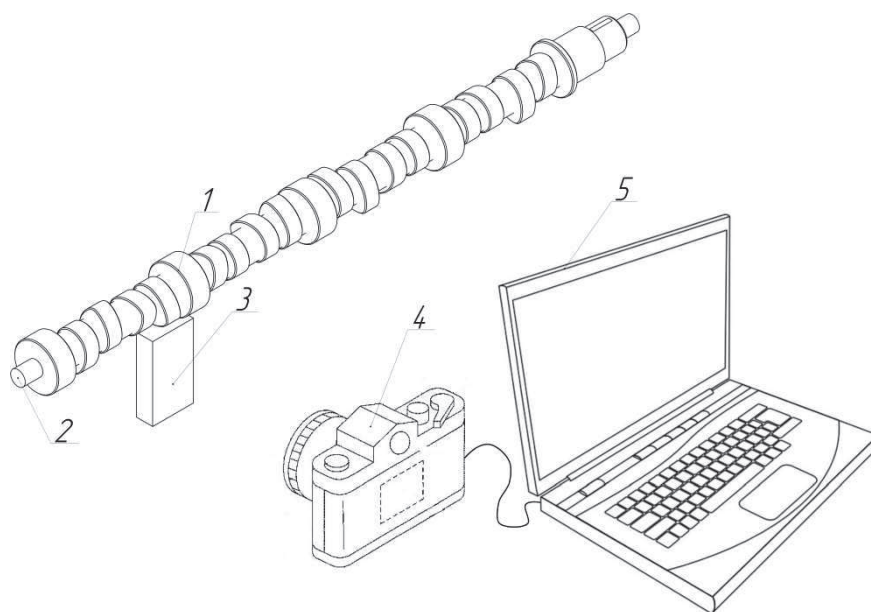


Рисунок 1 – Схема установки: 1 – измеряемая шейка вала; 2 – центра; 3 – эталонный объект; 4 – фотоаппарат; 5 – компьютер.

Процесс измерения проходит в три этапа.

На первом этапе обрабатывается исходный снимок, выделяется эталонный объект, определяются границы эталона и определяется тарировочный коэффициент, который используется для перевода условной единицы измерения «пиксель» в единицу измерения длины «микрон».

На втором этапе выделяется область шейки вала. Выделение области способствует более точному обнаружению границ, отсеканию областей снимка, не представляющих интереса для измерения, а так же сокращению времени обработки снимка. Это производится лишь для одного снимка, так как предполагается, что при вращении вала вокруг своей оси камера не ме-

няет своего пространственного положения. Координаты выделенного участка одного снимка используются для выделения участков на последующих снимках рассматриваемой шейки.

Далее определяются границы шейки на каждом выделенном участке, вычисляются координаты границ шеек по оси ординат и, вычислив разницу их максимального и минимального значения, получаем величину биения в пикселях. Затем, умножая полученное значение на тарифовочный коэффициент, получим величину биения в миллиметрах.

В результате исследования среднее значение тарифовочного коэффициента составило 25,94 мкм/пиксель, что соответствует 7 степени точности допуска радиального биения для валов размером 30-50 мм [6]. Зная разрешение снимка, которое составляет 4752x3168 пикселей, можно вычислить размер фотографируемого участка:

$$S = \frac{W \cdot K_T}{1000} \times \frac{H \cdot K_T}{1000} = \frac{4752 \cdot 25,94}{1000} \times \frac{3168 \cdot 25,94}{1000} = 123,27 \times 82,18 \text{ (мм}^2\text{)},$$

где  $S$  – площадь фотографируемого участка, мм<sup>2</sup>;

$W$  – ширина снимка, пикс.;

$K_T$  – тарифовочный коэффициент, мкм/пикс.;

$H$  – высота снимка, пикс.

Из полученных в результате исследования данных можно сделать вывод, что метод фотометрии может быть использован для измерения радиального биения валов, однако в виду неделимости пикселя, как наименьшей элементарной единицы снимка, представляется возможным измерять биение с ценой деления, равной тарифовочному коэффициенту. Поэтому на данном этапе можно говорить о применимости метода лишь для контроля приёма радиального биения не выше 8 степени точности. В ходе анализа полученных данных была обнаружена близость результатов, полученных индикаторной головкой 1 МИГ-0 ГОСТ 9696-82 при измерении радиального биения шеек распределительных валов с результатами, полученными методом фотометрии.

#### Список используемой литературы

1. [электронный ресурс] – Свободный доступ – URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/ Оператор\\_Кэнни](http://ru.wikipedia.org/wiki/Оператор_Кэнни) (дата обращения 16:37 15.04.2014)
2. [электронный ресурс] – Свободный доступ – URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/ Преобразование\\_Хафа](http://ru.wikipedia.org/wiki/Преобразование_Хафа) (дата обращения 16:40 15.04.2014)
3. [электронный ресурс] – Свободный доступ – URL: [http://locv.ru/wiki/ 5.7 Пороговое преобразование](http://locv.ru/wiki/5.7_Пороговое_преобразование) (дата обращения 16:50 15.04.2014)
4. [электронный ресурс] – Свободный доступ – URL: [http://locv.ru/wiki/ 5.7.1\\_Адаптивное\\_пороговое\\_преобразование](http://locv.ru/wiki/5.7.1_Адаптивное_пороговое_преобразование) (дата обращения 16:55 15.04.2014)
5. [электронный ресурс] – Свободный доступ – URL: <http://lab18.ipu.ru/projects/conf2006/1/21.htm> (дата обращения 14:32 22.04.2014)
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 1. – 9-е изд., перераб. и доп./ под ред. И.Н. Жестовой. – М.: Машиностроение, 2006. – 928 с.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТВЕРДОГО ТОЧЕНИЯ И ШЛИФОВАНИЯ ЗАКАЛЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Румянцев Е.И., Санинский В.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

В этой работе показывается преимущества твердого точения над шлифованием.

In this paper shows the advantages of hard turning over grinding.

Можно назначать точение шеек и кулачков, т. к. они имеют параметры 7-го качества точности и параметры шероховатости не превышающие Ra 0,63. Это не требует обязательного применения шлифования, а достаточно точения на токарном станке, но с применением керамики. Ожидаемый эффект в том, что если можно не шлифовать, то на участке механической обработки можно не планировать шлифовальных станков. А это означает достижение значительной унификации металлорежущих станков и профессий рабочих станочников высокой квалификации. Шлифовка это всегда профессиональные болезни легких - и это еще один социальный аспект эффективности точения перед шлифованием.

В частности отметим, что процесс твердого точения можно отнести к новым технологиям обработки материалов, область применения, которого – замена точением операций шлифования закаленных деталей с твердостью от HRC - 47...65.

**Твёрдое точение** - основа твердого точения – особый скоростной режим обработки и резцы из высококачественного кубического нитрида бора. За счет специального сочетания скорости резания, геометрии резца и размера снимаемой стружки происходит сильное разогревание очень малой зоны обрабатываемого изделия (температура в точке контакта до 1500 градусов C). Образовавшееся тепло не успевает передаться детали, почти целиком уходит в стружку, при этом и сама деталь, и резец остаются холодными. Такой обработке поддается легкая сталь, твердые сплавы, упрочняющие наплавки, керамики. Для достижения высокой чистоты поверхности при твердом точении необходимы исключительно плавное перемещение резца, высокая жесткость станка и эффективное демпфирование вибраций обрабатываемого инструмента в широком диапазоне частот. Целью замены шлифования твердым точением является уменьшение трудоемкости изготовления деталей и, как следствие, увеличение экономичности процесса обработки.

Инструментальным материалом для твердого точения является режущая керамика и кубический нитрид бора. Каждый из материалов имеет свои преимущества и недостатки. Керамика существенно дешевле, но плохо воспринимает ударные нагрузки. Кубический нитрид бора менее восприимчив к ударным нагрузкам, но обладает более высокой ценой.

#### **Гибкость и экономическая эффективность**

Одно из основных преимуществ твердого точения при обработке отверстий, по сравнению со шлифованием, — это высокая гибкость и возможность обработки деталей со сложной геометрией за один переход. Это преимущество особенно важно при обработке деталей с большим количеством коротких поверхностей различной формы, а также при необходимости обработать наружные и внутренние поверхности. В частности, при необходимости растачивания отверстий, обработки плоскостей и конических поверхностей.

С момента появления сверхтвердых инструментальных материалов основным препятствием для их широкого промышленного применения была высокая стоимость. Однако со временем их десятикратное превосходство в цене традиционных инструментальных материалов стало устраивать производителей, поскольку были усовершенствованы конструкции инструментов и выросла эффективность самой технологии обработки.

Результаты расчета можно выразить в процентах от времени для операции шлифования: подготовительное время для твердого точения составляет 8–13 % (в среднем 9 %), время на обработку — 25–65 % (43 %) и операционное время 9–43 % (34 %).

Экономичность процесса твердого точения также можно рассмотреть в денежном выражении. Анализ затрат осуществлялся на основе данных предприятия, на котором уже был внедрен процесс твердого точения. В расчетах учитывались почасовая оплата труда рабочего, затраты на инструмент и производственное оборудование.

Существенная экономия была достигнута в оплате труда, поскольку на операции твердого точения рабочий может обслуживать два станка одновременно, что невозможно на операции шлифования.

Еще одно преимущество твердого точения — это отсутствие расходов на СОЖ, поскольку данная технология предполагает сухое резание. Таким образом она исключает загряз-

нение окружающей среды и образование вредных отходов. Кроме того, стружка, образованная в процессе твердого точения, может быть повторно переработана.

**Увеличение экономичности определяется следующими факторами:**

- Съем материала при твердом точении в три раза меньше, чем при шлифовании.
- Точность обработки идентична как при твердом точении, так при шлифовании.
- Время обработки при твердом точении в несколько раз меньше, чем при шлифовании.
- СОЖ не применяется.

-Твердое точение имеет намного более высокую гибкость – возможна обработка сложнопрофильных деталей, в то время как на шлифовальном станке такая обработка требует замены кругов и подналадки станка.

Все вышеперечисленное позволяет говорить о том, что твердое точение практически всегда на 30-50% экономичнее шлифования.

**Вывод.** Сравнительный качественный анализ доказывает наличие существенного технико-экономического эффекта при назначении операций точения шеек и кулачков закаленных заготовок распределительных валов. Твердое точение является реальной альтернативой процессу шлифования. Преимущества твердого точения при обработке по сравнению со шлифованием заключаются в следующем.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РОЛИКОВ КОНИЧЕСКИХ ПОДШИПНИКОВ**

Золотарёв Н.В., Авилов А. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматривается анализ технологического процесса при изготовлении ролика конического подшипника.  
We consider the analysis of the process in the manufacture of tapered roller bearing roller.

Ролики изготавливаются из поверхностно или объемно упрочненных по специальной технологии подшипниковых сталей. Тщательный контроль размеров, термообработки и финишной обработки поверхности способствует длительной работе подшипника. В ряде подшипников, к которым предъявляются значительные требования по надежности и долговечности, используются компоненты из стали высокой чистоты (premium cleanliness steel).

В моей работе объектом производства являются роликовые конические однорядные подшипники 7921А.04-10 и 6-7506.04.

Цель работы: анализ технологического процесса при изготовлении роликов конических подшипников с целью повышения технико-экономических показателей и качества изделий.

Так как все типы подшипников, рассматриваемые в данной работе, имеют массу до 1 кг, а годовая программа выпуска составляет не менее 500000 шт., то делаем вывод, что производство – массовое. Этот тип производства экономически целесообразен при достаточно большом объеме выпуска продукции, поэтому необходимым условием массового производства является наличие устойчивого и значительного спроса на продукцию, что удовлетворяет поставленной задаче.

В современном производстве одним из основных направлений развития технологии механической обработки является использование черновых заготовок с экономичными конструктивными формами, обеспечивающими возможность применения наиболее оптимальных способов их обработки, т. е. обработки с наибольшей производительностью и наименьшими отходами. Это направление требует непрерывного повышения точности заготовок и приближения их конструктивных форм и размеров к готовым деталям, что позволяет соответственно

сократить объем обработки резанием, ограничивая ее в ряде случаев чистовыми, отделочными операциями.

Технико-экономическое обоснование выбора заготовки для обрабатываемой детали производят по нескольким направлениям: металлоемкости, трудоёмкости и себестоимости, учитывая при этом конкретные производственные условия. Технико-экономическое обоснование ведётся по двум или нескольким выбранным вариантам. При экономической оценке определяют металлоёмкость, себестоимость или трудоёмкость каждого выбранного варианта изготовления заготовки, а затем их сопоставляют.

Осуществляется предварительная оценка вариантов, которая позволяет по внешним признакам эффективности (снижение материалоемкости и трудоемкости обработки) отобрать наиболее приемлемый вариант.

Снижение трудоёмкости механической обработки заготовок, достигаемое рациональным выбором способа их изготовления, обеспечивает рост производства на тех же производственных площадях без существенного увеличения оборудования и технологической оснастки.

Технология шлифования роликов конических подшипников включает в себя:

1. Безцентровошлифовальную обработку
  - 1) Шлифование до термообработки
  - 2) Предварительное
  - 3) Чистовое 1
  - 4) Чистовое 2
  - 5) Окончательное
2. Шлифования торцев
  - 1) Черновое
  - 2) Предварительное
3. Шлифование сферы базового торца
  - 1) Окончательное
4. Кругошлифовальная операция
  - 1) Доводка

Все процессы шлифования производятся на станках SWaAKM – 25/1A , 334AD , SXK – 8Q , SXM – 2Q предназначенных для шлифования образующей конических роликов, обработки торцов, шлифования базового торца конических роликов, шлифование образующих конических цилиндрических роликов (Кругошлифования окончательная, доводочная). Основная марка стали - ШХ15 по ГОСТ 801.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМООБРАБОТКИ РОЛИКА ПОДШИПНИКА**

Смирнов Ю. В., Соломоненко С. А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются аспекты операции термообработки ролика подшипника.  
Discusses aspects of heat treatment operations roller bearing.

Подшипники по своей функции высокотехнологичные изделия (вращение двух элементов относительно друг друга), несущие высокие нагрузки, точность и минимальное сопротивление. Каждому типу подшипника соответствует своя технология изготовления, но в общем составляющие технологического процесса одинаковы:

- подготовительные операции,
- термическая обработка,
- шлифование,

- сборка.

Наряду с высокими точностью обработки и качеством отделки рабочих поверхностей металл для деталей подшипников качения и термическая обработка их являются основными факторами, определяющими срок службы подшипников.

Шарикоподшипниковые стали характеризуются высоким содержанием углерода (около 1 %) и наличием хрома (ШХ9, ШХ15). Высокое содержание углерода и хрома после закалки обеспечивает структуру мартенсит плюс карбиды, высокую твердость, износостойкость, необходимую прокаливаемость.

Повышены требования в отношении чистоты и равномерности распределения карбидов, в противном случае может произойти выкрашивание. Стали подвергаются строгому металлургическому контролю на наличие пористости, неметаллических включений, карбидной сетки, карбидной ликвации.

Термическая обработка включает отжиг, закалку и отпуск. Отжиг проводят послековки для снижения твердости и подготовки структуры к закалке. Температура закалки составляет 790...880 °С в зависимости от массивности деталей. Охлаждение – в масле (кольца, ролики), в водном растворе соды или соли (шарики). Отпуск стали проводят при температуре 150...170 °С в течение 1...2 часов. Обеспечивается твердость 62...66 HRC.

Послековки структура стали ШХ15 – пластинчатый перлит и тонкая разорванная карбидная сетка, твердость HB 255–340, обрабатываемость стали с такой структурой и твердостью затруждена.

Для снижения твердости до HB 178–207 и получения структуры зернистого перлита, обеспечивающей хорошую обрабатываемость, заготовки подвергают отжигу при 780–800 °С с последующим медленным охлаждением (15–25 °С/ч) в интервале температур (5 °С/ч) приводит к образованию крупнозернистого перлита; такая структура обладает низкой твердостью, но неблагоприятна для последующей закалки. Нормальной структурой после отжига является структура мелкозернистого перлита. При недогреве при отжиге сохраняется часть тонкопластинчатого перлита, а при перегреве образуется структура крупнопластинчатого и зернистого перлита.

На процесс закалки подшипниковых деталей влияет хром. Хром увеличивает количество избыточных карбидов в структуре стали и уменьшает чувствительность к перегреву. Вследствие присадки хрома уменьшается критическая скорость закалки и увеличивается прокаливаемость. Небольшая критическая скорость закалки необходима для того, чтобы можно было детали закаливать в масле. При закалке в масле происходит частичный отпуск мартенсита, что снижает напряжения.

С увеличением содержания хрома критическая скорость закалки значительно понижается. Для стали ШХ15 (1 % С и 1,5 % Cr) по сравнению со сталью У10 (1 % С) критическая скорость закалки уменьшается с 500 до 35–40 °С/с. В связи с уменьшением критической скорости закалки детали из стали ШХ15 прокаливают на значительно большую глубину по сравнению с деталями из стали У10.

Температура закалки подшипниковых сталей колеблется в пределах 790–870 °С в зависимости от массы деталей: чем крупнее деталь, тем выше температура закалки. Охлаждение проводится в масле (кольца, ролики) или в растворе соды, или поваренной соли в воде (шарики). После закалки и отпуска твердость HRC 62–65. Оптимальной структурой закаленной подшипниковой стали является скрытокристаллический мартенсит с равномерно распределенными мелкими избыточными карбидами. Структура игольчатого и крупноигольчатого мартенсита с карбидами является признаком перегрева. Детали подшипников, закаленные с подогревом, имеют пониженную прочность. Структура мартенсита с участками троостита и карбидами характеризует недогрев или замедленное охлаждение при закалке. Такая структура обладает пониженной твердостью и поэтому является недопустимой. Важной характеристикой качества закалки является вид излома. Наилучший излом – шелковистый, фарфоровидный.

Излом с заметной зернистостью является признаком перегрева стали. Занозистый излом характеризует неполную закалку стали.

Термическая обработка шариков и роликов. Высокие требования, предъявляемые к твердости и однородности структуры на поверхности шариков и роликов, заставляют внимательно относиться к выбору закалочного оборудования. Наилучшими агрегатами для нагрева под закалку шариков и роликов мелких и средних размеров (шариков диаметром до 50 мм и роликов диаметром до 30 мм) являются барабанные печи (с вращающимся муфелем). В них шарики и ролики движутся поступательно и вращаются, что обеспечивает равномерный нагрев.

Охлаждающими средами при закалке шариков и роликов являются масло, водные растворы соды.

После закалки шарики и ролики подвергают отпуску (не позже 3 ч после закалки) при 150–160 °С с выдержкой в течение 2–6 ч (в зависимости от диаметра). Твердость после закалки и отпуска HRC 62–65, а микроструктура – скрытокристаллический мартенсит и карбиды.

#### Список литературы

1. Подшипники качения. Справочное пособие. Под редакцией д-ра техн. наук Н.А.Спицына и канд.техн.наук А.И.Спришевского.
2. Структура и свойства подшипниковых сталей / Спектор А.Г., Зельбет Б.П., Киселёва С. А. М.: Металлургия, 1980. 264 с.
3. Машиностроительные стали. Изд. 2-е., переработанное и дополненное / Журавлев В.Н., Николаева О.И. М.: "Машиностроение", 1968. 332 с.
4. Повышение качества и улучшение сортамента подшипниковой стали в странах-членах СЭВ–М.: Ин-т «Черметинформация».1979г.
5. Спришевский А.И Подшипники качения. – М.: Машиностроение, 1968.

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ ВНУТРЕННЕГО КОЛЬЦА ПОДШИПНИКА

Павлова А. И., Морозова Л. К.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматривается статистический анализ параметров качества отверстия внутреннего кольца подшипника У-807813А

The statistical analysis of parameters of quality of a hole of an inside ring of the U-807813A bearing is considered

Статистический анализ необходим для определения в каком состоянии находится производимая продукция или производственный процесс; каков будет процент брака во всей продукции за определенный период производства; является ли производственный процесс стабильным и будет ли он стабильным в ближайшем будущем.

В целях оценки существующего положения технологии обработки, проводился статистический анализ параметров качества на операции шлифования внутреннего кольца подшипника У–807813А. Внутренне кольцо подшипника У-807813А имеет ряд ответственных поверхностей. Внутренний диаметр кольца с размером 65 должен иметь нижнее отклонение - 0,015 и 5 квалитет. Отклонение от круглости должно быть высоким 0,009 и 0,012.

Замеры проводились в течение трех месяцев, число замеров составляет 50.

В проводимом анализе процесса шлифования были рассмотрены собранные данные измерений таких параметров как: нелинейность и шероховатость отверстия.

Нелинейность измеряли прибором «TALYROND» - эта измерительная система оснащена электронным блоком и персональным компьютером со специализированным программным

обеспечением. Наряду с традиционными параметрами отклонения от круглости система имеет дополнительные возможности – проведение гармонического анализа, возможность автоматического удаления дефектов, пересчет измеренного профиля с различными режимами фильтрации. Все приборы этой модели могут быть обновлены до уровня последней модификации. При необходимости проводится и ремонт шпинделя прибора. Специальная модификация прибора с программой коррекции погрешности шпинделя, позволяет проводить измерения с погрешностью не более 0,025 мкм.

Шероховатость измеряли на приборе «SURTRONIC» – портативный щуповой прибор для применения в цеховых и лабораторных условиях. Измеряемая поверхность очищается от абразива, смазки, грязи и т.п. Далее устанавливается и закрепляется деталь с измеряемой поверхностью в приспособление и регулируется вертикальное и горизонтальное положение траверсного блока и датчика для выполнения условий измерений. Используя поворотный держатель датчика на траверсном блоке, плавно вводится наконечник щупа датчика в контакт с измеряемой поверхностью, не допуская ударных воздействий на датчик. После окончания траверсирования на экране появляются результаты, и датчик возвращается в его крайнюю левую позицию. После измерения и реверсивного движения датчика на исходную позицию, датчик плавно выводится из контакта с измеряемой поверхностью, не допуская ударных воздействий на датчик. Оценку шероховатости измеренных поверхностей проводили по среднему значению параметра  $Ra$ .

Первоначально проверим наши выборки на нормальный закон распределения. Критерий  $\chi^2$  можно использовать для проверки любого распределения, в том числе нормального и экспоненциального.

Проверка по критерию  $\chi^2$  отвергла гипотезу о принадлежности всех выборок к нормальному закону распределения.

Следовательно, рассмотрим принадлежность выборки к другим законам распределения: распределение Рэлея и гамма-распределение.

В результате получилось, что нелинейность диаметра и шероховатость отверстия подходят к распределению Рэлея. Отклонение размеров от стандарта вызывается различными причинами: неравномерный режим обработки детали; неоднородность обрабатываемого материала; неточность установки заготовки в станке; износ режущего инструмента и деталей станков; состояние микроклимата в цехе; колебание напряжения в электросети и т.д.

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ ВНУТРЕННЕГО КОЛЬЦА ПОДШИПНИКА

Павлова А.И.

*Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета*

Рассматривается статистический анализ параметров качества отверстия внутреннего кольца подшипника У-807813А

The statistical analysis of parameters of quality of a hole of an inside ring of the U-807813A bearing is considered

Статистический анализ необходим для определения в каком состоянии находится производимая продукция или производственный процесс; каков будет процент брака во всей продукции за определенный период производства; является ли производственный процесс стабильным и будет ли он стабильным в ближайшем будущем.

В целях оценки существующего положения технологии обработки, проводился статистический анализ параметров качества на операции шлифования внутреннего кольца подшипника У-807813А. Внутренне кольцо подшипника У-807813А имеет ряд ответственных по-



верхностей. Внутренний диаметр кольца с размером 65 должен иметь нижнее отклонение - 0,015 и 5 квалитет. Отклонение от круглости должно быть высоким 0,009 и 0,012.

Замеры проводились в течении трех месяцев, число замеров составляет 50.

В проводимом анализе процесса шлифования были рассмотрены собранные данные измерений таих параметров как: нелинейность и шероховатость отверстия.

Нелинейность измеряли прибором «TALYROND» - эта измерительная система оснащена электронным блоком и персональным компьютером со специализированным программным обеспечением. Наряду с традиционными параметрами отклонения от круглости система имеет дополнительные возможности – проведение гармонического анализа, возможность автоматического удаления дефектов, пересчет измеренного профиля с различными режимами фильтрации. Все приборы этой модели могут быть обновлены до уровня последней модификации. При необходимости проводится и ремонт шпинделя прибора. Специальная модификация прибора с программой коррекции погрешности шпинделя, позволяет проводить измерения с погрешностью не более 0,025 мкм.

Шероховатость измеряли на приборе «SURTRONIC» – портативный щуповой прибор для применения в цеховых и лабораторных условиях. Измеряемая поверхность очищается от абразива, смазки, грязи и т.п. Далее устанавливается и закрепляется деталь с измеряемой поверхностью в приспособление и регулируется вертикальное и горизонтальное положение траверсного блока и датчика для выполнения условий измерений. Используя поворотный держатель датчика на траверсном блоке, плавно вводится наконечник щупа датчика в контакт с измеряемой поверхностью, не допуская ударных воздействий на датчик. После окончания траверсирования на экране появляются результаты, и датчик возвращается в его крайнюю левую позицию. После измерения и реверсивного движения датчика на исходную позицию, датчик плавно выводится из контакта с измеряемой поверхностью, не допуская ударных воздействий на датчик. Оценку шероховатости измеренных поверхностей проводили по среднему значению параметра  $R_a$ .

Первоначально проверим наши выборки на нормальный закон распределения. Критерий  $\chi^2$  можно использовать для проверки любого распределения, в том числе нормального и экспоненциального.

Проверка по критерию  $\chi^2$  отвергла гипотезу о принадлежности всех выборок к нормальному закону распределения.

Следовательно, рассмотрим принадлежность выборки к другим законам распределения: распределение Рэля и гамма-распределение.

В результате получилось, что нелинейность диаметра и шероховатость отверстия подходят к распределению Рэля. Отклонение размеров от стандарта вызывается различными причинами: неравномерный режим обработки детали; неоднородность обрабатываемого материала; неточность установки заготовки в станке; износ режущего инструмента и деталей станков; состояние микроклимата в цехе; колебание напряжения в электросети и т.д.

## АНАЛИЗ ПРИЧИН ДЕФЕКТОВ АЛЮМИНИЕВЫХ ОТЛИВОК

Ротанова Е. С., Авилов А. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

*Рассматриваются причины дефектов алюминиевых отливок  
This article discusses the causes of defects of aluminum castings*

Для оценки причин дефектов необходимо применить гистограмму, отображающую сравнительный анализ по трем особоучитываемым деталям (корпуса насоса, колес центробежного насоса, крышек клапанных) в зависимости от видов дефектов.



Рисунок 1 – Сравнительный анализ по видам брака

Как видно из представленного сравнительного анализа по видам брака наиболее высокий процент приходится на «песчаную раковину» 40,0 % и 38,1 % у деталей корпуса насоса и крышки клапанной. Для детали колесо центробежного насоса 28,3 % приходится на «горячие и холодные трещины».

В условиях производства диаграмму Парето часто используют для анализа причин брака, поскольку она позволяет в удобной форме представить уровень брака в зависимости от причин появления брака.

При производстве фасонных корпусных отливок существуют следующие виды брака: Коробление, песчаная раковина, пористость, шлаковая раковина, горячие и холодные трещины, недолив и спай.

На основании исходных данных по деталям корпуса насоса, колес центробежного насоса, крышек клапанных, были построены диаграммы Парето (рисунки 2, 3, 4).

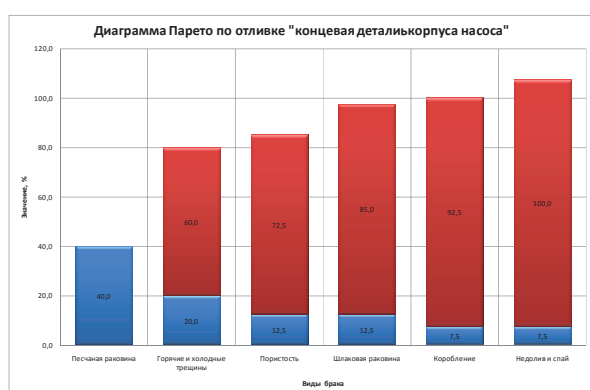


Рисунок 2 – Диаграмма Парето по видам брака для концевой детали корпуса насоса



Рисунок 3 – Диаграмма Парето по видам брака для детали колесо центробежного насоса

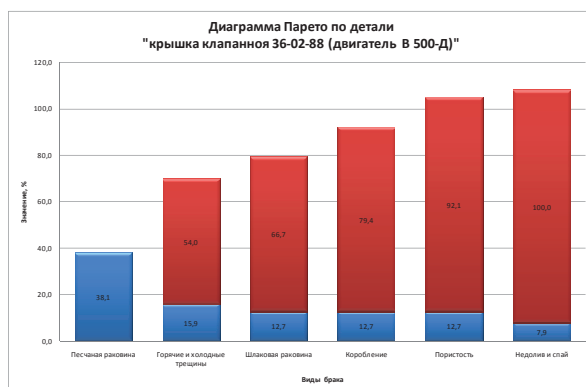


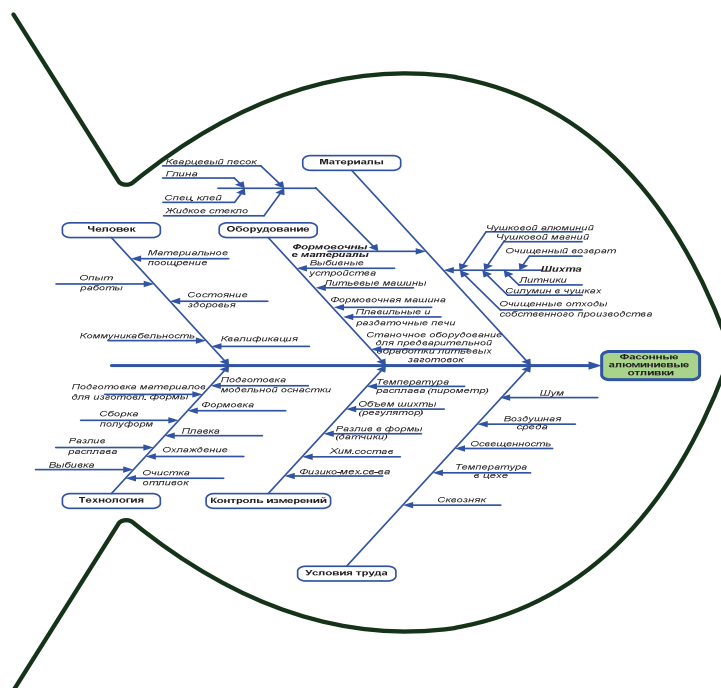
Рисунок 4 – Диаграмма Парето по видам брака для детали подвод

На основании представленных диаграмм Парето по деталям корпус цилиндра, тройник, подвод можно сказать, что в декабре 2013 г. при производстве рассматриваемых деталей значимыми видами брака оказались песчаная раковина, горячие и холодные трещины. Устранив первых два вида причин брака, можно снизить уровень брака на 50 %.

Для дальнейшего выявления факторов, влияющих на причины брака необходимо применить причинно-следственную диаграмму Исикавы (рисунок 5). Данная схема позволяет разделить проблему, требующего своего решения, на отдельные фрагменты, выявить и сгруппировать условия и факторы, влияющие на проблему, и провести причинно-следственный анализ.

Проведен анализ по основным 6 факторам. При анализе были выявлены вторичные и третичные причины.

Наибольшее воздействие на качество изготовления отливок оказал состав формовочных материалов, износ основного оборудования (литьевые машины) и человеческий фактор (сокращение персонала, несоблюдение рабочих и технологических инструкций, снижение оплаты труда).



Выяснилось, что в декабре 2013 г. для литейного производства ООО «Диадора» в связи со снижением финансирования были произведены закупки кварцевого песка Орловского месторождения по более низкой цене с содержанием глинистых частиц 1-2 % (ранее содержание глинистых частиц составляло 0,3-0,5 %, что повлияло на снижение прочностных свойств формовочного материала).

#### Список литературы

1. Ринне, Х. Статистические методы обеспечения качества: Учебник для вузов / М.: Машиностроение, 1995 . – 602 с.
2. Руководство по качеству ООО «Диадора» РК 00235246-13.1-2000 Волгоград, 2012.
3. Язуров, В.А. Плавка и литье алюминиевых сплавов. М.: «Металлургия». 1983.– 350 с.

### РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ОТДЕЛЬНО ВЗЯТОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Ганджалова А.А., Степура А.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются основные этапы и мероприятия по разработке системы менеджмента качества.  
The article describes the main steps and activities to develop a quality management system.

В современных рыночных условиях конкурентоспособность любой организации, независимо от формы ее собственности, размеров и вида деятельности зависит, прежде всего, от качества ее продукции или услуг.

Требование разработки и внедрения системы менеджмента качества исходит от потребителей, собственников и т.д., которым нужны гарантии стабильной (применительно к качеству продукции) работы организации. Сертификация СМК стала обязательным условием для участия в большинстве тендеров. В частности, наличие у предприятия сертифицированной системы менеджмента качества, соответствующей требованиям стандарта ГОСТ ISO 9001–2011, позволяет потребителям быть уверенными в том, что услуги, которые предприятие оказывает, строго отвечают декларируемым им условиям и требованиям закона и что положение компании стабильно в долгосрочном периоде.

Наличие внедренной и сертифицированной системы менеджмента качества влияет как на конкурентоспособность организации, так и на себестоимость продукции, следовательно возникает необходимость проведения работ по разработке СМК на предприятии.

Цель дипломного проекта: разработка проекта программы внедрения системы менеджмента качества на предприятии.

Внедрение системы менеджмента качества представляет собой комплекс работ, который затрагивает различные аспекты деятельности организации и ее подсистемы – подсистему стратегического управления, производственную подсистему, подсистему логистики, управление персоналом, внутренние коммуникации, документооборот и др. В связи с этим, внедрение системы качества является достаточно длительной и трудоемкой задачей. Решение этой задачи, как правило, происходит в несколько этапов.

Примерная программа внедрения СМК состоит из 7 этапов.

ЭТАП 1. Решение руководства. Руководитель должен принять решение о начале проекта, известить сотрудников компании. Также следует сформулировать цели построения системы менеджмента качества, выделить на верхнем уровне процессы, которые нужно контролировать, и критерии оценки их качества. Впоследствии цели системы необходимо зафиксиро-

вать в документе под названием «Политика в области качества», в котором также описываются принципы их достижения.

ЭТАП 2. Оценочный аудит. Цель оценочного аудита: посредством выборочной проверки документации и деятельности оценить согласно ГОСТ ISO 9001–2011 действующую систему управления качеством, выявить ее «слабые места», определить объемы доработки, дать рекомендации по совершенствованию существующей системы для последующей ее сертификации.

ЭТАП 3. Обучение персонала. Персонал компании должен изучить теорию менеджмента качества, стандарты ISO серии 9000, освоить теорию процессного подхода, а также основные требования к внедрению СМК.

ЭТАП 4. Разработка подробного плана-графика выполнения работ. Внедрение системы менеджмента качества следует рассматривать как сложный и длительный проект (сроком до полутора-двух лет). Поэтому необходимо составить программу, которая должна включать: описание этапов внедрения, список ответственных за каждый этап проекта, бюджет внедрения системы менеджмента качества, процедуру оценки внедрения СМК.

ЭТАП 5. Разработка нормативной документации. На этом этапе формируются нормативные документы, регламенты и процедуры, обеспечивающие работу системы менеджмента качества. Основой для них обычно является уже существующий на предприятии набор документов, который модифицируется и дополняется в соответствии с требованиями стандарта.

ЭТАП 6. Тестирование системы менеджмента качества и внутренний аудит. После разработки всех нормативных документов начинается опытная эксплуатация системы. Запускать процессы в рамках новой системы можно постепенно. Опытная эксплуатация сопровождается проведением внутреннего аудита, специальных процедур по проверке работы системы менеджмента качества.

ЭТАП 7. Сертификация системы менеджмента качества. Для того чтобы сертифицировать СМК, необходимо подать заявление в сертификационный орган.

Предлагаемые мероприятия по разработке и внедрению системы менеджмента качества дают возможность выявить узкие места в производстве, повысить эффективность использования ресурсов, избежать как дублирования работ, так и оголения отдельных участков, документировать все производственные операции, установить ответственность за каждую из них, провести структуризацию производственных процессов и выстроить четкие технологические схемы.

Реализация указанных мероприятий позволит получить следующие эффекты:

- повысить прибыль предприятия, за счет расширения рынка сбыта продукции;
- сделать работу компании прозрачной для ее руководства, облегчить оперативное управление и повысить его эффективность;
- своевременно выполнять свои обязательства перед заказчиками;
- достичь требуемого качества продукции и постоянно поддерживать его на уровне, соответствующем требованиям заказчиков, которые устанавливаются в техническом задании, договорах и других документах;
- обеспечить снижение производственных затрат за счет снижения количества брака, возможно снижение себестоимости продукции.

В результате дипломного проекта была сделана оценка эффективности работы предприятия, определены этапы и даны рекомендации по внедрению СМК. Выявлены проблемы и перспективы развития организации в данном аспекте на ближайший период.

#### **Список литературы**

1. Пономарев С.В. Управление качеством процессов и продукции. В 3-х кн. Кн. 1 : Введение в системы менеджмента качества процессов в производственной, коммерческой и образовательной сферах : учебное пособие / С.В. Пономарев, С.В. Мищенко, Е.С. Мищенко и др.; под ред. д-ра техн. наук, проф. С.В. Пономарева. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 240 с.

2. ГОСТ ISO 9001-2011. Системы менеджмента качества. Требования [Текст]. – Введ. 2013–01–01. – М: Стандартинформ, 2012.– 36 с.
3. Внедрение системы менеджмента качества на предприятии: [Электронный ресурс] – URL: <http://fd.ru/articles/6752>. (Дата обращения: 22.04.2014).

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ КОНТРОЛЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РОЛИКОВ ПОДШИПНИКА

Гудилова С.В., Митрофанов А.П.  
*Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета*

Рассматривается воспроизводимость и сходимости измерительных систем, влияние на результаты измерений различных факторов.

We consider the reproducibility and precision measuring systems, the effect on the measurement results of various factors.

Обеспечение достоверности решения задач управления качеством возможно лишь при достаточном высоком качестве измерений. Для оценки степени достижения необходимой точности измерений проводится анализ измерительной системы: *R&R-анализ (Repeatability & Reproducibility)*, или анализ повторяемости и воспроизводимости.

Анализ сходимости и воспроизводимости, как измерительный инструмент, используется не для определения достоверности системы, а для того, чтобы понять, насколько система способна воспроизводить последовательные результаты. То есть, не только узнать, насколько точным является инструмент, но и понять, насколько точны операторы, использующие этот инструмент.

Цель анализа сходимости и воспроизводимости – оценить вариации измерений, связанные с работой измерительного прибора, и ошибки в работе оператора, сравнивая их с вариациями измерений тестируемых деталей. Помимо этого, анализ может преследовать более широкие цели, позволяя сравнить вариации с пределами допусков или с вариацией измерений, которая ожидается в ходе процесса.

Оценивание сходимости и воспроизводимости измерительного процесса осуществляли методом средних и размахов согласно методики изложенной в ГОСТ Р 51814.5-2005. Объектом исследования являются контрольно-измерительные операции, используемые в процессе изготовления роликов подшипника. Анализ подверглись результаты измерений по следующим параметрам: радиус сферы базового торца ролика (прибор Форм-Телесерф Интра); шероховатость по образующей ролика (прибор Суртроник 3+); твердость ролика (прибор Твердомер ТК-2).

Для оценки измерительных систем контроля исследуемых параметров применялась единая методика проведения анализа. Количество операторов  $N = 3$ , проводили замеры 10 роликов с трехкратным повторением измерительной процедуры ( $Q=3$ ). Для каждого оператора по каждому изделию вычисляли среднее значение измерения и размах. Далее определяется среднее значение измеряемого показателя  $\bar{x}_j$  и средний размах  $\bar{R}_j$  для каждого оператора, а так же общий средний размах  $\bar{R}$  и величину  $\bar{x}_d = \max \bar{x}_j - \min \bar{x}_j$ .

При анализе повторяемости по существу анализируется погрешность используемого прибора ( $EV$ ).

Воспроизводимость измерений определяет погрешность, связанную с различием в квалификации различных операторов которая соответствует характеристики – вариации ( $AV$ ).

Сходимость и воспроизводимость измерительных систем рассчитывается по формуле:  
 $R \& R = \sqrt{EV^2 + AV^2}$ .

Изменчивость образцов рассчитывается по формуле:  $PV = R_p \cdot k_3$ ,  
 где  $R_p$  – размах средних;  $k_3 = 1,62$  для  $n=10$ .

Полная изменчивость измерительного процесса рассчитывается по формуле:  
 $TV = \sqrt{R \& R^2 + PV^2}$ .

Далее рассчитывается приемлемость измерительной системы для целей регулирования или измерения изменчивости процесса  $\%R\&R$

Таблица 1 – Результаты расчета сходимости и воспроизводимости исследуемых измерительных систем

Параметр	$EV$	$AV$	$R\&R$	$R_p$	$PV$	$TV$	$\%R\&R$
Радиус сферы, мм	0,2599	0,1255	0,2887	9,9	3,1145	3,1278	9,23
Шероховатость, мкм	0,00915	0,011	0,0145	0,06	0,097	0,098	14,94
Твердость, $HRC$	0,5673	0,530	0,776	3,03	4,91	4,97	15,62

Согласно ГОСТ Р 51814.5-2005 при  $\%R\&R < 10 \%$  измерительная система считается приемлемой, при  $10 \% < \%R\&R < 30 \%$  система может быть принята к применению в зависимости от важности результатов, стоимости приборов и т.п. При  $\%R\&R > 30 \%$  измерительная система нуждается в совершенствовании.

	МЕТ-У1	ТМК-459	ТЭМП-4
			
Принцип измерения твердости	Ультразвуковой	Ультразвуковой	Динамический
Масса, кг	0,5	0,4	0,23
Время одного измерения, с	Не более 5	2	Не более 5

Результаты оценивания сходимости и воспроизводимости измерительного процесса исследуемых параметров показывают (таблица 1), что из трех полностью приемлемой можно считать только измерительную систему контроля радиуса сферы борта ролика, остальные системы выходят за границу 10 %, следовательно, возможность их использования будет определяться требованиями к качеству и достоверности самих результатов измерения.

Для более точного анализа твердости предлагаем использовать более легкие и компактные твердомеры, такие как электронный малогабаритный переносной твердомер ТЭМП-4, ультразвуковой твердомер МЕТ У-1, ультразвуковой твердомер ТМК-459.

	Диапазон измерений	Пределы абсолютной погрешности
МЕТ-У1	Бринелля 75-260 Роквелла 20-70 Виккерса 240-940 Шора 23-102	±10 ±1,5 ±12 ±3
ТКМ-459	Бринелля 90-450  Роквелла 20-70 Виккерса 240-940	±10 (в диапазоне 90..150) ±15 (в диапазоне 150..300) ±20 (в диапазоне 300..450) ±2 ±15 (в диапазоне 240..500) ±20 (в диапазоне 500..800) ±25 (в диапазоне 800..940)
ТЭМП-4	Бринелля 100-450  Роквелла 22-68 Виккерса 100-950  Шора 22-99	±25 (в диапазоне 100..200) ±50 (в диапазоне 200..400) ±50 (в диапазоне 400..450) ±5 ±50 (в диапазоне 100..450) ±75 (в диапазоне 450..950) ±7

Это дает значительную материальную экономию путем контроля входящей продукции. Контроль характеристик твердости позволяет при незначительных затратах определять качество материала, механические свойства, его ресурс. Контроль твердости портативными приборами – это неотъемлемая часть производственного процесса современных предприятий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Паспорт ТЭМП-4.4271-001 ПС/ Москва 2002.
2. ГОСТ Р 5181.5 – 2005 Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Анализ измерительных и контрольных процессов.
3. Твердомеры портативные ультразвуковые. Руководство по эксплуатации ТКМ 459.
4. Государственный реестр средств измерений Твердомер портативный ультразвуковой МЕТ-У1.

### **ВЫЯВЛЕНИЕ КОРЕННЫХ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТА «ВМЯТИНА ПО ТОРЦУ НАРУЖНОГО КОЛЬЦА» ПОДШИПНИКА 6У-537906Е, НА ОАО «ЕПК ВОЛЖСКИЙ»**

Гудков И. В., Носенко С. В.  
*Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются основные этапы и мероприятия по внедрению методики 8D  
The article describes the main steps and activities to implement the methodology 8D

В процессе контроля качества продукции на всех этапах ее изготовления могут быть выявлены несоответствия требованиям нормативной документации.

В ГОСТ Р ИСО 9001–2008 рекомендуется, чтобы такая продукция была идентифицирована и управлялась с целью предотвращения непреднамеренного использования или поставки. Для определения причин несоответствий применяют разные методы. Так, методика «Пять по-



чему?» результативна при решении относительно простых задач. Однако она не обеспечивает проверку цепочки причин проблемы в направлении от первопричины к результатам. Особенность методики FMEA состоит в недопущении отказов и несоответствий, что служит решению задач предупреждающего действия.

В процессе производства подшипниковой продукции на ОАО «ЕПК Волжский» используют одним из инструментов систематизированного поиска причин проблем качества и устранения повторного их появления, а именно методику 8D, в связи с чем.

Целью данного метода является быстрая, неизменная и систематическая обработка внутренних и внешних рекламаций позволяющая распознать и устранить фактическую причину дефекта (несоответствия).

Повышение удовлетворенности конечных потребителей путем обеспечения качества, используемого при производстве подшипников сырья (основного металла) и готовых комплекующих изделий.

Достижение указанной цели обеспечивается решением следующих задач:

- внедрением со стороны Поставщиков сдерживающих, срочных, корректирующих и предупреждающих мероприятий в установленные сроки;

- оценкой эффективности проделанной работы, составлением отчета 8D и информированием потребителя;

Во всем мире проблемы поставщика – это проблемы поставщика. И только в России очень часто проблемы поставщика – это проблемы потребителя, который должен нести потери из-за некачественных деталей своих поставщиков. В то же время есть совершенно простая и понятная методика по решению проблем. Методика «8D» позволяет не только решить проблему, найти корневые причины, но и предотвратить повторное появление проблем.

Методика «8D» применяется в случаях: наличие проблемы (дефекта) причины которой нам непонятны; требование потребителя; требование производства. Поэтому необходимо раскрыть все 8 шагов для нужного понимания: Начала процесса поступление рекламации; получение, регистрация, передача начальнику службы качества; регистрация рекламации направление в подразделения; создание команды назначение руководителя;

- этап 1 « Детальное описание несоответствий»;

Цель этапа – установление одинакового понимания проблемы между поставщиком и потребителем.

Анализ достаточности поступивших от потребителя данных (да), если нет, то необходимо произвести запрос дополнительной информации

- этап 2 «Анализ аналогичных изделий».

Цель этапа – определение командой 8D перечня аналогичных изделий, на которых может проявиться подобная проблема.

- этап 3 «Предварительный анализ».

Цель этапа – установление потенциальных причин обнаружения проблемы в технологической цепочке изготовителя вплоть до отправки продукции в адрес Потребителя.

- этап 4 «План срочных, сдерживающих действий».

Цель этапа – внедрение на территории Поставщика плана незамедлительных действий (в течение 24 часов) направленных на предотвращение поставки дефектных изделий в адрес Потребителя.

Направление отчета 8D потребителю.

Анализ результативности срочных и сдерживающих действий (да), если нет, то возвращаемся на 4 этап.

- этап 5 «Окончательный анализ причин».

Цель этапа – установление корневых причин возникновения проблемы в технологической цепочке Изготовителя вплоть до отправки продукции в адрес Потребителя.

- этап 6 «План окончательных действий».

Цель этапа – разработка и внедрение окончательных действий направленных на устранение и предупреждение корневых причин возникновения проблемы в технологической цепочке Изготовителя вплоть до отправки продукции в адрес Потребителя.

Направление отчета 8D потребителю (14 календарных дней)

- этап 7 «Анализ результативности окончательных действий».

Цель этапа – подтверждение эффективности окончательных действий направленных на устранение и предупреждение корневых причин возникновения проблемы.

Да если нет, то возвращаемся на 6 этап.

- этап 8 «Контроль выполнения и учет опыта».

Цель этапа – стандартизация и капитализация (закрепление) опыта, выполненного для устранения причин несоответствия, исключение его повторения на подобных процессах или продукции Поставщика.

Направление отчета 8D потребителю (28 календарных дней)

Выше перечисленные этапы раскрывают коренные причины несоответствий и внедряют корректирующие мероприятия.

Выводы по работе:

- Исследована методика 8D, которая позволяет быстро, неизменно и систематически обрабатывать внутренние и внешние рекламации.

- Внедрены со стороны поставщика сдерживающие, срочные, корректирующие и предупреждающие мероприятия в установленные сроки;

- Произведена доработка конструкции бункера, что повлекло за собой снижения бракованных изделий.

- улучшение меж функционального взаимодействия на предприятии посредством вовлечения персонала в процесс непрерывных улучшений (в т.ч. работа 8D- команд);

- позволил существенно снизить количество рекламационных сигналов и систематизировать процесс их обработки;

- повышение удовлетворенности конечных потребителей путем обеспечения качества, используемого при производстве подшипников сырья (основного металла) и готовых комплектующих изделий

- Оценкой эффективности проделанной работы, составлением отчета 8D и информированием потребителя.

- выявлены коренные причины возникновения дефекта, а именно «Вмятина по торцу наружного кольца» подшипника 6У-537906Е.

- разработаны и внедрены корректирующие мероприятия с помощью методики 8D.

- подтверждена экономическая эффективность данных внедрений и изменений.

- Все мероприятия внедрены на ОАО «ЕПК Волжский»

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА (СМК) И СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА (СЭМ) В УСЛОВИЯХ ОАО «ВТЗ»**

Щербакова Е.В., Степура А.В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются основные документы системы менеджмента качества, проблемы завода в области документооборота, необходимость усовершенствования системы менеджмента качества путем автоматизации документооборота, внедрение системы электронного документооборота

The basic documents of the quality management system, the problems in the field of document factory, the need to improve the quality management system by automating workflow, electronic document management

Чтобы все одинаково правильно понимали и выполняли свою работу, система менеджмента качества документируется. Документация системы менеджмента качества включает в себя: политику предприятия в области качества, стандарты предприятия, технические условия, законы, рабочую документацию (инструкции, приказы, распоряжения, протоколы, служебные записки карты контроля, чертежи) и т.д.

Жизненный цикл продукции считается одним из важнейших факторов, рассматривающих динамику ее конкурентоспособного пребывания на рынке. Каждый этап цикла должен сопровождаться определенной документацией.

Так как на предприятии документации очень много, а автоматизированного процесса нет, то можно выделить ряд проблем:

- документы теряются,
- накапливается множество документов, назначение и источник которых не ясны,
- документы и информация, содержащаяся в них, попадает в чужие руки,
- тратится масса рабочего времени на поиск нужного документа и формирование тематической подборки документов,
- создается несколько копий одного и того же документа - на бумагу и копирование документов тратится немало средств,
- на подготовку и согласование документов тратится много времени.

Система электронного документооборота (СЭД) – организационно-техническая система, обеспечивающая процесс создания, управления доступом и распространения электронных документов в компьютерных сетях, а также обеспечивающая контроль над потоками документов в организации.

На рынке программного обеспечения представлено множество продуктов данного класса, как зарубежных, так и отечественных производителей. Основываясь на полученных данных исследования, учитывая все достоинства и недостатки каждой из рассмотренных систем (а именно, DIRECTUM, DocsVision, OPTIMA-WorkFlow), приходим к выводу, что система DIRECTUM наиболее подходит для применения на ОАО «ВТЗ» по своему функционалу и соотношению цена-качество.

Результатом правильности проведенного анализа по выбору СЭД является факт того, что на ОАО «ВТЗ» в ноябре 2013г. стартовал проект, где специалистами центра информационных технологий ОАО «ВТЗ» при поддержке представителей волгоградской компании «КСЕОН», были обследованы управленческие бизнес-процессы предприятия, определен перечень ключевых пользователей системы- директоров по направлениям и рекомендованных ими специалистов, принято техническое решение по автоматизации- на базе системы электронного документооборота DIRECTUM.

Внедрение СЭД – важный шаг на пути повышения эффективности работы завода. Система решает целый ряд практических задач:

- сокращение времени на принятие управленческих решений;
- увеличение производительности труда за счет ускоренной обработки и согласования документов;
- повышение исполнительской дисциплины (используя возможности системы, руководитель может быть уверен в том, что поставленные перед сотрудниками задачи не будут забыты или не выполнены. Все действия, производимые пользователем с документом – чтение, изменение, подписание – в обязательном порядке будут контролироваться);
- сокращение «бумажного» документооборота в 1,5 раза;
- обеспечение доступа к документам в строгом соответствии с назначенными правами пользователей, что практически исключает потерю или утечку информации (тексты могут быть дополнительно зашифрованы с помощью паролей или цифровых сертификатов);
- предоставление возможности для создания электронного архива документов.

Условно можно выделить пять этапов процесса внедрения СЭД:

1. [обследование существующей системы документооборота](#) и подготовка отчёта об обследовании;
2. разработка, согласование и утверждение технического задания на автоматизацию документооборота;
3. настройка и адаптация СЭД под требования технического задания, функциональное тестирование;
4. обучение пользователей;
5. введение системы в опытную эксплуатацию, корректировка параметров системы;
6. приёмочные испытания и ввод СЭД в промышленную эксплуатацию;
7. техническое сопровождение.

Промышленная эксплуатация системы электронного документооборота на ОАО «ВТЗ» должна начаться в декабре 2014г. и охватить не менее 78 ключевых подразделений предприятия, при этом количество автоматизированных мест пользователе на первом этапе составит около 300.

#### Список литературы

- 1 Кудряев В.А. Организация работы с документами. - М.: Инфра-М. - 2008.
- 2 [Майкл Дж.Д. Саттон](#). Корпоративный документооборот. Принципы, технологии, методология внедрения. -Издательство: [БМикро](#), [Азбука](#); 2002
- 3 Афанасьев С. И. «Об эффективности электронного документооборота и государственном регулировании в сфере документационного обеспечения управления». [Электронный ресурс] [http://www.government.nnov.ru/\\_data/objects/29367/afanasiev.doc](http://www.government.nnov.ru/_data/objects/29367/afanasiev.doc)
- 4 Правовое регулирование электронного документооборота. [Электронный ресурс] [http://revolution.allbest.ru/law/00002838\\_0.html](http://revolution.allbest.ru/law/00002838_0.html)

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУПЕРФИНИШИРОВАНИЯ КОЛЕЦ КОНИЧЕСКИХ РОЛИКОПОДШИПНИКОВ

Каретин А.В., Авилов А. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются методы совершенствования процесса обработки колец подшипников  
We consider the organization of production in a repair tire plant.

Основным методом окончательной обработки дорожек качения колец конических подшипников является суперфиниширование. Однако традиционные способы суперфиниширования конических поверхностей, (такие как суперфиниширование с продольным перемещением бруска, врезное суперфиниширование) не могут обеспечить достаточно высокой производительности обработки, требуемой точности формы дорожек качения колец и необходимого качества поверхностного слоя. Повысить эффективность этого технологического процесса можно за счет придания абразивному бруску дополнительных движений, в частности осциллирующих, которые способствовали бы повышению режущей способности бруска, изменению характера и величины съема металла с заготовки [1].

Осциллирующее колебательное движение инструмента позволяет значительно повысить точность формы по параметрам отклонения от круглости, волнистости и шероховатости поверхности за счет следующих факторов:

- во-первых, увеличивается длина дуги контакта бруска с обрабатываемой поверхностью заготовки. При этом рабочей поверхностью бруска перекрывается гораздо большее число микро- и макровыступов на обрабатываемой поверхности заготовки;

- во-вторых, абразивные зерна бруска работают по своим четырем граням: передней и задней за счет перемещения инструмента вдоль длины заготовки и боковыми гранями за счет осциллирующего колебания инструмента в плоскости, перпендикулярной оси вращения заготовки. Это позволяет абразивным зернам эффективно врезаться в вершины микро- и макровыступов, находящихся на обрабатываемой поверхности.

Кроме того, наличие двух движений во взаимно перпендикулярных направлениях создает на обработанной поверхности симметричный микрорельеф, что повышает долговечность изделия.

При выполнении условий (постоянство удельного давления бруска и обрабатываемой поверхности заготовки и отношения ширины бруска и длины окружности обрабатываемой поверхности заготовки в каждом их поперечном сечении) достигается равномерное удаление припуска по всему обрабатываемому профилю и обеспечивается высокая точность формы профиля в осевом сечении детали.

Осциллирующее колебание инструмента с переменной амплитудой, изменяющейся пропорционально изменению диаметров конической поверхности, необходимо для сохранения высокой точности формы профиля в осевом сечении детали, достигнутую за счет применения бруска в форме трапеции. Осциллирующее колебание позволяет также увеличить скорость резания. Абразивные зерна, работая по своим четырем граням, изнашиваются равномерно и могут быть использованы с высокой эффективностью. В этом случае обеспечивается равномерная нагрузка на зерна и осуществляется максимальный съем с заготовки при минимальном износе бруска.

#### **Список литературы**

1 Пат. 2270085 Российская Федерация, МПК В24В1/00, В24В19/06. Способ абразивной обработки поверхности вращения / Рахчеев В. Г., Лукьянов К. Ю., Филин А. Н., Рахчеева Е. В., Пашенцев А. Б. ; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Самарский государственный технический университет. – № 2004108454/02 ; заявл. 23.03.2004 ; опубл. 20.02.2006. – 6 с.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛАТУННЫХ СЕПАРАТОРОВ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ**

Мусалов И.А, Авилов А. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Анализируются методы увеличения стойкости режущего инструмента и возможность применения приспособления для увеличения производительности

We consider the organization of production in a repair tire plant.

Проанализирован технологический процесс изготовления сепаратора подшипник 4-3182120К с целью сокращения временных затрат.

Сепараторы подшипников данного вида могут изготавливаться из: стали, латуни, полиамида, текстолитов, бронзы, алюминиевых сплавов.

Подшипник 4-3182120К имеет сепаратор из латуни марки ЛС59-1. При обработке свинцовосодержащих латуней всегда возникают проблемы с низкой стойкостью режущего инструмента, так как образующаяся чрезвычайно мелкая стружка образует нарост на режущем инструменте.

Существующие методы увеличения стойкости инструмента:

а) ионная химико-термическая обработка – нитроцементация в плазме тлеющего разряда. В результате ионной нитроцементации на поверхности образцов будет сформирован упорченный слой повышенной микротвердости (1000–1050 HV). Получение нитроцементиро-

ванного слоя глубиной  $h = 20\text{--}30$  мкм, достаточно для обеспечения работоспособности режущего инструмента, занимает 10–25 минут;

б) плазменное напыление износостойких покрытий  $TiN$ ,  $(Ti, Zn)N$  и  $(Ti, Zn)N - (Ti, Al)N$ . Нанесений покрытий возможно осуществить методом КИБ. Он основан на генерации вещества катодным пятном вакуумной дуги. Подача в вакуумное пространство реагирующих газов (азота, аргона, метана и др.) в условиях ионной бомбардировки приводит к конденсации покрытия на рабочих поверхностях режущего инструмента благодаря протеканию плазмохимических реакций:

1) покрытие  $TiN$ : Время нанесения покрытия составит 10 минут; толщина покрытия в среднем достигала 10 мкм. Температура на поверхности образцов не превышает 300–400 градусов Цельсия. Твердость на поверхности инструмента 1300  $HV$ ;

2) многокомпонентные покрытия  $(Ti, Zn)N$  и  $(Ti, Zn)N - (Ti, Al)N$ : толщина покрытия составит 6–8 мкм; микротвердость поверхности после нанесения тонких покрытий возрастет в зависимости от покрытия с 1600 примерно до 1700  $HV$ ;

в) упрочнение режущего инструмента методом лазерной поверхностной термической обработки. Лазерную поверхностную термоупрочняющую обработку можно осуществить путем нагрева образца из быстрорежущей стали одиночным импульсом излучения неодимового лазера. Разработка технологии лазерного поверхностного упрочнения требует проведения большого комплекса подготовительных работ, что является недостатком данного вида упрочнения поверхности режущего инструмента. Микротвердость стали Р6М5 после лазерной обработки возрастает с 720 до 960  $HV$ ;

г) комбинированная упрочняющая обработка.

При рассматриваемых в данной работе условиях обработки – изготовлении сепаратора из свинцовосодержащей латуни марки ЛС59-1 процесс нанесения тонкопленочного покрытия наиболее рационален.

В качестве износостойкого покрытия выбирается нитрид титана  $TiN$ .

В результате твердость и износостойкость инструмента увеличиваются приблизительно в 2 раза.

Окна в сепараторе подшипника получают фрезерованием отверстий на обоих торцах заготовки по всему контуру на равном расстоянии друг друга. Данная операция становится быстро и легко выполнимой при использовании специальных приспособлений – многошпindelной универсальной головки (например  $T10$ ), с помощью которой возможно выполнять фрезерование нескольких окон сепаратора одновременно.

Использование инструментов с нитридтитановым покрытием и универсальной головки время изготовления сепаратора сокращается в 6 раз.

## РАСЧЁТ ПРУЖИНЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЧИСТОВОГО РАСТАЧИВАНИЯ РОЛИКОВОЙ ДОРОЖКИ

Нестеренко А. В., Тарасова Т. С.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматривается расчёт пружины приспособления для повышения качества при чистовом растачивании роликовой дорожки кольца подшипника.

We consider the calculation of the spring means for improving the quality in fine boring track roller ring of the bearing.

Устройство для чистового растачивания роликовой дорожки служит для обточки наружной конической поверхности внутренних колец подшипников. Применяется на восьмишпindelных патронных полуавтоматах типа 1265ПМ-8Д.

Устройство для чистового растачивания роликовой дорожки представляет из себя резцедержатель с резцом (он же ползун). Нижней частью резцедержатель подвижно соединен с направляющей деталью. Направляющая деталь через два крепежных отверстия жестко крепится к поперечному суппорту под нужным углом. Тяга соединена с продольным суппортом посредством шарнира и стойки, и служит для передачи поступательного движения продольного суппорта резцедержателю.

Поперечный суппорт подает все устройство в зону обработки и останавливается. В это время происходит осевое перемещение продольного суппорта, который через стойку и тягу передает движение резцедержателю-ползуну и перемещает его по направляющей.

Для обеспечения плавности хода резцедержателя предназначена пружина сжатия, обеспечивающая необходимый натяг и своевременный отвод резцедержателя.

Пружины сжатия это пружины, работающие на сжатие и воспринимающие продольно - осевые нагрузки. Они сжимают пружину в целом. Основной вид деформации витков – кручение.

При проектировании пружины сжатия важно правильно рассчитать витки.

В устройстве для чистового протачивания роликовой дорожки используется пружина 7039-9040.

Параметры пружины 7039-9040:

$d_0 = 15$  мм,  $D = 25$  мм,  $d = 4$  мм,  $t_2 = 4,8$  мм,  $F_2 = 47$  кг,  $t = 6,5$  мм,  $F_3 = 69$  кг, вес 1000 пог. м = 98,6 кг,  $H_2 = 72$  мм.

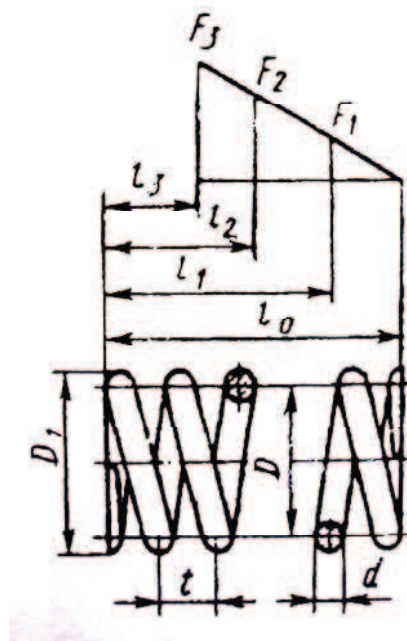


Рисунок 1 – Пружина

Материал – Проволока Б-2-4,0 ГОСТ 9389.

Покрытие – Хим. Окс. или Хим. Фос. По ГОСТ 9. 306-85.

Количество витков пружины:

$$n = \frac{H_2 - d_0}{t_2} = \frac{72 - 15}{4,8} = 11,8.$$

Длина пружины в свободном состоянии:

$$l_0 = n \cdot t + d,$$

$$l_0 = 11,8 \cdot 6,5 + 4 = 80,71 \text{ мм.}$$

Принимается  $l_0 = 80$  мм.

Чтобы «отскок» пружины происходил быстрее, проведем замену на пружину с большим количеством витков.

Исходя из заданных размеров, диаметра и стремления обеспечить наибольшую критическую скорость, останавливаемся на пружине 7039-9046 со следующими данными:

$d_0 = 20$  мм,  $D = 30$  мм,  $d = 4,0$  мм,  $t_2 = 4,84$  мм,  $F_2 = 50,4$  кг,  $t = 8,3$  мм,  $F_3 = 63$  кг, масса 1000 м = 98,7 кг,  $H_2 = 90$  мм.

Материал – Проволока Б-2-4,0 ГОСТ 9389-75.

Покрытие – Хим. Окс. или Хим. Фос. По ГОСТ 9. 306-85.

Количество витков пружины:

$$n = \frac{90 - 20}{4,84} = 14,5.$$

Длина пружины в свободном состоянии:

$$l_0 = n \cdot t + d = 14,5 \cdot 8,3 + 4,0 = 124,04 \text{ мм.}$$

Принимаем  $l_0 = 120$  мм.

Использование данной пружины позволит уменьшить время на токарную обработку внутреннего кольца подшипника.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3 т. Т 1 – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И. Н. Жестковой – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.
2. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3 т. Т 2 – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И. Н. Жестковой – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с.
3. Краткий справочник к расчёту деталей машин. Гузенков П. Г. «Высшая школа», 1967 г. 1 – 312 с.

## НАЗНАЧЕНИЕ КОПИРА, ВХОДЯЩЕГО В ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ РАСТАЧИВАНИЯ РОЛИКОВОЙ ДОРОЖКИ КОЛЬЦА ПОДШИПНИКА

Ткаченко Е. В., Тарасова Т. С.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматривается назначение копира в приспособлении для растачивания роликовой дорожки и методика расчёта. Выполнен расчёт копира.

We consider the appointment of the copier device for boring roller track and method of calculation. The calculation of the copier.

Основание приспособления, жестко закрепленное к продольному блоку станка, с помощью клина и болтов перемещается совместно с направляющей. В основании имеется паз, в котором устанавливается копир, совместно с линейками. При движении продольного блока к зеркалу шпиндельного блока перемещается в продольном направлении все приспособление.

Для удержания перемещения копира в продольном направлении имеется система тяг, которая фиксируется задним торцом станины станка. Правильный выбор всех зазоров в тягах позволяет удерживать копир.

Резцедержатель с осью, которая вращается во втулке, закрепленной неподвижно к резцедержателю, перемещаясь по направляющей, совершает движение под углом, который выполнен в копире.

Угол копира равен углу наклона дорожки качения кольца. Поэтому ось перемещается под углом копира и резцы вытачивают дорожку качения под углом, заданным по конструкторскому чертежу.

Правильно выполненный угол копира является определяющим параметром качества обработки роликовой дорожки.



Расчет угла копира, входящего в приспособление для растачивания роликовой дорожки кольца подшипника выполняется по схеме (рисунок 1).

$\alpha$  – угол дорожки качения детали:  $\alpha = 12^\circ 57' 10''$ ;

$A$  – поле допуска на токарную обработку угла дорожки качения:

$A = 0,2$ ;

$H$  – номинальная высота детали:  $H = 25$  мм;

$K$  – минимальный припуск:  $K = 0,05$  мм;

$K + A$  – максимальный припуск:  $K + A = 0,25$  мм.

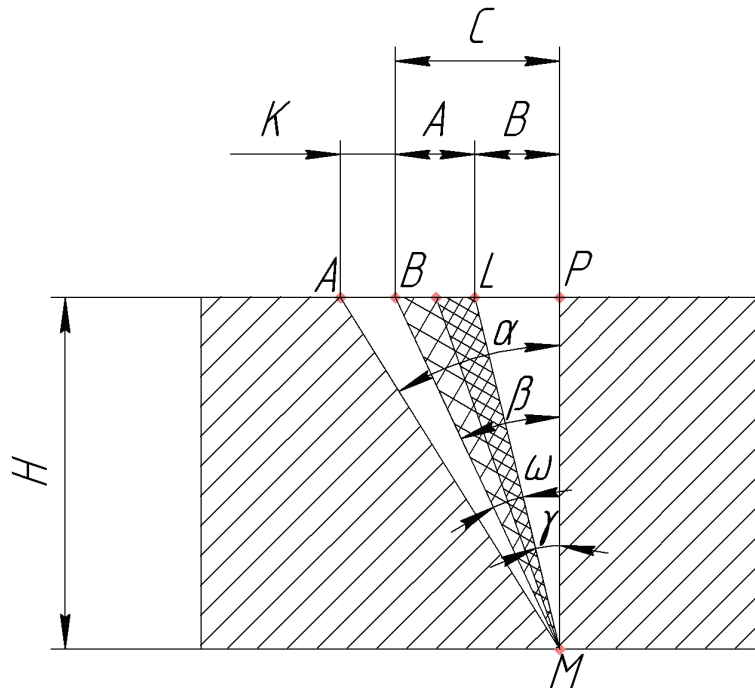


Рисунок 1 – Схема для определения угла копира

Определение нижней границы поля допуска на угол копира:

- из треугольника  $LPM$  определяется угол  $\gamma$ :

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{B}{H}; \quad (1)$$

- из треугольника  $APM$  определяется угол  $\alpha$ :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{C + K}{H},$$

$$C + K = A + K + B = 0,25 + B,$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,25 + B}{H},$$

$$B = H \cdot \operatorname{tg} \alpha - 0,25. \quad (2)$$

Подставляя в формулу (1) значение  $B$  получим:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{B}{H} = \frac{H \cdot \operatorname{tg} \alpha - 0,25}{H} = \frac{25 \cdot \operatorname{tg} 12^\circ 57' 10'' - 0,25}{25} = 0,2196,$$

$$\gamma = 12^\circ 28'.$$

Определение верхней границы поля допуска на угол копира:

- из треугольника  $BMP$  определяется угол  $\beta$ :

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{A + B}{H}.$$

Значение  $B$  берем из формулы (2), тогда:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{A + H \cdot \operatorname{tg}\alpha - 0,25}{H} = \frac{0,2 + H \cdot \operatorname{tg}\alpha - 0,25}{H} = \frac{H \cdot \operatorname{tg}\alpha - 0,05}{H}, \quad (3)$$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{25 \times \operatorname{tg}12^{\circ}57'10'' - 0,05}{25} = 0,2273,$$

$$\beta = 12^{\circ}48'12''.$$

Поле допуска на угол копира определяется:

$$\omega = \beta - \gamma, \quad (4)$$

$$\omega = 12^{\circ}48'12'' - 12^{\circ}28' = 0^{\circ}20'12''.$$

Учитывая, что при изготовлении копира допуск на его угол должен задаваться в минус, за номинал угла назначим угол  $\beta$  (3), допуск на этот угол  $\Delta_k = \omega$  (формула 4).

Таким образом, размер угла на копире:  $12^{\circ}48'12''_{-20'12''}$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика расчётов копиров ОАО «ВПЗ».
2. Конструкторско-технологическая документация: устройство 158431-97Д; резцедержатель 1-2-158У31-97Д; копир Ц7054-0011.

### ВЫБОР ГЕОМЕТРИИ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА

Антонов А. Е., Даниленко М. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются особенности выбора сменной многогранной пластины для токарной обработки колец подшипника

This article considers the way of selection the parameters of the indexable inserts for turning bearing rings

Процесс резания в большей степени определяется геометрией инструмента. Основным предназначением геометрии инструмента является осуществление резания различных типов материала с формированием удовлетворительной стружки, при этом она должна обеспечивать прочность режущего клина и выполнять стружколомающую функцию. Геометрии пластин имеют большое разнообразие, поэтому перед потребителем встает проблема по выбору наиболее оптимальной из них для работы в конкретной области резания. В связи с этим цель данной работы, направленная на облегчение процесса выбора инструмента и сокращение сроков разработки технологического процесса изготовления детали, является актуальной.

Последовательность выбора пластины включает в себя выполнение следующих этапов:

- а) определение группы обрабатываемости материала;
- б) определение вида обработки, назначение подачи и глубины резания;
- в) выбор типа стружколома;
- г) выбор марки инструментального материала;
- д) назначение скорости резания.

Исходными данными являются обрабатываемый материал, состояние заготовки, необходимая чистота обработанной поверхности.

Наружное кольцо подшипника 6-7524АКМ, выполнено из стали ШХ15СГ-В ГОСТ801. Данная сталь относится к группе обрабатываемости *P*. Обработка полустовая (*Ra*2,5), условия обработки – нормальные (заготовка без корки, непрерывное резание). По таблице 1 принимаем  $S=0,3$  мм/об,  $t=1$  мм.

Из различных сочетаний углов, плоскостей и радиусов складывается многообразие форм стружколомов. Для заданных условий производители рекомендуют формы стружколомов, представленные в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, для похожих условий резания рекомендуются стружколомы различных конструкций, поэтому осуществлять выбор пластины только с учетом обеспечения необходимых режимов резания недостаточно. Существенное влияние на процесс резания оказывает значение переднего угла  $\gamma$ , наличие выступов на передней поверхности, радиус режущей кромки и др.

Таблица 1 – Рекомендации по выбору стружколомов

Рекомендуемые режимы резания			Стружколом	Геометрия передней поверхности
Глубина резания, мм	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин		
0,5 – 1,5 – 3,5	0,12 – 0,25 – 0,45	200	VC 	
0,8 – 1,5 – 3,5	0,1 – 0,2 – 0,4	180	HA 	
1,0 – 2,5 – 5,0	0,1 – 0,2 – 0,3	180	VM 	

При работе пластиной с увеличенным передним углом уменьшаются силы резания и энергопотребление. В результате снижается уровень температуры в зоне резания и износ режущей кромки. Одновременно с увеличением переднего угла уменьшается прочность пластины, поэтому для обработки грубых заготовок с неравномерным припуском, рекомендуются пластины с нулевым или отрицательным значением угла  $\gamma$ .

В зависимости от условий резания припуск преобразуется в стружку определенной формы. Разрушение витка стружки является следствием дополнительного воздействия со стороны препятствий. При точении стружка, дробленая на короткие многовитковые спирали, является наиболее рациональной формой для достижения требуемого качества обработанной поверхности и обеспечения максимальной производительности и минимальной себестоимости токарной операции. При работе инструментом с плоской передней поверхностью стружка имеет форму плоской винтовой спирали, а ее дробление отсутствует.

Исследование влияния формы режущей кромки на шероховатость обработанной поверхности при точении было выполнено в работе [1]. Из графика, представленного на рисунке 1 видно, что при увеличении подачи больше значения, рекомендованного для данной пластины, эффект от применения сложной формы передней поверхности отсутствует. Во всех остальных случаях шероховатость обработанной поверхности при работе пластиной с плоской формой передней поверхности выше.

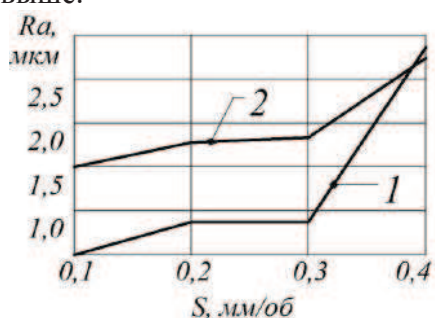


Рисунок 1 – Влияние подачи на шероховатость обработанной поверхности при точении сменной многогранной пластиной с режущей кромкой: 1 – сложнопрофильной 2 – стандартной

С учетом вышесказанного принимаем тип стружколома – VM. Для заданных условий обработки и типа стружколома в соответствии с рекомендациями производителя [2] выбираем марку инструментального материала NC3220. В соответствии с рекомендациями таблицы 1 назначаем скорость резания  $v=180$  м/мин.

Полная маркировка пластины – SNMG120408-VM.

#### Список литературы

1. Хлудов Сергей Яковлевич. Теория проектирования сменных многогранных пластин с рациональной геометрией для чистового точения с дроблением: автореферат на соиск. ст. д-ра техн. наук: 05.03.01 / Тульский государственный университет. - Тула, 2007. – 40 л. - Библиогр.: л. 51.
2. Металлорежущий инструмент KORLOY: Руководство: KORLOY, 2013. – 44 с.

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ ОКОННЫХ ПРОФИЛЕЙ

Бочеров Д. Н., Авилов А. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Произведён анализ материалов оконных профилей и особенностей их производства.  
The comparative analysis of the materials of window profiles and features of their production.

Современные системы остекления можно классифицировать по различным признакам:

- по назначению;
- по архитектурному рисунку;
- по вариантам заполнения светопрозрачной части;
- по вариантам конструктивного исполнения;
- по основным эксплуатационным характеристикам
- по материалам оконных профилей.

В зависимости от используемого материала оконного профиля системы остекления бывают:

- деревянные;
- металлопластиковые (ПВХ);
- алюминиевые;
- стеклопластиковые;
- комбинированные.

Наиболее распространёнными являются окна из ПВХ, алюминия и дерева. В таблицах 1 и 2 мы сравнили достоинства и недостатки этих оконных систем.

Сравнительный анализ достоинств и недостатков различных оконных систем позволяет сделать определенные выводы: Даже если конструкция нежилого помещения допускает установку деревянных или металлопластиковых окон, алюминиевые оконные системы имеют гораздо больше преимуществ при меньшем количестве недостатков.

Деревянные рамы, которые используются вместе со стеклопакетами – являются клееным брусом, который в отличие от обычного дерева обладает повышенными прочностными характеристиками, не трескается и не деформируется.

Качество древесины, прежде всего, зависит от ее породы и сорта.

Из хвойных пород для производства окон наиболее широко применяются сосна, ель, лиственница, так как они легко поддаются обработке и сушке, и имеют низкую теплопроводность. Сосна имеет меньше сучков, чем ель и проще в обработке. Древесина ели содержит значительно меньше смолистых веществ – естественных антисептиков.

Среди многообразия лиственных пород наибольшее применение имеют: дуб, меранти и др. По сравнению с хвойными породами дуб имеет более высокую прочность, но и более высокую теплопроводность.

Таблица 1

<b>Достоинства распространенных оконных систем</b>		
Деревянные окна	Пластиковые окна	Алюминиевые окна
Долговечность и надёжность конструкции.	Долговечность и надёжность конструкции.	Долговечность и надёжность конструкции.
Срок эксплуатации 50 лет.	Срок эксплуатации 50 лет.	Длительный срок эксплуатации (не < 80 лет).
Выдерживают перепады температуры от -50°С до + 50°С.	Выдерживают перепады температуры от -45°С до + 130°С .	Выдерживают перепады температуры от -80°С до +100°С.
Отличная теплоизоляция.	Хорошая теплоизоляция.	Высокая устойчивость против воздействия окружающей среды.
Повышенная звукоизоляция.	Хорошая звукоизоляция.	Высокая прочность конструкции при низком удельном весе.
Возможность поворотно-откидного открывания окон.	Возможность поворотно-откидного открывания окон.	Экономия пространства за счёт конструкции раздвижных створок системы.
Экологически чистые и безопасные, не выделяют вредных веществ.	Хорошая герметичность, защита от сквозняков, осадков.	Не требуют особого ухода.
Рамы «дышат», пропускают воздух через микропоры.	Возможность окраски профиля в любой цвет.	Возможность окраски профиля в любой цвет.
При горении не выделяют вредные вещества.		Полное отсутствие реакции на воздействие кислот, масел и газов.
Хорошая ремонтпригодность.		Высокая ремонтпригодность.
Легко выдерживают механические повреждения.		Максимум солнечного света в помещении за счёт малой ширины профиля.
		Экономичность – низкая стоимость остекления.

Таблица 2

<b>Недостатки распространенных оконных систем.</b>		
Деревянные окна	Пластиковые окна	Алюминиевые окна
Наличие в древесине пороков (сучков, трещин, смоляных карманов и др.).	«Парниковый эффект», образование на поверхностях окон и дверей конденсата.	По теплозащитным свойствам уступают деревянным и пластиковым окнам.
Подвержены гниению.	Низкая ремонтпригодность.	Электролитические реакции при контакте с другими металлами.
Впитывают атмосферную влагу и пары.	Испарение вредных веществ при повышенной температуре.	
Необходимость в периодическом уходе (окраске и т.п.).		
Горючесть.		

Профиль ПВХ изготавливают методом экструзии. Экструзия – это способ изготовления профильных изделий большой длины из пластмасс и резины. Процесс заключается в выдавливании расплава полимера через отверстие определенного сечения.

В зависимости от числа внутренних камер профиля меняются теплоизоляционные свойства окна: чем больше камер, тем «теплее» окно.

При производстве алюминиевых окон используются различные профили из сплавов алюминия, магния и кремния.

Алюминиевые профили получают путем прессования нагретого до определенной температуры материала, который пропускают через определенную матрицу. Матрицы бывают различной формы, в результате чего получаются очень тонкие и весьма разнообразные по форме профили. Затем полученные заготовки очищают и окрашивают.

Алюминиевый профиль делится на две группы:

- холодный профиль;
- теплый профиль.

Холодный профиль используется в неотапливаемых помещениях, поскольку сам алюминий практически не сохраняет тепло. Такие окна не будут согревать так, как пластиковые или деревянные, зато они достаточно недорогие по стоимости и очень просты в установке. Кроме того, их можно сделать совершенно любой расцветки.

Теплый профиль создается из двух алюминиевых профилей, между которыми находится термомост – специальная прокладка, которая обеспечивает сохранение конструкцией тепла.

#### Список литературы

1. <http://pribregnoe.ru/stati/>
2. [http://www.diy.ru/kvartira/20\\_remont\\_poverhnosti/38\\_okna/basis/vidyi-ostekleniya-vyibor-materiala/](http://www.diy.ru/kvartira/20_remont_poverhnosti/38_okna/basis/vidyi-ostekleniya-vyibor-materiala/)
3. [http://www.oknarosta.ru/al\\_okna.php](http://www.oknarosta.ru/al_okna.php)

## МЕТОДЫ НАРЕЗАНИЯ ЗУБЬЕВ ЧЕРВЯЧНЫХ КОЛЕС

Казус С. В., Авилов А. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются способы нарезания зубьев червячного колеса. Достоинства и недостатки.  
The methods of treatment of worm-wheel are examined. Dignities and defects.

Червячные передачи очень чувствительны к качеству изготовления. Неудовлетворительное прилегание зубьев и большая шероховатость зубьев могут привести к тому, что из-за резкого снижения к.п.д., перегрева и заедания зубьев передача окажется неспособной работать даже короткое время. Поэтому в ходе данной работы мы провели анализ методов нарезания зубьев червячных колес.

Рассмотрим основные методы зубофрезерования червячных колес, их недостатки и достоинства.

Нарезание зубьев червячных колес дисковой модульной фрезой на фрезерных станках  
Фрезерование осуществляется методом копирования. Профиль каждой прорезанной на заготовке впадины между зубьями точно соответствует профилю режущего инструмента.

Прерывистость процесса обработки при методе копирования понижает производительность и точность шага нарезаемого колеса. Низкая производительность и невысокая точность нарезаемых колес являются причиной того, что метод копирования применяется все реже.

Преимуществом этого метода является лишь возможность нарезание червячных колес не на специальном зуборезном станке, а на обычном универсальном фрезерном станке.

Нарезание зубьев червячных колес червячной фрезой

Червячные колеса преимущественно нарезают на зубофрезерных станках червячными фрезами. При зубонарезании червячного колеса на зубофрезерном станке воспроизводится схема будущего червячного зацепления, поэтому процесс зубонарезания называют станочным зацеплением.

Нарезание червячных колес червячными фрезами может производиться с радиальной, тангенциальной и комбинированной подачей.

#### 1. Нарезание с радиальной подачей

Нарезание с радиальной подачей характеризуется медленным уменьшением в процессе обработки межосевого расстояния фрезы и заготовки. В осевом направлении фреза не перемещается. После достижения заданного межосевого расстояния  $a_w$  радиальную подачу выключают, и несколько оборотов колесо совершает без подачи на врезание.

При нарезании с радиальной подачей фреза имеет обычную цилиндрическую форму.

Недостаток указанного метода заключается в том, что червячная фреза работает не всеми режущими кромками и изнашиваются лезвия только средней части фрезы, постоянно находящиеся в контакте с заготовкой. Этим методом нарезают зубья червячного колеса на обычном зубофрезерном станке без дополнительного специального суппорта. Зубофрезерование червячных колес с радиальной подачей является производительным способом обработки, при этом менее точное получение профиля боковой поверхности зуба.

#### 2. Нарезание червячных колес с тангенциальной (осевой) подачей

При нарезании червячных колес с тангенциальной (осевой) подачей межосевое расстояние изначально устанавливают равным номинальному. Фреза работает по принципу "ввинчивания" в тело колеса. Для осуществления этого метода зубофрезерный станок должен иметь кинематическую цепь осевой подачи инструмента (или протяжной суппорт фрезерного шпинделя).

Чтобы равномерно распределить припуск на максимально возможное число зубьев, фрезы снабжают конической заборной частью. Конструктивные параметры этих фрез такие же, как и у обычных фрез. В процессе фрезерования зубьев червячного колеса тангенциальная подача обеспечивает большее количество профилирующих резцов инструмента, приходящихся на образование боковой поверхности зубьев червячного колеса, чем может быть получено при радиальной подаче заготовки. Чем меньше тангенциальная подача, тем относительно больше профилирующих резцов фрезы, тем меньше огранка поверхности зуба нарезаемого червячного колеса.

Зубофрезерование червячных колес с тангенциальной подачей является менее производительным способом обработки, по сравнению с радиальным зубофрезерованием, однако дает более точное получение профиля боковой поверхности зуба.

Установлено, что обработка с тангенциальной подачей является менее нагруженным зубофрезерованием за счет сокращения активной режущей части фрезы, и как следствие позволило снизить деформацию технологической системы, повысить составляющую профиля шероховатости, обусловленную колебаниями инструмента относительно обрабатываемой поверхности.

#### 3. Нарезание червячных колес с комбинированной подачей

Кинематика зубофрезерования червячных колес комбинированной подачей заключается в следующем, червячная фреза врезается радиальной подачей  $S_p$  по длине заборного конуса до заданного межосевого расстояния, а затем тангенциальной подачей происходит окончательное зубофрезерование червячного колеса

Данный метод более высокопроизводителен, чем метод с радиальной подачей, и обеспечивает лучшее формообразование профиля зубьев, чем метод тангенциальной подачи.

Преимуществом применения комбинированной подачи червячной фрезы является равномерное распределение нагрузки и износа режущих кромок зубьев фрезы. Благодаря этому улучшаются и условия работы отдельных зубьев фрезы, так как при непрерывной осевой перемещении ее каждый виток находится в работе ограниченное время, повышается стойкость

червячной фрезы. При этом уменьшается доля стоимости зуборезного инструмента, приходящаяся на каждую деталь.

При нарезании с комбинированной подачей можно применять цилиндрические фрезы той же длины, что и при фрезеровании с радиальной подачей. Однако применение заборного конуса в червячной фрезе для комбинированной подачи позволяет значительно сэкономить инструментальный материал, значительно повысить стойкость инструмента (количество переточек), снизив нагрузку с основных профилирующих, калибрующих зубьев.

Нарезание зубьев червячных колес фрезой-летучкой

Нарезание зубьев червячных колес фрезой-летучкой применяют в единичном и мелкосерийном производстве. При обработке точных червячных колес и колес крупного модуля вместо одного резца в оправке установлено несколько резцов. Резцы вставляют в оправку или во втулку, которую в свою очередь устанавливают на оправку.

Данный метод используется для нарезания зубьев червячных колес с редко встречающимися на практике размерами по шагу и диаметру червяка.

При нарезании фрезой-летучкой обязательно применение тангенциальной подачи, ввиду чего операция должна проводиться на зубофрезерном станке с протяжным суппортом. Недостатком известной фрезы является низкая производительность, шероховатость обработанной поверхности, и невысокая стойкость из-за того, что она выполнена монолитной и не позволяет использовать её корпус после всех переточек зуба, а это увеличивает затраты на инструмент.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что зубофрезерование червячной фрезой с комбинированной подачей при использовании фрезы с заборным конусом является наиболее производительным и точным.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТВЕРДОГО ТОЧЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОДШИПНИКА 32326L1**

Овечкин Д. А., Митрофанов А. П.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Предложено использовать в процессе производства подшипника 32326LM технологии твердого точения взамен некоторых операции внутреннего шлифования. Применение данной технологии позволило существенно повысить экономическую эффективность изготовления и увеличить производительность обработки.

It is proposed to use in the production process bearing 32326L1 technology hard turning instead of some operations internal grinding. The application of this technology will significantly improve the economic efficiency of manufacture and increase productivity.

В подавляющем числе случаев производительность лезвийной обработки выше, а ее себестоимость ниже, чем абразивной.

Особенно перспективным является замена процесса шлифования лезвийной обработкой инструментами из сверх твердых материалов (СТМ) на основе нитрида бора при обработке деталей из закаленных сталей и чугунов. Точение деталей из закаленных сталей резцами из нитрида бора твердого на производстве иногда называют «твердым точением». Здесь преимущества лезвийной обработки проявляются наиболее полно. Площадь контакта шлифовального круга с деталью значительно превышает площадь контакта резца с деталью. Это превышение составляет десятки или даже сотни раз. В связи с этим работа резания и тепловыделение при шлифовании значительно больше, чем при точении.

Таким образом, локальность контакта инструмента с деталью при лезвийной обработке и, следовательно, локальность приложения высокой температуры к обработанной поверхности является отличительной особенностью точения и фрезерования в сравнении со шлифованием.



Скорость (окружная) детали при шлифовании меньше, чем при точении и, следовательно, время воздействия высокой температуры на поверхность детали при шлифовании больше, чем при точении. Поэтому еще одной особенностью процесса точения в сравнении со шлифованием является кратковременность воздействия высокой температуры на обработанную поверхность. Так время воздействия высокой температуры при точении на очень малую поверхность детали менее 0,0001 сек.

Таким образом, локальность и кратковременность воздействия высокой температуры на поверхность детали при лезвийной обработке являются гарантией того, что высокая температура не проникает на большую глубину и не успевает произвести существенные фазово-структурные изменения в поверхностном слое детали.

При сравнении внутреннего шлифования и растачивания преимущества лезвийной обработки проявляются еще ярче, так как величина контакта шлифовального круга здесь больше, чем при наружном шлифовании. И, следовательно, теплонапряженность процесса выше. При внутреннем шлифовании из-за малого диаметра круга и малой длины его поверхности он изнашивается быстрее, что так же повышает теплонапряженность процесса резания.

С учетом рассмотренных преимуществ технологии твердого точения предложено заменить некоторые операции внутреннего шлифования при изготовлении подшипника качения 32326ЛМ. Так, предварительная обработка дорожки качения, упорного борта и диаметра борта при использовании внутреннего шлифования реализовывались на четырех операциях, тогда как применение твердого точения позволит сократить операции до одной, на одном токарном станке с ЧПУ *HAAS SL-30*. Предлагаемое изменение технологического процесса позволит увеличить производительность обработки в 2,5 раза, с общим экономическим эффектом при годовой программе выпуска в 2200 шт. в 569800 руб. в год.

## МЕТОДЫ НАРЕЗАНИЯ ЗУБЬЕВ ЧЕРВЯЧНЫХ КОЛЕС

Овечкина П.С., Даниленко М. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются способы нарезания зубьев червячного колеса. Достоинства и недостатки.  
The methods of treatment of worm-wheel are examined. Dignities and defects.

Червячные передачи очень чувствительны к качеству изготовления. Неудовлетворительное прилегание зубьев и большая шероховатость зубьев могут привести к тому, что из-за резкого снижения к.п.д., перегрева и заедания зубьев передача окажется неспособной работать даже короткое время. Поэтому в ходе данной работы мы провели анализ методов нарезания зубьев червячных колес.

Рассмотрим основные методы зубофрезерования червячных колес, их недостатки и достоинства.

Нарезание зубьев червячных колес дисковой модульной фрезой на фрезерных станках

Фрезерование осуществляется методом копирования. Профиль каждой прорезанной на заготовке впадины между зубьями точно соответствует профилю режущего инструмента.

Прерывистость процесса обработки при методе копирования понижает производительность и точность шага нарезаемого колеса. Низкая производительность и невысокая точность нарезаемых колес являются причиной того, что метод копирования применяется все реже.

Преимуществом этого метода является лишь возможность нарезание червячных колес не на специальном зуборезном станке, а на обычном универсальном фрезерном станке.

Нарезание зубьев червячных колес червячной фрезой

Червячные колеса преимущественно нарезают на зубофрезерных станках червячными фрезами. При зубонарезании червячного колеса на зубофрезерном станке воспроизводится

схема будущего червячного зацепления, поэтому процесс зубонарезания называют станочным зацеплением.

Нарезание червячных колес червячными фрезами может производиться с радиальной, тангенциальной и комбинированной подачей.

#### 1. Нарезание с радиальной подачей

Нарезание с радиальной подачей характеризуется медленным уменьшением в процессе обработки межосевого расстояния фрезы и заготовки. В осевом направлении фреза не перемещается. После достижения заданного межосевого расстояния  $a_w$  радиальную подачу выключают, и несколько оборотов колесо совершает без подачи на врезание.

При нарезании с радиальной подачей фреза имеет обычную цилиндрическую форму.

Недостаток указанного метода заключается в том, что червячная фреза работает не всеми режущими кромками и изнашиваются лезвия только средней части фрезы, постоянно находящиеся в контакте с заготовкой. Этим методом нарезают зубья червячного колеса на обычном зубофрезерном станке без дополнительного специального суппорта. Зубофрезерование червячных колес с радиальной подачей является производительным способом обработки, при этом менее точное получение профиля боковой поверхности зуба.

#### 2. Нарезание червячных колес с тангенциальной (осевой) подачей

При нарезании червячных колес с тангенциальной (осевой) подачей межосевое расстояние изначально устанавливают равным номинальному. Фреза работает по принципу "ввинчивания" в тело колеса. Для осуществления этого метода зубофрезерный станок должен иметь кинематическую цепь осевой подачи инструмента (или протяжной суппорт фрезерного шпинделя).

Чтобы равномерно распределить припуск на максимально возможное число зубьев, фрезы снабжают конической заборной частью. Конструктивные параметры этих фрез такие же, как и у обычных фрез. В процессе фрезерования зубьев червячного колеса тангенциальная подача обеспечивает большее количество профилирующих резцов инструмента, приходящихся на образование боковой поверхности зубьев червячного колеса, чем может быть получено при радиальной подаче заготовки. Чем меньше тангенциальная подача, тем относительно больше профилирующих резцов фрезы, тем меньше огранка поверхности зуба нарезаемого червячного колеса.

Зубофрезерование червячных колес с тангенциальной подачей является менее производительным способом обработки, по сравнению с радиальным зубофрезерованием, однако дает более точное получение профиля боковой поверхности зуба.

Установлено, что обработка с тангенциальной подачей является менее нагруженным зубофрезерованием за счет сокращения активной режущей части фрезы, и как следствие позволило снизить деформацию технологической системы, повысить составляющую профиля шероховатости, обусловленную колебаниями инструмента относительно обрабатываемой поверхности.

#### 3. Нарезание червячных колес с комбинированной подачей

Кинематика зубофрезерования червячных колес комбинированной подачей заключается в следующем, червячная фреза врезается радиальной подачей  $S_p$  по длине заборного конуса до заданного межосевого расстояния, а затем тангенциальной подачей происходит окончательное зубофрезерование червячного колеса

Данный метод более высокопроизводителен, чем метод с радиальной подачей, и обеспечивает лучшее формообразование профиля зубьев, чем метод тангенциальной подачи.

Преимуществом применения комбинированной подачи червячной фрезы является равномерное распределение нагрузки и износа режущих кромок зубьев фрезы. Благодаря этому улучшаются и условия работы отдельных зубьев фрезы, так как при непрерывной осевой передвижке ее каждый виток находится в работе ограниченное время, повышается стойкость червячной фрезы. При этом уменьшается доля стоимости зуборезного инструмента, приходящаяся на каждую деталь.

При нарезании с комбинированной подачей можно применять цилиндрические фрезы той же длины, что и при фрезеровании с радиальной подачей. Однако применение заборного конуса в червячной фрезе для комбинированной подачи позволяет значительно сэкономить инструментальный материал, значительно повысить стойкость инструмента (количество переточек), снизив нагрузку с основных профилирующих, калибрующих зубьев.

Нарезание зубьев червячных колес фрезой-летучкой

Нарезание зубьев червячных колес фрезой-летучкой применяют в единичном и мелко-серийном производстве. При обработке точных червячных колес и колес крупного модуля вместо одного резца в оправке установлено несколько резцов. Резцы вставляют в оправку или во втулку, которую в свою очередь устанавливают на оправку.

Данный метод используется для нарезания зубьев червячных колес с редко встречающимися на практике размерами по шагу и диаметру червяка.

При нарезании фрезой-летучкой обязательно применение тангенциальной подачи, ввиду чего операция должна проводиться на зубофрезерном станке с протяжным суппортом. Недостатком известной фрезы является низкая производительность, шероховатость обработанной поверхности, и невысокая стойкость из-за того, что она выполнена монолитной и не позволяет использовать её корпус после всех переточек зуба, а это увеличивает затраты на инструмент.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что зубофрезерование червячной фрезой с комбинированной подачей при использовании фрезы с заборным конусом является наиболее производительным и точным.

## ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСАДОЧНЫХ ОТВЕРСТИЙ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

Панин Е. А., Авилов А. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматривается технология восстановления посадочного отверстия шатуна механизма подъема и опрокидывания.

Considers the technology recovery bore crank mechanism lifting and tilting.

В нашей работе рассмотрена технология восстановления посадочного отверстия шатуна диаметром 250Н8. Технологию завода ООО «Метиз» был предложен способ – напыления.

Для того, чтобы восстановить изношенную поверхность необходима определенная последовательность технологии напыления [2]:

- промывка поверхности основы;
- подготовка поверхности;
- напыление;
- обработка напыленных покрытий;
- механическая обработка поверхности.

Промывку применяют для удаления с поверхности детали жиров и масел. В качестве промывочного вещества применяют растворитель[1].

Предварительная обработка поверхности основы относится к числу важнейших факторов, определяющих прочность сцепления напыленного покрытия с основным металлом. Для того чтобы напыляемые частички, которые ударяются и деформируются об основу, прочно сцеплялись с неровностями поверхности, основа должна быть достаточно шероховатой. Для придания шероховатости поверхности основы используют следующие основные способы обработки: 1)дробеструйную обработку; 2)механическую обработку поверхности; 3)нанесение на поверхность изделия подслоя материала, обладающего высокой адгезией к основному ме-

таллу. Наиболее широко применяют дробеструйную обработку, преимущество которой связано с возможностью равномерной обработки больших площадей. В качестве материала используют стальную дробь, речной песок, гранит и другие виды материалов в форме угловатых частиц[1].

Существует несколько методы напыления:

газопламенное; детонационное; высокочастотное индукционное напыление; плазменное напыление; электродуговая металлизация.

На рисунок 1 показан принцип газопламенного напыления порошкового материала.

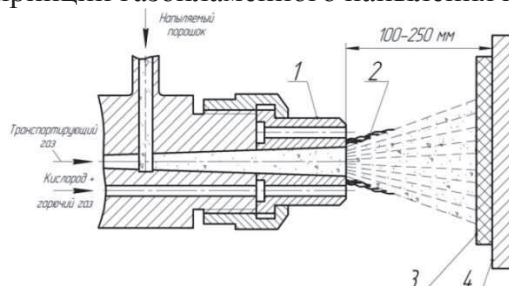


Рисунок 1 – Газопламенное напыление порошкового материала:  
1 – сопло; 2 – факел; 3 – покрытие; 4 – подложка

Преимущества метода газопламенного напыления — независимость от источника тока; простота обслуживания; мобильность.

Недостатки – малая производительность; взрывопожароопасность.

Схема детонационного напыления показана на рисунке 2.

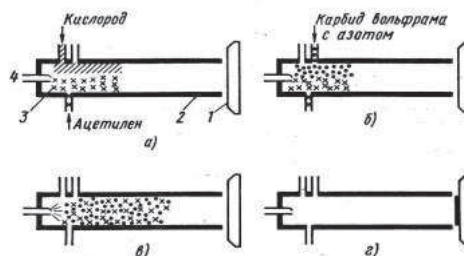


Рисунок 2

а – заполнение камеры рабочей смесью; б – подача порошка; в – взрыв рабочей смеси и разгон порошка; г – образование покрытия

Схема детонационного напыления: 1 – деталь на которую наносится покрытие; 2 – водоохлаждаемый ствол; 3 – камера; 4 – электрический запал.

Основные достоинства метода детонационного напыления:

-отсутствие деформации напыляемой поверхности;  
-возможность получения покрытий с пористостью 0,5–1,5 %;

Основные недостатки метода детонационного напыления:

-высокий уровень шума;  
-наличие вредных продуктов сгорания.

Принципиальная схема установки для высокочастотного индукционного напыления показана на рисунке 3.

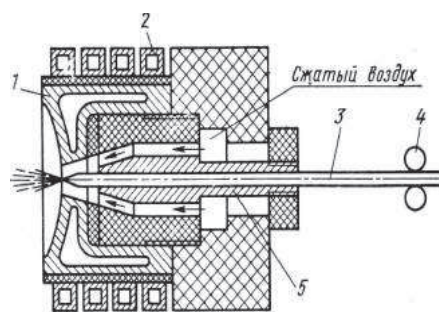


Рисунок 3

Конструкция горелки для высокочастотного индукционного напыления: 1 вставка, концентрирующая электромагнитное поле; 2 – индуктор; 3 – напыляемая проволока; 4 – подающие ролики; 5 – направляющая вставка

Схема плазменного напыления представлена на рисунке 4

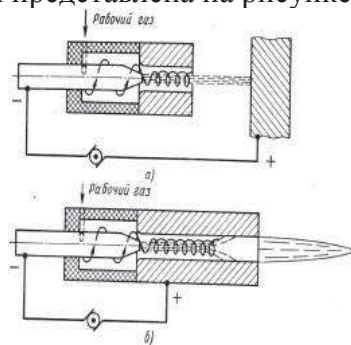
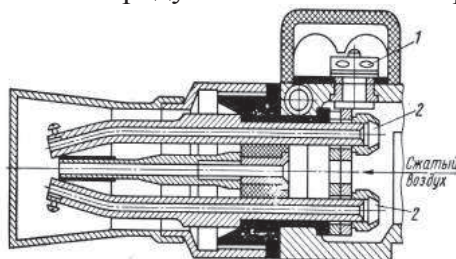


Рисунок 4 – Плазменно-дуговая (а) и плазменно-струйная (б) горелки  
Электродуговая металлизация

Принципиальная схема электродугового металлизатора дана на рисунке 5.



1 – токоподвод; 2 – направляющие для напыляемой проволоки

Рисунок 5 – Принципиальная схема электрометаллизатора для напыления покрытий из проволоки

Преимущества: высокая производительность процесса и возможность значительного сокращения затрат времени на напыление.

Недостатком рассматриваемого метода является перегрев и окисление напыляемого материала.

Оплавление газовой горелкой; оплавление в печи с контролируемой атмосферой; высокочастотный индукционный нагрев [1].

Механическая обработка покрытия

В состоянии после напыления размер изделия со слоем покрытия не имеет достаточной точности, а сама поверхность получается неровной и достаточно шероховатой. Поэтому при напылении дают обычно припуск на последующую механическую обработку, которую осуществляют резанием или мокрым шлифованием.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хауси А., Моригаки О. Наплавка и напыление/Пер. с яп. X12

В. Н. Попова; Под ред. В. С. Степина, Н. Г. Шестеркина. – М.: Машиностроение, 1985. – 240с.

2. Вулканизационное оборудование шинных заводов. Цыганок И.П. М.: Машиностроение, 1967. - 324 с.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СБОРОЧНОГО ПОЛУАВТОМАТА КОНИЧЕСКИХ РОЛИКОПОДШИПНИКОВ**

Привезенцев А. В., Авилов А. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматривается вариант применения вибробункера для подачи роликов на сборку  
We consider the organization of production in a repair tire plant.

На предприятиях широко применяются полуавтоматы сборки и опрессовки блоков подшипников. Однако в них применены устаревшие конструкции, требующие больших затрат на эксплуатацию и больших энергетических затрат.

В базовом варианте полуавтомат сборки и опрессовки блоков подшипников оснащается подъемником роликов. Он предназначен для поштучной подачи с ориентацией конических роликов из приемного бункера к сборочному полуавтомату.

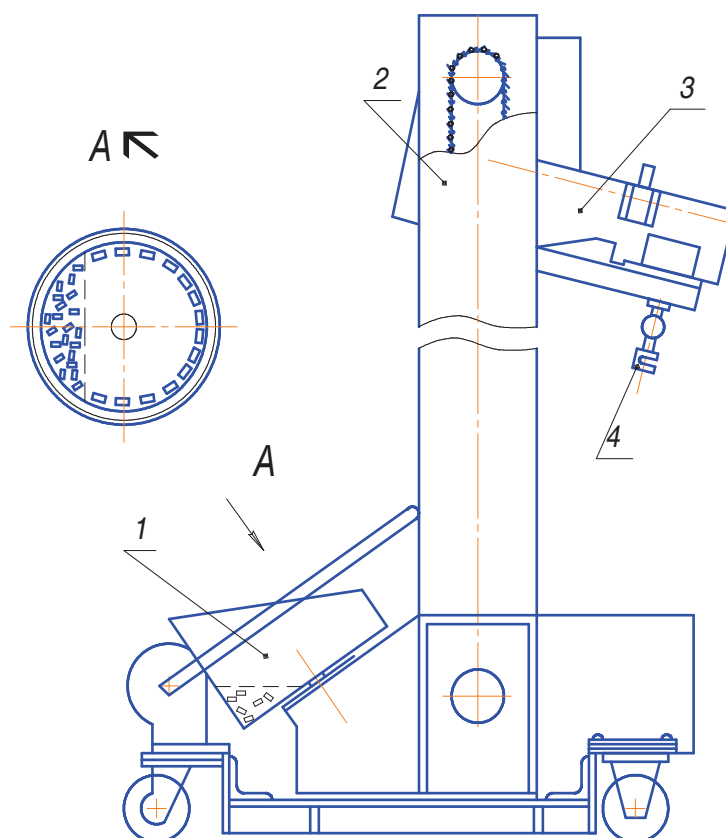
Состав подъемника роликов показан на рисунке 1. В бункер (1), который имеет наклон засыпают конические ролики. В определенном положении ролик падает в радиально расположенные отверстия, через которые в верхнем положении попадают в ковшовую цепь транспортера. Ковшовой цепью они поднимаются на отметку выгрузки. При опрокидывании ковшей ролики попадают на ориентатор. Сориентированные ролики попадают в узел трубки, по которой попадают к сборочному полуавтомату.

Ковшовая цепь приводится в движение от привода с помощью роликовой цепи и звездочки. Диск с отверстиями вращается от отдельного двигателя с помощью роликовой цепи. Натяжение роликовых цепей обеспечивается специальными натяжными устройствами.

Применение такой конструкции требует постоянного контроля всех трущихся частей бункера и транспортера, роликовых цепей и бункера – одна из самых острых проблем данного механизма. Расходы на восстановление машин в результате износа, во многих случаях, равносильны вводу новых производственных мощностей.

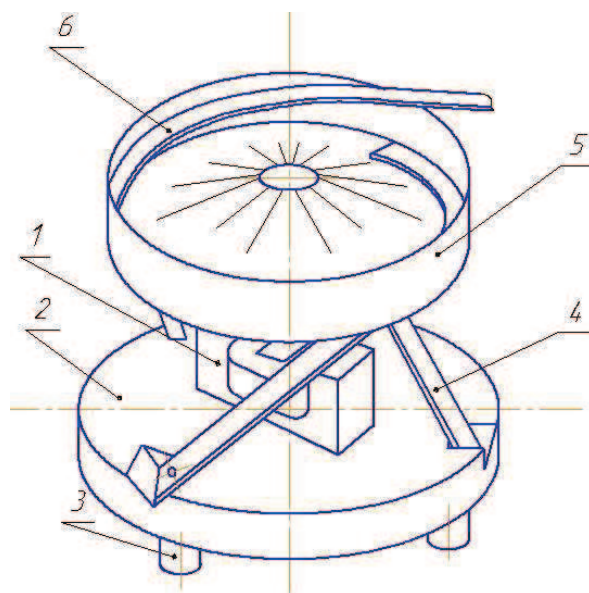
Кроме этого конструкция бункера не исключает защемления ролика между неподвижным корпусом бункера и вращающимся диском. Это приводит к значительным потерям рабочего времени для восстановления работоспособности.

При работе транспортера также возможно защемление ролика между ковшовой цепью и рамой транспортера. Это приводит к необходимости остановки работы всего полуавтомата до устранения защемления.



1 – бункер, 2 – транспортер, 3 – ориентатор, 4 – узел трубки, 5 – диск  
 Рисунок 1 – Подъемник роликов

Для поштучной подачи роликов предлагается применить вибрационное загрузочное устройство (рисунок 2).



1 – электромагнит; 2 – основание; 3 – амортизаторы; 4 – пружины;  
 5 – чаша; 6 – винтовая дорожка  
 Рисунок 2 – Вибробункер

Ролики, засыпанные массой в нижнюю часть чаши перемещаются по конусу дна. В процессе этого движения ролики подготавливаются к захвату, который осуществляется дорожкой. Оказавшись на дорожке в различных положениях, в том числе и в неустойчивых, ролики двигаются вверх. Лишний слой удаляется установленными над дорожкой планками, ролики в неустойчивых положениях падают в чашу.

В вибрационных загрузочных устройствах отпадает необходимость в специальных уст-

ройствах для восстановления работоспособности, так как постоянно действующая вибрация способствует устранению препятствий, возникающих при движении ролика, и возобновляет его движение.

Вибрация вносит ряд новых положительных качеств в процесс выдачи штучных заготовок: уменьшает силы трения между заготовками и, таким образом, способствует более свободному развороту и движению их в бункере; предотвращает повреждение поверхности при выборке; исключает образование устойчивых сводов и заторов в бункерах; их маневренность и универсальность позволяет одним и тем же спиральным лотком подавать различные детали по размерам и конфигурации (шайбы, метчики, ролики, зубчатые колеса и оси, подложки интегральных схем и т.д.)

Кроме того, при работе вибробункера отсутствует какое либо трение в узлах механизма. Это исключает необходимость постоянной смазки деталей и позволяет свести обслуживание вибробункера до минимума.

Для ориентации роликов применен ориентатор базового варианта. Ориентация осуществляется на наклонных вращающихся навстречу друг другу валках.

Ролик зависает большим диаметром на валках и транспортируется вниз, где выпадает между выточками в приемную трубку. В зависимости от типов роликов расстояние между валками может регулироваться.

Данная схема поштучной выдачи роликов предполагает уменьшение энергетических затрат на данную операцию, уменьшение финансовых вложений на обслуживание механизмов и снижение затрат рабочего времени за счет исключения заклиниваний механизмов.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ШИННОГО ЗАВОДА**

Прокофьева Н.В., Авилов А. В.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются организация ремонтного производства в условиях шинного завода.

We consider the organization of production in a repair tire plant.

На протяжении всего срока службы основные фонды предприятия подвергаются износу и требуют постоянного технического обслуживания. Работоспособность оборудования восстанавливается путем его ремонта.

Согласно ОСТ 38-04164-78 установлены два вида технического обслуживания: ежедневное обслуживание и периодическое техническое обслуживание и три вида ремонтов: текущий, средний и капитальный.

Ежедневное техническое обслуживание проводится в течение рабочей смены технологическим и цеховым персоналом и включает в себя следующие основные операции:

- содержание оборудования в чистоте;
- контроль технического состояния оборудования путем наружного осмотра;
- проверка действия смазочных и охлаждающих устройств;
- проверка действия контрольно-измерительных приборов и автоматики;
- проверка натяжения ремней, тросов, цепей;
- проверка наличия и исправностей защитных ограждений;
- проверка действия тормозов и приспособлений для аварийной остановки оборудования;
- проверка состояния болтовых, винтовых, клиновых и шпоночных соединений;
- выполнение простейших регулировок;



- проверка работы сальниковых уплотнений.

Периодическое техническое обслуживание проводится ремонтным персоналом с целью предупреждения отказов или неисправностей. Этот вид обслуживания не является строго регламентированным, но должен проводиться не реже одного раза в месяц, как правило, в ремонтные или выходные дни или во время остановок оборудования из-за отсутствия электроэнергии, сырья, заготовок и по подобным причинам. В объем периодического технического обслуживания, помимо операций ежесменного обслуживания, входят:

- проверка наличия и качества смазки и, при необходимости, ее замена;
- проверка различных уплотнений и, при необходимости их замена;
- проведение простейших ремонтных работ;
- контроль гидравлических, пневматических и электрических систем;
- регулировка отдельных сборочных единиц или машины в целом.

Текущий ремонт (минимальный по объему ремонт): замена или восстановление быстроизнашиваемых деталей и регулировка механизмов; для нормальной работы оборудования до очередного планового ремонта; проводится без простоя оборудования (в нерабочее время); затраты на такой вид ремонта включаются в себестоимость продукции, выпускаемой на этом оборудовании.

Средний ремонт: смена или исправление отдельных узлов или деталей оборудования; замена и восстановление изношенных деталей; оборудование частично разбирается; выполняется без снятия оборудования с фундамента; в течение года подвергается около 20-25 % установленного оборудования

Капитальный ремонт (наибольший по объему и сложности): цель - восстановления исправности и ресурса оборудования; требует полной разборки и ремонта всех базовых деталей, замены изношенных деталей и узлов, восстановление части деталей, проверки их на точность; выполняется со снятием оборудования с фундамента и с транспортировкой в другой цех; с очередным капитальным ремонтом совмещают модернизацию оборудования.

Все виды работ по техническому обслуживанию и ремонту выполняют в определенной последовательности, образуя повторяющиеся циклы. Ремонтный цикл — это повторяющаяся совокупность различных видов планового ремонта, осуществляемых в заданной последовательности через определенные, равные между собой промежутки времени работы оборудования, называемые межремонтными периодами между двумя последовательно выполняемыми плановыми ремонтами. Ремонтный цикл определяется структурой и продолжительностью, и заканчивается капитальным ремонтом. Структура — это перечень ремонтов, входящих в его состав и расположенных в последовательности их выполнения.

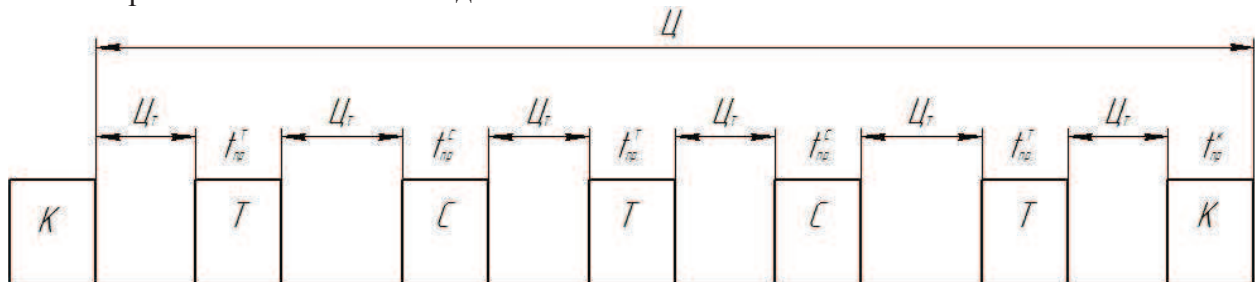


Рисунок 1 – Структурная схема ремонтного цикла

Ремонтный цикл для форматора-вулканизатора ФВ-410-75-25 составляет  $\text{Ц} = 48000 \text{ ч}$  [2].

Определение потребного количества капитальных, средних и текущих ремонтов в год при работе на предприятии 100 форматоров-вулканизаторов ФВ 75 (при фактической работе  $T_{\phi} = 6480 \text{ ч}$ ) [3].

$$n = \frac{8760 \cdot \text{Н} \cdot \text{К}_к \cdot a}{\text{Ц}}, \quad (1)$$

где  $n$  – количество ремонтов;  
8760 – календарный фонд времени оборудования за 1 год;  
 $N$  – среднегодовое количество единиц однотипного оборудования;  
 $K_k$  – коэффициент использования оборудования по календарному времени представляет собой отношение времени фактической работы оборудования к календарному фонду времени;  
 $a$  – количество капитальных, средних или текущих ремонтов в ремонтном цикле соответственно;

$\Pi$  – ремонтный цикл.

Коэффициент использования оборудования при трехсменном режиме работы оборудования, для производства с прерывным технологическим процессом принимаю по [1] -  $K_k=0,75$ .

Количество капитальных ремонтов:

$$a_k = \frac{\Pi}{\Pi} \quad (2)$$

Количество средних ремонтов:

$$a_{cp} = \frac{\Pi}{\Pi_{cp}} - 1, \quad (3)$$

где  $\Pi_{cp}$  – средний ресурс между капитальным и средним или между средними ремонтами.

Количество текущих ремонтов:

$$a_t = \frac{\Pi}{\Pi_t} - a_{cp} - 1, \quad (4)$$

где  $\Pi_t$  – средний ресурс между текущими ремонтами.

Таким образом, при работе 100 форматоров – вулканизаторов необходимо планировать 14 капитальных, 27 средних и 1273 текущих ремонтов в год.

Список литературы

1 В.М. Берданов, И.В. Кожин, В.И. Александрова, Ю.Б. Пашаев Положение о проведении планово-предупредительного ремонта на предприятии введенное в действие с 1 июля 1990 года г. Москва.

2 ОСТ 38-04164-78 «Система технического обслуживания и ремонта оборудования для переработки резины».

3 Дровишниц М. П., Подгорный Л. И., Кузьменко Л. Т., Попов И. В. Единые нормы времени на ремонт резиносмесителей РСВД-250-40 и форматоров-вулканизаторов 75 и 55 дюймов. – М.: 1977г. – 250 с.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ «ЛОЖЕМЕНТ» ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ И СБОРОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ**

Толстяков А. Ф., Митрофанов А. П.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматривается изготовление сборочной единицы «ложемент» для серийного производства с высокими показателями качества и экономической целесообразностью.

Discusses the production of Assembly units to the cradle «lodgment» for serial production with high quality and economic viability.



Рисунок 1 – Сборочная единица «ложемент».

На рисунке 1 показано изделие, сборочная единица «ложемент». Изделие служит для качественной натяжки ремня генератора.

Электрооборудование любого автомобиля, включает в себя генератор - основной источник электроэнергии. Вместе с регулятором напряжения он называется генераторной установкой. На современные автомашины устанавливают генераторы постоянного тока, так как они отвечают предъявленным требованиям.

Для бесперебойной работы двигателя и генератора необходимы два условия: а) точность регулировки ремня натяжения без лишних трудозатрат, б) надежность закрепления без смещений.

Чтобы перемещение ложемента происходило без перекосов, необходима точная сборка, а выполнение точной сборки производится при соблюдении технологических требований чертежа, при точной высококачественной механической обработки.

Цель работы: Изменить технологический процесс, усовершенствовать сборку сварных деталей с помощью приспособления, механически обработать две детали в одной операции при уменьшении переходов и установок.

Существующий технологический процесс изделия предусматривает длительный цикл обработки, начиная от заготовки деталей сборки, заканчивая установкой сборочной единицей на агрегат (машину).

Краткое описание технологического процесса:

- 1) Обечайку вырезают из листа; 2) правят на правильных машинах; 3) гнут, обеспечивая радиус соответствующий чертежу; 4) размечают места приварки деталей, согласно чертежу и отправляют на сборку, когда собирают деталь, технологически предусмотрены призмы «пластики» (для того, чтобы конструкция имела необходимую жесткость вовремя термообработки и механической обработки); 5) термообработка; 6) механическая обработка: на горизонтально фрезерном станке (черновое фрезерование), на многоцелевом ЧПУ станке (окончательная обработка); 7) слесарная обработка (срезание платиков, зачистка мест сварки и заусенцев); 8) контроль; 9) покрытие, согласно требованиям чертежа.

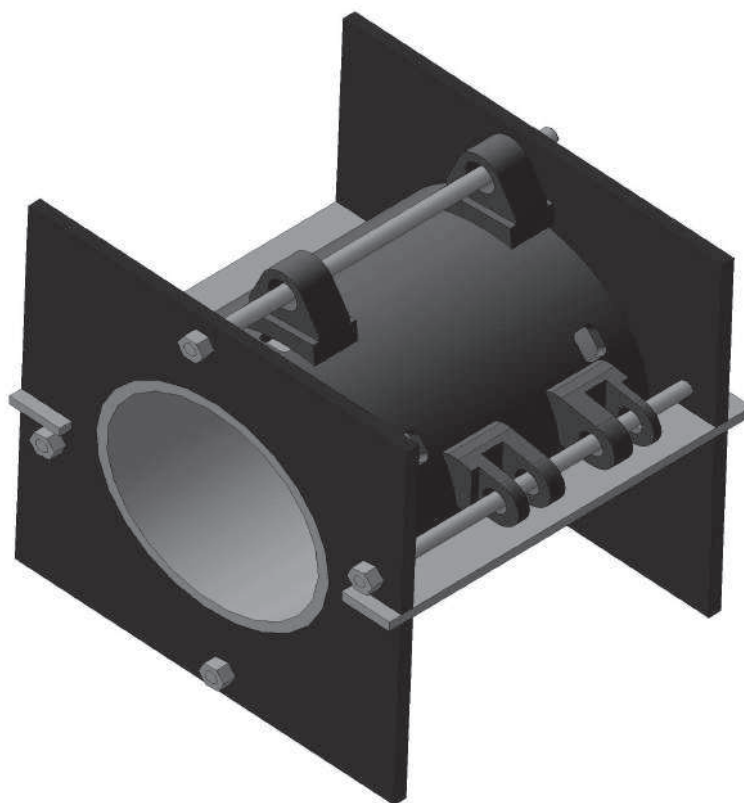


Рисунок 2 – Приспособление для сборки.

Предлагается: 1) убрать технологические пластики; 2) обечайку изготовить из отходов (обрезков) трубы; 3) из одной сборочной единицы сделать 2 детали, соответствующие требованиям чертежа.

1. Заготовительная операция (подрезка торцов, черновое точение, черновое растачивание). 2. Сборка, сварка на приспособлении «стапель» рисунок 2. 3. Термообработка. 4. Механическая обработка на многоцелевом станке с ЧПУ (черновая, чистовая, окончательная), с использованием приводного поворотного стола и установочных штырей. 5. Слесарная обработка (зачистка заусенцев). 6. Контроль. 7. Покрытие согласно требованиям чертежа.

Для реализации предложенного технологического процесса разработано специальное приспособление «стапель» (рисунок 2) позволяющие обеспечивать, высокую точность и качество обработки.

Предложенный измененный технологический процесс, метод обработки – целесообразен для серийного выпуска деталей и экономически выгоден для предприятия.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ФРЕЗ ДЛЯ КОНТУРНОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ**

Волков К. А., Санинский В. А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются конструктивные элементы фрез для контурного вихрефрезерования глубоких отверстий многолезвийным инструментом

This article considers structural elements of cutters for contour tuft milling deep holes multiple tip tools.

В работе обосновывается актуальность исследований по повышению эффективности

вихрефрезерования глубоких отверстий на основе применения инструментов оснащенных режущими пластинами. Анализ современных инструментальных материалов, схем резания и конструкций многолезвийных расточных инструментов, применяемых при расточке многолезвийным инструментом глубоких отверстий в длинномерных трубных заготовках показал, что наиболее перспективной является вихрефрезерование фрезами с шахматным расположением сменных пластин и комбинированной схемой резания, сочетающей схемы деления припуска и деления подачи.

На рисунке 1 показана конструкция фрезы для вихрефрезерования со вставными ножами, оснащенными напайными пластинами: 1-корпус державки; 2-корпус ножа; 3- прокладка; 4-напайная твердосплавная пластина; 5-шпонка; 6-гайка; 7-режущая кромка; 8- канавка; 9-пересекающаяся канавка; 10- продольная канавка; 11-поперечная канавка;  $\alpha$ -угол между продольной канавкой и осью фрезы;  $\beta$ -угол между режущей кромкой и осью фрезы;  $\gamma$ - угол между пересекающейся канавкой и торцов фрезы.

На рисунке 2 рассматривается конструкция фрезы со сменными твердосплавными пластинами, две первых пары корой работают в режиме.

Процесс вихрефрезерования глубоких отверстий и комбинированной схемой резания достаточно полно не изучены, и для его эффективного использования необходимо знать как законы рационального распределения нагрузки на режущие кромки, обеспечивающий равную или кратную стойкость всех пластин, участвующих в резании, так и оптимальное число зубьев фрезы, режимы резания, обеспечивающие образование мелкой стружки, необходимое для организации надежного стружкоотвода в ограниченном пространстве глубокого отверстия.

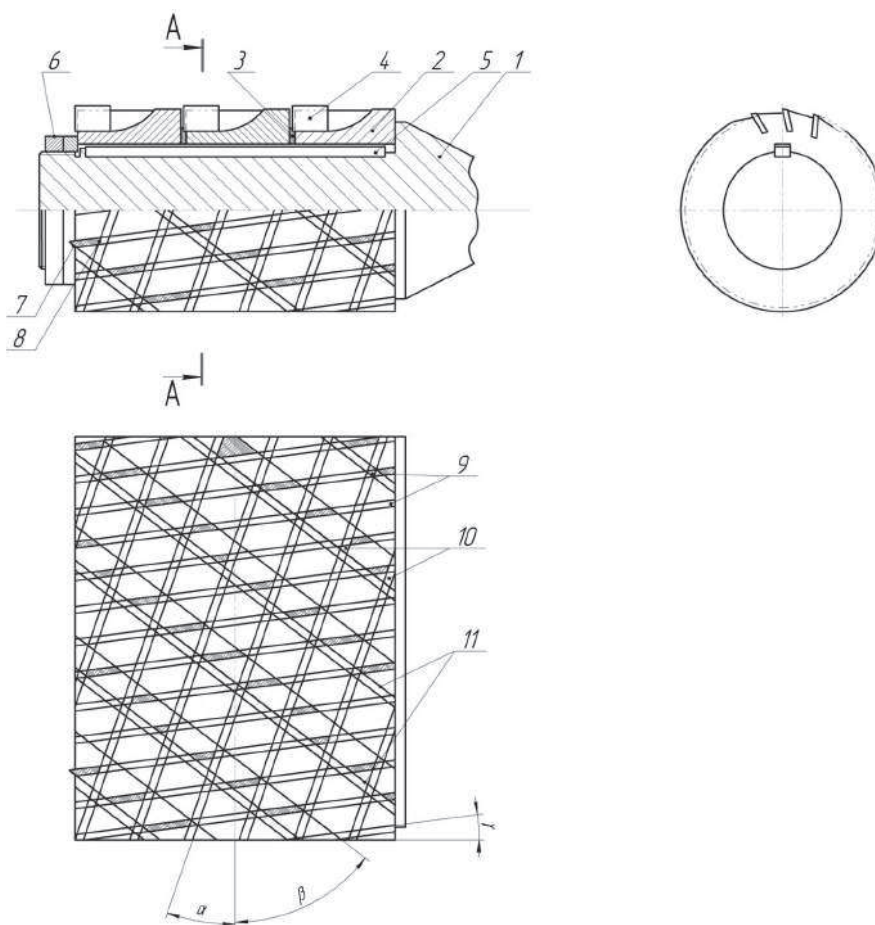


Рисунок 1 - Вид цилиндрической фрезы с разверткой наружной поверхности

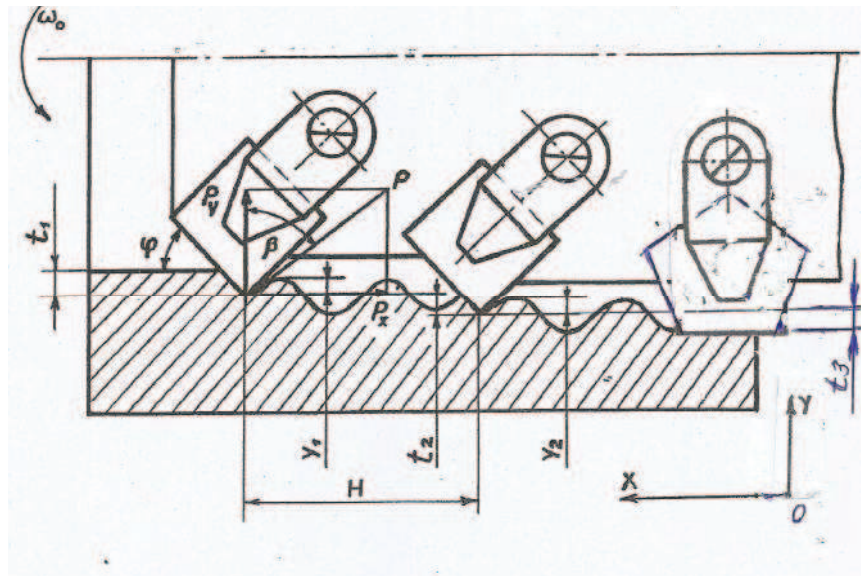


Рисунок 2 – Схема фрезы со сменными твердосплавными пластинами при взаимодействии на нее автоколебаний в процессе деления припуска

Основным препятствием, мешающим широкому применению инструментов, оснащенных многогранными неперетачиваемыми пластинами, являются вибрации. Они, как правило, возникают при высоких скоростях резания.

Учитывая то, что повторная заточка режущих пластин является экономически нецелесообразной операцией, создание эффективных методик проектирования фрез для внутреннего контурного вихрефрезерования восстановлены, учитывающих режущие свойства сменных твердосплавных и пластин является актуальной задачей.

Предложена конструкция многолезвийного сборного расточного инструмента, оснащенного сменными режущими пластинами из твердого сплава. Преимуществом инструмента является высокая способность работать на больших подачах, благодаря зачищающей широкой режущей кромки последней по ходу подачи пластины, с ориентированной параллельно оси фрезы режущей кромкой. Такая фреза может иметь достаточную технологичность, возможность регулировать диаметр обработки, обеспечить рациональную загрузку пластин, повысить виброустойчивость инструмента в результате управления процессом взаимодействия колебаний на отдельных пластинах, а также совмещать черновые и получистовые операции.

Существует задача определения передних, задних углов и угла наклона режущей кромки в каждой ее точке в поперечном, продольном, нормальном и цилиндрическом сечениях. Решение такой задачи возможно на основе применения известной методики с использованием свойств скалярного и векторно-скалярного произведений векторов, лежащих в инструментальных плоскостях.

При работе последней пластины контакт задней поверхности последней пластины с заготовкой играет роль подвижного люнета, что приводит к еще большему снижению вибрации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Крепак А.С. , Булко Ю.Н. Динамические исследования процесса фрезерования с осевым движением инструмента. Сборник научных трудов. Изд. ВолгПИ, 1985.
- 2 Крепак А. С., Булко Ю. Н. Способ фрезерования с осевым движением инструмента.- Станки и инструменты, 1075, №5.
- 3 Крепак А. С. и др. Установка для управления кинематическими параметрами при фрезеровании.- Сб.: Технология, организация и механизация механосборочных процессов. ЦНИИТЭИ ТЯЖМАШ, 1975, № 12-75-9.

## ВАРИАНТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

А.В. Кудряшова, А.В. Авилов

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются пути совершенствования методики оптимизации металлоемкости конструкции  
This article considers different ways to improve methods of optimization of metal constructions

При проектировании металлоконструкции основную долю затрат составляют расходы на металлоемкость, которые, в свою очередь, зависят в основном от массы изделия. Стоимость материала для металлоконструкции составляет от 60 до 80 % от стоимости всей конструкции.

Таким образом, одним из эффективных путей совершенствования металлоконструкции является снижение ее массы. Наиболее эффективным способом ее снижения является уменьшение расхода металла. При сравнении нескольких вариантов конструкций, выполненных из одинаковой стали, более легкая конструкция будет более экономичной.

В качестве целевой функции при оптимизации параметров металлоконструкций выступает металлоемкость.

В качестве варьируемых параметров при оптимизации выступают геометрические параметры поперечного сечения элемента (например, толщина стенки), узловых сопряжений конструкции и дополнительных деталей.

В случае уже разработанных конструкций, размеры деталей не подлежат изменению, поскольку это приведёт к необходимости полной проработки конструкции, с преобразованием как её габаритов, так и вариантов соединения деталей. В таких случаях оптимизацию металлоёмкости возможно производить только изменяя толщину стенки профиля.

При изготовлении металлоконструкций применяются следующие универсальные профили: прямоугольные и квадратные трубы, а также трубы круглого сечения. Применение такого сортамента сечений охватывает области изготовления каркасных зданий и сооружений, автобусо- и автомобилестроение, изготовление сельхозтехники.

В современных условиях цена материала может изменяться от поставки к поставке, поэтому конструктору приходится решать задачу оптимизации несколько раз. Результат таких расчётов – разрешение на применение материала.

В этом случае можно предложить следующую последовательность выбора материала [4]:

1) На основании известного допускаемого напряжения материала и сечения применяемого профиля, определяем предельные нагрузки воспринимаемые им.

2) Задавшись рассчитанными значениями нагрузок, определяем требуемое сечение профиля для нового (не используемого в конструкции) материала.

3) Производим сравнительный анализ металлоёмкости и сравнение себестоимости конструкции.

Для сечений, имеющих две оси симметрии и точки, одновременно наиболее удалённые от обеих главных осей, опасной для профиля из пластичного материала является та из угловых точек, в которой знаки напряжений, соответствующих всем трём силовым факторам (продольная сила ( $N_z$ ), поперечная сила ( $Q_y$  или  $Q_x$ ), изгибающий момент ( $M_y$  или  $M_x$ )) совпадают.

Рассматриваем совместное действие изгиба и растяжения, то есть  $Q_y = 0$  и  $Q_x = 0$ , т.к. поперечная сила при расчётах на прочность не учитывается [4].

Условие прочности:

$$\sigma_{\max} = \frac{N_z}{A} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq [\sigma], \quad (2)$$

где  $A$  – площадь поперечного сечения;

$W_x$  и  $W_y$  – осевые моменты сопротивления;

[ $\sigma$ ] – допускаемое напряжение.

Поскольку выражения для геометрических характеристик приводятся в справочниках [5] для среднего диаметра профиля, то для удобства представим их через геометрические размеры приводимые в обозначении профиля.

Рассмотрим упрощённое поперечное сечения прямоугольной трубы в виде полого тонкостенного прямоугольника. Тогда площадь поперечного сечения определим как:

$$A = 2b \cdot s + 2a \cdot s - 4s^2, \quad (3)$$

а осевые моменты сопротивления соответственно:

$$W_x = \frac{s(b-s)^2}{3} \left( 3 \frac{(a-s)}{(b-s)} + 1 \right); \quad (4)$$

$$W_y = \frac{s(a-s)^2}{3} \left( 3 \frac{(b-s)}{(a-s)} + 1 \right). \quad (5)$$

Рассмотрим поперечное сечения круглой трубы в виде тонкостенного кольца. Тогда площадь поперечного сечения определим как:

$$A = \pi \cdot s(D - s), \quad (6)$$

$$W_x = W_y = \frac{\pi \cdot s(D - s)^2}{4}. \quad (7)$$

Задавшись новым материалом, его механическими характеристиками, и зная предельные нагрузки, воспринимаемые исходным материалом, по выражениям (1) – (6) определяем размеры назначаемого профиля.

Из этого получим различные сочетания габаритов профиля и его толщины. Окончательный вариант выбирает конструктор по критерию минимальной массы в сочетании с удобством эксплуатации и изготовления.

При оптимизации уже разработанных конструкций, где высота и ширина профиля заданы в случае использования труб прямоугольного сечения, или диаметр, в случае круглого сечения (рисунок 1), определяем только толщину стенки профиля. Принимаем максимальный размер толщины стенки, округляя рассчитанное значение до ближайшего большего из ряда стандартных данных для соответствующего профиля [2].

Применение компьютерных технологий значительно расширяет возможности вычислительного эксперимента, что, в частности, дает возможность из множества вариантов технологии выбрать наиболее подходящую или прогнозировать результат [1, 6].

Реализация представленной последовательности выбора материала в виде калькулятора существенно облегчает работу конструктора.

Работа с калькулятором предполагает внесение размеров сечения применяемых профилей и марок сравниваемых материалов. Выходными параметрами являются толщина профиля нового материала при оптимизации уже разработанных конструкций, и набор форм различных профилей, с указанием их геометрических размеров при разработке новой конструкции.

#### Список литературы

1 Авилов А.В. Применение компьютерных систем для автоматизации и разработки новых технологий в машиностроительном производстве / А.В. Авилов, Ю.О. Каминская, Д.С. Трусова // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3; [www.science-education.ru/109-9183](http://www.science-education.ru/109-9183) (дата обращения: 10.11.2013).

2 Кользеев А.А. Основы металлических конструкций: учеб. пособие / А.А. Кользеев, К.А. Шафрай. – Новосибирск: НГАСУ, 2001. – 80 с.

3 Методы оптимизации геометрических параметров элементов металлоконструкций кранов. –URL: <http://sapijanov.narod.ru/>(дата обращения: 17.01.2014)

4 Кудряшова А. В. Совершенствование методики выбора материала / А. В. Кудряшова, А. В. Кузюткина, А. В. Авилов // XVIII Региональная конференция молодых исследователей Волгоградской области: тезисы докладов (Волгоград, 5–8 ноября 2013 г.). – Волгоград, 2013. –



С 121–122.

5 Руководство к решению задач по сопротивлению материалов: учеб. пособие для вузов / под ред. Л. С. Минина. – 3-е изд. – М.: Высш. шк., 2001. – 592 с.

6 Фрицлер Г.В. Применение программных средств для организации сварочного производства / Г.В. Фрицлер, А.В. Авилов, Ю.О. Каминская // Взаимодействие предприятий и вузов по повышению эффективности производства, управления и инновационной деятельности: сб. докл. VIII межрегион. науч.-практ. конф. (Волжский, 17–18 апр. 2012 г.). – Волгоград, 2012. – С. 62–65.

## СКВОЗНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ

Стяжкина И.А., Авилов А. В., Соломоненко С.А.

*Волжский политехнический институт (филиал)*

*Волгоградского государственного технического университета*

Рассматриваются проблемы сквозного проектирования заготовок колец подшипников и их штамповочной оснастки на четырёхпозиционном горячештамповочном автомате Л-324.

The problems of analysis and design workpieces bearing races and equipment on the four-hot-stamping machine L-324.

Кольца подшипников изготавливают в основном из двух видов исходных профилей металла: прутков и труб. В зависимости от исходной заготовки и конфигурации колец применяют следующие методы изготовления колец подшипников: штамповка на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ), штамповка на прессах полуавтоматической линии и на многопозиционных горячештамповочных автоматах, свободная ковка и раскатка, горячая штамповка на молотах, холодная штамповка из полосы, изготовление из труб и прутка и др. Самым производительным способом получения штампованных заготовок колец подшипников является штамповка на горячештамповочных автоматах (автоматических линиях). На современных предприятиях налажено производство парных заготовок колец подшипников – так называемых «башенных» поковок. «Башенной» называется поковка в составе, по крайней мере, двух заготовок колец, которые после цикла штамповки могут выходить из автомата в разделенном состоянии, либо в виде комплекта, подлежащего разделению в процессе дальнейшей токарной обработки. «Башенная» заготовка получается за 4 перехода.

Перед внедрением нового типа подшипника нужно произвести сложный расчёт заготовки для штамповки и проектирование штамповочной оснастки. В настоящее время это производится в ручную, что существенно ограничивает оперативность расширения номенклатуры подшипников. Основная задача, которая стоит перед всеми производителями – сэкономить время и оптимизировать затраты на выполнение работ. При этом заданные технические характеристики и себестоимость продукта должны оставаться неизменными.

Одним из основных направлений развития автоматизации технологии машиностроения является внедрение систем автоматизированного проектирования (САПР), которые обеспечивают сквозное проектирование изделия.

Ранее был разработан программный комплекс «Расчет переходов» на языке программирования *Delphi 7*, с помощью которого удалось автоматизировать разработку технологического процесса получения спаренных заготовок методом пластического деформирования на автоматических линиях. С помощью программного комплекса «Расчет переходов» можно получить не только расчётные размеры заготовок подшипника, но и сразу получить готовый чертёж переходов штамповки для четырёхпозиционного горячештамповочного автомата Л-309 в системе автоматизированного проектирования и черчения, разработанная компанией *Autodesk* – *AutoCAD*. Она является наиболее распространённой в мире, что облегчает интеграцию. Универсальность системы *AutoCAD* позволяет готовые чертежи импортировать в другие системы, например, в широко распространённый в России, продукт компании АСКОН – КОМПАС-3D.

По полученным чертежам переходов штамповки в дальнейшем изготавливаются штампы для автоматической линии.

На основании программного комплекса «Расчет переходов» был создан программный комплекс на языке программирования *Delphi 7*, с помощью которого удалось автоматизировать разработку конструкторской документации инструментов штамповочной оснастки автоматической линии Л-324 для производства заготовок колец подшипников. С помощью данного программного комплекса можно чертеж переходов штамповки, полученный в программном комплексе «Расчет переходов», преобразовать в чертеж готового инструмента для штамповки.

Результатом работы программы является файл, в котором содержится программный код, написанный на языке *AutoLISP*, производящий построение чертежей деталей штамповочной оснастки для производства заготовок колец подшипников. Этот код исполняется в системе автоматизированного проектирования и черчения, разработанной компанией *Autodesk – AutoCAD*.

Благодаря автоматизированному способу расчёта построению чертежей можно существенно сократить время разработки новых видов поковок колец подшипников. Расчет экономической эффективности от внедрения комплекса САПР для технологической подготовки производства наружного кольца подшипника на ОАО «ВПЗ-15» показал, что срок окупаемости капитальных вложений составит 2 года и 2 месяца.

#### Список литературы

1. Банных, О.А. Штамповка поковок с направленным волокнистым строением. / О.А. Банных, О.А. Белокуров, В.М. Блинов и др. // Вестник машиностроения. 2000. № 10. – С. 53 – 60.
2. Кондаков, А.И. САПР технологических процессов: Учебник для студентов вузов./ Кондаков А.И.- М: Академия, 2008. - 272 с.
- 3 Кривопалов, С.В. Исследование распределения волокон макроструктуры при штамповке поковок колец подшипников [Электронный ресурс] // НАУКА и ОБРАЗОВАНИЕ : электронное научно-техническое издание. - # 9, сентябрь 2008. - С. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/104014.html>