

## СЕКЦИЯ № 3

### «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ В ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

---

#### ВЫБОР ЭКОНОМИЧНЫХ РЕЖИМОВ ШЛИФОВАНИЯ БЕТОННО-МОЗАИЧНОЙ ПЛИТКИ

Афанасьев И. А. (ВМ 536)

Научный руководитель Морозов А. В.

*Рассматривается влияние скорости шлифования на себестоимость продукции, а так же изменение штучного времени обработки в зависимости от скорости шлифования.*

*This article considers the influence of grinding speed on the cost of production, as well as the change of block processing time depending on the speed of grinding considers the way of obtaining the parameters of the surface of the abrasive tool*

Проблема повышения эффективности производства продукции за счет снижения затрат всегда была актуальной. Особенно остро эта проблема встает в условиях современного предприятия, когда ресурсы ограничены, а издержки производства продукции возрастают [1].

Рассмотрим технико-экономическую оптимизацию на примере технологии обработки бетонно-мозаичной плитки, производимой ООО «ВЗСМ» абразивными сегментами из белого электрокорунда на магниальной связке. При обработке плитки могут быть установлены такие технологические режимы, которые обеспечивают высокую производительность. Однако стойкость инструмента будет низкой, что вызовет большой расход абразивного инструмента. Следовательно, максимальная производительность, чаще всего, не соответствует минимальной себестоимости обработки камня из-за дополнительных затрат на инструмент и его установку. В связи с этим, важно оптимизировать технологические режимы шлифования плитки таким образом, чтобы добиться снижения себестоимости продукции, увеличения производительности обработки и прибыли предприятия.

При выборе экономичных режимов обработки плитки на любой операции необходимо принимать во внимание критерии максимальной производительности и минимальной себестоимости [2].

Под себестоимостью изделия будем понимать сумму основных статей производственных затрат, которую представим в следующем виде:

$$C = \sum_{i=1}^n C_i, \quad (1)$$

где  $C_{M.вр.}$  – стоимость машинного времени обработки;  $C_{нз}$  – непроизводительные затраты (простой оборудования, установка и закрепление заготовки и т.п.), приходящиеся на одно изделие;  $C_{и}$  – стоимость инструмента, отнесенная к одному изделию;  $C_{см.и}$  – стоимость времени на смену инструмента;  $C_{др.з}$  – стоимость камня и другие затраты.

Так как нас интересуют затраты, связанные с технологическими режимами, то исключая стоимость материала и прочих затрат из уравнения (1) имеем:

$$C = C_{M.вр.} T_M + C_{нз} T_H + C_{и} \left( \frac{T_d}{T_{ст}} \right) + C_{см.и} T_{см} \left( \frac{T_d}{T_{ст}} \right); \quad (2)$$

Анализируя уравнение (2) видим, что себестоимость продукции из плитки может быть снижена: - за счет уменьшения машинного времени обработки; - за счет повышения качества абразивного инструмента и соответственно его стойкости; - за счет сокращения времени на смену инструмента; - за счет сокращения простоя и вспомогательного времени.

Следовательно, для случая минимизации себестоимости наиболее существенным технологическим параметром становится скорость шлифования (резания).

$$\begin{aligned} C_{мин} &= C = C_1 + C_2 + (C_3 + C_4) \\ C_{мин} &= f(V), \end{aligned} \quad (3)$$

где  $C_1$  – затраты на обработку;

$C_2$  – непроизводительные затраты;

$(C_3 + C_4)$  – затраты на инструмент и его смену.

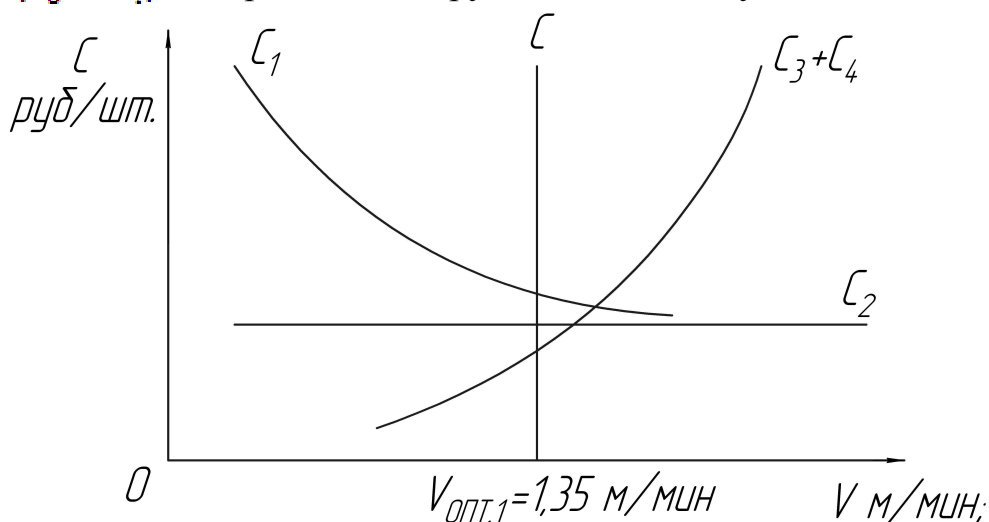


Рисунок 1 – Влияние скорости шлифования на себестоимость продукции

Из рисунка 1 следует, что  $C_{мин}$  достигается при  $V_{опт.1} = 1,35 \text{ м/мин}$ , т.е. минимизация себестоимости может быть осуществлена за счет совершенствования технологии обработки камня и улучшения свойств абразивного инструмента, в частности его стойкости.

Производительность камнеобработки (Пр) обратно пропорциональна штучному времени ( $T_{шт}$ ).

$$Пр = \frac{1}{T_{шт}}, \quad (4)$$

где  $T_{шт}$  – время, приходящееся на одно изделие (или на 1 м<sup>2</sup> плитки), которое вычисляется по формуле:

$$T_{шт} = T_M + T_{см} \left( \frac{T_D}{T_{ст}} \right) + T_H, \quad (5)$$

где  $T_M$  – машинное время обработки одного изделия из камня;

$T_{см} \left( \frac{T_D}{T_{ст}} \right)$  – время на смену инструмента;

$T_{ст}$  – стойкость абразивного инструмента;

$T_H$  – непроизводительное время.

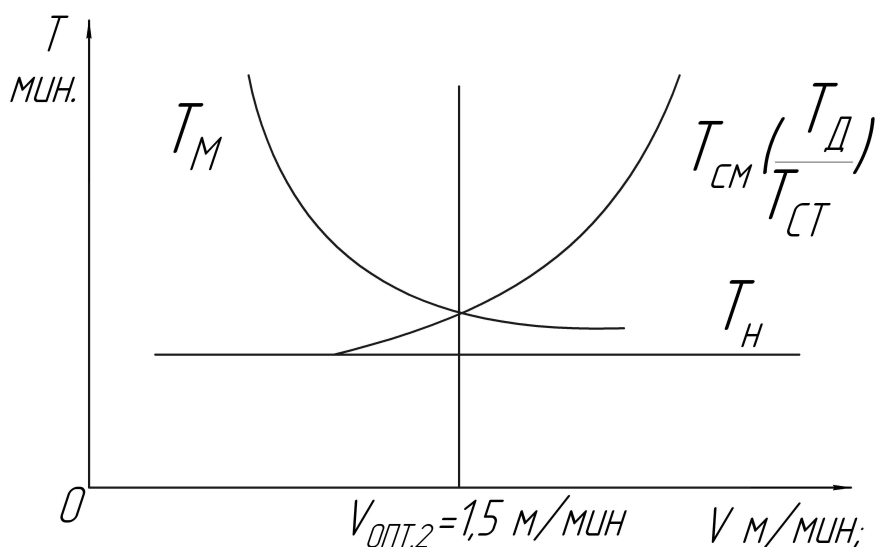


Рисунок 2 – Изменение штучного времени в зависимости от скорости шлифования

Из анализа представленных функций следует:

- производительность обработки камня зависит от скорости резания и стойкости абразивного инструмента;
- увеличение скорости шлифования снижает машинное время обработки, но увеличивает время смены инструмента;
- оптимальная скорость шлифования, соответствующая максимальной производительности  $V_{опт2}$ , несколько выше оптимальной скорости шлифования  $V_{опт1}$ , соответствующей минимальной себестоимости изделия.

Для определения экономичных режимов обработки плитки были использованы критерии минимальной себестоимости и максимальной производительности. Кроме этих критериев, часто применяют для оптимизации, очень важный другой критерий – это критерий

максимальной прибыли. Прибыль, полученная в единицу времени вычисляются следующим образом:

$$\text{Приб} = (D - C) / T_{\text{шт}}, \quad (6)$$

где  $D$  – доход, приходящийся на  $1 \text{ м}^2$ ;  $C$  – себестоимость изделия;  $T_{\text{шт}}$  – штучное время.

Расписав уравнение 6, аналогичным образом находим скорость шлифования  $V_{\text{опт3}}=1,2 \text{ м/мин}$ , которая является наиболее оптимальной, так как при работе на этой скорости достигается максимальная прибыль и обеспечивается требуемая шероховатость обработанной поверхности.

#### Литература

1 Сычёв, Ю.И. Шлифовально-полировальные и фрезерные работы по камню / Ю.И. Сычёв, Ю.Я. Берлин. – М.: Стройиздат, 1985. – 312 с.

2 Усов, В.В. Выбор экономичных режимов обработки камня / В.В.Усов // Журнал "Камень вокруг нас", 2009. №23. – С. 23-26.

### **АНАЛИЗ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК С ЛИНИИ Л-324 (БАШНЯ В РЯД) ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОЛЕЦ КОНИЧЕСКИХ РОЛИКОПОДШИПНИКОВ 2007108А.01/02**

Барулин И.И. (ВМ 436)

Научный руководитель Дворецкая Н.В.

*Рассматривается анализ токарной обработки заготовок колец подшипников.*

*This article considers the analysis of the turning billets rings of bearing.*

Конические роликоподшипники имеют конические дорожки качения внутреннего и наружного колец, между которыми расположен комплект конических роликов с сепаратором. Если образующие конических поверхностей продолжить, то они сойдутся в одной точке, которая будет находиться на оси подшипника. Конструкция конических роликоподшипников делает их особо пригодными для восприятия комбинированных (радиальных и осевых) нагрузок. Осевая грузоподъемность в основном определяется углом контакта, чем он больше, тем большую осевую нагрузку может воспринимать подшипник. Как правило, конические подшипники имеют разборную конструкцию, облегчающую их монтаж и демонтаж. Конические подшипники имеют логарифмический профиль контакта, который обеспечивает оптимальное распределение напряжений по линии контакта. Специальная обработка поверхностей качения и бортов способствует их смазыванию.

ОАО «ВПЗ» производит конические роликподшипники разнообразных конструкций и размеров для различного назначения. Данные подшипники разделены на следующие группы:

- однорядные конические роликподшипники
- спаренные конические роликподшипники
- двухрядные конические роликподшипники
- четырехрядные конические роликподшипники

Подшипник 2007108А.01/02-роликовый конический однорядный повышенной грузоподъемности. Однорядные конические подшипники предназначены для восприятия радиальных и односторонних осевых нагрузок. Допускается раздельный монтаж колец, а также регулирование осевой игры и радиального зазора, как при установке, так и в процессе эксплуатации подшипника. Подшипники можно устанавливать с предварительным натягом, который создается при их монтаже в одной опоре.

Подшипники можно условно разделить на три категории:

- подшипники общего назначения.
- высококачественные подшипники.
- подшипники с фланцем на наружном кольце.

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 16 метров, кривизна прутка не должна превышать 2 мм на 1 метр. Основная марка стали – ШХ15 по ГОСТ 801.

Горячештамповочный автомат имеет четыре рабочих штамповочных позиции, расположенные в горизонтальной плоскости на равном расстоянии друг от друга, и одну позицию – для отрезки заготовок. Последовательность технологических переходов и транспортных операций на автомате:

- подача материала двумя парами подающих роликов до упора.
- отрезка мерной заготовки открытым ножом с прижимом прутка к неподвижному отрезному ножу при отрезке и переносе заготовки на 1 позицию.
- последовательное транспортирование заготовок по рабочим местам.
- горячая штамповка заготовок в матрицах.
- выталкивание заготовок из матриц.
- съем заготовок с пуансона.

Полуавтомат 1Б265П-6К предназначен для изготовления деталей из штучных заготовок (отливок, поковок и штамповок) из различных марок стали, чугуна и цветных металлов в условиях массового, крупносерийного и серийного производства при повышенных требованиях к точности обрабатываемых деталей. Рабочие шпиндели станка установлены в

поворотном барабане и проходят последовательно шесть позиций, в которых производится обточка, сверление, зенкерование, развертывание, расточка, нарезание резьб и другие операции. Каждая рабочая позиция обслуживается мощным и жестким поперечным суппортом на прямоугольных направляющих и общим для всех позиций продольным суппортом. На продольном суппорте могут устанавливаться неподвижные и скользящие державки. Скользящие державки имеют независимый от продольного суппорта привод, а инструментальные шпиндели, которые могут в них устанавливаться - независимый от рабочих шпинделей привод вращения. Скорости вращения рабочих и инструментальных шпинделей настраивают сменными зубчатыми колесами. Регулировка хода продольного суппорта осуществляется бесступенчато. Регулировка хода поперечных суппортов осуществляется бесступенчато в пределах двух диапазонов. Зажим заготовок - гидравлический. Полуавтомат оборудован системой охлаждения и имеет транспортер для удаления стружки в обе стороны от станины и вниз. Полуавтоматы могут быть настроены на двойную индексацию. Станки оснащены блокировочными и предохранительными устройствами, обеспечивающими безаварийную работу.

Линия Л-324 была введена в эксплуатацию на ОАО «ВПЗ-15» менее 10 лет назад. За это время были освоены не только производство заготовок новых типов подшипников, но и рассматриваются возможности перевода производства спаренных заготовок некоторых типов подшипников с более габаритной и энергоемкой линии Л-309 на линию Л-324.

#### Литература

- 1 Спришевский А.И. Подшипники качения. - М., «Машиностроение», 1968.
- 2 Анурьев В.И. справочник конструктора-машиностроителя. - М., «Машиностроение», 2006.

### **РАСЧЕТ РАЦИОНАЛЬНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗАГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОГО УСТРОЙСТВА ЛОТКОВОГО ТИПА ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПОДШИПНИКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Берчанов В.В. (ВТМЗ 465)

Научный руководитель Даниленко М.В.

*Рассматривается методика проектирования параметров загрузочно-транспортного устройства лоткового типа*

*The article discusses the technique for designing the parameters of loading and transport device such as tray*

Лотки находят широкое применение почти во всех грузозагружочно-транспортных устройствах.

По форме лотки бывают прямые простые, прямые роликовые, спиральные простые, спиральные роликовые, спиральноовальные простые, спиральноовальные роликовые, зигзагообразные, дугообразные – вогнутые и выпуклые, штопорные, ступенчатые и каскадные [1].

Устройство лотков простое и не требует особых пояснений, поэтому цель данной работы заключается в установлении закономерностей проектирования размеров лотка в зависимости от размеров транспортируемых колец подшипника с учетом условия проходимости заготовок в лотках.

В лотке прямоугольного сечения (см.рис.) заготовка может повернуться на угол  $\phi$  за счет зазора  $A$  и занять наклонное положение.

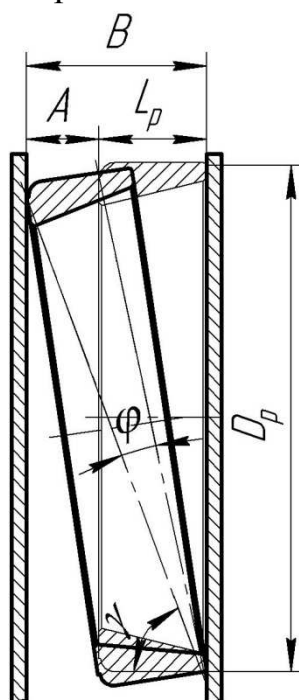


Схема проходимости заготовки в лотке

При оптимальной величине зазора  $A$  заготовка контактирует со стенками лотка под углом  $\gamma$ , меньшим, чем угол трения. При иной величине зазора заготовка будет перекашиваться и заклиниваться или потеряет необходимую ориентацию.

Поэтому величина зазора  $A$  между заготовкой и стенками лотка должна быть определена заранее, исходя из формы заготовки и коэффициента трения между ней и стенками лотка. Зазор должен быть постоянным по всей длине лотка, так как в противном случае угол перекаса будет меняться по мере движения заготовки.

Необходимо учитывать, что надежная проходимость заготовки ограничивается отношением:

$$\frac{L}{D} \leq 3,5, \quad (1)$$

где  $L$  – длина заготовки, мм;  
 $D$  – диаметр заготовки, мм.

При невыполнении условия 1 изготовление лотков не целесообразно, так как при этом заготовка перекашивается в лотке на угол заклинивания, равный примерно углу трения. Поэтому такие заготовки следует транспортировать не в одиночку, а сплошным потоком, чтобы они ориентировали одна другую по длине.

При транспортировке заготовок типа колец подшипника условие выполняется, следовательно, дальнейшей задачей при определении оптимальных размеров лотка является определение величины допустимого зазора.

Допустимый зазор  $A_{\text{доп.}}$  между торцом заготовки и боковыми стенками лотка определяется по формуле, выведенной Бобровым В.П.:

$$A_{\text{доп.}} = \sqrt{\frac{D_p^2 + L_p^2}{1 + f^2}} - L_p, \quad (2)$$

где  $D_p$  – расчетный диаметр заготовки, мм;  
 $L_p$  – расчетная длина заготовки, мм;  
 $f$  – коэффициент трения детали о борт лотка,  $f = 0,15$ .

$$A_{\text{доп.}} = \sqrt{\frac{47,7^2 + 10,7^2}{1 + 0,15^2}} - 10,7 = 37,6 \text{ мм.}$$

Величина фактического зазора, должна находиться в следующих пределах:

$$A_{\text{доп.}} > A_{\text{факт.}} > A_{\text{мин}} \quad (3)$$

где  $A_{\text{мин}}$  – минимальный зазор между стенкой лотка и деталью:

$$A_{\text{мин}} = \Delta L + \Delta A + \Delta B, \quad (4)$$

где  $\Delta L$  – допуск на длину заготовки, мм;

$\Delta A$  – допуск на минимальный зазор (определяется по 14 качеству для расчетного размера 10,7 мм);

$\Delta B$  – допуск на ширину лотка, принимаем 0,5 мм.

$$A_{\text{мин}} = 0,2 + 0,43 + 0,5 = 1,13 \text{ мм.}$$

$$37,6 > A_{\text{факт.}} > 1,13.$$

Величину фактического зазора принимаем конструктивно, увеличивая значение минимального зазора на несколько миллиметров:  $A_{\text{факт.}} = 2,3 \text{ мм.}$

Ширину лотка определяем по формуле:

$$B = L_{\text{max}} + A_{\text{факт.}} \quad (5)$$

где  $L_{\text{max}}$  – максимально возможная длина заготовки, исходя из допуска на ее длину, мм.



$$B = 10,7 + 2,3 = 13 \text{ мм.}$$

Величина угла наклона лотка выбираем в пределах 5-15°.

#### Литература

1. Бобров, В.П. Транспортные и загрузочные устройства автоматических линий / В.П. Бобров, Л.И. Чеканов. – М.: Машиностроение, 1980. – 119 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ НА ПОВЕРХНОСТИ ЦЕМЕНТУЕМЫХ СТАЛЕЙ**

Борисевич В.О. , Виляев Р.Г., Кудрявцев П.В. (ВМ 436)

Научный руководитель Семёнов С.В.

*Рассматривается возможность формирования структуры высокоуглеродистой стали*

*The possibility of formation of high-carbon steel structures*

В настоящее время существующие технологические процессы химико-термической обработки позволяют целенаправленно влиять на процессы диффузионного насыщения поверхности стали углеродом и азотом. В частности, проведение цементации и нитроцементации в контролируемых атмосферах с автоматическим регулированием углеродного потенциала и с периодическим изменением температуры позволяет влиять на растворимость углерода и азота в аустените. Применение нитроцементации с периодическим повышением расходов аммиака способствует повышению содержания азота в нитроцементированном слое до 1%, что позволяет уменьшить содержание легирующих элементов в стали.

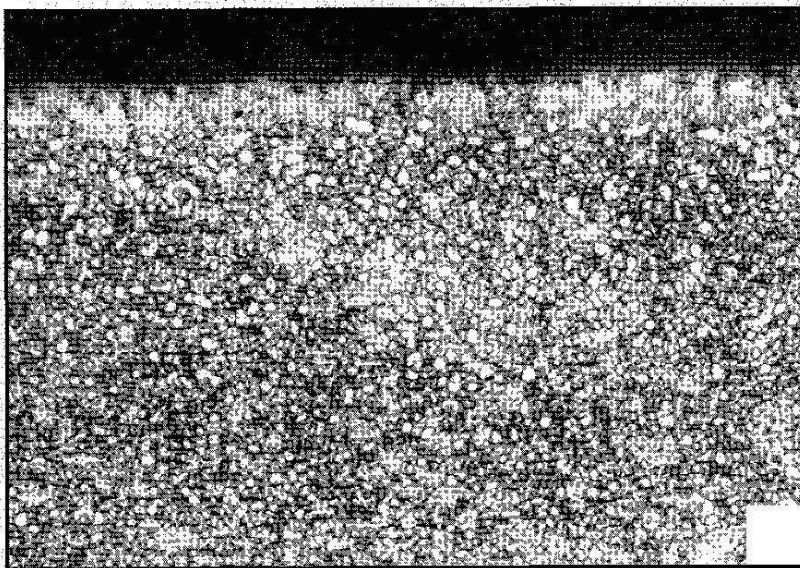
Целью данной работы является изучение возможности получения в поверхностных слоях цементуемых сталей структур, сопоставимых со структурой высокоуглеродистой стали за счёт применения термоциклической нитроцементации после закалки и низкотемпературного отпуска.

На рис.1 приведена микроструктура диффузионного слоя стали 25ХГТ после четырёх циклов термоциклической нитроцементации в интервале температур 900 – 650<sup>0</sup> С.

Микроструктура диффузионного слоя стали 25ХГТ представляет собой мартенсит с равномерно распределёнными включениями избыточной фазы.

Таким образом, проведение химико-термической обработки в нестационарных условиях открывает возможность замены марки стали,

что позволяет сократить количество легирующих элементов за счёт легирования азотом и влиять на эксплуатационные свойства изделий. Кроме того, замена высокоуглеродистых сталей на малоуглеродистые обеспечит улучшение их обрабатываемости до проведения химико-термической обработки



Микроструктура диффузионного слоя стали 25ХГТ после четырёх циклов термоциклической нитроцементации в интервале температур 900 – 650 °С. (x400)

**СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ОСТЕКЛЕНИЯ:  
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ  
МАТЕРИАЛОВ ОКОННЫХ ПРОФИЛЕЙ И ОСОБЕННОСТИ  
ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ**

Борисова М.Н. (ВМ 436)  
Научный руководитель Авилов А. В.

*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.

Таблица 1

<b>Достоинства распространенных оконных систем</b>		
<b>Деревянные окна</b>	<b>Пластиковые окна</b>	<b>Алюминиевые окна</b>
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		Высокая

ремонтопригодность.		ремонтопригодность.
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.		

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.,

**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.

Литература

1. <http://pribregnoe.ru/stati/>
2. [http://www.diy.ru/kvartira/20\\_remont\\_poverhnostei/38\\_okna/basis/vidyi-ostekleniya-vyibor-materiala-/](http://www.diy.ru/kvartira/20_remont_poverhnostei/38_okna/basis/vidyi-ostekleniya-vyibor-materiala-/)
3. [http://www.oknarosta.ru/al\\_okna.php](http://www.oknarosta.ru/al_okna.php)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ АБРАЗИВНЫХ ЗЕРЕН**

Букштанович К.А., Носенко В.А., Макушкин И.А.,

Абразивное зерно является основным режущим элементом абразивного инструмента. Естественно, что от геометрической формы зерна и его размеров зависит режущая способность процесса абразивной

обработки. Поэтому геометрия зерна является одним из элементов управления процессом шлифования.

Размер зерна заложен в характеристики абразивного инструмента. Согласно ГОСТ 3647 – 80 о размере зерна судят по его ширине или полусумме длины и ширины. Одного или даже двух линейных размеров явно недостаточно для получения объективных данных о размере и форме зерна. Поэтому в семидесятых годах прошлого века проводились обширные исследования морфологии абразивных зерен [1, 2, 3].

Технология и рецептура изготовления шлифовальных материалов постоянно совершенствуется, что должно отразиться и на их морфологии. К настоящему времени изменилась и методика измерения, основанная на цифровой фотографии и компьютерной обработке полученных результатов, что существенно повышает точность и производительность измерений.

Для получения более точных данных разработана программа, которая производит измерения в автоматическом режиме и позволяет получать более обширные и точные данные [4].

В данной работе произведена апробация программы при измерении длины и ширины шлифовального материала из карбида кремния зеленого. Для проведения испытаний выбрана зернистость F60. Далее зёрна рассеяли согласно ГОСТ 52281 – 2005 на фракции размером 425, 300, 250, 212 и минус 180 мкм. Результаты исследований приведены на примере фракции, оставшейся на сите с размером ячейки 250 мкм.

Если ориентироваться на мелкие зерна, то по ГОСТ 3647 – 80 для определения длины и ширины требуется измерение 700 зёрен. С целью получения более объективных данных и последующей оценки достоверности измерений исследовали 7000 зёрен.

Для определения зернового состава, методом квартования отбирали две пробы массой 5-7 г. Одну пробу тщательно перемешивают на стекле и распределяли полоской длиной 7-8 см, шириной 1 см. Полоску делили на 7-8 частей в поперечном направлении. Каждую чётную часть удаляли. Оставшиеся части перемешивали и снова сокращали их объем тем же способом до 0,5-1,0 г. Из конечной пробы взяли часть шлифматериала для проведения измерений.

Отобранные зёрна распределили равномерно по охватываемой измерениями поверхности предметного стекла так, чтобы они не соприкасались и не перекрывали друг друга.

Объемы выборок при измерении длины  $l$  и ширины  $b$  были разбиты на 15 интервалов (рис. 1). Установлено, что распределение длины зерен в большей степени подчиняется логарифмически нормальному закону, распределение ширины – нормальному закону.

Рассчитаны статистические характеристики представленных выборок измерений (табл.).

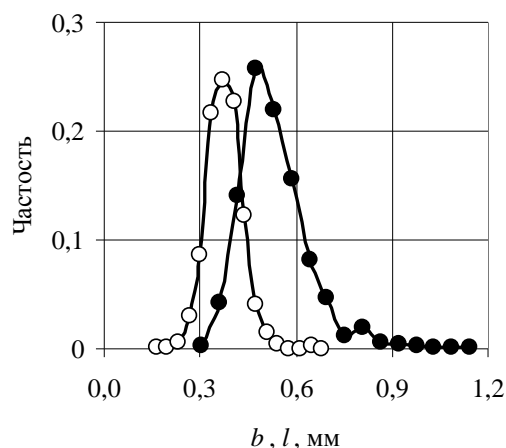


Рис. 1. Распределение длины  $l$  и ширины  $b$  зерен  
 ○ –  $b$ ; ● –  $l$

Важной характеристикой формы зерен является отношение  $l/b$ . По величине отношения  $l/b$  зёрна подразделяются на изометричные  $l/b \leq 1,3$ , промежуточные  $1,3 < l/b \leq 2,0$  и игольчатые  $l/b > 2,0$ .

Форма зерен абразивных материалов, полученных ударным измельчением, характеризуется относительным постоянством. Средние размеры зерен абразивных материалов любой зернистости подчиняются следующему соотношению:  $l : b = 1,5 \pm 0,2$  [1]. Если материалы, подвергаемые дроблению, не проходили предварительную классификацию по форме, не имеют ярко выраженной анизотропии механических свойств и особенностей структуры, средние значения соотношения их размеров должны удовлетворять приведенному соотношению.

#### Статистические характеристики

Характеристики	$b$	$l$	$l/b$
Среднее арифметическое	0,377	0,533	1,440
Дисперсия	0,00296	0,01207	0,370
Стандартное отклонение	0,054	0,110	0,13704
Доверительный интервал	0,001	0,002	0,008
Коэффициент вариации	14,4	20,6	25,7

На основе экспериментальных данных найдено отношение  $l/b$  и получено распределение этого отношения (рис. 2).

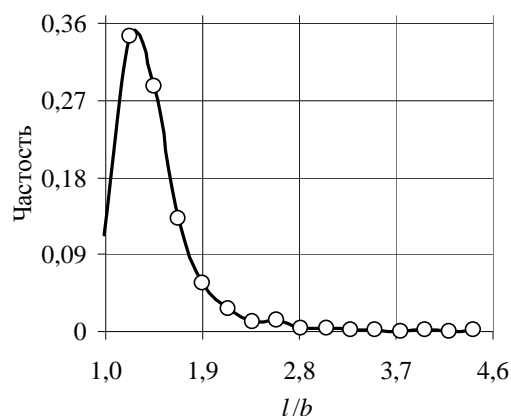


Рис. 2. Распределение отношения  $l/b$

Внутри зернового состава коэффициент формы колеблется в широких пределах, изменяясь от 1 до 4 и более. Статистическая характеристика  $l/b$  приведена в табл. Как следует из табл. Среднее арифметическое отношение  $l/b$  в полной мере соответствует приведенному в [1].

Распределение отношений линейных размеров  $l/b$  согласно [2] можно аппроксимировать законом модуля разности. Данный закон обусловлен характером измерения. Распределению по закону модуля разности подчиняются абсолютные значения величин, которые с учетом знака распределены по закону нормального распределения. В этом случае отрицательные значения, которые могли бы получиться при учете знака, накладываются на положительные и кривая распределения получается несимметричной с более крутой восходящей ветвью.

Анализ экспериментальных данных показал, что из общего числа зерен около 41% относятся к изометричным, 52% - к промежуточным и 7% - к игольчатым.

#### Литература

1. Рыбаков В. А., Дроздова О. Н. Влияние способа измельчения абразивных материалов на форму и физико-механические свойства полученных зерен// Абразивы. вып. 4, 1963. – С. 15–28.
2. Ящерицын П. И, Зайцев А. Г. Повышение качества шлифованных поверхностей и режущих свойств абразивно-алмазного инструмента. – Минск: Наука и техника, 1972. – 480 с.
3. Искусственные абразивные материалы под микроскопом. – Л.: Недра, 1981. – 160 с.
4. Носенко В.А., Макушкин И.А. Методика снижения погрешностей при определении геометрических параметров абразивных зерен оптическим способом / В.А. Носенко, И.А. Макушкин // ИРБИС64 / Ин-т резание и технология машиностроения ; отв. ред. Катаева М.Э.



# **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ТОЧНОСТЬ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК ВНУТРЕННИХ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА 127509АК**

Васенко Н.П. (ВМ 436)

Научный руководитель Морозов А.В.

*Рассматриваются различные факторы, которые влияют на точность токарной обработки*

*Various factors which influence accuracy of turning processing are considered*

Под точностью механической обработки в общем смысле можно понимать степень соответствия обработанной детали ее геометрически правильному прототипу или образцу. Чем больше это соответствие, тем выше точность обработки.

При выполнении любого технологического процесса на технологическую систему действует большое количество различных факторов, зависящих как от конструкции и состояния технологической системы, так и от резания металлов. [1]

В процессе работы все указанные факторы непрерывно изменяются и оказывают существенное влияние на достижение требуемой точности обработки.

Точность размеров и погрешности геометрической формы колец, обработанных на станках токарного типа, обусловлена рядом факторов, основными из которых являются: геометрическая точность станка, технологической оснастки и профилирующих режущих инструментов; точность базирования штучных заготовок.

А также стабильность механических свойств обрабатываемого металла и припусков на механическую обработку; жёсткость технологической системы, её температурные деформации, износ режущих инструментов в процессе резания. [4]

Неточности обработки могут возникнуть при использовании мерных инструментов. Все ошибки в размере инструмента непосредственно передаются детали. На точность обработки влияет износ резца в радиальном направлении, который также называют размерным износом. Износ инструментов оказывает влияние на изменение геометрических параметров обрабатываемой детали.

Так, при точении детали по наружному диаметру износ резца приводит к появлению конусности детали. [2]

При обработке деталей на металлорежущих станках силы резания, зажатия и другие воздействуют на детали станка, обрабатываемую деталь и режущий инструмент, вследствие чего происходит их деформация, изменение величины стыковых зазоров, изменение положения режущей кромки инструмента относительно обрабатываемой детали (отжим).

Размеры обрабатываемой детали изменяются, появляются отклонения от правильной геометрической формы (конусность, овальность и т. п.).

Жесткость упругой системы имеет большое значение для точности обработки деталей на металлорежущих станках.

Большая жесткость системы является одним из основных условий достижения точности при обработке. При отсутствии достаточной жесткости под действием сил резания и других сил система деформируется, что приводит к искажению формы детали и получению неправильных ее размеров.

При работе на металлорежущих станках температурный режим технологической системы не остается постоянным, в результате чего в ней возникают температурные деформации, нарушающие взаимное положение элементов станка, заготовки и инструмента.

Нагрев токарного резца в процессе резания приводит к его температурным деформациям, из которых практическое значение имеет удлинение.

Удлинение резца в процессе точения ведет к увеличению глубины резания и, следовательно, к уменьшению диаметра обрабатываемой детали.

Часто удлинение резца достигает 30...50 мкм при работе без охлаждения. Применение смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) уменьшает удлинение резца в 3...3,5 раза. [3]

Основными мероприятиями, направленными на решение проблемы повышения точности при токарной обработке колец на полуавтоматах, 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. [4]

#### Литература

1. Колев К.С., Горчаков Л.М. Точность обработки и режимы резания.- Изд.2-е, перераб. и доп.М.,:Машиностроение,1976 –256с.
2. Колев К. С. Технология машиностроения. Учеб. пособие для вузов.– М.: Высшая школа, 1977. – 256 с.

3. Некрасов С.С., Приходько К.Л., Башров Л.Г. Технология сельскохозяйственного машиностроения. – Москва: Колосс, 2004 г. – 360 с, ил.–

4 Спришевский, А. И. Справочник. Подшипники качения / Спришевский А. И., Спицын Н. А. – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1961. – 827 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАЖИМНЫХ ЦАНГ

Глубокий Д.О. (ВМ 536)

Научный руководитель Санинский В.А.

*Рассматривается способ изготовления цанг*

*This article considers the way of manufacturing collets.*

Известно, что зажимные цанги металлорежущих станков являются нормально открытыми, т. е при правильном изготовлении должны быть на 0,5 мм больше диаметра зажимаемого калиброванного прутка. [1]. Т. е при  $d_0 > d_{max} + 0,5$  (мм) зажимная цанга считается нормально открытой, и правильно изготовленной, соответственно, при  $d_{min} < d_0$  зажимная цанга считается бракованной ( $d_{max}$ ,  $d_{min}$  - величины максимального и минимального диаметров калиброванного прутка,  $d_0$  - величина рабочего отверстия цанги (рис. 1)).

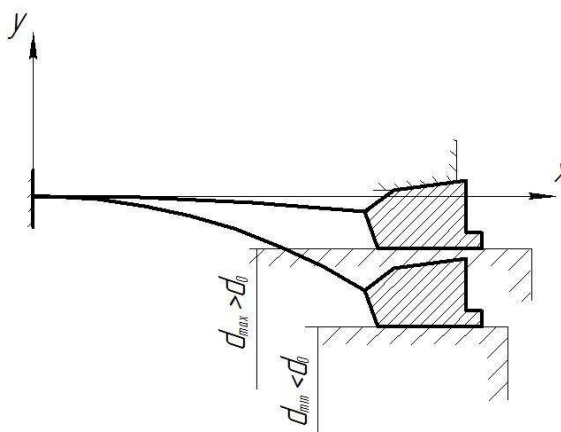


Рисунок 1 - Схема контакта зажимной цанги с калиброванной заготовкой и конусом шпинделя

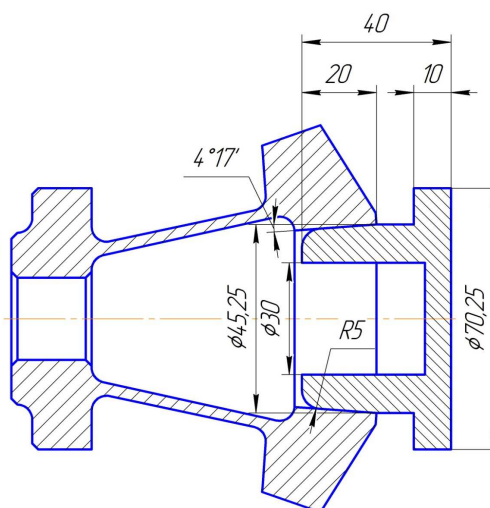


Рисунок 2 – разведение цанги конусной пробкой

Не всегда достигается гарантированное раскрытие лепестков цанг в свободном состоянии (не напряженном) после их изготовления не всегда

достигается и зависит от соблюдения технологии механической и термической обработки, особенно, чередования операции раскрытия цанг и шлифования.

Наибольший брак возникает, когда лепестки разрезают после термообработки и шлифования. При такой последовательности часто  $d_0 < d_{max} + 0,5$  (мм) и  $d_{min} < d_0$ .

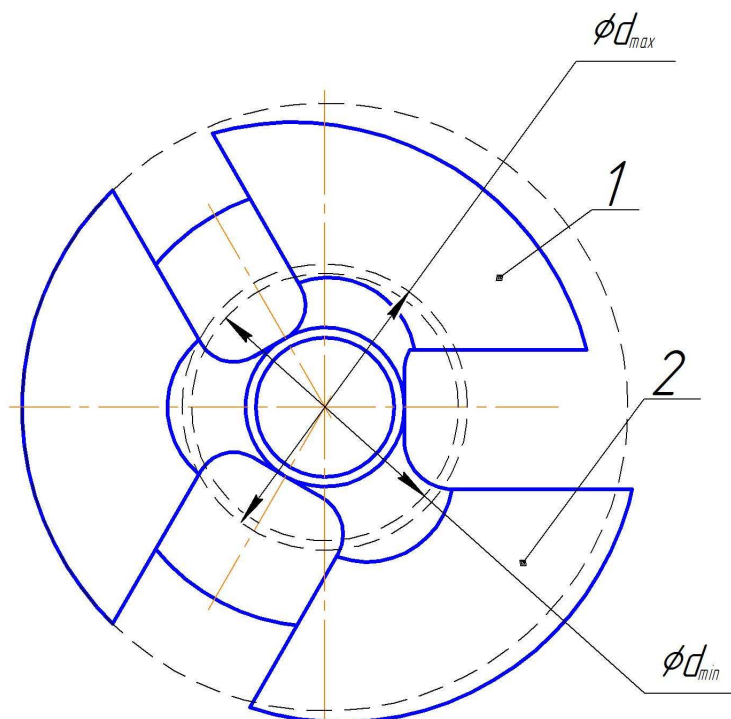


Рисунок 3 – неравномерное раскрытие лепестков после термообработки

Цанги для зажима детали снаружи с целью увеличения силы зажима за счет уменьшения угла контакта конической части цанги со шпинделем (корпусом) в поперечном сечении выполняют с рабочим отверстием, диаметром  $d_0 \leq d_{min}$  (рисунок 1). При этом для свободного прохождения калиброванного прутку (детали) диаметром  $d$ , большим диаметра рабочего отверстия, а также при разжиге цанги за счет упругости лепестков, последние разводятся.

При разводке зажимных цанг конусными пробками, вставленными в отверстие, проводят повторный нагрев и термофиксацию (рисунок 2). Этим приемом технологии достигается условие  $d_0 > d_{max} + 0,5$  (мм).

Так как лепестки для получения рабочего напряженного состояния зажимных цанг разводят после финишных операций, точность изготовления зажимной цанги снижается из-за деформации её вследствие релаксации напряжений, возникающей в металле из-за температурных изменений.

Для устранения возникшего из-за релаксации брака производят вторичную термообработку, что приводит к необходимости выполнения вторичного шлифования направляющих поверхностей цанги и повышению трудоемкости изготовления цанг.

Но и повторная разводка и шлифование не может гарантировать равномерное раскрытие лепестков цанги (рисунок 3), лепесток 1 раскрылся на диаметр меньше минимального, что приведет к невозможности установки детали в отверстие цанги, а лепесток 2 на диаметр больший максимального, что в свою очередь приведет к трудности установки цанги в патрон.

Такая технология приводит к значительному браку [2].

У термически деформируемых зажимных цанг при длительной работе и недостаточном качестве термообработки частично теряются упругие свойства, и цанга может не раскрываться, а также понижается усталостная прочность лепестков, что может привести к поломке вследствие двустороннего, знакопеременного изгиба.

Предлагаемый способ изготовления зажимных цанг позволяет:

- упростить технологию изготовления цанг, исключив вторичную термообработку и дополнительные шлифовальные операции, устраняющие пороки вторичной термообработки;
- сократить припуски на чистовую обработку;
- повысить точность изготовления;
- увеличить долговечность цанги путем повышения усталостной прочности лепестков вследствие одностороннего изгиба лепестков.

Сила упругости лепестков, необходимая для работы цанги, создается выполнением при предварительной механической обработке рабочих зажимных (отверстий) поверхностей коническими и таких размеров, которые обуславливают в рабочем состоянии требуемую деформацию их лепестков с последующей термообработкой, разрезкой шлицев и окончательной механической обработки при деформированных относительно нейтральных осей лепестках, параллельных оси цанги.

При предварительной механической обработке цанг для зажима деталей снаружи проходное сечение рабочего зажимного отверстия превышает размер зажимной детали с максимальным допуском в плюс.

А после термообработки и прорезки шлицев окончательную механическую обработку производят при сведенных относительно нейтральной оси лепестках на величину, обеспечивающую получение диаметра рабочего отверстия цанги, равного или меньшего диаметра зажимаемой детали с максимальным допуском в минус.

Предполагается, что предлагаемый способ будет лучше способа базового предприятия, так как он позволит сократить брак при изготовлении зажимных цанг на 5-10%, уменьшить припуски на чистовую обработку, гарантировать раскрытие цанги с высокой точностью на

заданные размеры, повысить в 1,5 – 2 раза точность изготовления и долговечность работы зажимных цанг [2].

#### Литература

1. Чернов В.В. Металлорежущие станки: Учебник для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием»- 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1988.-415 с., ил.
2. А. с. 688828 М. Кл.3 Бюл. №35.опубл. 25.09.79 г.

### **МЕТОДЫ НАРЕЗАНИЯ ЗУБЬЕВ ЧЕРВЯЧНОГО КОЛЕСА**

Дырова Е.В. (ВМ 436)

Научный руководитель Авилов А. В.

*Рассматриваются способы нарезания зубьев червячного колеса. Достоинства и недостатки.*

*The methods of treatment of worm-wheel are examined. Dignities and defects.*

Тема моей бакалаврской работы «Анализ технологического процесса ремонта узла «Форматор-вулканизатор». Технология восстановления редуктора механизма подъема». Основными причинами выхода из строя червячных передач с цилиндрическими червяками являются износ и заедание зубьев червячного колеса.

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 "завинчивания" 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 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.

## **ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ В СОЛЯНОЙ ВАННЕ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕТАЛЕЙ ВЫРУБНЫХ ШТАМПОВ**

Ежова Т.А. (ВМ 536)

Научный руководитель Тарасова Т.С.

*Целью любого процесса термической обработки состоит в том, чтобы нагревом до определенной температуры и последующим охлаждением вызвать желаемое изменение строения металла и придать требуемые физические и механические свойства изделия без изменения их химического состава. Закалка - самая трудная из всех операций термической обработки с точки зрения изменения свойств и микроструктуры, которые происходят в стали.*

*Processing for the purpose of change of structure and properties of metals and the alloys which are in a firm condition by consecutive carrying out of processes of heating and coolings, carries the name of the thermal. Training - the most difficult of all operations of thermal processing from the point of view of change of properties and a microstructure which occur in a steel.*

Режим термической обработки характеризуют: температура нагрева  $t_{max}$ , время выдержки сплава при температуре нагрева  $\tau_b$ , скорость нагрева  $v_{нагр.}$ , скорость охлаждения  $v_{охл.}$ , среда нагрева.

В процессе эксплуатации вырубные детали штампа для изготовления сепаратора испытывают ударные нагрузки, трение и давление деформируемого металла на поверхность гравюры штампа.

Штампованные сепараторы изготавливают из малоуглеродистой стали, нержавеющей стали и латуни, поэтому от вырубных деталей требуется высокая твердость, износостойкость, контактная прочность. Материал изделий, работающих в условиях больших контактных напряжений (до  $600 \text{ кг/мм}^2$ ) должен иметь: плотное однородное строение (макроструктура); минимальное содержание неметаллических включений; минимальную карбидную неоднородность [1, с.15].

Данным требованиям отвечает сталь ШХ15 - сталь конструкционная подшипниковая, легированная хромом, *HV* 179 - 207, но она флокеночувствительна и склонна к отпускной хрупкости.

Для повышения свойств материала необходимо ввести термообработку.

Цель любого процесса термической обработки состоит в том, чтобы нагревом до определенной температуры и последующим охлаждением вызвать желаемое изменение строения металла и придать требуемые физические и механические свойства изделиям без изменения их химического состава.

В связи с требованием к деталям штампа по твердости *HRC* 54...58 вводится закалка с последующим отпуском. При закалке в сплавах образуется неравновесная структура [2, с.108].

Сочетание закалки с отпуском практически всегда предполагает получение более высокого уровня свойств (твердости, характеристик прочности и др.).

Закалку будем проводить в соляной ванне. Во избежание поволоков, короблений и трещин, нагрев под закалку проводим ступенчато. Нагрев в соляной ванне позволяет сократить время нагрева и выдержки и имеет еще одно важное преимущество - позволяет снизить температуру закалки, приводит к значительному снижению овальности и коробления деталей.

Состав соляной ванны выбирается в зависимости от ее температурного режима, необходимого для выполнения термической операции.

Превышение указанных пределов может вызвать испарение солей, засорение цеха, а также увеличение расхода солей. Соль выбирается так, чтобы она имела температуру полного расплавления более низкую, чем заданная температура термической обработки.

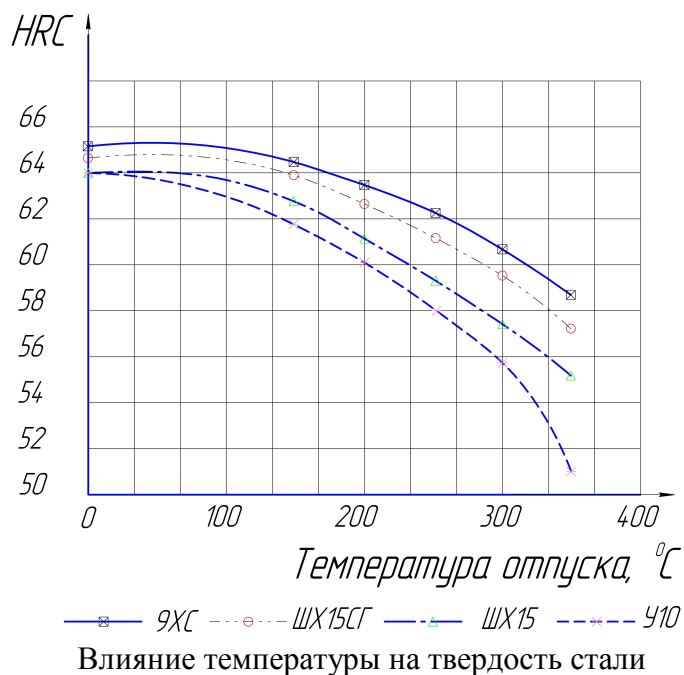
Требуется так же, чтобы прилипшая к поверхности детали корочка соли легко растворялась и смывалась водой.

Охлаждающая среда минеральное масло. Преимущество масляного охладителя заключается в том, что они быстро охлаждают сталь, препятствуют распаду аустенита в перлитном интервале температур и

медленно охлаждают в интервале мартенситного превращения, ослабляя опасность появления поводок.

Высокая критическая скорость охлаждения стали ШХ15 по сравнению со скоростями охлаждения, для других сталей необходима в связи с присутствием большого количества избыточных карбидов, которые при недостаточной скорости охлаждения могут являться центрами перекристаллизации, способствующими распаду аустенита в перлитном или промежуточном интервале температур.

Для повышения вязкости закаленной стали, при сохранении прочности после закалки, производим низкий отпуск [3, с.122]. Величина твердости при низкотемпературном отпуске зависит от степени закалки, создающей равный уровень начальной твердости. Для повышения прочности и ударной вязкости стали увеличим выдержку при низкотемпературном отпуске до 2 - 3 часов. Сталь ШХ15 является достаточно устойчивой против отпуска, а наиболее устойчивыми против отпуска из сталей, приведенных на рисунке, являются стали ШХ15СГ и 9ХС.



Влияние температуры на твердость стали

Таким образом, для достижения заданных требований вырубных деталей штампа: технологических, механических, физических и эксплуатационных необходима термообработки (закалка в сочетании с отпуском) в соляной ванне. Соляная ванная обеспечит стабильность температуры нагрева.

#### Литература

1 Г.С Ракошиц. Изготовление и сборка штампов / Г.С Ракошиц. Учебное пособие – М.: Машиностроение, 1968, 168 с., ил.

2 И.В. Паисов. Термическая обработка стали и чугуна / И.В. Паисов. Учебное пособие для студентов металлургических специальностей вузов – М.: Металлургия, 1970, 264 с., ил.

3 К.М. Погодина-Алексеева. Материаловедение и термическая обработка / К.М. Погодина-Алексеева. Учебное пособие – М.: Высшая школа, 1966, 288 с., ил.

## **ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРА НЕКРУГЛОСТНОСТИ ПРИ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ КОЛЕЦ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПОДШИПНИКОВ**

Еськов А.Н. (ВМ 536)

Научный руководитель Даниленко М.В.

*Рассматривается изменение параметра некруглости при шлифовальной обработке колец крупногабаритных подшипников*

*This article discusses the change of the parameter of deviation from roundness in grinding processing of large bearing rings*

Качество изготовления колец подшипников определяется совокупностью свойств процесса их изготовления, соответствием данного процесса и его результатов установленным требованиям. В машиностроении показатели качества тесно связаны с точностью обработки.

*Под точностью механической обработки понимается степень соответствия обработанной детали ее геометрически правильному прототипу или образцу. Чем больше это соответствие, тем выше точность обработки.*

Точность размеров регламентируется допусками и квалитетами, проставляемыми на рабочих чертежах деталей.

Шлифование является конечной операцией маршрута обработки и определяет конечное состояние обрабатываемой поверхности.

На производстве широко применяется технология наружного шлифования колец на башмаках или микро-центрик.

При данном способе обработки, кольцо базируется на саму обрабатываемую поверхность.

Микро-центрик позволяет получать хорошее значение параметра некруглости колец, но имеет и серьезные недостатки.

Главная проблема – высокая чувствительность к точности настройки башмаков и разбросу параметров заготовок.

Другой недостаток – пониженная жесткость кольца при установке на башмаках, стоящих не напротив круга, а под углом, что заметно увеличивает время обработки нежестких колец.

Целью данной работы является исследование изменения параметра некруглости при шлифовании колец крупногабаритных подшипников в башмаках RON-Centric.

Данный башмак позволяет получать превосходную точность обработки с высокой производительностью и простотой наладки. Математически оптимизированная конструкция обеспечивает подавление всех колебаний, возникающих в связи с неравномерностью заготовок.

Как правило, стабильно обеспечивается параметр некруглости менее 0,001 мм. RON-Centric - это монолитный, прецизионный башмак, имеющий 8 внутренних степеней свободы.

Его работа практически не зависит от точности наладки и разброса параметров заготовок. Подходит для шлифования колец любых подшипников диаметром 100...2000 мм, одинаково подходит как для старых, так и для новейших шлифовальных станков любых производителей.

В ходе работы было произведено исследование параметра некруглости внутреннего кольца крупногабаритного подшипника. Входной контроль кольца после шлифовальной обработки показал некруглость кольца 215,9мкм.

Анализ полученных данных позволяет сказать, что применение башмаков RON-Centric в 3 раза улучшает параметр некруглости дорожки качения, по сравнению с наружной базовой поверхностью. В то время как на обычных башмаках некруглость полностью копируется на поверхность.

Башмаки RON-Centric – для конических колец обеспечивают высокоточное базирование на конических дорожках качения. Башмаки не требуют предварительной притирки и приработки [1].

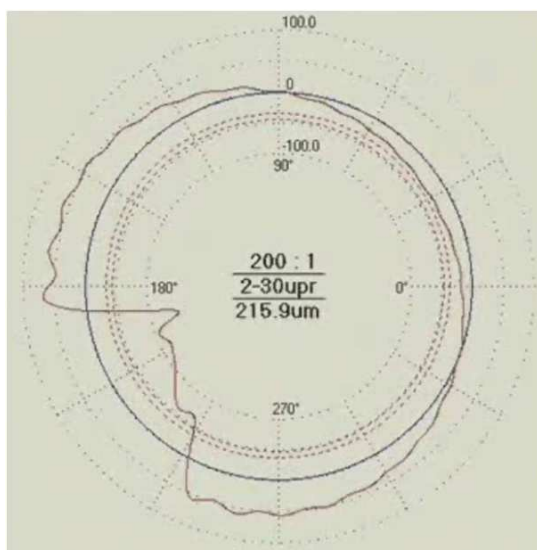


Рисунок 1- Круглограмма некруглости внутреннего кольца подшипника (входной контроль)

После шлифовальной обработки кольца при установке его на башмак RON-Centric, вновь были проведены измерения (рисунок 2).

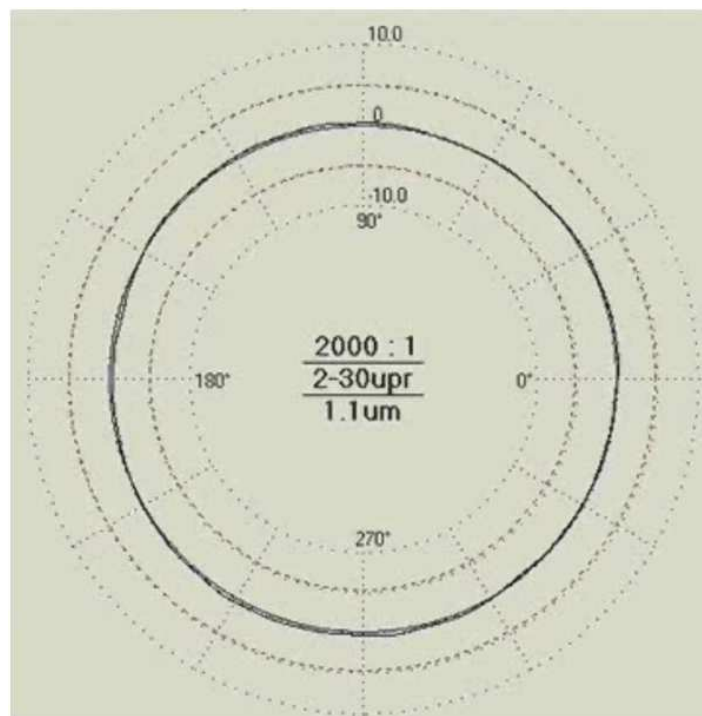


Рисунок 2- Круглограмма некруглости внутреннего кольца подшипника (после обработки на башмаке RON-Centric)

Подобные башмаки давно прошли многочисленные тесты и уже несколько лет успешно применяются на заводах таких известных фирм, как SKF, MRC, FAG, Varden.

#### **Литература**

1 Производственные решения и продукты для уменьшения и измерения некруглости. – URL: <http://www.roundness.net/rus.html>

### **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ ШТАМПОВКИ КОЛЕЦ КОНИЧЕСКИХ ПОДШИПНИКОВ С ЦЕЛЮ УМЕНЬШЕНИЯ ТРУДОЗАТРАТ**

Ефимов М.А. (ВМ 537)

Научный руководитель Соломоненко С.А.,

*Проектируется программный модуль для сокращения времени и трудозатрат при проектировании штамповой оснастки.*

*Software module is designed to reduce the time and effort when designing tooling.*

Одним из основных направлений развития автоматизации технологии машиностроения является внедрение систем автоматического проектирования технологических процессов (САПР ТП). Повышение качества и снижение сроков проектирования объектов производства является одним из важнейших факторов ускорения научно-технического прогресса[2].

Со стремительным развитием компьютерной техники, и появлением на рынке программных продуктов САПР различного назначения появилась возможность вносить изменения в существующие системы проектирования оснастки.

Это необходимо в первую очередь для сокращения сроков проектирования штамповой оснастки, а следовательно и подготовки производства в целом.

Сейчас без автоматизированных систем при проектировании и изготовлении штамповой оснастки используется опыт конструктора и технолога, причем их сферы деятельности были четко разграничены.

Одни проектируют переходы штамповки и чертят план управления, другие непосредственно по этому плану проектируют штамповый инструмент [1]. Причем, в их работе много повторяющихся действий, которые им приходится делать каждый раз при проектировании нового инструмента, а это занимает очень много времени.

Программа, написанная на языке AutoLISP, позволяет сократить число технологов-конструкторов, и время подготовки проекта в разы. Программа автоматизирует практически весь процесс проектирования, начиная от входных данных размеров колец подшипников до вывода готовых чертежей штамповой оснастки.

При этом программа позволяет вносить коррективы в результаты своей работы на любом ее этапе, поскольку при проектировании встречается много особенностей и тонкостей которые она не может учесть, особенно это касается проектирования формы 2-го перехода штамповки, где программа лишь предлагает свои результаты, а пользователь может либо согласиться либо скорректировать их.

Поскольку язык программирования AutoLISP очень прост в изучении, то программа может дополняться, а некоторые зависимости и коэффициенты уточняться, исходя из опыта проектирования.

Исходными данными для программы являются размеры внутреннего и наружного колец подшипника. Исходя из этого, программа в соответствии с технологией [3] назначает припуски на последующую обработку, назначает штамповочные уклоны, радиусы скруглений, далее она комплекзует в одну поковку, получая форму полуфабриката, получаемого на 3 переходе штамповки.

Исходя из этого, по технологическим зависимостям считаются размеры для остальных переходов штамповки, оставляя за пользователем право корректировки полученных результатов.

Далее, используя заранее сохраненные профили используемого инструмента и форму поверхностей поковок, конструируется изменяемая штамповая оснастка, и выводятся готовые чертежи.

Данная программа позволяет освободить конструктора от рутинной механической работы вычерчивания, давая сосредоточиться на тонкостях проектирования. По сути, конструктор должен лишь наблюдать и контролировать и при необходимости корректировать работу программы.

#### Литература

1. Бойцов, В.В. Горячая объемная штамповка: Учеб. Для СПТУ. / Бойцов, В.В., Трофимов, И.Д. – 2-е изд. – М.: Высшая школа. 1988. – 264
2. Васильев, К.И. Моделирование процессов пластического формоизменения в плоском симметричном сечении. / Васильев, К.И., Силитухин К.В. // Автоматизация и управление в машиностроении. 2004. №22 – М.: МГТУ "Станкин".
3. РТМ 37.006.374-82 Проектирование технологи и определение исполнительных размеров рабочих деталей штампового инструмента при изготовлении поковок колец на автоматической линии Л-309. руководящий технический документ. / ОАО ВПЗ – Волжский, 1982 – 27 с.

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ КОЛЕЦ УПОРНОГО ПОДШИПНИКА**

Залеская И. В. (ВМ 436)

Научный руководитель Даниленко М.В.

*В работе рассмотрено повышение токарной обработки колец упорного подшипника за счет применения режущего инструмента с износостойким покрытием.*

*In our work we examine the rise efficacy of turning treatment of persistent bearing's rings by application of progressive cutting tool with wear proof covering.*

Повышение эффективности токарной обработки колец упорного подшипника возможно за счет применения более прогрессивного режущего инструмента с износостойкими покрытиями. История использования износостойких покрытий в инструментальном производстве насчитывает несколько десятилетий, в результате чего было создано значительное количество конструкций износостойких покрытий. Износостойкие покрытия существенно влияют на различные параметры



процесса резания и, как следствие, на параметры поверхностного слоя детали.

Покрyтия характеризуются низким коэффициентом трения, что существенно снижает длину пластического и упругого контакта стружки с деталью, силу резания и температуру в зоне обработки. Большинство современных износостойких покрyтий имеют низкий коэффициент трения, к примеру, некоторые наноструктурные покрyтия типа  $(\text{TiN})_{0,5}\text{B}_{0,5}$ , Ti-Cr-B-N, TiN/AlN, nc-TiAlN/a-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> имеют коэффициент трения по стали 0,1–0,4.

Производителями инструмента с износостойкими покрyтиями являются «Sandvik Coromant» (Швеция), «PFERD» и «Titex Plus» (Германия), «PRAMET» (Чехия), «SGS Tool Company» (США), «MITSUBISHI CARBIDE», «Mitutoyo», «Union Tool» (Япония), «KORLOY» (Корея), «ISCAR», «Hanita» и «Vargus» (Израиль), «Прамета» (Россия).

Основные виды современных износостойких покрyтий – CVD (Chemical Vapor Deposition) покрyтия. При нанесении данного покрyтия поверх слоя карбида титана TiC наносятся слои оксида алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и нитрида титана TiN. Первый слой покрyтий служит основой для создания хорошей адгезии, а последующие слои усиливают защитные функции от различных факторов износа.

Оксид алюминия является идеальным компонентом покрyтия для твердого сплава от воздействия высокой температуры и химических видов износа.

Твердые сплавы с оксидным покрyтием позволяют достичь скоростей резания порядка 250–300 м/мин. Фирма Sandvik Coromant разработала композиционно-многослойные покрyтия TiN-TiN/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiCN для пластин серии GC 2025.

Пластины GC 2025 дают стойкость до 2–2,5 раз выше стойкости пластин со стандартным многослойным покрyтием при обработке обработки сталей от низкоуглеродистых до высоколегированных.

PVD (Physical Vapor Deposition) покрyтия появились позже, чем CVD. Они обладают хорошей адгезией, не влияют на прочность основного инструментального материала и даже создают благоприятные сжимающие напряжения в поверхностном слое. Токарные пластины, покрyтые PVD сплавом, могут устойчиво работать на скоростях 200–250 м/мин.

В условиях высоких нагрузок на режущую кромку большие преимущества при производстве режущего инструмента обеспечивают наноструктурированные покрyтия  $(\text{TiN})_{0,5}\text{B}_{0,5}$ , Ti-Cr-B-N, TiN/AlN, nc-TiAlN/a-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>. Ультрадисперсные материалы с увеличенной площадью межзеренных границ имеют более сбалансированное соотношение между твердостью, оказывающей определяющее положительное влияние на износостойкость и прочностными характеристиками материала, в том

числе и в условиях действия циклических термомеханических напряжений.

Ведущие разработчики покрытий для режущего инструмента разработали гамму наноструктурированных покрытий для нанесения на режущие инструменты.

Наибольшее распространение получили покрытия (Ti, Al)N, где нанослои нитридов титана и алюминия постоянно меняются местами, создавая градиент концентрации составных элементов. Такие покрытия называют наноградиентными.

Фирма Platit (Швейцария) разработала двухфазные наноструктурированные покрытия с размерами зерен до 5 нм, у которых основную функцию по износостойкости выполняют зерна (Al,Cr)N или (Ti,Al)N (основная нанокристаллическая фаза), на границах которых располагается вторая нанокристаллическая (или аморфная) фаза Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, сдерживающая коагуляцию зерен основной фазы, как при осаждении покрытия (вакуумно-дуговая технология), так и при эксплуатации инструмента.

*Покрытия DLC (Diamond Like Coatings).*

Получаемые при нанесении данного покрытия углеродные нанопленки близки по свойствам к алмазу.

Такие покрытия обладают очень высокой, превосходящей до 50 раз другие типы покрытий износостойкостью. К сожалению, их температурная стабильность и стойкость к окислению ограничены величиной 300 °С, что недостаточно для большинства случаев металлообработки, за исключением резания алюминия и силумина.

DLC показывают хорошие результаты при обработке резанием различных композиционных материалов на основе стекло- и угле - наполненных пластиков, находящих все более широкое применение в технике.

Использование износостойких покрытий позволит увеличить скорости резания и сократить штучное время на токарную обработку.

Литература

1. Полянчиков Ю.Н., Лытов В.В., Курченко А.И.. Повышение производительности на операциях токарной обработки колец подшипника. Учебное пособие.- Волгоград.: РПИ «Полтехник», 2005. - 104с.

2. <http://www.coromant.sandvik.com>.

# ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ СОЖ И РЕЖИМОВ ПРАВКИ КРУГА ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ ПОРШНЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Зуев А. В. (ВМ 536)

Научный руководитель Семенов С. В.

*В статье изложены результаты исследования и экспериментальной работы по определению оптимальных СОЖ, с целью повышения качества и точности обработки и снижения брака поршней, а также повышению точности режущего инструмента.*

*The article suggests the research and experimental work by definition optimum cooling liquid lubricant, in order to improve quality, to decrease defects of the pistons of automobile engines from aluminum alloys and also to increase of firmness of the abrasive tool.*

Перспективным средством повышения качества, точности и надежности ответственных деталей автомобилей, повышения производительности финишных методов механической обработки деталей и эффективности производства является применение и совершенствование процессов скоростного шлифования.

Интенсивное засаливание круга приводит к его повышенному износу, требует частой правки и наладки станка. Увеличение концентрации СОЖ до 10% несколько снижает засаливание круга, но не улучшает качество и точность обработки поршней. В результате снижается эффективность производства за счет потерь от брака, увеличения износа абразивного и правящего алмазного инструмента и СОЖ.

В связи с изложенным, актуальным является проведение научно-исследовательской и экспериментальной работы по определению оптимальной СОЖ, с целью повышения качества и точности обработки и снижения брака поршней, а также повышения стойкости абразивного инструмента.

Для испытаний были отобраны следующие СОЖ: ЭТ-2, ЭГТ, смесь в равных долях ЭТ-2 и ЭГТ, Аквол-14, Аквол-10М, Синхо-6, Укринол-1, ЭМ-1, Смесь Сиихо-6 и 80% веретенного масла, водный раствор нитрида натрия 0,2% (2 г/л) и кальцинированной соды 0,3% (3 г/л), Аквол-11 (в т.ч. 3%-ный раствор с добавлением олеиновой кислоты: 0,1; 0,2; 0,5).

Испытания проводились на экспресс-установке с постоянным давлением круга на образец, изготовленной на базе заточного станка ЗА64Д, при шлифовании кругами 1 250x20x76 с характеристикой 64CF60L7V10. Шлифовались образцы из АЛ-30 ГОСТ 4784-97.

Режимы шлифования: скорость круга, 50 м/с; радиальная оставляющая сила шлифования, 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 Мпа; время шлифования, 30с; количество повторений опыта, 3;

СОЖ подавалось методом полива через специальное сопло с расходом 1,5 л/мин.

Оценку эффективности СОЖ осуществляли по следующим критериям: 1) по величине тангенциальной составляющей силы шлифования; 2) по эффективной мощности шлифования, ( $N_{эф}$ ); 3) по съему металла ( $Q_{мет}$ ); 4) по режущей способности круга; 5) по шероховатости шлифованной поверхности,  $Ra$ ; 6) по наличию засаливания круга и стружки в порах.

Анализ результатов полученных при шлифовании алюминиевого сплава АЛ-30, показывает, что все испытанные СОЖ позволяют получить шероховатость поверхности после обработки не выше 0,93 мкм.

Во всех проведенных опытах не наблюдается значительное засаливание рабочих участков круга после шлифования. Поры круга преимущественно чистые, с наличием в отдельных порах небольшого количества мелкой алюминиевой стружки.

При 32-х кратном увеличении с помощью микроскопа МБС-9 (ТУ 3-3.1210-75) наблюдается слабое налипание алюминия на контактную поверхность связки и абразивных зерен. Это не имеет прогрессивного характера и не влияет на показатели надежности круга в пределах эксперимента.

Испытания проводились при радиальной силе шлифования  $P_y=0,3-0,4$  МПа, близкий по производительности (съему металла) к производственным условиям шлифования.

При слабом давлении 0,2 МПа наблюдалась нестабильность результатов из-за влияния вибраций образца. При большом давлении 0,5 МПа происходит интенсивное шлифование и уменьшение образца.

Наиболее эффективным в повышение режущей способности круга по мере ее уменьшения являются СОЖ ЭТ-2 (5% и 10%), ЭГТ (5% и 10%), смеси ЭТ-2 и ЭГТ (5% и 10%). Аквол-14, Аквол-11, водный раствор нитрида натрия 0,2% и кальцинированной соды 0,3%.

Однако шлифование с СОЖ ЭТ-2 (10%) при  $P_y=0,3-0,4$  МПа, ЭГТ (5%), смесь ЭТ-2 и ЭГТ (5%), ЭГТ (10%), Аквол-14, а также Синхо-6, позволяют получить шероховатость обработанной поверхности на уровне 0,64 мкм.

Наилучшие показатели по качеству поверхности достигаются при шлифовании с Аквол-11 1%, 3%, 5% концентрации. Практически во всех опытах стабильно обеспечивается  $Ra=0,61-0,37$  мкм.

Уменьшение концентрации эмульсола Аквол-11 в рабочем растворе до 1%, т.е. в 5 раз, позволяет при  $P_y=0,4$  МПа повысить режущую способность круга в 1,7 раза при той же величине  $N_{эф}$ .

Эти изменения можно объяснить повышенной активностью воды в диспергировании металла, при сохранении антикоррозионных свойств эмульсии.

Большое значение при скоростном шлифовании алюминиевых сплавов кругами из карбида кремния зеленого имеют режим, характер и способ правки круга.

Уменьшение скорости круга при правке до 23 м/с позволяет увеличить режущую способность при шлифовании с Аквол-11 (5%) и с  $P_y=0,3$  МПа в 1,9 раза без поворота алмазного карандаша перед проходом и в 2,1 раза при правке без поворота и без выхаживания. Это же способствует уменьшению расхода алмаза при правке.

Эффективность шлифования с Аквол-11 в этих случаях становится выше, чем при шлифовании с ЭТ-2 (5%-10%) после правки при скорости 50 м/с при тех же величинах давления круга на образец с одновременным улучшением шероховатости поверхности, т.е. менее 0,63 мкм.

Шлифование с ЭТ-2 (5%) при скорости 23 м/с позволяет снизить  $R_z$  и соответственно  $N_{эф}$  в 1,1-1,06 раза и съема металла в 1,2 раза по сравнению со шлифованием при скорости круга 50 м/с.

Большие величины касательных сил шлифования наблюдается при шлифовании с Аквол-14 (21Н и 30Н), что может привести к образованию высоких микро и макро напряжений в поверхностных слоях обрабатываемых деталей.

#### **Выводы и рекомендации:**

- 1) Наиболее эффективными по повышению режущей способности кругов являются водные СОЖ: ЭТ-2, ЭГТ, Аквол-11, Аквол-14, раствор нитрита натрия (0,2%) и кальцинированной соды (0,3%)
- 2) При скоростном шлифовании алюминиевых сплавов кругами из карбида кремния зеленого уменьшение скорости круга при правке до 23 м/с повышает режущую способность круга по сравнению с правкой при скорости 50 м/с в 1,8-2 раза.

#### **Литература**

1. Альтман М.Б. и др. Алюминиевые сплавы. Применение алюминиевых сплавов. Справочное руководство. - М.: Metallurgia, 1985. – 344 с.
2. Бердичевский Е.Г. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки материалов. Справочник, - М.: Машиностроение, 1984. – 213 с.
3. Пилинский В.И., Донец И.П.. Производительность, качество и эффективность скоростного шлифования. – М.: Машиностроение, 1986. – 80 с

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДУЛЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ РОЛИКОВ КОНИЧЕСКИХ РОЛИКОВЫХ ПОДШИПНИКОВ**

Ивченков С. А. (ВМ 536)

Научный руководитель Соломоненко С. А.

*Рассматривается проектирования технологического процесса в системе САПР ТП «ТехноПро»*

*It is considered designing of technological process in system SAPR TP «TehnoPro»*

Многолетняя история создания и эксплуатации различных систем автоматизации технологического проектирования показала, что простое моделирование труда технолога на компьютере мало привлекательно для самих технологов. В то же время ранее было принято считать, что автоматическое проектирование требует создания большого количества типовых или групповых ТП. При этом якобы высока вероятность того, что новые детали, запускаемые в производство, не будут похожи на типовые или групповые представители.

Обычно, технология изготовления деталей, сходных по конфигурации, на 70-80 % состоит из одинаковых операций. Придя к этому выводу, технолог может перейти к созданию базы автоматического проектирования ТП.

Для этого необходимо сгруппировать детали, в основном по сходству технологии их изготовления. При этом, для каждой группы деталей создаётся Общий технологический процесс (ОТП), содержащий весь перечень операций изготовления всех деталей группы. Для наполнения ОТП используются технологические процессы, уже освоенные в производстве. Можно использовать ТП как на бумаге, так в электронном виде КТП, созданные в ТехноПро в диалоговом режиме.

Создание ОТП производится в следующей последовательности: один из технологических процессов группы принимается за базовый и вводится в виде ОТП в диалоговом режиме (можно скопировать один из КТП), затем в него добавляются недостающие операции и переходы из других ТП (КТП).

При добавлении выявляются признаки, в зависимости от которых необходимо выбирать ту или иную операцию, переход или маршрут (присоединенный ОТП).

Проверка каждого из признаков вносится в виде Условий в базу ТехноПро.

Примерами таких Условий являются проверки: вида заготовки; марки или твердости материала детали; вида покрытия; габаритов детали;

наличия определенных элементов конструкции (поверхностей), их размеры или значения других параметров.

Созданный модуль для автоматического проектирования токарной обработки роликов конических роликовых подшипников, адаптированный для массового производства, позволяет легко и быстро проектировать технологию токарной обработки роликов подшипника, а также снизить затраты на проектирование и сократить время проектирования технологических процессов, так как впоследствии проектирование будет происходить на основе типовых технологических решений.

Сначала все детали группируются по обобщающим признакам (функциональное назначение детали, чертежи и технологические процессы изготовления деталей). На основе чертежа наиболее сложной детали ведется описание макета обобщающей детали, а технологический процесс ее изготовления берется за общий технологический процесс.

Макет обобщающей детали включает в себя перечень характеристик детали, поверхностей (вид, тип, порядковый номер), наименований, параметров поверхностей ( $D$  – диаметр,  $L$  – длина и т.д.) и первоначальных значений для каждой поверхности.

Технологический процесс включает в себя наименование операций, а также условия выбора оборудования, приспособлений и т.д., которые заносятся из информационной базы, базы условий и расчетов и базы таблиц, сведения о переходах (точность и шероховатость, текст перехода, оснащение), припуски на обработку и режимы резания.

После формирования технологического процесса с помощью введенного нами модуля мы видим целый ряд по сравнению с модулем «Тела вращения». Соблюдены условия выбора оборудования, режущего инструмента, технологической оснастки. Создав данный модуль мы добились того, чтобы система САПР ТП формировала технологический процесс максимально приближенный к заводскому. Использовать данный модуль можно для проектирования ТП множества роликов конических роликовых подшипников. Таким образом, создание и дальнейшее использование модуля «обучает» систему и впоследствии значительно уменьшает время на формирование технологических процессов ряда подобных деталей.

#### Литература

1 Капустин, Н.М. Системы автоматизированного проектирования. В 9-ти кн. Кн. 6. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования: учеб. пособие для вузов / Н. М. Капустин, Г. Н. Васильев; под ред. И.П.Норенкова. – М.: Высшая школа, 1986. – 191 с.

2 Корчак, С.Н. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов: учебник для вузов / С.Н.Корчак, А.А.Кошин, Ф.Г.Ракович, Б.И.Синицын; под общ. ред. С.Н.Корчака. – М.: Машиностроение, 1988. – 352 с.

3 Митрофанов, В.Г. САПР в технологии машиностроения: учеб. пособие / /В.Г.Митрофанов, О.Н.Калачев, А.Г.Схиртладзе и др. – Ярославль: Ярославский государственный технический университет, 1995. – 298 с.

## **СНИЖЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО БРАКА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КОЛЕЦ РОЛИКОВОГО ПОДШИПНИКА 2097140АМ2 НА ОАО «ЗАП».**

Капралов С. А. (ВМ 536)

Научный руководитель Дворецкая Н.В.

Анализ техпроцесса изготовления конических роликоподшипников, применяемого в условиях ОАО «ЗАП» показывает, что кольца подшипников качения являются наиболее металлоемкими и трудоемкими деталями в подшипниковом производстве. На долю колец приходится около 70% металла, перерабатываемого подшипниковой промышленностью и около 73% всех трудозатрат. При этом стоит задача повышения технического уровня и конкурентоспособности отечественной продукции. Выполнение требований, предъявляемых к подшипникам со стороны иностранных партнёров из Центральной и Западной Европы и Азии, можно обеспечить только благодаря высокому уровню автоматизации процессов обработки колец, и поддержанию качества производимой продукции.

Цель работы: создание возможностей для направленного снижения показателей производственного брака колец роликоподшипников.

Основными недостатками всех способов обработки является то, что для их осуществления используются менее точные оборудование и инструменты, что приводит к образованию негативных факторов. Среди этих факторов следует выделить, существенное количество брака у колец подшипников, наибольшие из которых это: брак ширины кольца, диаметр посадочной поверхности, диаметр и угол дорожки качения, прижоги, шлифовальные трещины, термические трещины и т.д.

Указанные негативные явления можно устранить либо минимизировать за счет применения новейших видов режущего инструмента, таких как эльборовые круги и твердосплавные пластины нового поколения, способных обеспечивать более высокие показатели точности, снижение времени обработки, а также внедрения в производство современных видов автоматизированного оборудования.



Решение поставленных задач заключается в обобщении и систематизации статистических данных по браку, полученных с ОАО «ЗАП», разработка более эффективных методов обработки колец подшипников, а также в анализе сравнительных показателей, по браку, отечественных образцов оборудования с импортными.

В соответствии с полученными данными, для достижения наилучших результатов необходимо комплексное внедрение новых видов режущего инструмента, способных уменьшить или устранить основные дефекты колец конических роликоподшипников. Предложенные виды инструментов, будут способны устранять основные причины образования дефектов, а также сопоставление видов оборудования наглядно покажет преимущество обработки колец на современных образцах иностранного оборудования, в частности на универсально токарно-револьверном центре мод. HAAS-40. Кроме того существенное влияние на данный вопрос оказывает контроль качества на производстве. Внедрение новых современных систем контроля качества позволит не только своевременно обнаружить дефекты в производстве, но и предупредит выпуск продукции, несоответствующий установленным требованиям потребителей, стандартам, техническим условиям, конструкторской и технологической документации.

Выполненные исследования, в которых использовались реальные данные, полученные от контролирующих бригад № 20, и 40 ОАО «ЗАП», показывают, что с помощью предлагаемых методов можно уменьшить статические показатели брака колец подшипников на 20%.

А также существенно продлить суммарное время безотказной работы подшипников, сократить экономические потери, связанные с негодностью готовых изделий, обеспечить общее количество брака в количестве 2-х% от общего числа готовых изделий.

#### Литература

1. Справочник технолога машиностроителя /Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова.– М.: Машиностроение, 1986, 496 с. (2 тома).
2. Корягин С.И., Пименов И.В., Худяков В.К. Способы обработки материалов: Учебное пособие / Калинингр. ун-т – Калининград, 2000. – 448 с.
3. А. К. Кутай Анализ точности и контроль качества в машиностроении. М.: Машгиз, 1978

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ОБРАБОТКИ НА РАДИАЛЬНУЮ СОСТАВЛЯЮЩУЮ СИЛЫ ШЛИФОВАНИЯ

Крутикова А. А. (ВТО 5)

Научный руководитель – Носенко В. А.

*Данная статья посвящена исследованию влияния условий обработки на силу  $P_y$  при плоском шлифовании. Был применен метод полного факторного эксперимента. Сделан вывод о влиянии рассмотренных факторов на размер силы шлифования*

*This article is devoted research of influence of conditions of processing on force of grinding  $P_y$  at flat grinding. The method of full factorial experiment has been applied. The conclusion is drawn on influence of the considered factors on size of force of grinding.*

В настоящее время технический уровень изготовления подшипников находится на довольно низком уровне качества. Поэтому перед подшипниковой промышленностью стоит проблема повышения эксплуатационных характеристик подшипников, которые во многом зависят от точности геометрической формы колец и качества их поверхностного слоя, формируемых на заключительной стадии технологического процесса изготовления колец.

Технологический процесс шлифования колец является одной из составных частей технологического процесса изготовления колец и занимает в нем наиглавнейшее место, так как здесь осуществляют конечную обработку, которая должна обеспечить необходимые параметры по точности и качеству обработки.

Подшипниковые кольца после термообработки приобретают неплоскостность и изогнутость торцовых поверхностей под действием остаточных температурных напряжений. Наличие изогнутости торцовой поверхности существенно усложняет процесс шлифования, поскольку под действием магнитного поля стола станка кольца получают дополнительную деформацию.

Для устранения изогнутости торцовых поверхностей используют различные технологические приемы, но их применение существенно увеличивает время обработки и стоимость операции. В связи с этим целью работы является получение математической модели, описывающей процесс плоского врезного шлифования торцов колец подшипников и исследование степени влияния условий обработки на радиальную составляющую силы шлифования  $P_y$ .

Для исследования проблем, связанных с получением требуемой точности при шлифовании торцов колец в нашем институте проводились опыты, при которых рассматривался процесс шлифования сегмента кольца, в качестве которого использовали пластину размером 100×10 мм.

Измерение радиальной составляющей силы  $P_y$  шлифования производили с помощью опытной установки, которая была собрана на базе плоскошлифовального станка 3Г71, включающая в себя непосредственно сам станок с установленным на нем датчиком (динамометр УДМ–100), аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), усилитель мощности сигнала и персональный компьютер.

Для процесса шлифования было выделено пять основных факторов: зернистость и твердость круга, глубина резания, скорость подачи и объем удаляемого материала. Применялись круги двух зернистостей -  $F46$  и  $F60$ , двух видов твердостей –  $K$  и  $L$ . Параметры шлифования: глубина резания – 10 мкм/ход и 20 мкм/ход, скорость подачи – 10 м/мин и 20 м/мин и объем снимаемого материала – 100 мм<sup>2</sup> и 400 мм<sup>2</sup>.

Учитывая большое количество факторов, влияющих на силу  $P_y$ , целесообразно применить метод многофакторного планирования эксперимента. Одним из наиболее распространённых методов является полный факторный эксперимент.

Метод полного факторного эксперимента дает возможность получить математическое описание исследуемого процесса в некоторой локальной области факторного пространства с учетом взаимовлияния факторов. Математическая модель процесса представляет собой ряда Тейлора. С целью сокращения объема экспериментов обычно ограничиваются линейной частью разложения и членами, содержащими произведения факторов в первой степени. Таким образом, удается находить уравнение локального участка поверхности отклика, если его кривизна не слишком велика.

Следует отметить, что коэффициенты искомого уравнения определяются на основе экспериментальных данных и, следовательно, несут на себе отпечаток погрешностей эксперимента.

Для исследования влияния факторов на силу резания  $P_y$  в процессе плоского шлифования было проведено тридцать два опыта, каждый из которых проводили два раза. Также в рассмотрение были взяты все факторы взаимодействия. Математическое описание процесса в виде уравнения будет иметь следующий вид:

$$P_y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_{12}x_1x_2 + \dots + b_{123}x_1x_2x_3 + \dots + b_{1234}x_1x_2x_3x_4 + b_{1235}x_1x_2x_3x_4x_5,$$

где  $b_0, b_1, b_2, \dots, b_{12345}$  – искомые коэффициенты, количество которых равно 32.

Его называют уравнением регрессии, а входящие в него коэффициенты — коэффициентами регрессии. Переменными в данном уравнении являются не только основные факторы, но и факторы взаимодействия.

Для составления матрицы планирования эксперимента переходим в безразмерную систему, то есть, принимаем верхний уровень факторов равным +1, нижний уровень -1. Определяем среднее значение и дисперсию силы  $P_y$  по параллельным опытам. Проверка однородности выборочных дисперсий по критерию Кохрена показала, что дисперсии однородны, следовательно, в качестве уточненной оценки дисперсии воспроизводимости можно взять среднюю дисперсию:  $S_{\text{воспр}} = 2,88 \text{ Н}^2$ .

После определения коэффициентов регрессии необходимо проверить гипотезу об их значимости. Проверка гипотезы проводится с помощью  $t$  – критерия Стьюдента. В данном случае двадцать пять из тридцати двух коэффициентов можно считать значимыми.

Проверка адекватности проводится с помощью  $F$  – критерия Фишера. При доверительной вероятности  $p = 0,95$  модель можно считать адекватной. Окончательный вид уравнения регрессии:

$$P_y = 25,7 - 5,71 \cdot x_1 + 3,18 \cdot x_2 - 1,11 \cdot x_3 + 1,09 \cdot x_4 + 1,32 \cdot x_5 + 2,27 \cdot x_1 \cdot x_2 + 2,1 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,56 \cdot x_1 \cdot x_4 + 2,34 \cdot x_1 \cdot x_5 + 1,56 \cdot x_2 \cdot x_5 - 0,48 \cdot x_3 \cdot x_4 - 0,75 \cdot x_3 \cdot x_5 + 0,57 \cdot x_4 \cdot x_5 - 2,09 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + 2,96 \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot x_4 - 0,49 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_4 + 1,03 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_5 - 0,67 \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot x_5 + 2,02 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 - 2,28 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_5 + 0,79 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 + 0,55 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_4 \cdot x_5 + 0,89 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 - 1,03 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5.$$

Коэффициенты при переменных указывают на силу влияния факторов.

В данном случае наибольшее влияние из основных факторов оказывают глубина резания, зернистость и твердость круга.

С увеличением зернистости и уменьшением твердости сила  $P_y$  уменьшается, с увеличением глубины резания сила  $P_y$  уменьшится. То есть при плоском шлифовании нежестких колец подшипников с меньшей глубиной резания следует выбирать круги более мягкие с большей зернистостью.

Из факторов взаимодействия наибольшее влияние оказывают фактор двойного (зернистость  $\times$  объем снимаемого материала) и фактор тройного (зернистость  $\times$  глубина резания  $\times$  скорость подачи) взаимодействия. При уменьшении обоих факторов взаимодействия сила  $P_y$  уменьшится.

#### Литература

1. В.Б. Пономарев, А.Б. Лошкарев Задачи оптимизации. Полный факторный эксперимент // Математическое моделирование технологических процессов: - Екатеринбург, 2006.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗНОСА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА ТОЧНОСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ НАРУЖНОГО КОЛЬЦА ПОДШИПНИКА 32856ЛМ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМАХ ОБРАБОТКИ

Логойдо М. А. (ВМ 436)

Научный руководитель Морозов А. В.

*Исследуется влияние износа инструмента на точность обработки поверхности*

*This article considers influence of deterioration of the tool on accuracy of processing of a surface*

Подшипники качения состоят из двух 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.

Подшипники роликовые радиальные с короткими цилиндрическими роликами предназначены для восприятия радиальных нагрузок. Они обладают значительно большей радиальной грузоподъемностью по сравнению с грузоподъемностью радиальных шарикоподшипников равных габаритных размеров, но по скоростным характеристикам несколько им уступают. Подшипники с цилиндрическими роликами очень чувствительны к перекосам внутренних колец относительно наружных, так как при перекосах возникает концентрация напряжений у краев ролика. Для снижения этих напряжений изготавливают подшипники специальных модификаций - с выпуклыми роликами или дорожками качения. Такие подшипники устанавливают на жестких коротких двух опорных валах.

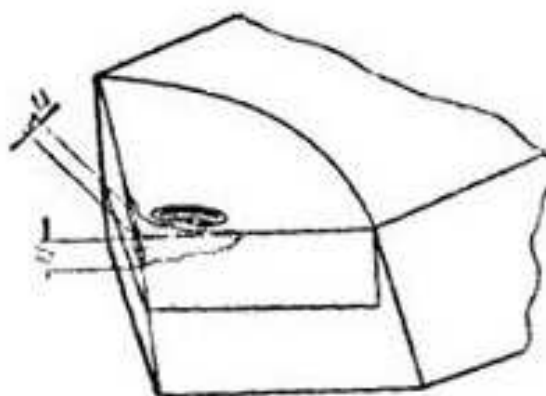
В связи с повышением рабочих параметров современных машин (скоростей, давлений, температур и т. д.) непрерывно повышаются и требования к точности механической обработки деталей подшипников. Рассчитывая и проектируя детали машин, конструктор придает им определенные формы и размеры, отвечающие наилучшим эксплуатационным свойствам, наибольшей долговечности и надежности. Однако, в процессе изготовления на металлорежущих станках не представляется возможным получить абсолютно точные детали. Возникают погрешности в размерах, форме поверхностей и их взаимном расположении. Чем меньше эти погрешности, тем выше эксплуатационные качества деталей, но тем сложнее и дороже их изготовление. Общей

задачей, стоящей перед машиностроительной промышленностью, является получение возможно более высокой точности изготавливаемых деталей при заданной их стоимости. Погрешности формы поверхностей могут быть самыми разнообразными: нецилиндричность, некруглость, овальность, огранка, отклонения профиля продольного сечения, конусообразность, бочкообразность, седлообразность, изогнутость.

Погрешности формы часто оказывают большее влияние на долговечность и надежность деталей машин, чем погрешности размеров. Точность взаимного расположения поверхностей: параллельность, перпендикулярность, соосность, биение и т. д. — также указывается в виде допусков и отклонений.

Одна из причин возникновения погрешности при обработке колец подшипников, связана с износом инструмента и с изменением вследствие этого относительного положения образующей режущей кромки инструмента.

Такую погрешность называют погрешностью размерного износа инструмента. В процессе износа на задней грани режущего инструмента образуется фаска износа  $h$ , а на передней грани — лунка. Обычно допустимый износ ограничивают шириной этой фаски.



Износ резца

Большое влияние на износ режущего инструмента оказывают режимы резания. Наиболее существенно он зависит от скорости резания. При увеличении ее износ, как правило, резко возрастает.

Значительно меньшее влияние на него оказывают подача и глубина резания, особенно при чистовых режимах обработки.

Более широкое внедрение новых твердосплавных материалов, применение для чистовой обработки режущих инструментов из термостойких и алмазов, улучшение качества заточки режущих инструментов и доводки их, применение оптимальных режимов резания — это важнейшие пути увеличения размерной стойкости инструмента.

## АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КАРЕТКИ ВКЛЮЧЕНИЯ СИНХРОНИЗАТОРА

А.А. Маланчина

Каретка синхронизатора по наружному диаметру обработана в виде кольца, которым она входит в прорези лапок вилки переключателя передач. По окружности в кольце выполнены четыре глухих радиальных отверстий, предназначенных для установки пружин и сухарей фиксаторов. Перпендикулярно глухим отверстиям имеются в окружности кольца для установки блокирующих пальцев, причем оси этих отверстий пересекаются. Отверстия под блокирующие пальцы с обеих сторон имеют фаски с углом, соответствующим углу фасок блокирующих пальцев. Каретка имеет внутренние и наружные зубчатые венцы. Внутренние венцы предназначены для перемещения каретки по вторичному валу. Кроме того, эти венцы в комплекте с четырьмя венцами вторичного вала при включении четвертой или пятой передачи образуют «замок», предотвращающий от самовыключения передачи на ходу автомобиля.

Наружные венцы выполнены двух диаметров. Зубчатый венец меньшего диаметра служит для соединения с внутренним зубчатым венцом первичного вала и тем самым для включения пятой (прямой) передачи. Зубчатый венец большого диаметра предназначен для соединения с зубчатым венцом шестерни четвертой передачи вторичного вала.

Наиболее сложными поверхностями при механической обработке каретки включения синхронизатора являются наружные и внутренние зубчатые венцы, точность взаимного расположения которых строго регламентирована.

При долблении зубьев методом обкатки круглыми долбяками, повышается производительность и точность обработки. При зубодолблении долбяками достигается более высокая точность профиля зуба и меньший параметр шероховатости поверхности. Колеса с малой шириной зубчатого венца более экономично обрабатывать зубодолблением, а не зубофрезерованием.

Одновременное нарезание всех зубьев осуществляется на специальных зубодолбежных станках для обработки прямозубых цилиндрических колес внешнего и внутреннего зацепления. Режимы резания при зубодолблении выбирают в зависимости от модуля, свойств материала заготовки, требуемой точности и других показателей.

При операции зубодолбления, применяем долбяк чашечный, который используется для производства колес зубчатого типа, у которых сильно выступают вторые венца или бурты. Особенностью данного вида долбяков является то, что крепежная гайка находится выше, чем торец зубьев данного инструмента. Чаще всего их номинальным делительным

диаметром являются: 50, 80, 100 и 125 мм. Число зубьев напрямую зависит от номинального диаметра.

Зубозакругление на торцах зубьев применяют для облегчения входа в зацепление и повышения срока службы переключаемых на ходу зубчатых колес и муфт. Фасонную пальцевую фрезу обычно применяют для получения радиусного закругления у прямозубых цилиндрических колес внешнего и внутреннего зацеплений. Метод обладает большой универсальностью, обеспечивает разнообразную форму закругления и хорошее качество обработки, но производительность станка и стойкость инструмента низкие. Этот метод широко используют в единичном и серийном производстве; в массовом производстве его применяют, когда другие методы и инструмент не могут быть использованы.

При составлении маршрутной карты, были учтены требуемые размеры изготовления каретки включения синхронизатора, которые необходимо выдерживать на операциях, для получения необходимой точности изготовления детали.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ ВЫСОКОСТРУКТУРНЫМИ КРУГАМИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ШАРИКОПОДШИПНИКОВОЙ СТАЛИ**

Мичеревский В. А. (ВМ 536)

Научный руководитель Белухин Р. А.

*В данной работе содержатся результаты исследований высотных параметров шероховатости при шлифовании стали ШХ15 кругами нормальных и высоких структур. Влияние структуры круга и глубины шлифования на параметры шероховатости. Изнашивание инструмента при шлифовании стали ШХ15 на различных глубинах.*

*This material contains the results of studies of high-altitude surface roughness parameters of the metal stamps ShKh15 circles normal and high structures. The influence of the characteristics of the grinding wheel and grinding depth on the parameters of roughness. Investigated the abrasive tool wear at different depths of grinding steel ShKh15.*

Перспектива создания прогрессивных абразивных технологий является одним из направлений развития машиностроения. Процесс изготовления деталей представляет собой обработку заготовки, которая подвергается: резанию, точению, сверлению, шлифованию и т.д. Шлифование в данной цепочке относится к окончательной обработке детали и, как следствие, от данного процесса зависит конечное качество изделия, которое характеризуется большим количеством показателей. К их числу относится и шероховатость обработанной поверхности, во многом



определяющая надежность и долговечность деталей машин. В частности износостойкость рабочей поверхностей, особенно в начальный период эксплуатации изделия, связывают с состоянием её микрорельефа [1]. Шероховатость поверхности зависит не только от режимов шлифования, применяемой охлаждающей жидкости, но и от абразивного инструмента. Применение современных инструментов, несомненно, относится к совершенствованию средств производства, т.е. является элементом развития современного машиностроения.

В связи с чем, целью данной работы является исследование шероховатости поверхности сталей шлифованных новым высокоструктурным инструментом.

Эксперименты выполнены при плоском врезном шлифовании стали ШХ15 на плоскошлифовальном станке мод. 3Г71 кругами следующих характеристик: 25AF90K7V (*K7*), 25AF90L7V (*L7*) и 25AF90K10V (*K10*). Размер обрабатываемого материала в продольном сечении относительно плоскости шлифования – 10×100 мм, размер абразивного инструмента 250×20×75. Режимы шлифования: скорость круга – 35 м/с; скорость подачи стола – 12 м/мин; глубина шлифования  $t$  – 10, 15 и 20 мкм/ход; припуск – 0,8 мм. В качестве СОЖ использовали 3 % водный раствор эмульсола «Авазол». Расход СОЖ 6 л/мин. Параметры шероховатости измеряли прибором «Сейтроник ПШ8-3» в 20 сечениях по длине шлифованной поверхности, длина базовой поверхности 2,5 мм. Измерение износа шлифовального круга производили индикатором часового типа в 24 диаметральных сечениях.

В работе [3] показано, что существенных различий параметров шероховатости при шлифовании кругами 7 и 8 структур не обнаружено. В связи с чем в данной работе представлены результаты исследования при шлифовании стали ШХ15 кругами 7 и 10 структур.

По результатам измерения шероховатости обработанной поверхности посчитаны дисперсии  $S^2(R)$  высотных параметров (табл.1.) и проведено их сравнение по известным в математической статистике критериям [2].

Изменение твердости круга от *K* до *L* или структуры с 7 до 10 на глубине шлифования 10 и 15 мкм/ход в общем случае приводит к снижению дисперсий высотных параметров шероховатости. На глубине 20 мкм/ход при увеличении твердости круга дисперсии снижаются, а структуры – увеличиваются.

На глубине 10 мкм/ход дисперсии высотных параметров  $R_{\max}$  и  $R_z$  снижаются в 3,0 и 3,4 раза при изменении твердости от *K* до *L*, а при изменении структуры с 7 до 10 – в среднем в 2,3 раза. Дисперсии параметров  $R_a$  и  $R_q$  изменяются незначимо, т.к. расчетные значения критерия Кочрена  $q_{\text{расч}} < q_{\text{табл}}(0,54)$

Таблица 1 – Дисперсия  $S^2(R)$  и расчетное значение критерия Кочрена  $q_{\text{расч}}$

$t$ , мкм/ход	Круг	$R_a$ , мкм <sup>2</sup>	$R_{\text{max}}$ , мкм <sup>2</sup>	$R_z$ , мкм <sup>2</sup>	$R_q$ , мкм <sup>2</sup>
10	K7	0,006	1,254	0,532	0,083
	L7	0,007	0,415	0,157	0,062
	K10	0,005	0,546	0,233	0,032
	$q_{\text{расч}}$	0,389	0,566	0,576	0,468
15	K7	0,033	3,18	1,746	1,071
	L7	0,025	1,48	1,356	0,402
	K10	0,026	1,415	1,122	0,768
	$q_{\text{расч}}$	0,393	0,523	0,413	0,478
20	K7	0,237	11,2	7,994	36,933
	L7	0,044	3,87	2,500	3,560
	K10	0,701	24,3	25,020	139,6
	$q_{\text{расч}}$	0,714	0,617	0,705	0,775
$q_{\text{расч}}(t)$	K7	0,859	0,717	0,778	0,970
	L7	0,579	0,671	0,623	0,885
	K10	0,957	0,925	0,949	0,994

С увеличением глубины шлифования до 15 мкм/ход дисперсии всех высотных параметров можно считать однородными, т.к. во всех случаях  $q_{\text{расч}} < q_{\text{табл}}(0,54)$ .

При шлифовании на глубине 15 мкм/ход характеристика круга не оказывает значимого влияния на изменение дисперсий высотных параметров шероховатости.

При шлифовании на глубине 20 мкм/ход с увеличением твердости круга от K до L дисперсии снижаются в среднем в 5,5 раз, а структуры с 7 до 10 – увеличиваются в среднем в 3,0 раза. Сравнение дисперсий между всеми кругами показывает их значимое различие –  $q_{\text{расч}} > q_{\text{табл}}(0,54)$ , по всем высотным параметрам.

Изменение глубины шлифования с 10 до 20 мкм/ход приводит к значимому увеличению дисперсий для всех параметров шероховатости не зависимо от характеристики круга. В меньшей степени происходит рост дисперсий для круга L7, а в большей – K10.

На рисунке 1 представлены графики зависимостей высотных параметров шероховатости от глубины шлифования.

На глубине шлифования 10 мкм/ход при увеличении твердости круга от K до L или структуры с 7 до 10 значения шероховатости высотных параметров снижаются. В большей степени в среднем в 1,3 раза снижение происходит при изменении структуры круга с 7 до 10.

С изменением глубины шлифования до 15 мкм/ход увеличение структуры круга от K7 до K10 приводит к снижению высотных параметров всего в 1,1 раза.

С увеличением твердости круга параметры шероховатости снижаются в большей степени в среднем в 1,2 раза.

При шлифовании на глубине 20 мкм/ход с увеличением твердости круга шероховатость снижается в среднем в 1,8 раза, а при изменении структуры с 7 до 10 – увеличивается в 1,2 раза.

При сопоставлении высотных параметров шероховатости поверхности на глубинах 10 и 20 мкм/ход, получены следующие результаты.

Если говорить о средней степени увеличения высотных параметров с увеличением глубины шлифования в два раза, то для кругов *K7* и *L7* высотные параметры возрастают приблизительно, соответственно в 6,8 и 3,35 раза.

При шлифовании высокоструктурным кругом *K10* высотные параметры возрастают в среднем в 12,3 раза.

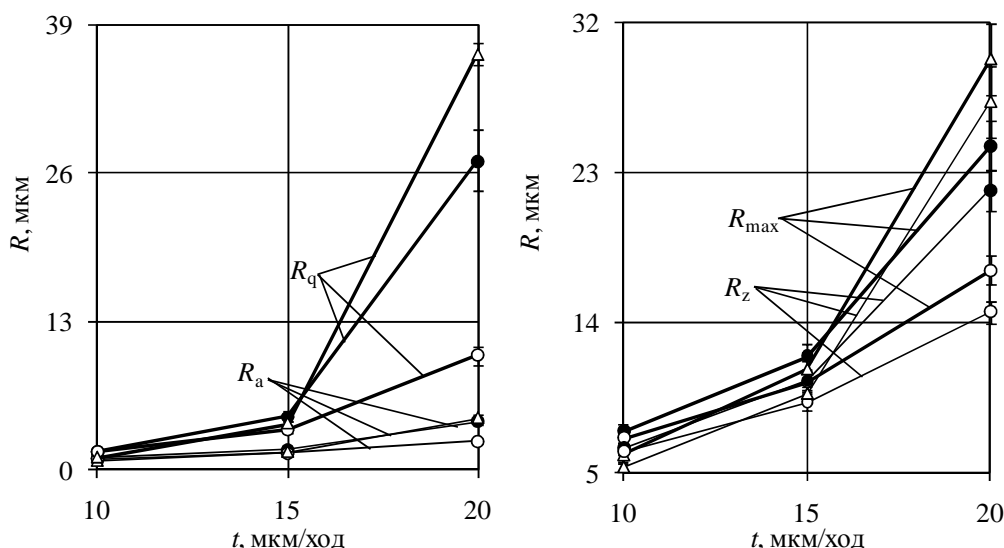


Рисунок 1. Изменение средних значений высотных параметров шероховатости в зависимости от глубины шлифования стали ШХ15 кругами различных характеристик:  
 ● – *K7*; ○ – *L7*; △ – *K10*

Закономерность изменения износа  $\Delta R$  кругов в зависимости от глубины шлифования представлена на рисунке 2.

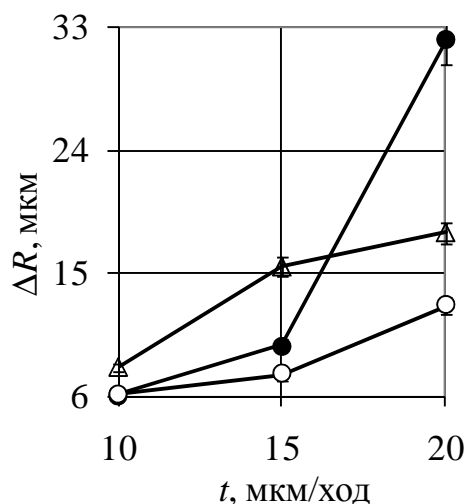


Рисунок 2. Зависимость износа кругов  $\Delta R$  от глубины шлифования стали ШХ15:  
 ● – K7; ○ – L7; Δ – K10

При шлифовании на глубине 10 мкм/ход стали ШХ15 с увеличением твердости износ не меняется, а с изменением структуры увеличивается. На глубине 15 мкм/ход при изменении структуры износ увеличивается, а твердости снижается. На глубине 20 мкм/ход при изменении характеристики круга износ уменьшается, в большей степени от увеличения твердости.

Из проведенного исследования следует, что при шлифовании на глубине 10 и 15 мкм/ход применение высокоструктурного круга приводит к снижению, а на глубине 20 мкм/ход – к увеличению и дисперсий и средних арифметических значений высотных параметров шероховатости.

На глубине шлифования 10 мкм/ход высокоструктурный круг дает меньшие значения высотных параметров шероховатости.

С увеличением глубины шлифования в два раза от 10 до 20 мкм/ход при шлифовании кругами средних структур твердости  $K$  и  $L$  высотные параметры изменяются в меньшей степени, чем на высокоструктурном круге.

#### Литература

1. Дальский А.М., Суслов А.Г., Назаров Ю.Ф. и др. Технология изготовления деталей машин Т. III-3. – М.: Машиностроение, 2000. – 840 с.
2. Гмурман, В. Е. «Теория вероятностей и математическая статистика»: Учеб. пособие – 12-е изд., перераб. – М.: Высшее образование, 2006. – 479 с.
3. Носенко В.А., Белухин Р.А. Изв. ВолгГТУ. Серия "Прогрессивные технологии в машиностроении": Вып. 4: межвуз. сб. научн. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2008. № 9. – С. 26-29.

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРШИН ЗЕРЕН НА РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ИНСТРУМЕНТА

Морозова Л.К. (ВТО 5)

Научный руководитель Носенко В.А.

*Рассматривается методика определения вершин зерен на рабочей поверхности инструмента. Показаны особенности формирования рабочей поверхности кругов различных характеристик при шлифовании на различных глубинах.*

*The technique of definition of tops of grains on a working surface of the tool is considered at that article. Features of formation of a working surface of circles of various characteristics are shown at grinding on various depths.*

Повышение производительности процесса шлифования с обеспечением необходимых требований к качеству обработанной поверхности является приоритетным направлением развития абразивной обработки материалов.

Шероховатость является одним из важнейших параметров качества поверхности, особенно на финишных операциях обработки, к числу которых относится шлифование. Состояние рельефа рабочей поверхности абразивного инструмента определяет процесс абразивной обработки в целом.

Исходное состояние рельефа рабочей поверхности абразивного инструмента при шлифовании формируется в процессе правки. В процессе шлифования рельеф рабочей поверхности изменяется в результате изнашивания круга. Поэтому исследование рабочей поверхности инструмента считается актуальной задачей абразивной обработки.

Мы предлагаем распределение вершин зёрен в пределах слоя шероховатости поверхности определять по параметрам шероховатости. Сейчас известно свыше 40 параметров шероховатости, в том числе 17 определены ГОСТ 25142-82. Будем считать, что каждая местная впадина профиля является следом, оставленным вершиной зерна.

Тогда общее количество вершин зёрен, оставивших след на 1 мм длины базовой линии рассматриваемого профиля обработанной поверхности

$$n_{зк}=1000/S \text{ мм}^{-1},$$

где  $S$  – средний местный шаг по всем сечениям.

В разработанную программу импортируются исходные данные  $u_i$  полученные прибором Сейтроник (с шагом в 2 мкм 1252 измерения).

После импорта данных и ввода тарифовочного коэффициента происходит определение средней линии.

Считаются параметры: перерасчет положительных и отрицательных отклонений профиля относительно средней линии; шаг неровностей

профиля; на каждом шаге определяются высоты всех выступов  $u_p$  и глубины всех впадин профиля  $u_v$ ; шаг местных выступов на всем профиле с учетом заданной достоверности; тангенс угла наклона восходящих и нисходящих ветвей профиля; а также параметры по ГОСТу 25142-82:  $S_m$ ,  $R_{max}$ ,  $R_p$ ,  $R_v$ .

Поскольку нас интересуют не выступы, а впадины профиля, при разработке программного обеспечения фиксировали координаты впадины, причём уровень значимости задается в качестве исходных данных.

В результате анализа программного обеспечения к прибору Сейтроник (Россия) и зарубежных производителей (Германия), установлено, что в программном обеспечении фирмы Германии значимое различие между сравниваемыми значениями принято на уровне 3 %. В программном обеспечении Сейтроник любое отличие считается значимым.

Разработанная программа позволяет определить координаты местных впадин для заданного уровня значимости и количество местных впадин профиля.

При наличии нескольких сечений профиля, принадлежащих одной обрабатываемой поверхности, данные можно объединять по средней линии.

Поскольку  $R_p$  и  $R_v$  для нескольких сечений неодинаковы, для сложения всех профилограмм выбираем шаг:

$$h = (R_{p,max} + R_{v,max})/n,$$

где  $R_{p,max}$  и  $R_{v,max}$  – наибольшее расстояние от средней линии профиля, соответственно, до высшей и низшей точки выступа профиля по всем сечениям;  $n$  – количество уровней.

За начало отсчета уровней принимаем среднюю линию профиля. Полученный шаг откладываем выше и ниже средней линии до тех пор пока  $R_{p,max}$  и  $R_{v,max}$  не будут входить в последний уровень.

С использованием разработанной программы проведены исследования состояния рельефа шлифованной поверхности. Обрабатывали заготовки из нержавеющей стали 12X18H10T (HB = 179 МПа) кругами ОАО «Волжский абразивный завод» следующих характеристик: 25AF90K7V5, 25AF90L7V5 и 25AF90K10V5. Глубину шлифования изменяли в диапазоне от 10 до 20 мкм/ход. Шероховатость поверхности измеряли прибором «Сейтроник ПШ8-3» в 20 сечениях по длине шлифованной поверхности, длина базовой линии 2,5 мм. Размер обработанной поверхности 100×10 мм.

При обработке нескольких профилограмм (в нашем случае 20 сечений) с одной поверхности получаем несколько выборок измерений. Для каждой выборки рассчитываются статистические параметры, в частности, среднее арифметическое и дисперсия. Дисперсии проверяются на однородность.

В разработанной программе реализован модуль проверки гипотезы на нормальный закон распределения местных впадин профиля.

В результате проведенных исследований определено количество зерен, оставивших след на обработанной поверхности, и впервые установлена закономерность их распределения. Показаны особенности формирования рабочей поверхности кругов различных характеристик при шлифовании на различных глубинах.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ОКОН СЕПАРАТОРА ПОДШИПНИКА 2-697737Л**

Муравьев Р.А. (ВМ 436)

Научный руководитель Даниленко М.В.

*Рассматриваются способы повышения эффективности фрезерования окон сепаратора подшипника 2-697737 Л.*

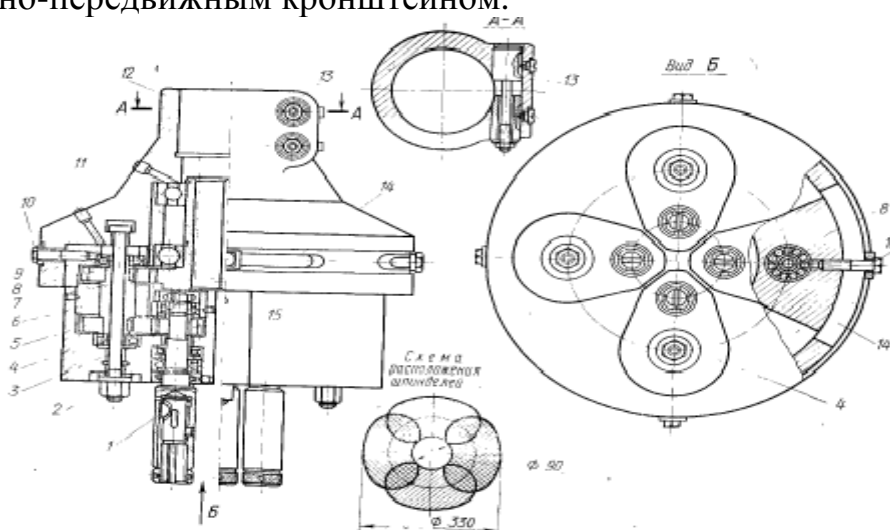
*This article considers how to improve the efficiency of milling windows bearing separator*

Сепаратор предназначен для удержания тел качения на соответствующем расстоянии друг от друга и предотвращения непосредственного контакта между соседними телами качения для поддержания минимального трения и, следовательно, тепловыделения. Сепаратор подшипника 2-697737Л изготавливается из латуни марки ЛЦ40С и имеет 37 окон открытой формы. В условиях ОАО «Волжский подшипниковый завод» окна обрабатываются на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели 6Р13Ф3-01. Фрезерование каждого окна выполняется последовательно концевой фрезой по методу копирования. В связи с имеющимся количеством окон и принятым способом фрезерования время цикла обработки одной детали довольно большое и составляет 9,42 мин.

Скорость выполнения операции можно повысить с помощью применения специальных приспособлений, например, многошпиндельной универсальной головки. Это приспособление позволяет выполнять фрезерование нескольких окон сепаратора одновременно, что приведет к сокращению времени цикла и увеличению эффективности процесса.

Многошпиндельные головки применяют при одновременной обработке нескольких отверстий в одной детали или для последовательной позиционной обработки отверстий в нескольких деталях одновременно на агрегатном или сверлильном станках. Многошпиндельные головки подразделяются на специальные и универсальные. Специальные головки применяют при обработке отверстий в деталях одного типоразмера, поэтому расстояние между осями шпинделей в таких головках постоянно.

Универсальные головки применяют для обработки отверстий в деталях, различных по форме и размерам; расстояние между осями шпинделей в этих головках можно изменять в соответствии с расположением отверстий в обрабатываемых деталях. Многошпиндельные специальные головки применяют в крупносерийном и массовом производстве, а универсальные – в серийном производстве. Универсальные и специальные многошпиндельные головки могут иметь шестеренчатый или кривошипно-шатунный механизм. В универсальных многошпиндельных головках положение рабочих шпинделей относительно оси головки можно изменять, поэтому одной головкой можно обрабатывать различное число отверстий, расположенных на разных диаметрах окружностей деталей. Для обработки отверстий в различных деталях на вертикально-сверлильных станках применяют четырех - или шестишпиндельные головки с поворотной-передвижной кронштейном.



Универсальная четырехшпиндельная головка

На рисунке показана типовая универсальная четырехшпиндельная головка с поворотными-передвижными кронштейнами. Сверлильную головку центральным базовым отверстием в силуминовом корпусе 12 устанавливают на гильзу шпинделя станка и закрепляют двумя винтами 13. Шпиндель станка вращает установленное на шпонке на его конце ведущее зубчатое колесо 11, которое через промежуточные зубчатые колеса 8 и 5 передает вращение четырем рабочим колесам 15, сидящим на рабочих шпинделях 1. В цилиндрическом пазу корпуса 12 установлены 4 сектора 9 с отверстиями, в которых расположены шарикоподшипники, сидящие на верхних концах пустотелых валиков 7.

В четырех поворотных кронштейнах 4 находятся шарикоподшипники для нижних концов пустотелых валиков 7, промежуточная втулка 6 и рабочий шпиндель 1 головки. Ослабив гайку 2 на болте 3, кронштейн 4 с рабочим шпинделем 1 можно повернуть вокруг оси болта на 360 градусов. В требуемом положении каждый рабочий



шпиндель крепится болтом 3 при завинчивании гайки 2 и винта 10. Болт 3 с гайкой 2 прижимает кронштейн 4 и сектор 9 к горизонтальной плоскости корпуса 12, а винт 10 и сектор 9 – к цилиндрической поверхности корпуса. При ослаблении винта 10 сектор 9 с кронштейном 4 и рабочим шпинделем 1 можно повернуть на определенный угол относительно оси

Данная головка применяется для сверления (фрезерования) отверстий, расположенных в детали по окружности или по диагоналям на вертикально-сверлильном станке модели 2134; максимальный диаметр обрабатываемых отверстий 18 мм

## АНАЛИЗ КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ «КОРПУСА КЛАПАНА»

Назаренко Д. Л. (ВМ 536)

Научный руководитель Дворецкая Н. В.

В современном машиностроительном производстве предъявляются высокие требования к качеству изготавливаемой детали, оценка которой базируется на измерениях геометрических размеров выпускаемой продукции.

Объектом исследования является корпус клапана насоса, который используется для подачи СОЖ на пресс при прошивании труб.

Был проведен контроль радиального биения шеек отверстия 1 и 2 (рисунок 1).

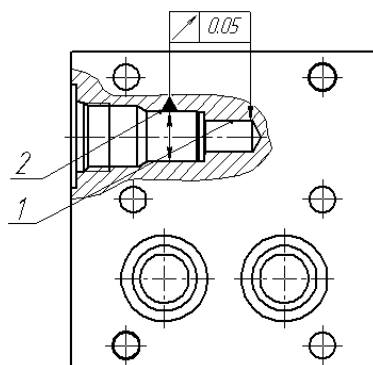


Рисунок 1 – Контролируемый параметр

Выбор метода контроля определяется соотношением между диапазоном показаний СИ и значением измеряемой величины. В качестве метода измерений принимаем метод сравнения, так как абсолютная величина диаметра контролируемого отверстия не важна для контроля относительного расположения оси отверстия относительно базы.

Схема контрольного приспособления приведена на рисунке 2:

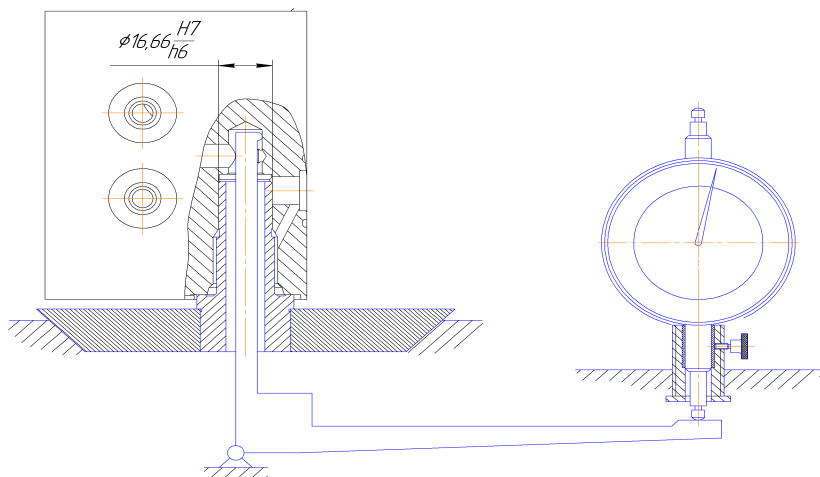


Рисунок 2 - Схема контрольного приспособления

Деталь устанавливается отверстием на базирующую втулку 1, прихват 2 устанавливается на поверхность детали и фиксируется гайкой 3. После чего индикатор часового типа устанавливается на ноль. Подвижная направляющая 4 вместе с зафиксированной деталью поворачивается вокруг вертикальной оси, разность наименьшего и наибольшего показания индикатора составит измеряемое биение.

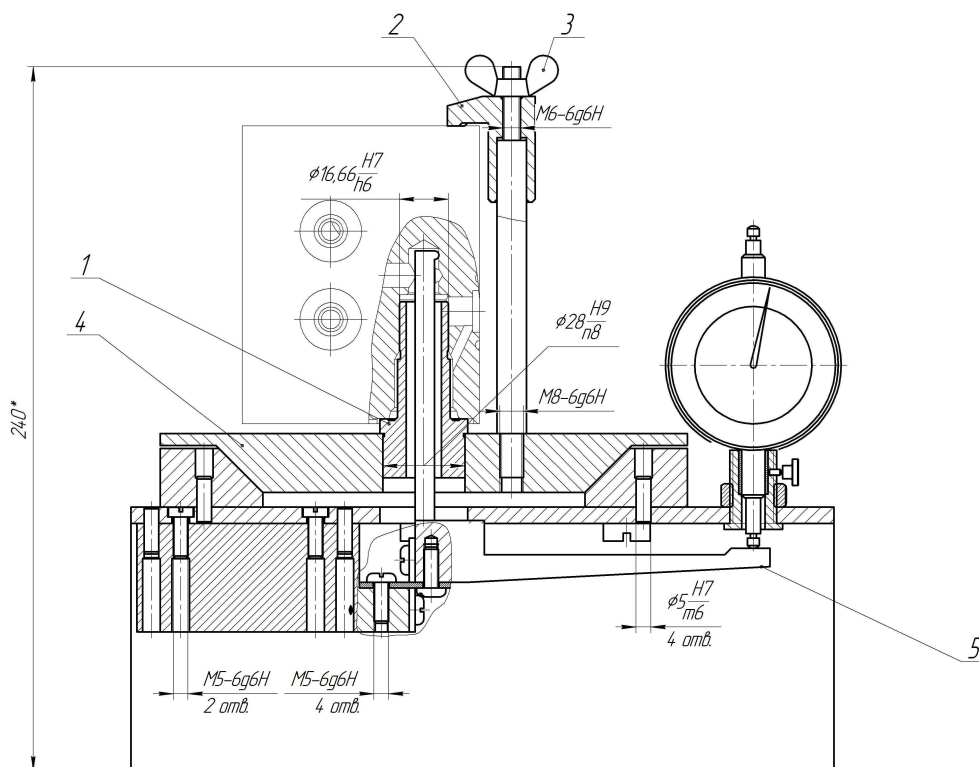


Рисунок 3 – Контрольное приспособление

После завершения измерения откручивают гайку 3, освобождают деталь от прихвата 2 и снимают её с приспособления.

Ошибка проектируемого приспособления состоит из следующих элементов:

- зазора между базовым диаметром отверстия и базирующей втулки;
- соосность установочной поверхности базирующей втулки и конической поверхности подвижной направляющей 4;
- погрешность расстояния от оси неподвижной направляющей до оси измерительной ножки индикатора часового типа;
- погрешность положения оси поворота рычага 5.

Наиболее значительное влияние на точность проектируемого контрольного приспособления оказывает зазор между базовой поверхностью детали и базирующей втулкой. Наибольшее смещение оси отверстия относительно оси втулки  $R$  составит:

$$R = \frac{Sz}{2} = \frac{ES + ei}{2} = \frac{0,018 + 0,011}{2} = 0,0145 \text{ мм}$$

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБИННОГО ШЛИФОВАНИЯ ЗАГОТОК ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ С УЧЁТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ПРОЦЕССА

Носенко С. В. (ВМ 536)

Научный руководитель Носенко В. А.

*Рассмотрены особенности формирования силы глубинного шлифования на различных этапах процесса. Установлена функциональная зависимость между длиной дуги контакта и составляющими силы шлифования на этапах врезания и выхода в виде неполного полинома второй степени. Экспериментально доказано, что фактором, определяющим закономерность изменения силы глубинного шлифования, является мгновенная режущая способность. Определены условия стабилизации показателей процесса глубинного шлифования.*

Features of formation of force of deep grinding at various stages of process are considered. It is established functional between length of an arch of contact and components of force of grinding at stages of incision and an exit in the form of an incomplete polynom of the second degree. It is experimentally proved that the factor defining law of change of force of deep grinding, instant cutting ability is. Conditions of stabilization of indicators of process of deep grinding are defined.

Титановые сплавы используются в различных отраслях народного хозяйства и области их применения постоянно расширяются. Из сплавов на основе титана, как правило, изготавливают особо ответственные детали, к качеству поверхности которых предъявляют исключительно высокие

требования. Поэтому вопросам формообразования деталей, в частности шлифованием, уделяется большое внимание.

Одним из наиболее перспективных направлений формообразования является глубинное шлифование, сочетающее высокое качество поверхности детали с высокой производительностью и возможностью автоматизации управления. Особенно эффективным считается глубинное шлифование с непрерывной правкой круга. Тем не менее, влияние непрерывной правки на процесс глубинного шлифования титановых сплавов исследовано явно недостаточно.

Цель работы: повышение эффективности плоского глубинного шлифования заготовок из титановых сплавов путём оптимизации непрерывной правки круга с учётом особенностей формообразования на различных этапах процесса.

В данной работе дан аналитический обзор результатов работ, посвященных глубинному шлифованию и в целом проблеме шлифования титановых сплавов. Показаны преимущества глубинного шлифования и перспективность данного направления формообразования, особенно с использованием непрерывной правки круга.

Определены границы этапов врезания, постоянной длины дуги контакта, выхода и переходного этапа добра глубины исходя из диаметра круга, глубины шлифования и длины обрабатываемой поверхности. Исследованы закономерности изменения составляющих силы глубинного шлифования на различных этапах процесса. Показаны особенности изменения силы шлифования на этапах врезания и выхода. Получены регрессионные модели зависимости силы шлифования от проекции длины дуги контакта в виде неполных полиномов второй степени. Определены закономерности изменения отношения сил  $P_z/P_y$  по длине шлифования. Дан расчёт среднего и номинально давления при глубинном шлифовании.

Разработаны математические модели наработки, режущей и мгновенной режущей способностей, площади номинального продольного сечения слоя материала, снимаемого за один оборот круга, для всех этапов глубинного шлифования плоских поверхностей кругом цилиндрического профиля. Дана методика автоматизированного расчёта этих показателей. Исследовано влияние режимов шлифования на показатели надёжности. Установлена связь силы шлифования с показателями надёжности.

Показаны особенности встречного и попутного глубинного шлифования. Установлены закономерности изменения составляющих силы глубинного шлифования и соотношения сил в зависимости от направления подачи стола.

Показана практическая реализация результатов при разработке процесса глубинного шлифования плоских поверхностей из титанового сплава. Разработан технологический процесс глубинного шлифования

плоских поверхностей деталей из титановых сплавов, отвечающий требованиям производства.

Разработана методика расчёта показателей надёжности плоского глубинного шлифования.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СНИЖЕНИЮ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПОДШИПНИКА 36-32314 ЛМ НА ОАО «ВПЗ»**

Осадченко Е.Н. (ВТО 5)

Научный руководитель Санинский В.А.

Главными задачами развития экономики на современном этапе является всемерное повышение эффективности производства, а также занятие устойчивых позиций предприятий на внутреннем и международном рынках. Чтобы выдержать острую конкуренцию и завоевать доверие покупателей предприятие должно выгодно выделяться на фоне предприятий того же типа. Хорошо известно, что покупателя интересует качество продукции и ее цена. Чем выше качество и ниже цена, тем лучше и выгоднее для покупателя. Эти показатели как раз и заключены в себестоимости продукции.

Поэтому существенное влияние на уровень затрат оказывают технико-экономические факторы производства. Это влияние проявляется в зависимости от изменений в технике, технологии, организации производства, в структуре и качестве продукции и от величины затрат на ее производство. Отсюда следует, что выявление резервов снижения себестоимости должно опираться на комплексный технико-экономический анализ работы предприятия: изучение технического и организационного уровня производства, использование производственных мощностей и основных фондов, сырья и материалов, рабочей силы, хозяйственных связей; а также всех составляющих себестоимости.

Анализ себестоимости изготовления подшипника 36-32314ЛМ на ОАО «ВПЗ» по калькуляционным статьям показал, что на протяжении всего анализируемого периода (2010 год) наибольший удельный вес в структуре себестоимости приходится на сырье и основные материалы, в 2010 году их величина составила 25,58%.

Также большую долю занимают расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (РСЭО) – 21,45% на 2010 год, что объясняется высоким износом оборудования.

На долю цеховых расходов, к которым относят: заработную плату ИТР и служащих; затраты на содержание и эксплуатацию зданий и сооружений; расходы на охрану труда и т. п. – в 2010 году пришлась также большая величина – 18,70%.

Поэтому уменьшение данных статей затрат является основной задачей в деле снижения себестоимости продукции и повышения эффективности производства данного типа подшипника (рисунок 1).

Производство подшипника 36-32314ЛМ считается материалоемким производством. Цены на трубы, проволоку из стали ШХ-15 постоянно повышаются. Кроме того, слабой стороной производства является низкий коэффициент использования металла при обработке колец подшипника, который составляет 0,737 и 0,710 для наружного и внутреннего соответственно.

Для повышения уровня данного коэффициента, что, в конечном счете приведет к снижению цены, а, следовательно, к повышению конкурентоспособности продукции, необходимо проводить обновление технологии изготовления подшипника, оборудования и модернизацию парка станков.

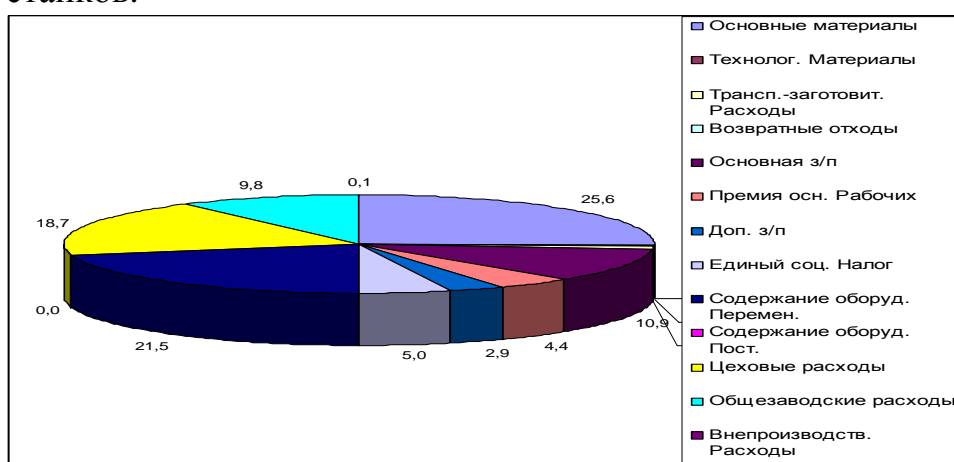


Рисунок 1 - Структура издержек производства подшипника 36-32314ЛМ, сложившаяся в 2010 г

Исходя из вышеизложенных резервов снижения себестоимости, был предложен альтернативный технологический процесс, который позволяет получать чистовую заготовку для колец подшипника с текстурированным слоем, обладающим уникальными механическими свойствами. Применение устройства для совмещенной обработки позволяет повысить производительность обработки в результате совмещения процессов растачивания и режуще-деформирующего протягивания при обработке глубоких сплошных отверстий, а также может обеспечить получение экономического эффекта за счет экономии производственной площади и применения однотипного оборудования в линиях механической обработки некоторых видов трубных заготовок. Так же, применение фасонно-отрезного станка привело к уменьшению времени на обработку кольца, в связи с совмещением ряда операций, таких как точение торца, технологических уклонов, фасок и отрезания.

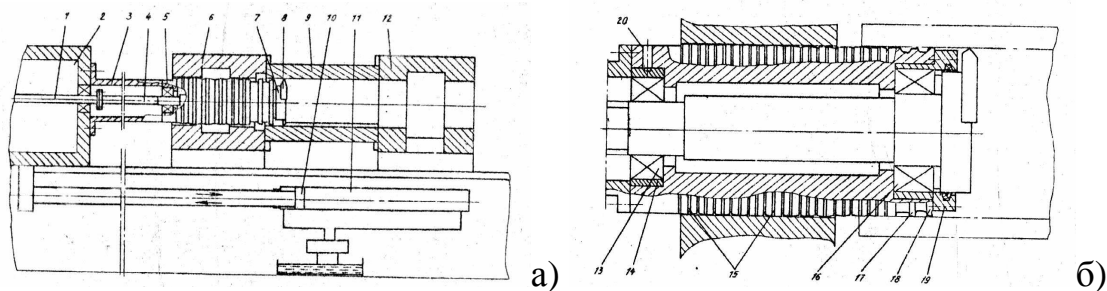


Рисунок 2 – Устройство (а) для растачивания длинных отверстий и его продольное сечение (б): 11 – рабочая группа; 12 – направляющая группа [1]

Предлагаемое устройство (рисунок 2) позволит повысить производительность обработки за счет совмещения процессов обработки резанием и поверхностного пластического деформирования. Совмещение процессов растачивания, протягивания и поверхностной пластической деформации в результате использования комбинированного инструмента позволит получить экономический эффект, превышающий сумму экономических эффектов от применения известных ранее устройств в отдельности, так как при совмещенной обработке используется оборудование одного типа, а при раздельной – разных.

Был произведен расчет себестоимости изготовления подшипника по проектному варианту и сравнение его с базовым (таблица 1).

Таблица 1 – Себестоимость изготовления подшипника 36-32314ЛМ, руб

Наименование затрат и показателей	Базовый вариант	Проектный вариант
1	2	3
1. Материалы	1622214	1541430
2. Энергоносители	3004050,84	3059246,4
3. Фонда платы труда рабочих	14256319,7	13127106,2
4. Отчисления в социальные фонды	2993663,9	2767821,25
5. Амортизация	864326,4	1126664
6. Накладные расходы	2552997,57	2352449,26
7. Итоговая полная себестоимость	25293575,41	23974721,11
8. Оптовая цена продукции	–	–
9 Годовой выпуск продукции	33000	33000
10. Удельные капитальные затраты	2,75	25,46
11. Себестоимость единицы продукции	766,47	726,50

Капитальные затраты на осуществление проекта  $K_2 = 2\,100\,400$  руб.

Предполагаемый годовой экономический эффект по проекту:

$$\text{Э}_T = [(766,47 + 2,75) - (726,50 + 25,46)] \cdot 33000 = 569580 \text{ руб.}$$

$$\text{Рентабельность инвестиций: } P_{K2} = \frac{569580}{2100400} \cdot 100 = 27,12\% .$$

Срок окупаемости инвестиций. Нормативный:  $T_{ок}^u = 1 / 0,27 = 3,69$  года.

На основании расчетов можно сделать вывод о том, что внедрение более прогрессивного технологического процесса позволяет снизить себестоимость продукции, и в то же время происходит увеличение получаемой прибыли.

В числе факторов, определяющих экономическую эффективность применения внедряемого технического решения, важное значение имеет срок окупаемости средств, вложенных в приобретение нового оборудования.

В данном случае срок окупаемости составляет 3 года 6 месяцев, что входит в нормативный срок окупаемости, это говорит об эффективности принятия решения об использовании нового технологического процесса.

#### Литература

1. Санинский В.А. Совмещенная обработка глубоких отверстий: монография/ А. В. Санинский. – Волгоград. гос.тех. ун-т. – Волгоград, 2005. – 122 с.

### **СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НАПЛАВКИ ИЗНОШЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ПО ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

Островская Ю.П. (ВТМЗ 465)

Научный руководитель Даниленко М.В.

*Рассматриваются технико-экономические показатели методов наплавки изношенных поверхностей деталей машин*

*The article deals with technical and economic parameters of methods of surfacing of worn surfaces of machine parts*

Одним из перспективных направлений на пути создания высоконадежных, долговечных и конкурентоспособных деталей является применение современных технологий нанесения функциональных покрытий.



В мировой практике известны три основных наиболее часто применяемых метода нанесения покрытий – это технологии наплавки, напыления и осаждения.

Трудности выбора оптимального метода, стоящие перед технологами машиностроительных производств, осложняются большим количеством подвидов вышеназванных технологий, многовариантностью режимов, а также многообразием применяемых присадочных и других вспомогательных материалов.

Поэтому знание основных характеристик, достоинств и недостатков данных процессов позволит ориентироваться в выборе технологий для решения конкретных производственных задач [1].

В эксплуатационных и ремонтных предприятиях для восстановления изношенных поверхностей широко применяется наплавка, отличающаяся простотой, надежностью и экономической целесообразностью

Наплавка – нанесение покрытий слоями толщиной в несколько миллиметров из расплавленного присадочного материала на оплавленную металлическую поверхность изделия.

В зависимости от вида источника нагрева рассматриваемых газотермических процессов наплавка может производиться при помощи теплоты газового пламени (газопламенная наплавка), электрической дуги (электродуговая наплавка в среде защитного газа) или сжатой дуги (плазменная наплавка).

Назначение наплавки – изготовление деталей с износо- и коррозионностойкими свойствами поверхности, а также восстановление размеров изношенных и бракованных деталей за счет нанесения покрытий, обладающих высокой плотностью и прочностью сцепления с изделием, работающих в условиях высоких динамических, знакопеременных нагрузок или подверженных интенсивному абразивному изнашиванию.

Выбор конкретного способа наплавки обусловлен условиями производства, количеством, формой и размерами наплавляемых деталей, допустимой долей участия основного металла в наплавленном, технико-экономическими показателями и величиной износа.

Технико-экономические показатели различных способов наплавки представлены в таблице.

Таблица - Техничко-экономические показатели методов наплавки

Метод наплавки	Производительность метода		Толщина покрытия, мм	Припуск на обработку, мм	Прочность сцепления, МПа	Деформация детали после наплавки	Снижение сопротивления усталости, %	Коэффициент производительности, $K_p$	Коэффициент т/э эффективности, $K_3$
	кг/ч	см <sup>2</sup> /мин							
Газопламенный	0,15-2,0	1-3	0,5 - 3,5	0,4 - 0,8	480	Значительная	25	0,7 - 0,6	0,14
В среде CO <sub>2</sub>	1,5-4,5	18-36	0,5 - 3,5	0,7 - 1,3	550	Значительная	15	1,8 - 1,7	0,4
В среде Ar	0,3-3,6	12-26	0,5 - 2,5	0,4 - 0,9	450	Пониженная	25	2,1 - 1,7	0,17
Плазменный	1-12	45-72	0,5 - 5,0	0,4 - 0,9	490	Пониженная	12	2,2 - 1,9	0,56

Коэффициент производительности  $K_p$  был определен по формуле 1, а коэффициент технико-экономической эффективности  $K_3$  по формуле 2.

$$K_p = t_{p.n.} / t_i, \quad (1)$$

где  $t_{p.n.}$  - основное время, затраченное на восстановление условной детали ручным дуговым способом, мин;

$t_i$  - основное время восстановления условной детали сравнимым способом, мин.

За основное время восстановления условной детали приняты затраты времени, включающие предварительную и последующую механические обработки и нанесение покрытия.

$$K_3 = K_p \cdot \Delta_a / 100, \quad (2)$$

где  $\Delta_a$  - экономия при восстановлении условной детали, %.

Из сравнительного анализа рассмотренных методов очевидно преимущество процесса плазменной наплавки вследствие его высокой производительности, незначительного припуска на механическую обработку, минимальной доли основного металла в наплавленном, наименьшего снижения сопротивления усталости.

Особенно эффективен процесс плазменно-порошковой наплавки, позволяющий обеспечить точно заданную глубину проплавления и толщину покрытия, высокую равномерность по толщине слоя, возможность обеспечения необходимого состава, структуры и свойств уже в первом слое металла наплавки, высокую степень автоматизации, малые остаточные напряжения и деформации, отсутствие разбавления наплавленного покрытия основным металлом.

## Литература

1. Данилов, П.А. Повышение эффективности восстановления работоспособности изношенных деталей на основе обоснованного выбора технологических методов восстановления их эксплуатационных свойств. - автореф. дис. канд. техн. наук / П.А. Данилов. – Москва, 2010. – 25 с.

## **РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА, ПОЛУЧАЕМОГО ЗАМЕНОЙ ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИ РЫНОЧНЫХ ОТНОШЕНИЯХ**

Лачкова Я.Ю. (ВТО 5)

Научный руководитель Санинский В.А.

*Данная статья посвящена определению экономического эффекта от замены универсального станка специальным станком на операции окончательной обработки.*

*This article is devoted definition of economic benefit of replacement of the universal machine tool with the special machine tool by operations of definitive processing.*

В настоящее время экономическая эффективность оборудования часто включает не только цену нормативно чистой продукции, но и субъективную оценку коммерческих структур, занимающихся покупкой и продажей новой техники.

Происходит это как в результате реализации действий заинтересованных в получении бонусов структур, так и из-за отсутствия понятных, легитимных методик расчета действительной экономической деятельности хозяйствующих субъектов.

В то же время имеется богатый опыт расчета ТЭО [1, 2], учитывающий реальные затраты и действительно полученный экономический эффект

Применение методик расчета лимитной цены в рыночных отношениях недостаточно, что связано с их адаптацией к новым условиям.

В соответствии с методологией [2] экономический эффект от производства и использования отдельных станков, средств автоматизации и другого оборудования АЛ, которые изготовлены различными заводами, могут определяться проектной организацией путем распределения его пропорционально рыночным ценам и ценам на нормативно чистую продукцию (НТП) [1].

Например, при расчетах экономического эффекта от производства и использования нового специального оборудования необходимо учитывать различные сферы реализации этого эффекта.

Специализированные станки (в данном случае ОБ-1386 и ОБ-20036) предназначены для выполнения конкретных операций обработки

поверхностей определенных видов в заданном размерном диапазоне (ОСТ Н02-3-8I, с.3). Станки для выполнения одинаковых технологических операций (в данном случае W-100), не требующие специальной оснастки, относятся к универсальным. При вводе новых мощностей (строительстве новых предприятий и цехов и в отдельных случаях при расширении действующего производства) экономический эффект от внедрения специального оборудования реализуется не на заводах-заказчиках, а в целом в народном хозяйстве благодаря общему увеличению объема производства продукции и применению эффективных методов ее изготовления.

Можно рассматривать структуру ТЭО в двух проекциях.

Первая проекция – экономический эффект от изготовления нового специального, обеспечивающего повышение качества продукции оборудования, и замены им менее производительного и дорогостоящего универсального. Вторая проекция – экономический эффект от повышения качества обработки, обуславливающего повышение работоспособности изделия у потребителя. Рассмотрим первый вариант.

В соответствии с понятием «лимитная цена» стоимость специального оборудования лимитируется, т. е. не должна превышать стоимость универсального оборудования с эквивалентными технологическими возможностями, иначе производитель его не приобретет (если потребитель не согласится на повышение цены, уверенный в повышении качества продукции в случае применения специального оборудования). Это может быть выражено, например, через повышение качества, как повышение работоспособности (запаса точности)  $K_T$  например, коренных подшипников дизелей. В последнем случае последнем потребителя придется убедить гарантиями изготовителя изделий, например, дизелей.

Таблица 1 – Исходные данные

№ п.п.	Показатели	Единицы измерения	До внедрения	После внедрения
1	Годовая программа деталей блок-картера:			
	по дизелю 6НЧ 21/21	шт.	545	545
	по картеру дизеля 6ДМ-21А	шт.	145	145
	в том числе по дизелю 6ЧН 21/21:			
	программа			
	з/части	шт.	510	510
	ремонт	шт.	25	25
	по дизелю 6ДМ-21А:	шт.	10	10
2	программа			
	з/части	шт.	125	125
	ремонт	шт.	10	10
		шт.	10	10
		шт.	10	10
2	Трудоемкость обработки единицы изделия по дизелям:			

	- бЧН 21/21	н/час	8,2	0,9
	- бДМ-21А	н/час	20,0	2,2
3	Разряд рабочих	-	6	6
4	Отраслевой нормативный коэффициент экономической эффективности	-	0,15	0,15
5	Действительный годовой фонд времени работы оборудования	час	4015	4015
6	Коэффициент выполнения норм	час	1,17	1,17
7	Производственная площадь на единицу оборудования	кв.м	21,07	9
8	Оборудование: а) наименование по дизелю бЧН 21/21 и бДМ21А б) количество - бЧН 21/21и бДМ21А - ДМ21А в) стоимость единицы со спецоснасткой бЧН 21/21 и бДМ21А	шт. шт. руб	W-100 W-100 2 2 38367	ОБ1386 ОБ2036 1 1 28584
9	Установленная мощность электродвигателей оборудования	кВт	10	6
10	Цена 1 кВт электроэнергии	руб	0,0092	0,0092
11	Стоимость единицы приспособления	руб	2000	1663
12	Количество приспособлений на один станок	шт	1	-
13	Процент начисления в фонд социального страхования	%	14	14
14	Процент, учитывающий дополнительную зарплату и премию	%	40	40
15	Годовой фонд рабочего времени одного рабочего	час	1810	1810

При замене устаревшего универсального оборудования (в неизменном объеме и с тем же качеством выпускаемой продукции, но при высвобождении обслуживающего персонала) экономический эффект от внедрения специального оборудования реализуется непосредственно на заводах-заказчиках.

Например, внедрение на операциях окончательной обработки отверстий Ø165Н6 (160Н6) под вкладыши коленчатого вала вместо универсального горизонтально-расточного станка W-100 специального станка ОБ- 1386 позволяет одновременно снизить трудоемкость обработки блоков дизелей бЧН 21/21 и картеров бДМ21А (см. таблицу) и повысить качество обработки (например, гарантировать стабильность Ø165Н6 (160Н6) и отклонения от соосности не более 0,015 мм).

Расчет экономического эффекта от замены горизонтально-расточного станка W-100 станка на специальный станок ОБ-1386 выполнен в соответствии с методикой [2].

Годовой экономический эффект рассчитывается по формуле:

$$\Delta = (C_1 + E_H \cdot K_1) - (C_2 + E_H \cdot K_2) \quad (1)$$

где  $C_1, C_2$  – сводные текущие затраты, руб;

$E_H$  – отраслевой нормативный коэффициент экономической эффективности;

$K_1, K_2$  – капитальные затраты соответственно до и после внедрения, руб;

$$\Delta = (46069,42 + 0,15 \cdot 166952,8) - (6061,14 + 0,15 \cdot 32127) = 71112,34 - 10880,19 = 60232,15 \text{ (руб)}$$

Условное высвобождение численности:

$$P_{\text{ст}} = \frac{(T_1 - T_2)}{\Phi_p \cdot K_{\text{п}}} \quad (2)$$

где  $T_1 = 7369$  – трудоемкость на годовую программу до внедрения;

$T_2 = 809,5$  – трудоемкость на годовую программу после внедрения;

$\Phi_p = 1810$  – действительный годовой фонд времени станочника;

$K_{\text{п}} = 1,17$  – дополнительная з/плата (40 %) и премия, руб.

$$P_{\text{ст}} = \frac{7369 - 809,5}{1810 \cdot 1,17} = \frac{6559,5}{2117,7} = 3,1 \text{ (чел.)}$$

Примечание: расчет выполнен в ценах 1990 года (принято, приблизительно, что курс доллара равен курсу рубля).

Следует отметить, что лимитная цена не включает добавочную стоимость от коммерческой деятельности производителя и изготовителя и, очевидно, требует корректировки. Например, увеличения на коэффициент, соответствующий принятым нормам учета их деятельности или договорным параметрам.

Представляется, что в любом случае учет позитивного опыта расчета лимитной цены и его применение в рыночных отношениях будет способствовать безубыточной работе машиностроительных предприятий по созданию новой техники и технологий.

## Литература

1 «Методика определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений» утвержденной постановлением ГКСМ СССР по науке и технике Госплана СССР, Академии наук СССР и ГК СМ СССР по делам изобретений и открытий от 14 февраля 1977 года № 48/16/13/3.

2 Определение экономического эффекта от производства и использования новых специальных станков и автоматических линий. – М.: ЭНИМС, 1983. – 96 с.

# **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАКРЫТЫХ ДВУХРЯДНЫХ РАДИАЛЬНО-УПОРНЫХ ШАРИКОВЫХ ПОДШИПНИКОВ СЕРИИ 256000**

Сергеев В. С. (ВМ 536)

Научный руководитель Морозов А. В.

*Рассматривается совершенствование технологических процессов на базе новой технологии*

*This article discusses the improvement of technological processes based on new technology*

Совершенствование машин требует улучшения конструкций подшипников качения, повышения их грузоподъемности, долговечности и надежности, точности и скорости вращения, уменьшения веса и шумности.

В подшипниковой промышленности проводят большие работы по увеличению перечисленных характеристик путем дальнейшего улучшения их конструкций, технологии производства, качества материалов.

В связи с этим проводятся работы по совершенствованию технологических процессов на базе новой техники, передовой технологии, автоматизации и механизации.

Развитие современного машиностроения характеризуется созданием конструкций и узлов машин, предназначенных для работы в различных условиях эксплуатации. Эти задачи решаются в соответствии с требованиями экономического и социального развития, предусматривающими сосредоточение усилий на повышении качества, надежности, экономичности и производительности оборудования, снижение материалоёмкости и энергопотребления [2]. Большое значение имеет изыскание новых методов, позволяющих обеспечить высокую производительность, требуемую точность и качество обработанных поверхностей. В этом плане теоретические разработки, новые идеи, а так же повышение возможностей известных методов имеют особое значение.

Требования повышения качества, надежности и долговечности работы подшипников, в значительной степени определяются физико-механическими и геометрическими характеристиками металлов и поверхностей обрабатываемых деталей. Именно качество рабочих поверхностей практически во всех случаях предопределяет важнейшие эксплуатационные свойства. Большинство подшипников выходят из строя по причине износа и потери эксплуатационных качеств [1]. Отсюда вытекает необходимость улучшения геометрических параметров рабочих поверхностей деталей. Кроме того, при применении прогрессивных технологических процессов следует стремиться к повышению

производительности обработки и экономии металлов.

Решению указанных задач способствуют исследования, разработка и внедрение усовершенствованных технологических процессов изготовления подшипников.

Для этого предложено новое оборудование для выполнения шлифовальных операций, которое входит в состав короткой автоматической линии для изготовления колец подшипников, которая проста в эксплуатации и не требует высокой квалификации при обслуживании и позволяет уменьшить металлоёмкость и стоимость оборудования, а так же затрат на электроэнергию.

#### Литература

1 Спришевский, А. И. Подшипники качения. М., «Машиностроение», 1968.

2 Подшипники качения: справочник-каталог. Под ред. Нарышкина В. Н., Р. В. Коросташевского. - М.: Машиностроение, 1984. – 280 с.

3 Основы технологии машиностроения: Учеб. Для машиностроит. спец. вузов. И.М. Колесов, 2-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 1999.- 591с.

### **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ТОЧНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ОПРАВКА ЭЛОНГАТОРА**

Ситников А.М. (ВМ 436)

*Рассматривается влияние станочного оборудования на точность механической обработки деталей типа оправка элонгатора*

*This article consider the influence of machine tools for precision machining of parts such as mandrel elongator*

Выбор станочного оборудования является одной из важнейших задач при разработке технологического процесса механической обработки заготовки. От правильного выбора зависят факторы: качество, производительность изготовления детали, экономное использование производственных площадей, механизации и автоматизации ручного труда, электроэнергии и в итоге себестоимость изделия.

Рассмотрим принципы формирования фактора качества на операции токарной обработки наружного контура оправки элонгатора (рисунок 1).



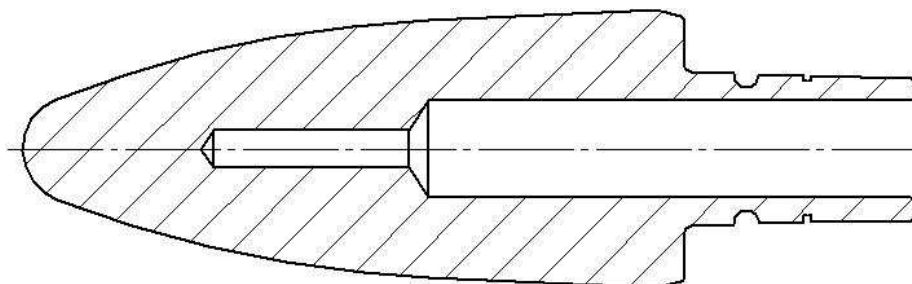


Рисунок 1 – Оправка элонгатора

Сравним технико-экономические возможности токарно-винторезного станка с ЧПУ модели 16М30Ф3 (базового предприятия) и многолезцового копировального полуавтомата модели 1722 [1].

Токарные станки с ЧПУ выгодно применять при обработке сложных деталей, особенно с криволинейными поверхностями. Штучное время обработки на станках с ЧПУ по сравнению со временем обработки на обычных токарных станках уменьшается в 1,5-2 раза в результате значительного сокращения вспомогательного времени.

При обработке на станках с ЧПУ погрешность воспроизведения на детали контура, заданного программой управления, складывается из многих факторов, как конструктивных, определяемых принципом действия устройства ЧПУ, приводов, конструкций элементов станка, так и технологических, обусловленных режущим инструментом, приспособлением, режимом обработки, материалом детали и т.д [2].

Для обработки сложных поверхностей, помимо станков с программным управлением, целесообразно применять одношпиндельные токарно-многолезцовые полуавтоматы, гидрокopировальные полуавтоматы, а также токарные станки, оборудованные гидрокopировальными суппортами.

Обработка на токарных станках, оборудованных гидрокopировальными суппортами, ведётся по копиру. При этом применяют приспособления прямого действия (сила резания действует на копир; износ и упругие деформации копира велики, точность обработки низкая) и приспособления с усилительным элементом. В приспособлениях прямого действия копир устанавливают соосно с деталью, крепят на задней бабке с помощью кронштейна сзади или спереди станка. В наиболее точных приспособлениях вместо ролика используют ножевой щуп [2].

Схема обработки фасонных поверхностей по копиру представлена на рисунке 2.

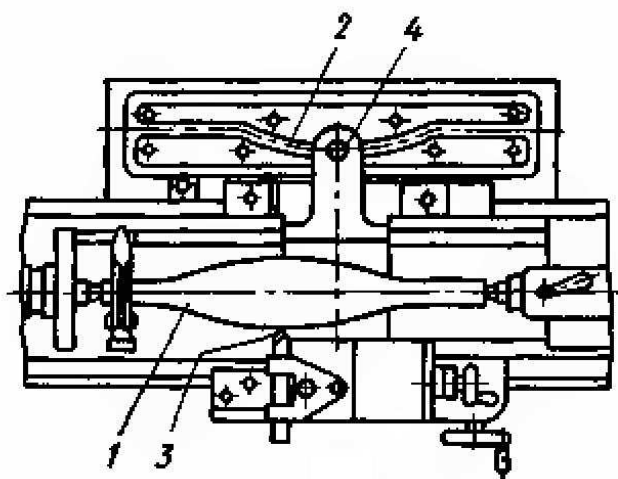


Рисунок 2 - Схема обработки фасонных поверхностей по копиру:  
1 – заготовка; 2 – копир; 3 – резец; 4 – щуп

Схема наладки многорезцового копировального полуавтомата для обработки наружной поверхности оправки элонгатора представлена на рисунке 3.

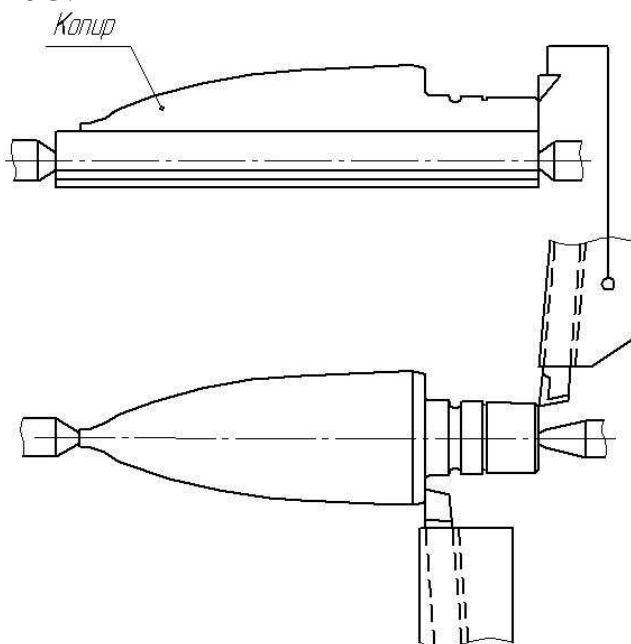


Рисунок 3 - Схема наладки многорезцового копировального полуавтомата для обработки наружной поверхности оправки элонгатора

Обработка основного профиля изделия производится копировальным суппортом, который одним резцом при помощи гидравлического следящего устройства воспроизводит на изделии форму установленного на станке шаблона. Прорезание канавок и подрезание торцов производится поперечным суппортом одним или несколькими резцами.

Система управления полуавтомата позволяет при обработке деталей в полуавтоматическом режиме осуществлять различные варианты

включения суппортов в работу (одновременное, поперечное после копировального, только копировальное)

Точность обработки на многолезцовом полуавтомате в значительной степени зависит от положения резцов в наладке. Неодновременное начало и окончание их работы вызывает изменение отжатый технологической системы, что приводит к возникновению погрешности формы обрабатываемых поверхностей. В общем случае точность обработки достигает 11-13 квалитета. При правильном выборе наладки и технологической оснастки точность может быть повышена до 6-9 квалитета [2].

На гидрокопировальных полуавтоматах при предварительном обтачивании получают 11–12 квалитеты точности. При чистовой обработке обеспечивается более высокая точность (обычно выдерживается допуск 0,02-0,06 мм). Высокая чувствительность следящей системы обеспечивает соответствие размеров обрабатываемой заготовки размерам копира; влияние отжатый в упругой системе невелико из-за малого числа резцов; исключаются неточности взаимного положения резцов и неравномерность их износа [3].

Стоимость многолезцовых станков меньше стоимости станков с ЧПУ, однако при их использовании увеличивается время и затраты на подготовку производства. Это связано с необходимостью изготовления сложных копиров и приспособлений большой номенклатуры, погрешностью их наладки и затратами времени на ее осуществление при большой номенклатуре производства оправок элонгатора, что делает копировальные станки менее конкурентоспособным, по сравнению со станками с ЧПУ.

### Литература

1. Расчеты экономической эффективности новой техники. Справочник / Под общ. Ред. К. М. Великанова.-2-е изд. перераб. и доп.– Л. Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990.- 448 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т1./ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, - 4-е изд., перераб. и доп. – М: Машиностроение, 1986 - 656с.
3. Конструкция и наладка токарных автоматов и полуавтоматов. Учебник / Н.И. Камышный, В.С. Стародубов - 4-е изд., перераб. и доп. – М: Высш. школа, 1988 - 256 с.

## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ НА ИЗНОС ИНСТРУМЕНТА**

Соловьева Ю.С. (ВМ 436)

Научный руководитель Даниленко М.В.

*Рассматривается влияние параметров токарной обработки на износ режущего инструмента.*

*This article considers the influence of parameters of the turning on the wear of cutting tools.*

В процессе резания в результате взаимодействия обрабатываемого и инструментального материалов контактные площадки на передней и задней поверхностях инструмента изнашиваются. Износ контактных площадок инструмента происходит непрерывно, на протяжении всего процесса резания при всех практически возможных условиях резания и любых физико-механических свойствах инструментального и обрабатываемого материалов.

В зависимости от условий резания и свойств инструментального и обрабатываемого материалов преобладающий износ может наблюдаться на передней поверхности, на главной задней поверхности или одновременно на главной задней и на передней поверхностях.[2]

Главным фактором, влияющим на интенсивность износа инструмента, является скорость резания.

При низких скоростях резания взаимодействие обрабатываемого материала с инструментальным характеризуется существованием на передней поверхности нароста или пульсирующей контактной зоны, а на задней поверхности периодически повторяющимися актами взаимодействия с ней неустойчивыми срываемыми объемами таких формирований. В этих условиях изнашивание задней поверхности определяется адгезионно - усталостными явлениями, а также микроскалываниями режущего клина.

Поэтому при резании с наростом и пульсирующей контактной зоной, т.е. при скоростях ниже переходной скорости  $V_{п}$ , наибольшей стойкостью будут обладать твердые сплавы, хорошо сопротивляющиеся адгезионно - усталостному износу: мелкозернистые сплавы групп ВК и ТТК.[1]

При несколько более высоких скоростях, когда с площадкой износа взаимодействует пульсирующая контактная зона, изнашивание может определяться как адгезионно - усталостными, так и диффузионными явлениями.

В условиях существования на площадке износа зоны относительного застоя или зоны контактного пластического деформирования между обрабатываемым и инструментальным материалами, по всей

действительной поверхности контакта устанавливается устойчивая адгезионная связь.

В этих условиях отсутствует процесс многократного установления и разрыва адгезионных связей.

Поэтому первопричиной износа в этих условиях являются диффузионные процессы.

В условиях диффузионного износа наиболее износостойкими являются твердые сплавы, имеющие наибольшее весовое и объемное содержание стойких к диссоциации титаносодержащих карбидов, а также сплавы с износостойкими покрытиями.

Очевидно, что на износ инструмента влияет не только скорость резания, но и многие другие факторы (подача, глубина резания, свойства обрабатываемого материала и др.).

В результате экспериментальных исследований было установлено, что износ инструмента увеличивается с увеличением подачи и уменьшением глубины резания.[4]

Влияние обрабатываемого материала на стойкость инструмента проявляется через механические, теплофизические свойства сталей, через химическое взаимодействие сталей с твердыми сплавами.

Изменение этих свойств влияет на стойкость инструмента через вид контактного взаимодействия, определяющий механизм износа, а также через температуру и кинематику граничного взаимодействия.

Чем выше интенсивность тепловыделения в зоне стружкообразования и в контактных зонах на передней и задней поверхностях и чем ниже интенсивность стока тепла, тем ниже стойкость инструмента.[3] Поэтому, как правило, к снижению стойкости резцов приводят следующие факторы:

- 1) увеличение прочностных характеристик стали, связанное, как правило, с увеличением содержания углерода в стали, и увеличение содержания легирующих элементов в стали;
- 2) снижение теплопроводности стали.

#### Литература

1 Талантов Н.В. Физические основы процесса резания, изнашивания и разрушения инструмента. – М.: Машиностроение, 1992, 240 с.

2 Макаров А.Д. Оптимизация процессов резания. – М.: Машиностроение, 1976. 250 с.

3 Лоладзе Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента. – М.: Машиностроение, 1984. 235 с.

4 Макаров А.Д. Износ и стойкость режущих инструментов. – М.: Машиностроение, 1966. 257 с.

## ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСАДОЧНОГО ОТВЕРСТИЯ ШАТУНА МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА И ОПРОКИДЫВАНИЯ

Тарановская В. А. (ВМ 436)

Научный руководитель Авилов А. В.

*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 металлу. 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 методов напыления:

газопламенное; детонационное; высокочастотное индукционное напыление; плазменное напыление; электродуговая металлизация.

На рисунок 1 показан принцип газопламенного напыления порошкового материала.

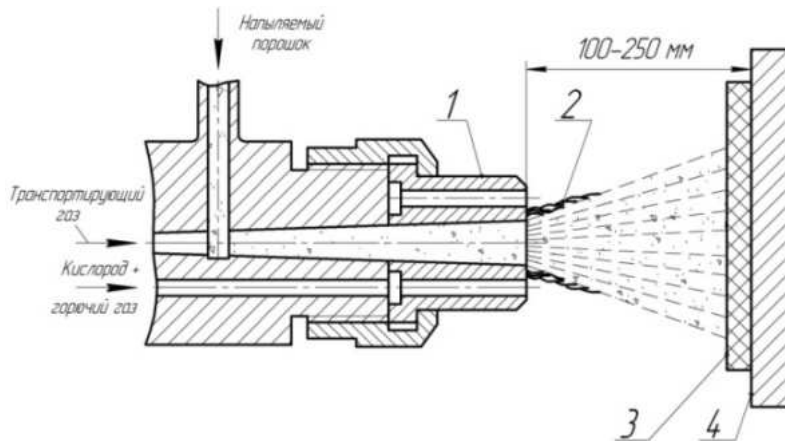


Рисунок 1 - Газопламенное напыление порошкового материала: 1 – сопло; 2 – факел; 3 – покрытие; 4 – подложка

Преимущества метода газопламенного напыления – независимость от источника тока; простота обслуживания; мобильность.

Недостатки - малая производительность; взрывопожароопасность.

Схема детонационного напыления показана на рисунке 2.

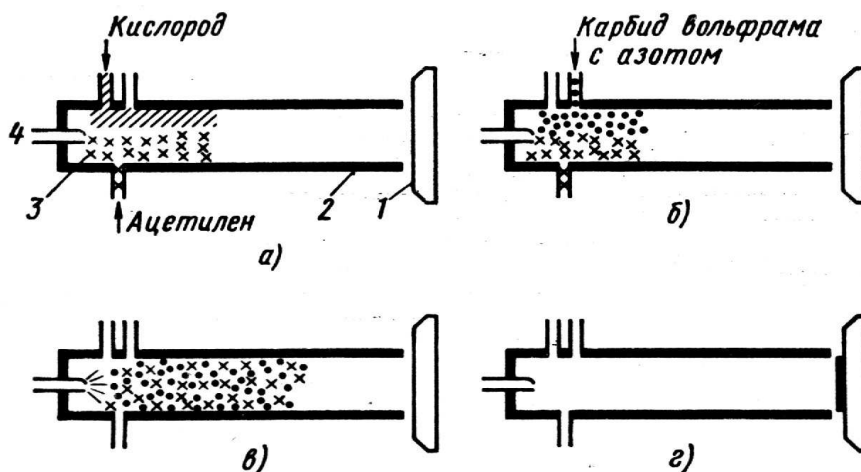


Рисунок 2 – Схема детонационного напыления: 1 – деталь на которую наносится покрытие; 2 – водоохлаждаемый ствол; 3 – камера; 4 – электрический запал. а – заполнение камеры рабочей смесью; б – подача порошка; в – взрыв рабочей смеси и разгон порошка; г – образование покрытия

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.

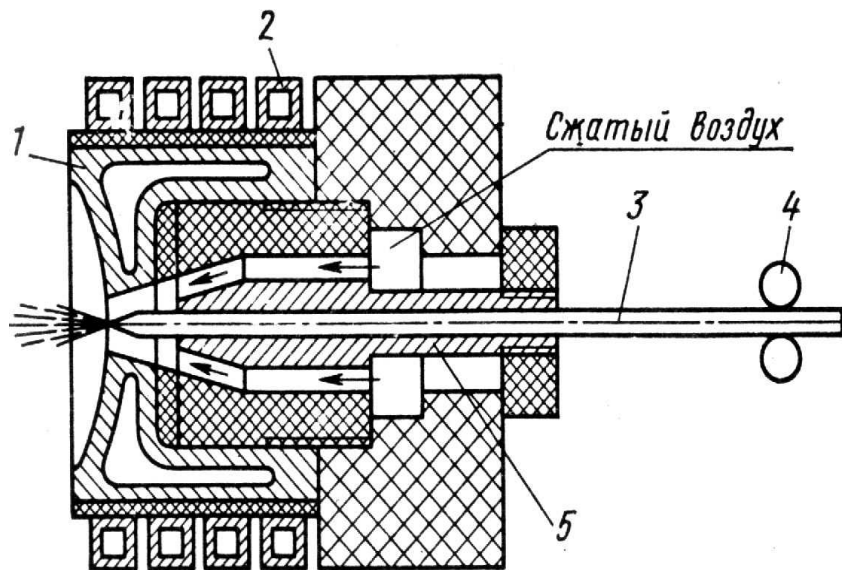


Рисунок 3

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

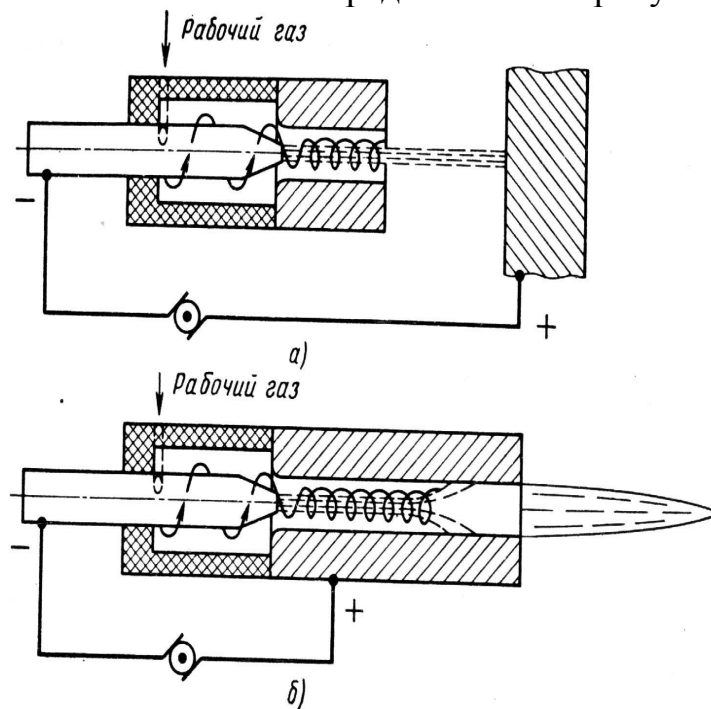


Рисунок 4 – Плазменно-дуговая (а) и плазменно-струйная (б) горелки



## Электродуговая металлизация

Принципиальная схема электродугового металлизатора дана на рисунке 5.

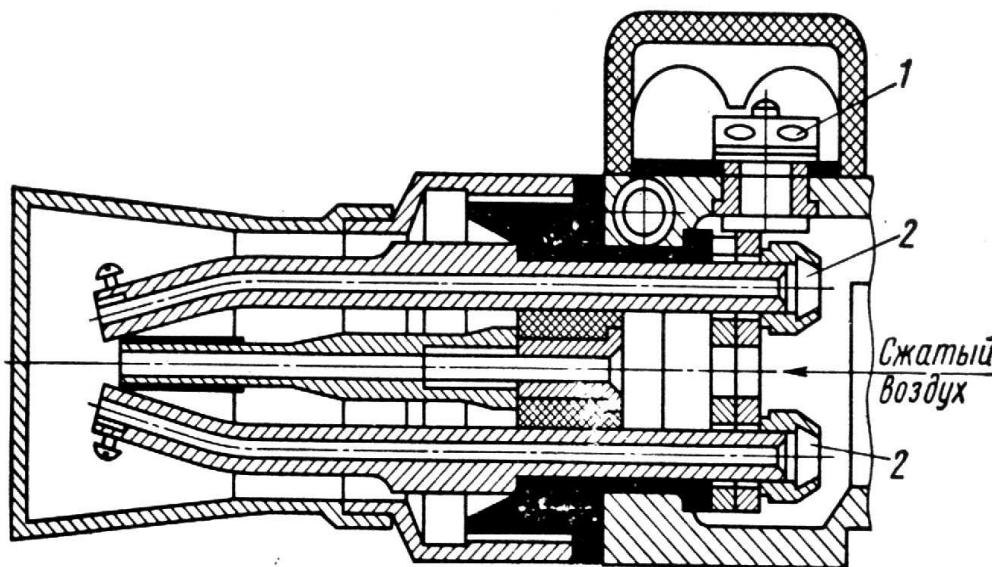


Рисунок 5 – Принципиальная схема электродугового металлизатора для напыления покрытий из проволоки: 1 – токоподвод; 2 – направляющие для напыляемой проволоки

Преимущества: высокая производительность процесса и возможность значительного сокращения затрат времени на напыление.

Недостатком рассматриваемого метода является перегрев и окисление напыляемого материала;

Обработка напыленных покрытий:

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.

Литература

1. Хауси А., Мorigаки О. Наплавка и напыление/Пер. с яп. X12 В. Н. Попова; Под ред. В. С. Степина, Н. Г. Шестеркина. – М.: Машиностроение, 1985. – 240с., ил.

2. Вулканизационное оборудование шинных заводов. Цыганок И.П. М.: Машиностроение, 1967. - 324 стр.

# ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУПЕРФИНИШИРОВАНИЯ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПОДШИПНИКА

Трущелёва Ю.А. (ВМ 536)

Научный руководитель Даниленко М.В.

*Рассматривается способ повышения эффективности суперфиниширования конических поверхностей деталей подшипника*

*This article considers the way of efficiency superfinishing conical surfaces of the parts bearing*

Основным методом финишной абразивной обработки рабочих поверхностей ответственных деталей является суперфиниширование. Путем выбора оптимальных характеристик брусков и регулирования параметров обработки можно управлять процессом обработки, осуществляя исправление погрешностей формы заготовки, производить удаление исходной шероховатости и дефектного слоя. Отсутствие волнистости, малая шероховатость, увеличение опорной длины профиля, наличие остаточных напряжений сжатия и упрочнение в поверхностном слое металла в результате повышения микротвердости – все это способствует повышению износостойкости суперфинишированных поверхностей деталей.

В отечественной и зарубежной подшипниковой промышленности наиболее распространенным является способ суперфиниширования с продольным перемещением бруска.

К недостатку данного метода можно отнести то, что брусок контактирует с заготовкой всей своей рабочей поверхностью одновременно, что затрудняет подачу СОЖ в зону обработки, удаление продуктов резания и тем самым способствует появлению засаливания рабочей поверхности брусков и снижению качества поверхностного слоя. Также данный метод из-за невозможности обеспечения требуемой величины перебегов брусков способствуют образованию вогнутого профиля обрабатываемой поверхности, что недопустимо при доводке дорожек качения.

Методом усовершенствования схемы обработки конических поверхностей является придание инструменту осциллирующих колебательных движений в плоскости, перпендикулярной оси вращения заготовки. Это позволяет придавать абразивным зернам определенную скорость перемещения по обрабатываемой поверхности в поперечном сечении заготовки [1].

В ходе работы были произведены расчеты по исследованию влияния способов суперфиниширования конических поверхностей на производительность обработки. В качестве объекта исследования было принято внутреннее кольцо конического роликового подшипника типа

7207А. Результаты показали, что производительность предлагаемого способа суперфиниширования конических поверхностей с двойной осцилляцией инструмента, по объему снимаемого металла в поперечных сечениях заготовки, выше, чем при базовом способе приблизительно в 2 раза. Для более наглядного представления результатов, полученных в ходе расчета, построена диаграмма, приведенная на рисунке 1.

Анализ полученных результатов показывает, что толщина слоя металла, снимаемого единичным режущим зерном бруска при анализируемых способах, имеет одинаковое значение  $a_z=0,004561$  мм. Эта равномерность объясняется тем, что зернистость абразивных брусков одинакова и при постоянных режимах обработки абразивные зерна на равную глубину внедряются в обрабатываемую поверхность.

Объем снимаемого металла в поперечном сечении заготовки в базовом способе суперфиниширования составляет  $0,14 \text{ мм}^3$ , а в предлагаемом –  $0,27 \text{ мм}^3$ . Объяснением этому может служить тот факт, что в предлагаемом способе суперфиниширования с двойной осцилляцией инструмента абразивным зернам сообщается дополнительное движение в поперечном сечении заготовки, при котором дополнительно срезается слой металла. Следовательно, объем снимаемого металла в поперечных сечениях заготовки в предлагаемом способе суперфиниширования приблизительно больше в 2 раза.

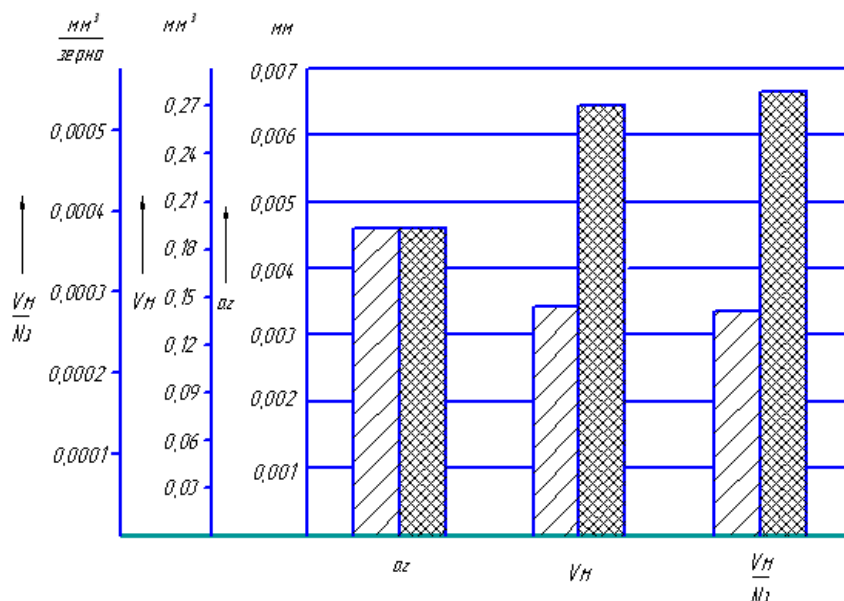




Рисунок 1 – Расчетные значения толщины слоя металла, снимаемого единичным зерном; объем металла, снимаемого в поперечном сечении заготовки, и объема металла, приходящегося на одно абразивное зерно, при различных способах суперфиниширования:  – базовый способ;  – предлагаемый способ

Аналогичным образом, объем металла, приходящийся на одно абразивное зерно в базовом способе суперфиниширования, составляет

0,00028 мм<sup>3</sup> / зерно, а в предлагаемом – 0,00054 мм<sup>3</sup> / зерно. Большой объем металла, который приходится на одно зерно, является следствием того, что, несмотря на равное количество зерен, участвующих в работе при анализируемых способах, предлагаемый способ, за счет сообщения инструменту осцилляции в поперечном сечении заготовки, увеличивает длину дуги взаимодействия бруска с обрабатываемой поверхностью. В результате объем металла, приходящийся на одно зерно, увеличивается в 2 раза.

Было также установлено, что способ суперфиниширования с двойной осцилляцией инструмента обеспечивает повышение точности формы деталей за счет постоянства толщины снимаемого слоя металла одним режущим зерном.

#### Литература

1 Лукьянов, К.Ю. Повышение эффективности процесса суперфиниширования конических поверхностей прецизионных деталей / К.Ю. Лукьянов. – Самара, 2007. – 247с.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ОТКЛОНЕНИЙ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОЛЕЦ РОЛИКОВОГО УПОРНОГО ПОДШИПНИКА 29910C17 ПОСЛЕ ОПЕРАЦИЙ ШЛИФОВАНИЯ**

Хапалов В.Ю. (ВМ 536)

Научный руководитель Семенов С. В.

*В статье изложены результаты исследования отклонения линейных размеров колец роликового упорного подшипника 29910C17, установлены законы распределения этих параметров и сделан вывод о пригодности*

*заводских режимов шлифования к дальнейшему применению.*

*The article suggests the research of a deviation of the linear sizes of rings of the roller thrust bearing 29910C17, laws of distribution of these parameters are established and there is a conclusion of suitability of factory modes of grinding to the further application.*

В современном машиностроительном производстве предъявляются высокие требования к качеству работы технологической системы, оценка которой базируется на измерениях геометрических размеров выпускаемой продукции и выявлении их отклонений от номинальных значений, при попадании которых в допускаемые пределы, можно говорить о том, что метод и режимы обработки подобраны оптимально.

Было проведено исследование отклонения размеров трех поверхностей (наружная, внутренняя, торцовая) от номинальных значений 100 колец, которые поступили на шлифовальный участок после термической обработки.

Объектом исследования является кольцо подшипника роликового упорного с коническими роликами – 29910 С17.

Производились измерения отклонений размеров наружного, внутреннего диаметров и высоты кольца подшипника от номинальных значений. Исследование базируется на графиках распределения опытных замеров, проверяемых на соответствие одному из стандартных законов распределения теории статистики, и определении брака в данной выборке путем анализа графиков распределения.

Методика измерения состояла в следующем: кольцо подшипника после шлифования устанавливалось на измерительный прибор. Производилось измерение отклонения полученного размера обработанной детали от номинального, в результате получили для ста колец по два результата замеров. То есть получили две группы (одна характеризует минимальные отклонения, вторая - максимальные) по сто значений в каждой.

Проверка по критериям Кочрена и Фишера для данного случая показала, что дисперсии однородны и групповые средние различаются незначимо.

Для определения закона распределения исследовали погрешности измеренных значений отклонений от среднего арифметического от всех средних. Определили размах величин высот. Разделили всю совокупность измеренных значений на интервалы, нашли количество значений, попавших в каждый интервал (частоту попадания в интервал). Таким образом, получили график распределения измеренных параметров (Рис. 1).

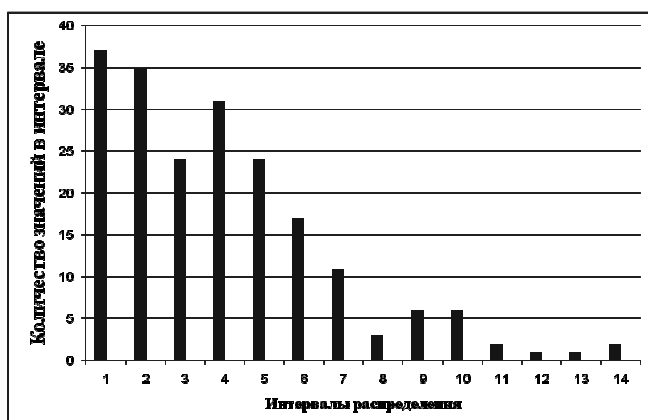


Рисунок 1 – График распределения измеренных высот колец

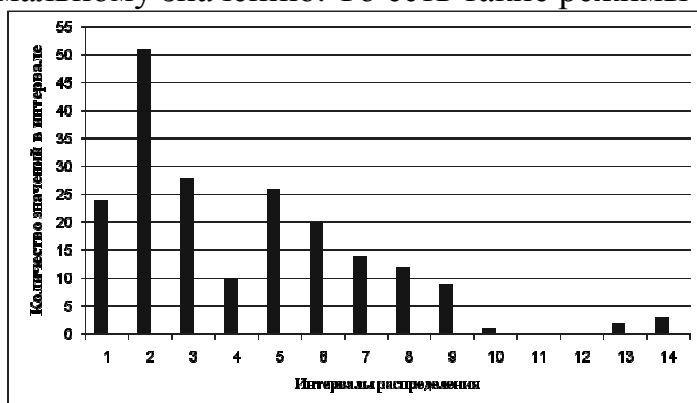
Можно судить о том, что закон распределения приближен к экспоненциальному. Из графика можно сделать вывод, что количество

бракованных деталей в каждой партии при данных режимах резания, оборудовании стремится к нулю. То есть такие режимы можно принять и использовать при обработке данной поверхности в дальнейшем.

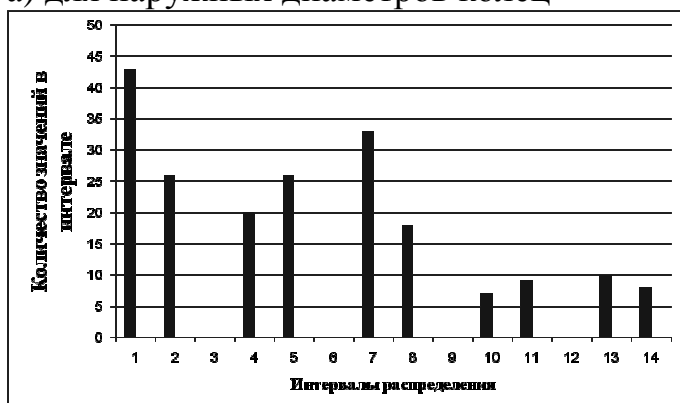
Аналогичным образом производилось исследование параметров поверхностей колец подшипников на операциях шлифования наружного и внутреннего диаметров.

Проверка по критериям Кочрена и Фишера для обоих случаев показала, что дисперсии также однородны и групповые средние различаются незначимо. Получили также два графика распределения для двух опытов (шлифование наружного и внутреннего диаметров), которые представлены, соответственно, на Рис. 2 а и б.

Закон распределения для наружных диаметров приближен к логнормальному. При приближении к критическим значениям допуска количество значений замеров, попадающих за его границы, стремится к нулю. Можно говорить о стремлении количества бракованных деталей в каждой партии при данных режимах резания, оборудовании к минимальному значению. То есть такие режимы тоже можно принять.



а) для наружных диаметров колец



б) для внутренних диаметров колец

Рис. 2. – График распределения измеренных параметров

Для внутренних диаметров колец закон распределения трудно определить. Невозможность определения закона распределения вызвана переналадкой станка при изготовлении партии подшипников. И, таким

образом, проявились несвязанные группы измеренных параметров, которые невозможно объединить под один закон распределения.

#### Литература

1 Морозов, И. М. Техническое нормирование операций механической обработки деталей : учеб. пособие / И. М. Морозов, И. И. Гузеев, С. А. Фадюшин. – Челябинск : ЮУрГУ, 2003. – 65 с.

2 Нарышкин, В. Н. Подшипники качения : справочник-каталог / Под ред. В. Н. Нарышкина и Р. В. Коросташевского. – М. : Машиностроение, 1984. – 280 с. : ил.

3 Степнов М.Н. Статические методы обработки результатов механических испытаний. Справочник. 2-е изд. испр. и доп. - Москва: Машиностроение, 2005. - 400 с.

### **КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ ПРОЦЕССА ПЛОСКОГО ВРЕЗНОГО ШЛИФОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ**

Ченин В. В. (ВТО 5)

Научный руководитель Носенко В. А.

*Сообщается о результатах исследования связи между шероховатостью, радиальным износом круга и силами шлифования.*

*The article reports about the results of research of the relationship between the parameters of roughness, radial wear of the grinding wheel and grinding forces.*

Шероховатость поверхности и радиальный износ круга являются важнейшими параметрами процесса шлифования, на которые влияет огромное количество внешних факторов. Для оценки обрабатываемости различных металлов и сплавов резанием применяются не только эти параметры, но и такие как составляющие сил шлифования, от величины которых зависит характер поведения и изменения первых. При шлифовании отдельных металлов установлена взаимосвязь между составляющими сил шлифования и шероховатостью, которая показана в целом ряде работ [1, 2]. Например, при шлифовании стали 40Х с ростом тангенциальных и радиальных составляющих величина шероховатости имеет тенденцию к уменьшению. То же можно сказать про быстрорежущую сталь Р6М3 и многие другие стали и сплавы. Однако однозначной взаимосвязи между шероховатостью и износом, шероховатостью, износом и силами шлифования не установлено. Цель, которую мы поставили перед собой – попытаться установить взаимосвязь

между параметрами, характеризующими обрабатываемость. Для её достижения необходимо решить следующую задачу: найти такой универсальный параметр, который мог бы связать все остальные при различных условиях обработки.

Мы рассмотрели три фактора, оказывающие влияние на величины составляющих сил шлифования, износа, шероховатости: среда, абразивный материал, скорость главного движения. При этом постарались рассмотреть контрастные варианты условий, материалов кругов и их скоростей. Во-первых, подобрали два материала, которые имеют различную природу химических связей: электрокорунд марки 24А (состоящий из оксида алюминия  $Al_2O_3$  на 99,4 % – 99,7 % при незначительном наличии других окислов ( $Fe_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $SiO_2$ ), производимый путем плавки очень чистого глинозёма) и карбид кремния 54С (содержащий 96 % – 99 % карбида кремния  $SiC$ , производимый путем восстановления двуокиси кремния в печах сопротивления). Во-вторых, производили шлифование в двух наиболее контрастных средах: с содержанием СОЖ (основа  $KN_3PO_4$ ) и в воздушной среде, то есть без подачи охлаждающей жидкости в зону обработки. В-третьих, шлифование осуществляли на двух скоростях главного движения – 37 и 13,8 м/с. С уменьшением скорости шлифования пропорционально изменяли скорость подачи стола, отношение  $v_k/v_s = 1,85$ . Для  $v_k$  37 и 13,8 м/с скорость подачи стола соответственно 12 и 4,3 м/мин. За период шлифования снимали припуск 0,5 мм, глубина шлифования 0,01 мм/дв. ход.

Исследование проводили для десяти различных по обрабатываемости и физико-механическим свойствам металлов на плоскошлифовальном станке 3Г71: ниобий НБ-1, Армко-железо, сталь 40Х, титановые сплавы ВТ3-1, ВТ22, быстрорежущая сталь Р6М3, нержавеющая сталь 1Х18Н9Т, жаропрочные литейные сплавы ВЖЛ14 и ЖС6Ф, молибден. Типоразмеры и характеристики кругов приняли одинаковыми: 1 250×20×76 24А(64С)F60М7В.

Между шероховатостью и радиальным износом при шлифовании электрокорундовым кругом наблюдается сильная корреляция, а в условиях воздушной среды и скорости главного движения 13,8 м/с она очень сильная ( $r = 0,94$ ), при обработке кругом из карбида кремния – при  $v_k = 37$  м/с корреляция средняя, при  $v_k = 13,8$  м/с корреляция сильная.

Что же касается связи между  $\Delta R$ ,  $Ra$  и составляющими сил шлифования, то наибольшие значения коэффициентов корреляции наблюдаются между параметрами шероховатости и составляющими сил шлифования при обработке в условиях подачи СОЖ и низкой скорости главного движения обоими кругами, а также при обработке в среде без СОЖ со скоростью  $v_k = 37$  м/с кругом из карбида кремния.

Все эти коэффициенты значимы и отрицательны. Это говорит о том, что в этих условиях обработки с ростом составляющих сил шлифования у



параметра шероховатости  $Ra$  наблюдается тенденция к уменьшению. Также на низкой скорости главного движения электрокорундового круга в условиях подачи СОЖ наблюдается отрицательная значимая корреляция между радиальным износом и составляющими сил шлифования. Что также характеризует уменьшение значений  $\Delta R$  при росте составляющих сил в данных условиях.

Высокая корреляция между шероховатостью и отношением составляющих сил шлифования осталась только для случая обработки электрокорундовым кругом в условиях подачи СОЖ и кругом из карбида кремния в воздушной среде, между радиальным износом и  $P_{z \text{ обр}} / P_{y \text{ обр}}$  – при обработке в воздушной среде кругом из электрокорунда. Максимальное значение коэффициента корреляции наблюдается в паре  $Ra - P_{z \text{ обр}} / P_{y \text{ обр}}$  при обработке электрокорундовым кругом в среде СОЖ, которое можно проиллюстрировать полем рассеяния. Также в этих же условиях наблюдается сильная корреляция между шероховатостью и радиальным износом. Но однозначной зависимости между всеми параметрами шероховатости и износа в парах с отношениями составляющих сил шлифования на обратном ходу в различных условиях шлифования при втором объединении также не было установлено.

Таким образом, нами было установлено, что при обработке кругами из двух марок абразивного материала (электрокорунд и карбид кремния), в двух средах (воздушная и с применением СОЖ), на разных скоростях главного движения ( $v_k = 37$  м/с и  $v_k = 13,8$  м/с) с некоторым допущением отношение  $P_{z \text{ обр}} / P_{y \text{ обр}}$  можно назвать таким универсальным параметром, который в наибольшей степени связан с радиальным износом круга и шероховатостью поверхности, за исключением только случая, когда обработка происходит на высокой скорости. Во всех же остальных случаях отношение  $P_{z \text{ обр}} / P_{y \text{ обр}}$  является тем параметром, который наиболее чувствителен к изменению  $\Delta R$  и  $Ra$ . И в дальнейших исследованиях, опираясь на него, можно будет говорить о том, как факторы среды, абразивного материала, скорости главного движения влияют на радиальный износ круга, шероховатость обработанной поверхности при соответствующих условиях обработки. Также нами было установлено, что коэффициенты корреляции между параметром  $Ra$  и составляющими сил шлифования на прямом и обратном проходах при обработке с низкой скоростью главного движения всегда отрицательны, хоть и не во всех случаях значимы. Но с определенной долей вероятности можно утверждать, что на низкой скорости круга с ростом радиальной и тангенциальной сил шлифования шероховатость снижается. Что же касается параметра радиального износа, то он ведет себя аналогично шероховатости лишь при обработке электрокорундовым кругом с низкой скоростью во всех средах.

## Литература

1 Маслов, Е. Н. Теория шлифования материалов / Е. Н. Маслов. – М.: Машиностроение, 1974. – 320 с.

2 Резников, А. Н. Абразивная и алмазная обработка материалов: Справочник / Под ред. д-ра техн. наук проф. А. Н. Резникова. – М.: Машиностроение, 1977. – 391 с.: ил.

## **МЕТОД АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ТОРЦОВ КОЛЕЦ КОНИЧЕСКИХ ПОДШИПНИКОВ С ЗАМЕНОЙ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И СХЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК**

Юшин А. С. (ВМ 536)

Научный руководитель Дудин С. А.

При шлифовании торцов колец конических подшипников из материала ШХ 15 ГОСТ 801, как правило, используют шлифовальные круги из электрокорунда на бакелитовой и керамической связках. На заводе ОАО «ВПЗ» шлифовальные круги на керамической связке на этой операции практически не используются. Это обусловлено следующими причинами: уровень бесприжогового шлифования со скоростью 35 м/с по съему металла у бакелитовых кругов в 1,9-2,2 раза выше чем у керамических; на производственных испытаниях круги на керамической связке показали меньшую производительность, чем на бакелитовой на этой же операции..

Снизить количество прижогов достаточно легко. Для этого необходимо уменьшить скорость шлифования до 30-32 м/с, при таком режиме обработки уровень бесприжогового шлифования керамическими кругами увеличивается в 1,4-1,5 раза и практически достигает значений, соответствующих бакелитовым кругам.

На основании лабораторных испытаний установлено, что при шлифовании стали ШХ15 при жестком закреплении детали (образца) с применением СОЖ коэффициент шлифования по этим материалам у керамических кругов в 4,9 раза выше, чем у бакелитовых.

Это объясняется тем, что при жестком закреплении деталей бакелитовые круги обеспечивают бесприжоговое шлифование за счет более интенсивного процесса самозатачивания и обновления (осыпания) абразивных зерен на рабочей поверхности кругов. В то время, как у керамических кругов износ происходит в основном в результате затупления режущих кромок абразивных зерен жестко закрепленных связкой в круге.

Отмеченное выше противоположное количественное соотношение стойкости керамических и бакелитовых кругов в лабораторных и производственных условиях объясняется разным характером крепления

деталей при обработке и, следовательно, разным характером износа кругов. В лабораторных условиях, как отмечалось, детали-образцы закреплялись жестко. В производственных условиях детали-кольца при врезании и прохождении через зону обработки между направляющими (опорными) пластинами с зазором имеют относительную свободу, непрерывно самоустанавливаются в период непосредственного взаимодействия абразивных зерен с обрабатываемой поверхностью. Кольца имеют возможность осевого перемещения из-за разности суммарного давления на них базового и противобазового кругов, радиального в зазоре между опорными пластинами, вращательного в направлении вращения круга, со стороны которого силы давления больше, и поступательного в направлении продольной подачи. Абразивные зерна в бакелитовой связке, обладающей определенной эластичностью, имеют возможность податливости и изменения мгновенного расположения в круге при изменении величины и направления сил резания, что снижает возможность выламывания (вырывания) зерен из круга.

В керамических кругах абразивные зерна жестко закреплены хрупкой керамической связкой. При мгновенном превышении сил шлифования, действующих на зерно по сравнению с предельно допустимыми нагрузками на разрыв мостиков связки, зерна осыпаются. При значительной скорости вращения и вибрации колец при взаимодействии с кругами кольца во время их поступательного движения относительно торцов кругов выполняют роль своего рода шарожки, правящей круги. Все это в итоге и приводит к интенсивному осыпанию зерен из керамического круга и, собственно, к размерному (осевому) износу кругов по торцам.

Наибольший износ противобазового круга от периферии к центру объясняется тем, что при врезании максимальный съем происходит с противобазовой стороны кольца, где удельные давления круга на деталь максимальны. По мере перемещения кольца к центру опорная поверхность противобазовой стороны кольца увеличивается, и возрастает суммарное давление на кольца этим кругом, имеющим меньшую, чем базовый, скорость вращения, зернистость и большую твердость. По мере приближения кольца к центру круга скорость резания падает, увеличивается давление кольца на базовый круг и на отдельные зерна. Происходит более интенсивное осыпание зерен и размерный износ круга образует вогнутую поверхность торца базового круга. Следовательно, определяющее значение на характер и интенсивность износа кругов оказывает соотношение величин площадей базового и противобазового торца. Фактически оно может колебаться в широких пределах от 2,5 до 5,0 и более. При малых площадях на противобазовом торце, когда этот торец имеет практически острую кромку, особенно на наружных кольцах, может достигать очень больших значений, что приводит к значительному начальному отклонению плоскости торцов колец относительно плоскостей

торцов кругов в момент врезания, что в свою очередь приводит к неплоскостности и овальности колец.

Таким образом, обработка торцов колец конических подшипников из материала ШХ 15 ГОСТ 801 шлифовальными кругами на керамической связке при жестком закреплении заготовок позволяет снизить расходы на абразивный инструмент. Так как стойкость базовых кругов до полного износа увеличивается с 70 тыс. шт. (11 смен) до 180 тыс. шт. (30 смен). Также уменьшается период времени между правкой шлифовального круга, что непосредственно сокращает время обработки заготовок. Эти факторы делают процесс обработки более экономичным и, следовательно, снижают себестоимость подшипника.

## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ (БАШНЯ В РЯД) ДЛЯ КОНИЧЕСКИХ РОЛИКОПОДШИПНИКОВ НА ЛИНИИ Л-324**

Яценко В.А., Тарасова Т.С.

Подшипники служат опорами для валов и вращающихся осей. Они воспринимают радиальные и осевые нагрузки, приложенные к валу, и передают их на раму машины. При этом вал должен фиксироваться в определенном положении и вращаться вокруг заданной геометрической оси. Подшипниками называются опорные устройства, которые воспринимаемые нагрузки осями и валами, передают на корпуса или станины машин. Во избежание снижения КПД механизма, потери в подшипниках должны быть минимальными.

По форме тел качения подшипники делятся: на шариковые и роликовые.

Последние, в свою очередь, в зависимости от формы роликов, подразделяются на следующие группы: с короткими цилиндрическими роликами; с длинными цилиндрическими роликами; с витыми и игольчатыми роликами; с коническими и со сферическими роликами.

Проанализируем назначение внутреннего кольца подшипника качения. Из типа подшипника, к которому относятся это кольцо (радиально-упорный конический роликоподшипник) можно сделать вывод о том, что назначение наружного кольца будет состоять в том, чтобы воспринимать комбинированные нагрузки, действующие на подшипник, то есть радиальные и осевые одновременно или поочередно.

Конические роликоподшипники являются подшипниками радиально-упорного типа. Их способность воспринимать осевые нагрузки зависит от угла конуса наружного кольца. С увеличением этого угла осевая грузоподъемность подшипника возрастает.

Допускаемые скорости вращения конических подшипников ниже, чем у подшипников с короткими цилиндрическими роликами, и примерно такие же, как у сферических двухрядных роликоподшипников. Конические подшипники являются разъемными, что позволяет вести раздельный монтаж наружных и внутренних колец.

Для изготовления внутреннего, наружного колец, и ролика используется сталь ШХ 15.

Неметаллические включения оказывают отрицательное влияние на контактную выносливость стали ШХ 15 и на долговечность подшипников.

Согласно ГОСТ 801–60 подшипниковая сталь ШХ 15 должна обладать определённой прокаливаемостью. Прокаливаемость стали, определяют методом торцевой закалки по ГОСТ 5657–51, колеблется в широких пределах: от 4 до 10,7 мм, что примерно соответствует диаметру роликов от 13 до 35 мм.

Оптимальная твёрдость стали ШХ 15 от 62 до 66 *HRC*.

Одним из основных направлений развития технологии машиностроения является расширение областей применения автоматизации производства. В сложившихся экономических условиях, для наиболее полного удовлетворения спроса, предприятия вынуждены расширять номенклатуру производимой продукции. У ОАО «ВПЗ-15» имеется опыт создания многономенклатурных линий (модели Л-309 и Л-324), на которых обрабатываются детали нескольких наименований – как одиночные, так и спаренные заготовки («башенные» поковки) колец подшипников.

Штамповка кольцевых поковок на четырехпозиционном горячештамповочном автомате включает следующие переходы (предварительно заготовку нагревают до температуры (1100+50) °С в индивидуальной нагревательной установке проходного типа):

- 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.

Процесс производства заготовок колец подшипников на автоматических линиях не является совершенным, существуют пути для его дальнейшей оптимизации. Так, постепенно идет отказ производства заготовок колец подшипников из трубной заготовки, которая экономически менее выгодна, чем прокат.

## РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ РАДИАТОРОВ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Кузнецов И.О. (ВТС 531)

Научный руководитель Кулько А.П.

Постановке радиатора на производство должен предшествовать комплекс исследовательских работ и различных испытаний. В связи с тем, что радиатор как теплообменник соединён с системой охлаждения автомобильного двигателя, работающего при постоянно изменяющейся нагрузке, оборотах и в различных климатических условиях, одной из целей выше указанных работ должно быть определение соответствия создаваемого радиатора условиям его работы на данном автомобиле. Другой целью проводимых исследовательских работ и испытаний является обеспечение заданного срока службы радиатора. В конечном результате всех сделанных работ должны быть даны рекомендации о постановке радиатора на производство.

Испытания радиаторов подразделяются на: лабораторные, лабораторно–дорожные непосредственно на автомобилях и эксплуатационные.

В процессе лабораторных испытаний могут проводиться:

- испытания моделей радиаторов в аэродинамической трубе;
- испытания радиаторов в аэродинамической трубе;
- испытания гидравлического тракта радиаторов;
- испытания на моторном стенде;
- испытания на беговых барабанах или в «горячем туннеле»;
- испытания на прочность и плотность;
- коррозионные испытания и др.

Как показывает опыт, обычно объём испытаний, предшествующих внедрению радиаторов в производство, оказывается весьма значительным.

Для отвода теплоты от жидкости, которая циркулирует по системе, радиатор должен иметь большую поверхность теплоизлучения. Необходимый теплоотвод обеспечивается за счет ряда трубок, проходящих сквозь металлические пластины, повышающие способность к теплоизлучению.

Трубки и пластинки, соединенные между собой, образуют корпус радиатора и обеспечивают хорошую проводимость теплоты. Активной частью радиатора является *система трубок*.

При одинаковом первоначальном объеме плотность горячей воды меньше плотности холодной воды, горячая вода легче холодной за счет расширения при нагревании. Ряды трубок радиатора расположены вертикально, что способствует опусканию в радиаторе охлажденной воды из-за ее большей плотности. Для увеличения теплоотдачи необходимо

приблизить центральные слои воды, циркулирующие в трубках, к их стенкам.

С этой целью трубки выполняются сплюснутыми по сечению и имеют прямоугольное сечение со скругленными кромками.

Трубки проходят через уже установленные пластинки и своими концами входят в бачки радиатора, где пропаяваются.

*Бачки* представляют собой металлическую коробку в форме прямоугольного параллелепипеда с закругленными углами. У радиатора два бачка – верхний и нижний.

Нижний с помощью патрубков соединяется с водяной рубашкой блока двигателя и сливным краном. Верхний бачок соединяется с насосом охлаждения, запорным краном для наполнения системы охлаждения и переливной трубкой.

Радиаторы изготавливают из меди, латуни, оцинкованной стали или алюминиевого сплава.

Причины выхода из строя радиатора бывают внешние и внутренние.

Одна из причин выхода из строя радиатора объясняется его расположением. Радиаторы чаще всего устанавливаются в передней части автомобиля, где наиболее благоприятные условия для обдува охлаждающим воздухом. Но при повреждении передка автомобиля, даже не очень серьезном, радиатор оказывается заклиненным между двигателем и облицовкой радиатора, которая продавливается деталью, подвергшейся деформации в результате удара. При этом происходит сплющивание трубок (большее или меньшее) и радиатор деформируется.

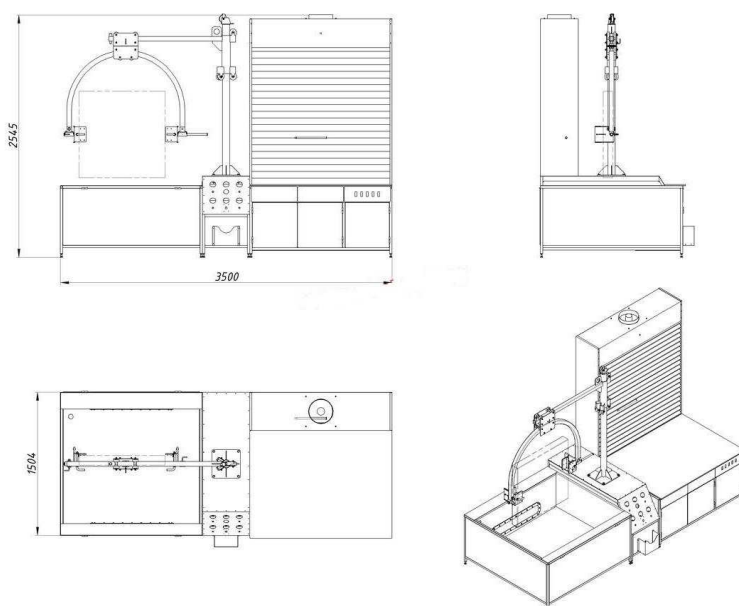
Другая причина выхода из строя радиатора связана с температурным режимом его работы. С течением времени охлаждающая жидкость испаряется, восстановление уровня производится много раз небольшими порциями. В добавляемой воде содержатся мельчайшие инородные частички. Размер внутренней полости сечения трубки находится в пределах 1–2 мм, трубки частично засоряются мелкими инородными частицами.

Даже если вода абсолютно чистая, в ней все равно содержатся растворимые соли, преимущественно известковые. Под действием теплоты эти соли выпадают в осадок и осаждаются на стенках трубок в зонах малых скоростей перемещения воды – так образуется накипь. Образование на стенках накипи приводит к полному закупориванию трубок. Частицы накипи могут отрываться от стенок и, в свою очередь, забивать трубки, как и инородные частицы.

Третья причина ремонта – растрескивание радиатора. Под действием вибраций в радиаторе возникают мелкие трещины, преимущественно в месте сварки с недостаточным проваром. В результате возникают небольшие утечки, которые приводят к понижению уровня охлаждающей

жидкости. Если утечка незначительная, ее не всегда можно заметить, так как нагретая вода быстро испаряется.

Испытания радиаторов необходимы для уменьшения количества брака при производстве и продления срока службы.



Стенд Р-928-001 предназначен для проведения комплексных работ по ремонту радиаторов.

**Назначение:**

- проведения гидравлических испытаний радиаторов;
- проведения испытаний на отсутствие протечек;
- проведения временных испытаний;
- проведения усталостных испытаний;
- разборки радиаторов;
- сборки радиаторов;
- пайки радиаторов;
- устранения протечек;
- замены деталей радиаторов.

**ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ РУЛЕВОГО  
УПРАВЛЕНИЯ АВТОБУСОВ «ВОЛЖАНИН 3290» С ЦЕЛЬЮ  
УВЕЛИЧЕНИЯ РЕСУРСА ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Васильев И.А. (ВТС 531)

Научный руководитель Привалов Н.Я.

В данной работе производится оценка работоспособности рулевого управления автобуса марки «Волжанин-3290». Под работоспособностью понимают техническое состояние автомобиля, при котором в данный момент времени он соответствует всем требованиям, установленным лишь для основных параметров, характеризующих нормальное выполнение



заданных функций. Таким образом, предстояло выполнить расчет основных параметров рулевого управления и сравнить их с допустимыми значениями и требованиями, предъявляемыми к этим элементам рулевого управления, дать оценку общей работоспособности рулевого управления и сделать предложения по улучшению работоспособности рулевого управления.

На автобусе «Волжанин-3290» установлен рулевой механизм марки ZF8033 типа винт - шариковая гайка - рейка - сектор с гидроусилителем. Поскольку рулевое управление ZF8033 специально для автобусов «Волжанин» не проектировалось, то важным является вопрос насколько оно подходит для данного типа автобусов. Для этого и производится оценка работоспособности рулевого управления с последующим анализом полученных результатов и предложениями о внесении изменений в конструкцию.

Так же были получены количественные данные по неисправности рулевого механизма автобуса «Волжанин 3290» за 2010 год отдела гарантийного обслуживания «ЗАО ВАП ВОЛЖАНИН», которые показали ту проблему которая существует.

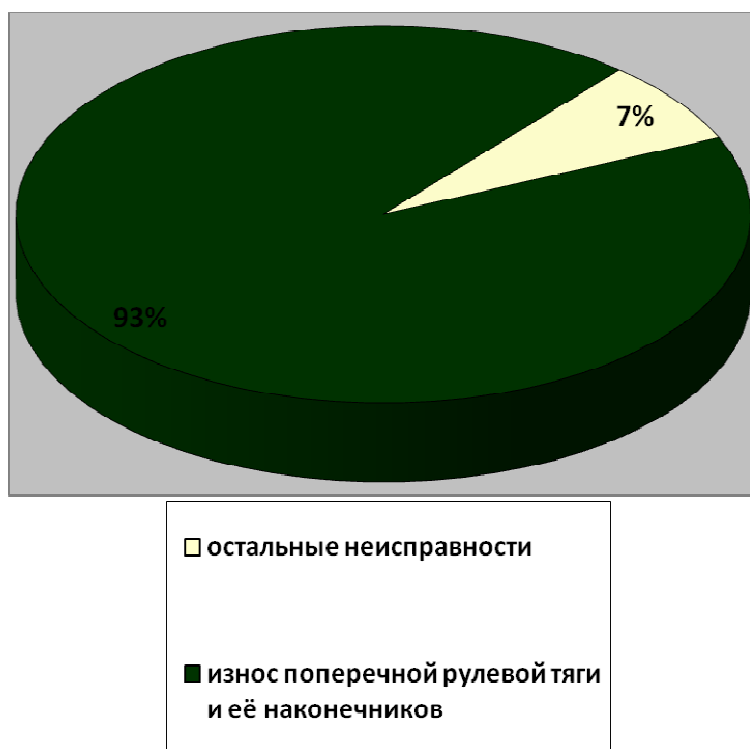


Рисунок 1. - Количество сходов с неисправностью рулевого управления, в процентном соотношении, автобуса модели «Волжанин-3290» и её модификаций.

Основные неисправности рулевого управления:

- Люфт продольной рулевой тяги;

- Люфт поперечной рулевой тяги;
- Люфт карданного вала руля;
- Люфт пальца рулевой тяги;
- Крепление насоса гидроусилителя;
- Течь масла с рулевого механизма;
- Течь масла с насоса гидроусилителя;
- Люфт пальца рулевой тяги;

Как показывают расчеты все параметры рулевого управления автобуса «Волжанин3290» находятся в пределах допустимых значений, следовательно, условия прочности выполняются. Однако прочность поперечного рычага рулевого привода находится близко к предельным значениям и следовательно имеют маленький запас прочности. Запас прочности поперечной тяги – 0,0023. При том, как нормативный запас прочности составляет 1,5...2,5. Так же, по данным гарантийного отдела «ЗАО ВАП ВОЛЖАНИН» следует то, что проблема не только в продольной рулевой тяге, но и так же в её наконечниках, которые интенсивно изнашиваются и требуют замены на другую модель шарниров.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА АВТОМОБИЛЯХ**

А.П. Демушкин,  
Ю.И. Моисеев, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Интенсивное развитие современной энергетики и транспорта актуализирует проблемы экономичности и экологичности перевозок.

Вместе с тем, стремительное сокращение запасов ископаемого топлива принуждает развитые страны принимать серьезные усилия по поиску альтернативных возобновляемых экологически чистых источников энергии.

Эти поиски привели к возникновению нового инновационного подхода: использованию более эффективного энергоресурса — водорода.

Водород обладает целым набором качеств, делающих сегодня его употребление выгодным: он имеет большую энергоэффективность и химическую активность, в результате его сгорания образуется вода, не обладающая токсичностью и не наносящая ущерба окружающей среде.

Использование водорода на борту транспортного средства возможно при наличии топливного элемента (ТЭ). Топливный элемент – это электрохимический источник тока, в котором осуществляется прямое превращение энергии топлива и окислителя, непрерывно подводимых к электродам, непосредственно в электрическую энергию, без необходимости сначала преобразовывать её в тепло или механическую

работу вращения турбин. Так как преобразование тепла в работу у этих установок отсутствует, их энергетический КПД значительно выше, чем у традиционных энергоустановок и может составлять до 90%.

Кроме положительных сторон у ТЭ есть и недостатки; главный из них — дороговизна производства. В качестве катализаторов в топливных элементах чаще всего применяют платину и её сплавы с не менее драгоценным палладием.

Этот материал позволяет значительно облегчить процесс ионизации водорода. В реакции участвуют только атомы, находящиеся на поверхности, поэтому для каталитических целей применяют платину в виде наночастиц (так называемой платиновой черни).

Однако в процессе нанесения дорогостоящей платины наиболее распространенным методом аэрографии её потери достаточно велики, что еще более удорожает конечный продукт.

Вместе с тем, существует решение данной проблемы.

Техасские специалисты во главе с Питером Страссером предлагают использовать сплав платины с кобальтом и медью. Новый катализатор представляет собой частицы сплава, содержание металла в которых изменяется от поверхности к ядру: поверхность частиц обогащена платиной, а ядро состоит преимущественно из меди и кобальта. Первые испытания этого катализатора показали эффективность, превышающую аналогичный показатель современных катализаторов для топливных элементов в 4–5 раз.

Вдобавок нанокатализатор оказался существенно дешевле.

Применяемость данных элементов, возможна и на автобусах.

На улицы города Остин (штат Техас, США) вышел первый автобус, использующий комбинацию аккумуляторов и водородный топливный элемент мощностью 20 кВт. Гибридный автобус разработан компанией Ebus при участии университета штата Техас и института газовых технологий (GTI).

Автобус способен двигаться без дозаправки около 350 км, что почти в четыре раза превышает ресурс аналогичного автобуса, использующего только аккумуляторы.

Из проведенного анализа видно, что использование водородного топливного элемента несомненно имеет большую перспективу, кроме того применение современных комбинированных материалов приведет к значительному удешевлению данного элемента для использования в транспорте.

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ЗАМЕНЫ ИМПОРТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРЕДНЕЙ ПОДВЕСКИ АВТОБУСА «ВОЛЖАНИН-3290» НА ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ

А.П. Рыбалко, Н.Я. Привалов,  
Ю.И. Моисеев, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Для производства автобусов, Волжское Автобусное производство закупают у иностранных партнеров изготовителей и используют в производстве готовые шасси т.е. все элементы конструкции собраны в единое целое. При этом в случае поломки какого либо элемента конструкции, его замена занимает значительное время, кроме того стоимость импортных комплектующих значительно выше отечественных. Элементы передней подвески автобуса «Волжанин- 3290» гидравлический телескопический амортизатор и рессору, это наиболее часто выходящие из строя элементы. Вместе с тем, задачи по сокращению простоя техники обуславливают актуальность данной работы Сокращения простоя является экономически выгодным для эксплуатационного предприятия, таким образом закупаемые элементы у отечественного производителя ЗИЛ позволит существенно удешевить затраты по ремонту.

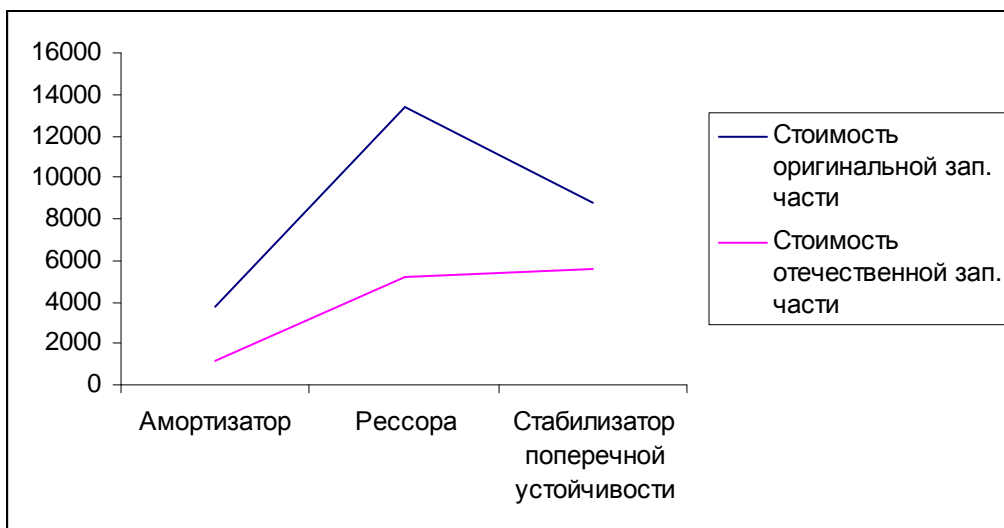
Использование импортозамещения элементов передней подвески автобуса «Волжанин-3290» на отечественные:

- обеспечит высокую плавность хода автомобиля;
- позволит обладать высокой динамической энергоемкостью;
- эффективно гасит колебания кузова и колес автомобиля при движении.

При этом будет достигнута следующая экономическая эффективность.

Ниже приведена таблица показывающая экономический эффект от удешевления используемых материалов.

Элемент конструкции	Стоимость оригинальной части	зап.	Стоимость отечественной части	зап.
Шасси	Руб.			
Амортизатор	3800		1178	
Рессора	13440		5200	
Стабилизатор поперечной устойчивости	8750		5600	



По графику видно насколько выгодней использовать отечественные элементы в передней подвески автобуса «Волжанин-3290» в случае поломки оригинальных.

Исходя из изложенного можно сделать следующие выводы, замена этими комплектующими обеспечивает положительный экономический эффект и высокие эксплуатационные характеристики шасси.

## **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ЗАМЕНЫ ИМПОРТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАДНЕЙ ПОДВЕСКИ АВТОБУСА «ВОЛЖАНИН-3290» НА ОТЕЧЕСВЕННЫЕ**

А.Ю. Ключанских,

Н.Я. Привалов, Ю.И. Моисеев, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Для производства автобусов, Волжское Автобусное производство «Волжанин» закупают у иностранных партнеров изготовителей и используют в производстве готовые шасси, то есть все элементы конструкции собраны в единое целое. При этом в случае поломки какого-либо элемента конструкции, его замена занимает значительное время, кроме того стоимость импортных комплектующих значительно выше отечественных. Элементы задней подвески автобуса «Волжанин-3290», гидравлический телескопический амортизатор и рессору, это наиболее часто выходящие из строя элементы, вместе с тем, задачи по сокращению простоя техники обуславливают актуальность данной темы. Сокращение простоя является экономически выгодным для эксплуатационного предприятия таким образом закупаемые элементы у отечественного производителя ЗИЛ позволит удешевить затраты по ремонту.

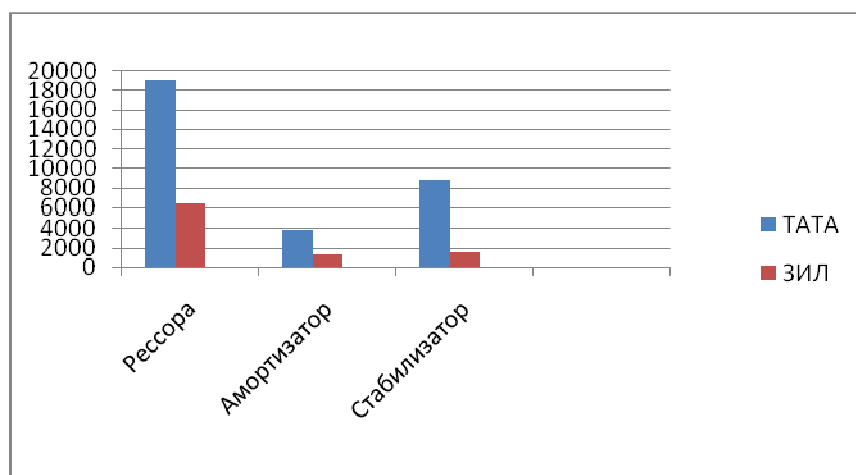
Использование импортозамещения элементов задней подвески автобуса «Волжанин-3290» на отечественные обеспечивать высокую

плавность хода автомобиля, высокую динамическую энергоемкость и эффективность гашения колебания кузова и колес автомобиля при движении.

При этом будет достигнута следующая экономическая эффективность.

Ниже приведена таблица, показывающая экономический эффект от удешевления используемых материалов.

Элемент конструкции шасси	Стоимость оригинальной зап.части руб.	Стоимость отечественной зап.части руб.
Рессора	18920	6358
Амортизатор	3800	1320
Стабилизатор поперечной устойчивости	8750	1596



По диаграмме видно насколько выгодней использовать отечественные элементы в задней подвеске автобуса «Волжанин-3290» в случае поломки оригинальных.

Исходя из выше сказанного можно сделать следующие выводы, замена импортных комплектующих на отечественные обеспечит существенный экономический эффект и высокие эксплуатационные характеристики шасси.

## УПРУГИЙ ЭЛЕМЕНТ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ

А.С. Горбушко, С.Ю. Омаров,  
Д.А. Шиповалов, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Держать удар – это основная обязанность любой подвески. Ведь подвеска автомобиля состоит из трех важнейших элементов: направляющих, демпфирующих и упругих. Именно упругие элементы воспринимают ударные нагрузки, передающиеся на кузов при проезде колеса через дорожные неровности, и за счет собственной упругости уменьшают их негативное воздействие на сам автомобиль, на людей и грузы, которые в автомобиле перемещаются. Однако обеспечение плавности хода – далеко не все, что возлагается на подвеску. Именно подвеска отвечает за комфорт от езды и безопасность как следствие управляемости. Колесо, оторвавшееся от дорог, не способно разогнаться или поворачивать автомобиль. Чтобы машина не стала неуправляемой, упругий элемент обязан быстро вернуть колесу, подпрыгнувшему на ухабе, контакт и сцепление с дорожным покрытием.

Поэтому необходимо уделять большое внимание развитию подвесок автомобиля, а точнее важнейшему ее агрегату: «Упругому элементу».

И тут начинается конфликт интересов, связанный с тем, что улучшения управляемости автомобиля за счет увеличения жесткости упругих элементов ведет к ухудшению плавности хода. Или наоборот – других вариантов нет. Поэтому приходится учитывать конструктивные особенности автомобиля, скорость его движения, профиль дорог, по которым автомобилю, исходя из назначения, предстоит преимущественно передвигаться. И еще при подборке конструктивного исполнения упругого элемента в обязательном порядке рассматриваются надежность, технологичность изготовления и компактность при размещении.

Очень широкое распространение получали рессоры, при вертикальном перемещении колеса относительно кузова работает на изгиб; пружины – работающие на сжатие; торсионы представляющий собой металлический стержень, скручивается. Недостатком любого из рассматриваемых ранее механических упругих элементов – постоянство характеристики изменения жесткости, которая, будучи однажды заданной, не как не регулируется.

Хотя нельзя сказать, что пружинные подвески изжили свое. Так, например японские конструкторы предложили не стандартный подход, взяв две одноступенчатые подвески, и сделать из них одну путем соединения их последовательно. Двухступенчатая модель подвески, представляет собой последовательное соединение двух систем виброзащиты, т. е. двух упругих и двух демпфирующих элементов. Причем, их параметры, в принципе, могут быть, как и одинаковыми, так и

различными. Значит, возможно такое сочетание параметров, при котором виброзащитные свойства подвески будут наилучшими (оптимальными). Однако исследования виброзащитных свойств двухступенчатых подвесок никто, к сожалению, не проводил. Поэтому до сих пор остается неясным, смогут ли оправдать возлагаемые на них надежды.

Наконец созданы кардинально новые упругие элементы подвески пневматические или гидропневматические. В отличие от своих предшествующих поколений эти узлы подвески позволяют настраивать мягкость и жесткость автомобиля путем изменения внутреннего давления в баллонах системы, не выходя из автомобиля и не сбрасывая скорость. В принципе подвески с пневмоэлементами могут все, и если не отвлекаться на подобный перечень их возможностей, то, прежде всего, они позволяют до минимума сглаживать пресловутое противоречие между плавностью хода и управляемостью. Каковы условия движения – такова и будет настройка упругого элемент. Однако чем больше подобные подвески могут, тем дороже, сложнее и неремонтопригоднее они становятся. Даже в самом простейшем случае, когда от пневмоэлемента требуется только независимо от нагрузки поддерживать постоянный дорожный просвет, обязательным приложением к непроседающей «воздушной пружине» является электронный блок управления, компрессор, регулятор давления и датчики положения кузова. Каждый из этих элементов может стать неисправным, и эти проблемы еще долго будут оставаться препятствием для более широкого распространения подвесок с пневматическими упругими элементами.

Однако, дело движется. И если недавно им с маниакальным упорством занимался только Citroen, то сегодня воздушные подушки можно увидеть, например, на Mercedes-Benz CL- и S- классе, Audi A8, Porsche Cayenne, VW Touareg и других моделях, где вклад электронно-управляемой подвески в стоимость не очень бросается в глаза на фоне общей цены автомобиля.

Несмотря на то, что многие эксперты говорят о том, что такие современные виды подвесок будут устанавливаться только на дорогих автомобилях, русские инженеры представили свой ответ на ВАЗ-2110. Новая подвеска «десятки» SS20 отличается от всех предшествующих подвесок российского автопрома, так как жесткость и высота данной подвески регулировалась прямо на ходу из салона специальным блоком. Хотим «помягче» ручку переключателя до упора влево – насос выключен, сигнал нулевой, подвеска работает в штатном заводском режиме «стандарт». При повороте выключателя вправо идут следующие режимы: комфорт(давление в системе увеличивается на 30%), шоссе (80%), и спорт (150%).



## **РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ОБВЯЗКИ СИЛОВОГО АГРЕГАТА АВТОБУСОВ «ВОЛЖАНИН-3290» ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЗАМЕЩАЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ**

Рассохин В.Ю.,

Привалов Н.Я., Моисеев Ю.И., ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Проблема импортозамещения является актуальной для перевозок в России. Решением этой проблемы в значительной мере служит стоимость комплектующих и работа по их замене.

«Волжское автобусное производство «Волжанин»» закупает шасси в сборе для производства автобусов «Волжанин-3290» у своих индийских партнеров. При поломке любого узла, агрегата или механизма предприятие заказывает у партнеров соответствующие узлы, агрегаты и механизмы при отсутствии этих запасных частей на складе. При этом предприятие тратит достаточно большое количество времени на оформление документов о поставке элементов шасси и на ожидание поставки отдельных элементов шасси. В связи с этим простой автобусов в зоне ремонта значительно увеличивается. Поэтому целесообразней подобрать отечественные аналоги запасных частей. Это будет экономически выгодней для самого предприятия (за счет отсутствия траты финансов на поставку элементов), так и для экономики страны в целом (за счет покупки элементов у отечественных производителей). За поставщика данных элементов задней подвески в качестве реализации программы импортозамещения предлагается компания марки ПАЗ.

Использование импортозамещения генератора и стартера автобуса «Волжанин-3290» на отечественный позволит:

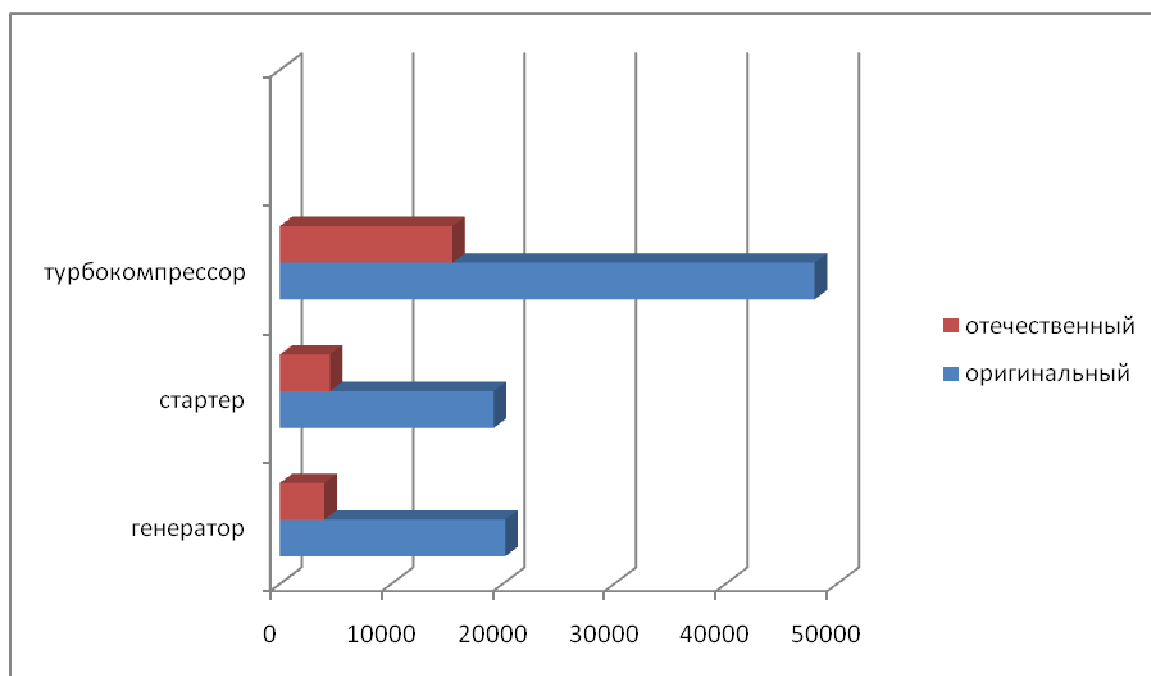
1. Обеспечивать бесперебойную подачу тока и обладать достаточной мощностью, чтобы:
  - одновременно снабжать электроэнергией работающих потребителей и заряжать АКБ;
  - при включении всех штатных потребителей электроэнергии на малых оборотах двигателя не происходил сильный разряд аккумуляторной батареи;
  - напряжение в бортовой сети находилось в заданных пределах во всем диапазоне электрических нагрузок и частот вращения ротора.
2. Иметь достаточную прочность генератора и стартера, большой ресурс, небольшие массу и габариты, невысокий уровень шума и радиопомех.
3. Обеспечить надежный пуск двигателя.

Использование импортозамещения турбокомпрессора автобуса «Волжанин-3290» на отечественный позволит повысить максимальный крутящий момент и номинальную мощность двигателя за счет увеличения

цикловой подачи топлива при одновременном снижении удельного эффективного расхода топлива и улучшении экологических показателей двигателя.

При этом будет достигнута экономическая эффективность. В результате импортозамещения генератора, стартера и турбокомпрессора автобуса «Волжанин-3290» ожидается экономический эффект за счет внедрения более дешевых и качественных отечественных элементов конструкции шасси.

Элемент силового агрегата	обвязки	Стоимость оригинальной зап.части руб.	Стоимость отечественной зап.части руб.
Генератор		20225	4000
Стартер		19200	4500
Турбокомпрессор		48000	15500



По диаграмме мы видим насколько выгодно использовать отечественные элементы обвязки силового агрегата автобуса «Волжанин-3290» в случае поломки оригинальных.

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод, что замена элементов обвязки силового агрегата на отечественные обеспечит экономическую выгоду предприятию и сохранит хорошие эксплуатационные характеристики.

# АНАЛИЗ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОБУСА «ВОЛЖАНИН-3290»

Олимпиаев Е.Ю.,

Чернова Г.А., ВПИ (филиал) ВолгГТУ

На автобусе «Волжанин-3290» установлен рулевой механизм марки ZF8033 типа «винт-шариковая гайка-рейка-сектор». Рулевой привод применяется с гидроусилителем. Схема сил в рулевом механизме представлена на рис. 1.

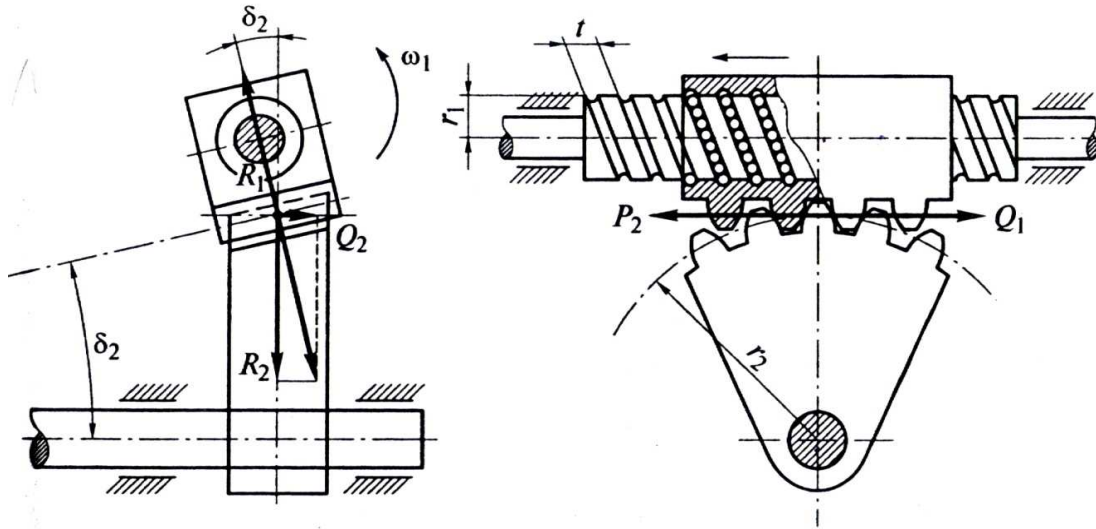


Рисунок 1. Схема сил в рулевом механизме типа винт - гайка и рейка - сектор:  $P$  - окружная сила;  $Q$  - осевая сила;  $R$  - радиальная сила;  $t$  - шаг винта;  $\delta$  - угол наклона зубчатого сектора.

Передаточное число рулевого механизма равно:

$$u_{p.m.} = 2\pi r_2 / t,$$

где  $r_2$  - радиус начальной окружности зубьев сектора;  
 $t$  - шаг винта.

Автобусы «Волжанин – 3290» эксплуатируются в муниципальном унитарном предприятии ВАК-1732 на городских пассажирских перевозках. С 1 января 2006 года по 5 июля 2010 года 10 автобусов модели «Волжанин – 3290» и её модификаций сошли с линии 40 раз с неисправностью рулевого механизма.

Количество сходов по годам представлено на рис. 2.

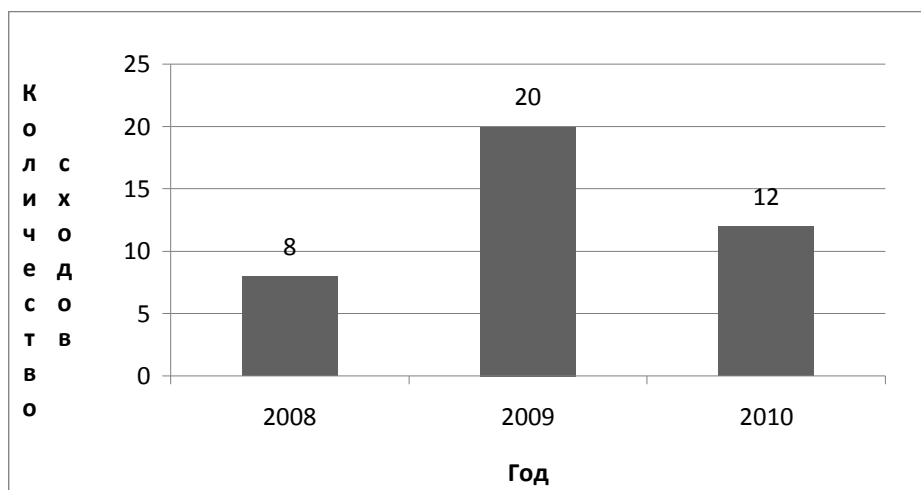


Рисунок 2 - Количество сходов с неисправностью рулевого управления по годам для автобуса модели «Волжанин-3290» и её модификаций

Основные неисправности рулевого управления:

- Люфт продольной рулевой тяги.
- Люфт поперечной рулевой тяги.
- Люфт вала рулевого колеса.
- Люфт пальца рулевой тяги.
- Ослабление болтов крепления насоса гидроусилителя.
- Течь масла с рулевого механизма.
- Течь масла с насоса гидроусилителя.
- Люфт пальца рулевой тяги.

Порядок расчета рулевого управления:

1. Расчет силового передаточного числа рулевого управления.
2. Расчет сошки рулевого механизма.
3. Расчет рулевых тяг.
4. Расчет продольной рулевой тяги.
5. Расчет поворотного рычага.
6. Расчет боковых рычагов трапеции.
7. Расчет поперечной тяги трапеции.

Проведен расчет основных параметров рулевого управления. Результаты расчёта представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты расчёта рулевого управления

№ п/п	Параметры	Обозначение	Ед. изм.	Величина	Рекомендуемое значение
1	Напряжение кручения вала рулевого колеса	$\tau_k$	МПа	483,93	100
2	Угол закручивания рулевого вала	$\varphi$	радиан	0,033	0,019...0,01
3	Напряжение кручения вала рулевой сошки	$\tau_k$	МПа	486	$\leq 350$

4	Напряжение изгиба в опасном сечении рулевой сошки	$\sigma_u$	МПа	464	300
5	Напряжение кручения в сечении рулевой сошки	$\tau_k$	МПа	246	350
6	Напряжение изгиба в шаровом пальце сошки	$\sigma_u$	МПа	324	300
7	Напряжение сжатия в шаровом пальце сошки	$\sigma_{см}$	МПа	76,2	25...35
8	Напряжение среза в шаровом пальце сошки	$\sigma_{ср}$	МПа	12,36	25...35
9	Запас прочности продольной рулевой тяги	$n$	-	1,22	1,5...2,5
10	Запас прочности поворотного рычага	$n$	-	1,0	1,5...2,5
11	Запас прочности поперечной трапеции тяги	$n$	-	10,2	1,5...2,5
12	Запас прочности боковых рычагов трапеции	$n$	-	15,3	1,5...2,5

Выводы:

1. Напряжение кручения и угол закручивания вала рулевого колеса имеют величины больше рекомендуемых значений.

2. Напряжение изгиба и напряжение сжатия в шаровом пальце сошки также имеют величины больше рекомендуемых значений.

3. Для окончательного вывода о работоспособности деталей и узлов рулевого управления необходимо провести тщательный анализ характера неисправностей и провести дополнительный расчёт соединений рулевых тяг.

## ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПОДВЕСКИ АВТОБУСОВ

К.А Шереметьев,

Д.А. Шиповалов, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Можно выделить два вида подвесок применяемых на автобусах большого класса: рессорно-пневматические и регулируемые пневматические подвески.

Типичным примером взаимосвязи упругих пневмоэлементов с рессорами является рессорно-пневматическая подвеска автобуса с регуляторами положения уровня пола кузова. Подвеска имеет двухсекционные пневмобаллоны и направляющее устройство,

выполненное в виде полуэллиптических рессор. Пневмобаллоны с демпфирующим устройством расположены между балкой и кронштейнами основания кузова. Они снабжены дополнительными резервуарами, прикрепленными к основанию кузова.

В подвеску включены два телескопических гидравлических амортизатора, которые верхними головками соединены через резиновые втулки с кронштейнами кузова, нижними — с балкой переднего моста.

Ограничитель хода отдачи подвески выполнен в виде петли из стального троса (может быть использован другой вид ограничителя), заключенного в оболочку, которая закреплена на основании кузова, и перехватывает балку моста. Длина троса обеспечивает перемещение передней балки моста на определенную длину. Постоянство хода отдачи поддерживается регулятором положения пола кузова, который через тяги и кронштейн соединен с неподрессоренными частями подвески.

Основным преимуществом пневматической подвески является то, что в результате регулирования внутреннего давления в пневмобаллоне можно в широких пределах изменять их жесткость.

Отличие регулируемой пневматической подвески от рессорно-пневматической заключается в том, что вместо листовых рессор применяются балансиры. Характеристика пневматической подвески нелинейная, параметры которой можно менять за счет изменения давления воздуха. Высокая плавность хода может быть получена при относительно малых перемещениях масс кузова и неподрессоренной части. Меняя давление воздуха, можно регулировать положение кузова относительно дороги, а при независимой подвеске — дорожный просвет.

Преимущества пневматической подвески представлены в таблице 1.

Таблица 1. Преимущества регулируемой пневматической подвески.

Параметр	Характер работы
Упругость	С увеличением нагрузки повышается давление воздуха, и рабочее тело становится более жестким
Ударные нагрузки	Эффективно снижает
Скорость движения	Позволяет повысить
Долговечность баллонов	В 5 и более раз больше долговечности рессор
Комфортабельность	Сохраняется постоянная высота кузова при изменении нагрузки, а также настройка фар за счет регулирования давления в пневмобаллонах в зависимости от степени загрузки АТС
Управляемость	Улучшается, повышается степень передачи тормозного усилия дорожному полотну. Отсутствует подпрыгивание порожнего или частично загруженного

	прицепа. Повышает безопасность движения.
Внедряемость	Хорошо вписывается в пневматическое оборудование автомобиля

Недостатки пневматической подвески:

1. При низких температурах пневматическое оборудование может выходить из строя по причине замерзания влаги воздуха в системе. С помощью испарения в пневматике этилового спирта понижается температура замерзания воды.

2. Усложнение конструкции, увеличение стоимости изготовления и сервиса.

Хотя конструктивные решения регулируемых пневматических подвесок автотранспортных средств за последнее десятилетие свелись к нескольким основным, многие проблемы до сих пор остаются нерешенными. В их числе - повышение плавности хода и безопасности движения на основе внедрения микропроцессорных систем управления, оптимизация параметров полуактивной и активной подвесок, совершенствование конструкций упругих элементов, направляющих, регулирующих и гасящих устройств и оптимизация их влияния на эксплуатационные свойства АТС.

Одной из наиболее перспективных подвесок для АТС, особенно автобусов является регулируемая пневматическая подвеска, которая обеспечивает повышение плавности хода по сравнению с металлическими подвесками (рессорными, пружинными, торсионными) и снижение динамического хода подвески, так как она позволяет поддерживать постоянный уровень пола АТС при изменении статической нагрузки. Однако при движении по неровной дороге происходит значительное смещение вниз динамического нейтрального положения колебаний кузова (динамической нейтрали) вследствие несимметричности характеристик амортизаторов, а также из-за несовершенства характеристик регуляторов уровня пола (РУП), которые определяются их конструктивными параметрами. Это заставляет конструкторов увеличивать динамический ход подвески и уровень пола автобусов, что создает неудобства для пассажиров.

Для облегчения входа и выхода пассажиров, повышения поперечной устойчивости автобусов, необходимо изыскать возможности снижения уровня пола. Процесс регулирования уровня пола требует расхода сжатого воздуха, на получение которого требуются затраты топлива. В связи с этим возникает также проблема уменьшения расхода воздуха при движении автобуса. Наиболее простым путем решения указанных проблем является стабилизация динамической нейтрали за счет совершенствования конструктивных параметров РУП и его привода.

# **ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ПОРШНЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ 8ЧВН 15/16, С ЦЕЛЮ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ЦПГ**

К.А.Харитонов,

Моисеев Ю.И., ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Поршень является одной из самых ответственных и напряженных деталей двигателя, так как он воспринимает значительные механические нагрузки от давления газов и сил инерции, а также подвержен воздействию высоких температур.

Вследствие высоких значений максимального давления газов и весьма незначительного промежутка времени его действия характер нагрузки на поршень близок к ударному. Силы инерции высокооборотных двигателей по величине незначительно уступают силам давления газов а иногда и превышают их. Температура воздействующих на поршень газов может достигать 2000...2500С. Механические напряжения суммируются с термическими, что увеличивает деформацию всего поршня, ускоряют его выход из строя и лимитируют работу поршневых колец.

В связи с этим значительное развитие при доводке конструкции двигателя получили работы по снижению температур и термических напряжений в поршнях.

Предельная температура днища поршня из алюминиевых сплавов для дизелей с непосредственным впрыском ограничивается 300..250 С. Превышение указанной температуры поршня является причиной появления на нем термических трещин и сопровождается появлением трещин на кромках горловины камеры сгорания (КС).

Указанные дефекты относятся, прежде всего, к полуразделенным КС типа ЦНИДИ.

При обработке конструкции поршня использовались материалы, полученные в Челябинском филиале НАТИ и на Волгоградском моторном заводе (ВГМЗ) для различных вариантов КС, их охлаждения и форсировки дизеля.

Эффективность использования той или иной КС и способы охлаждения поршня исследовались на стенде с одноцилиндровым отсеком(ОДВ-9) двигателя 8ЧВН15/16 воздушного охлаждения. Оборудование стенда позволяло задавать и контролировать мощностные показатели двигателя ( $M_k$  и  $n$ ), поддерживать в необходимых пределах тепловое состояние масла и выхлопных газов. А также создавать необходимое давление надувочного воздуха, его температуру, охлаждение двигателя воздухом и обеспечивать другие параметры двигателя, соответствующие развернутому двигателю.



В процессе исследования для нескольких вариантов испытания проводилось индицирование процесса сгорания.

На рисунке 1 представлены сравнительные нагрузочные характеристики тепловой напряженности поршня с КС ЦНИДИ в вариантах с галерейным охлаждением и без охлаждения.

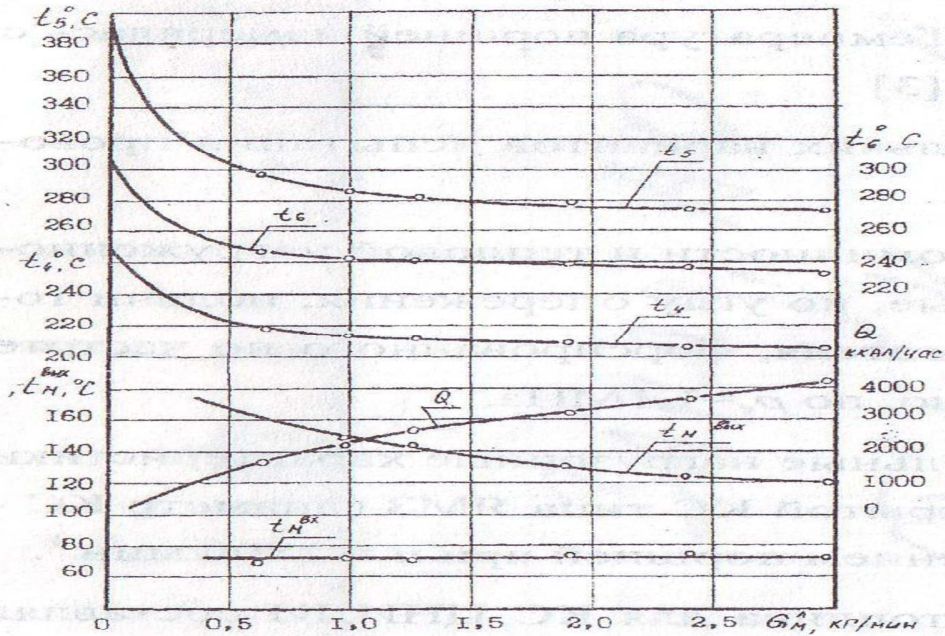


Рис. 1 Зависимость тепловой напряженности поршня с КС ЦНИДИ при  $n=1800\text{мин}^{-1}$ :  
 x — без охлаждения  
 o — с охлаждением

Представленные данные свидетельствуют о том, что при  $Re = 0,9$  МПа (близкий к режиму номинальной мощности модификации дизеля В-400) и  $n=1800$  мин применение масляного галерейного охлаждения позволяет примерно на  $80^\circ\text{C}$  снизить температуру кромки горловины КС ЦНИДИ в наиболее напряженной точке №5 (с  $380$  до  $300^\circ\text{C}$ ).

Применение масляного галерейного охлаждения значительно снижает тепловую напряженность в характерных точках КС типа ЦНИДИ и может рассматриваться как мероприятие для эффективного охлаждения КС дизеля.

С целью обеспечения надежности работы ЦПГ дизеля 8 ЧВН 15/16, на ВГМЗ с 1983года перешли полностью на комплектацию дизелей поршнями с камерой ЦНИДИ и галереей для масляного охлаждения, что позволило резко сократить дефектность дизеля в эксплуатации по оплавлению поршней.

## **РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ КОМПЛЕКТА ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ АВТОБУСА ВОЛЖАНИН 5285 С ГИБРИДНОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКОЙ**

Казаров Р.А.

Научный руководитель Привалов Н.Я.

До недавнего времени, проблемой для внедрения гибридного привода в конструкции автобусов являлась высокая стоимость подобных схем, вызванная, в частности, ценой на силовую электронику, электрические машины и накопители электроэнергии.

Однако в настоящее время, разработаны как экономически оправданные преобразовательные силовые устройства и электрические машины для автотранспорта, так и эффективные накопители электрической энергии. Все это позволяет создать экономически оправданную систему гибридного привода.

В качестве базового варианта рассматривается дизельный двигатель, однако он может быть легко заменён на бензиновый или газовый ДВС. Комплект тягового электрооборудования может использоваться и с перспективными энергетическими установками на топливных элементах, солнечных батареях и т.п. При этом изменения, которые должны быть внесены в схему, будут минимальны.

Наиболее активные работы по созданию гибридных силовых установок и автобусов проведены североамериканскими производителями автобусов в сотрудничестве с крупными энергетическими компаниями и национальными лабораториями EPRI, General Electric, NREL, INEEL, ISE Research и др. Разработка и производство ведется согласно государственным программам «The 21st Century Truck Program (21CT) and the U.S. Department of Energy (DOE) Advanced Heavy Vehicle Hybrid Propulsion System R&D Program (Heavy Hybrid Program)». В 2002 году по заказу министерства энергетики США национальная лаборатория NREL провела анализ разработок гибридных грузовиков и автобусов различных типов с целью определения концепции построения гибридных силовых установок для городского и пригородного транспорта.

Самым эффективным на сегодняшний день и ближайшую перспективу решением по экономии топлива и снижению уровня выброса вредных веществ является применение в городских маршрутных автобусах комбинированной (гибридной) энергетической системы – гибридного привода. Под гибридной энергоустановкой принято понимать наличие на транспортном средстве двух источников энергии – двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и накопителя энергии. Наиболее экономически и технически целесообразными являются дизель-электрические энергоустановки.

Использование подобных автобусов позволяет добиться уникального уровня экономичности, экологической чистоты, при всё возрастающих требованиях по выбросам в атмосферу вредных веществ, и при этом обеспечить повышение комфортности и управляемости. Применение гибридной энергоустановки позволяет:

снизить в 10 раз уровни выбросов вредных веществ ( CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HC и др.);

обеспечить экономию топлива от 25% до 50 %;

обеспечить запуск ДВС, генерацию и рекуперацию электроэнергии с накоплением и последующим использованием ее;

использовать ДВС меньшей мощности ( до 30 % снижение мощности по сравнению с традиционной схемой) при сохранении момента на колесах;

организовать работу ДВС в оптимальном по топливной эффективности и выбросам режиме;

осуществить автономный ход на электротяге, используя только энергию накопителя;

повысить комфортность автобуса (снизить шум, вибрацию, улучшить управляемость, создать «электронные КПП, АБС» и т.д.);

повысить надежность и ресурс механической системы торможения и работы автобуса в целом.

Функциональная схема комплекта тягового электрооборудования для автобуса Волжанин 5285 с гибридной энергоустановкой

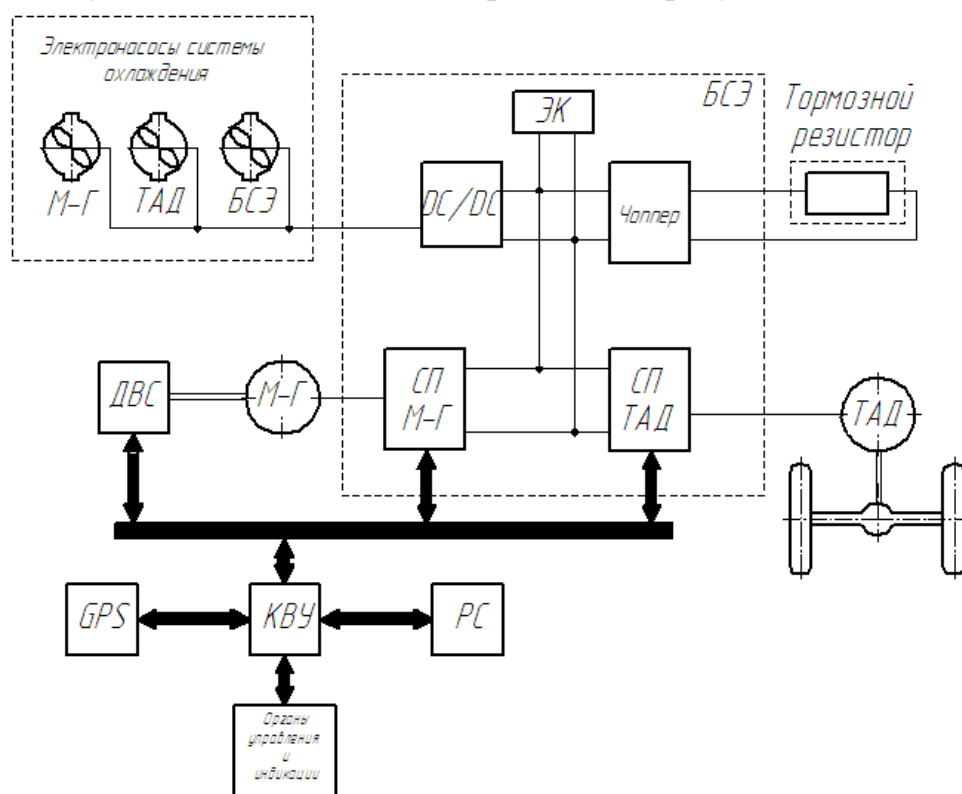


Рис.1 Функциональная схема комплекта тягового электрооборудования для автобуса Волжанин 5285 с гибридной энергоустановкой

Обозначение	Наименование
БСЭ	Блок силовой электроники
ТАД	Тяговый асинхронный двигатель
ДВС	Двигатель внутреннего сгорания
СП	Силовой преобразователь
М-Г	Мотор генератор
ЭК	Электрохимические конденсаторы

## **О ПРИМЕНЕНИИ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Захаров А.А. (ВТС 431), Шальнев М.А. (ВТС 531), Авдеев А.В. (ВолгГТУ,  
магистр)

Научный руководитель Р. В. Заболотный.

Одним из основных направлений совершенствования технической эксплуатации транспортных средств является оснащение автомобильного парка микропроцессорными встроенными средствами контроля и диагностирования. Оперативная оценка технического состояния транспортных средств возможна с применением электронных и телематических систем.

Внедрение телематических систем контроля в режиме реального времени технического состояния и эксплуатационных показателей систем транспортного средства предусматривает применение средств связи ближнего и дальнего действия, а также спутниковых навигационных систем [4].

Основными задачами таких систем является контроль технического состояния, например, с целью предупреждения аварийных ситуаций, и мониторинг условий и режимов работы, с целью прогнозирования остаточного ресурса. Такие системы должны включать необходимые и обоснованные в зависимости от выполняемых целей и задач:

- 1) Датчики, устанавливаемые на транспортном средстве;
- 2) Информационно-измерительное устройство с блоком накопления информации и системой индикации на борту автомобиля;
- 3) Комплекс приема и передачи данных, включающее устройство передачи на автомобиле и устройства приема в диспетчерском и/или техническом центре анализа и управления;
- 4) Диспетчерские информационные системы анализа и расчёта показателей.

Решение задач исследования по формированию системы дистанционного мониторинга технического состояния транспортного средства, может выполняться поэтапно на основе разработки и анализа систем контроля отдельных агрегатов и систем автомобиля, с последующим их объединением в единую комплексную систему оценки

технического состояния транспортного средства.



Рис. 1. Применение систем бортового контроля для оперативного контроля технического состояния автомобилей и оперативного управления производством.

Наиболее эффективно применение таких систем в автотранспортных и автосервисных предприятиях, так как при этом сокращается время на предвыездный технический контроль транспортных средств, обеспечивается оперативность контроля состояния и причин неисправностей, предотвращаются случаи эксплуатации неисправных автомобилей.

## РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ АВТОБУСОВ

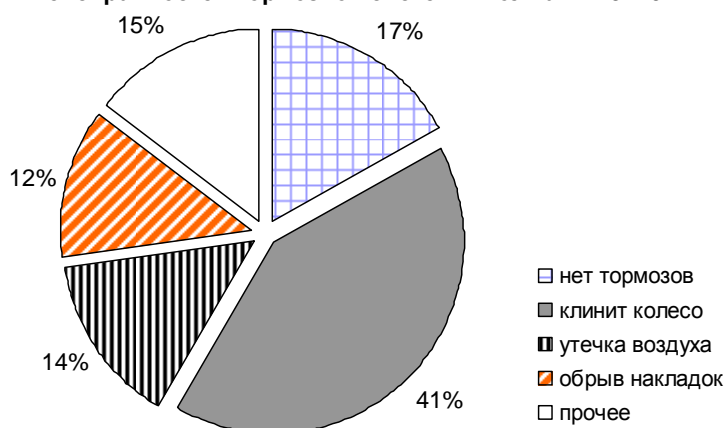
Шляхов А.В. (магистр ВПИ), Ковалев В.А. (ВТС 431),

Бережной А.Л. (ВАЗ 696)

Научный руководитель Заболотный Р. В.

При эксплуатации автобусов «Волжанин 6270» и «Волжанин 5270.06» в МУП ВАК-1732 было выявлено, что доля неисправности тормозных систем в общем количестве отказов составляет 7–8%.

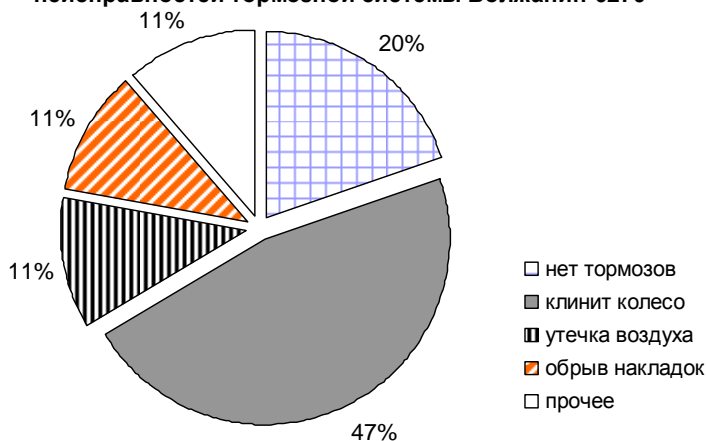
**Характеристика внешних проявлений  
неисправностей тормозной системы Волжанин-5270**

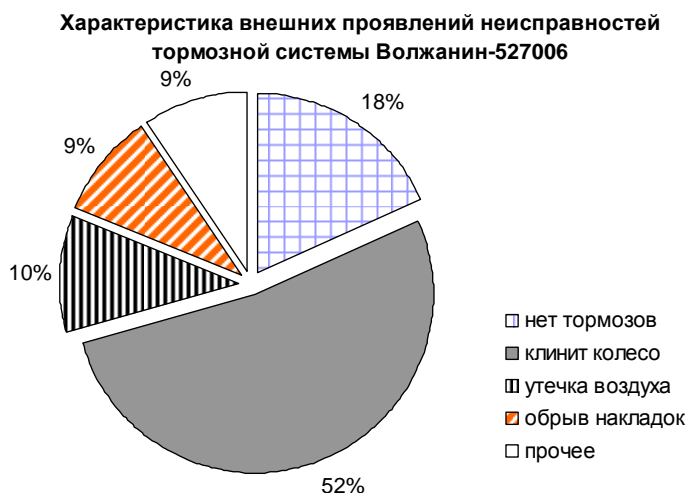


Авторами проведен анализ неисправностей тормозной системы за 2009-2010 года. На основе проведенного учёта и анализа неисправностей установлено:

- наибольшее количество неисправностей барабанной тормозной системы автобусов «Волжанин-5270» с АБС являются заклинивание тормозов и отсутствие тормозов (недостаточная эффективность);
- наибольшее количество неисправностей дисковой тормозной системы автобусов «Волжанин-6270» и «Волжанин-5270.06» с АБС являются заклинивание и поломка механизмов тормозных суппортов и отсутствие тормозов.

**Характеристика внешних проявлений  
неисправностей тормозной системы Волжанин-6270**





Заклинивание и поломка механизмов тормозных суппортов вызвано следующими причинами:

- применением пневматического привода тормозного суппорта с запаздыванием прижатия тормозных накладок на диск, расположенный со стороны тормозной камеры;
- эксплуатацией автомобилей с неисправными тормозными механизмами, с подклиниванием тормозного механизма при движении или отсутствием тормозного момента на колесе при торможении.

С учетом проведенных исследований при эксплуатации автобусов рекомендуется:

- 1) Ввести в перечень работ ТО-1 и ТО-2 контроль состояния тормозных накладок осей автобусов и привода тормозного суппорта;
- 2) Производить контроль технического состояния тормозных систем на роликовом силовом стенде с периодичностью ТО-1;
- 3) Вести систематические замеры, учёт и анализ замен и изменения размеров тормозных накладок и дисков при ТО и текущем ремонте для выявления неисправностей тормозного привода и планирования замен колодок.
- 4) Модернизировать диагностическое оборудование для тормозных систем устройствами позволяющими определять подклинивание тормозных механизмов (по существующим техническим решениям).

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЯ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ**

Несынов Д.А. (магистр ВПИ), Андреев А.А. (ВТС 435), Червинский А.В. (ВАЗ-696)

Научный руководитель Заболотный Р. В.

Эффективное управление производственными процессами в автотранспортном цехе основано на оперативном учете данных и их

анализа. Для успешного выполнения вышеуказанных задач рекомендуется применение средств автоматики, телемеханики, связи и оргтехника.

С учётом выше сказанного разработана система для автоматизированного оперативного контроля местонахождения автомобиля на автотранспортном предприятии. Разработана программа, которая состоит из табло или окна местонахождения автомобиля и окна ввода или учета.

В главном окне содержится следующая информация:

- текущие дата и время;
- номер пункта;
- номер автомобиля;
- наименование зон и участков;
- номер маршрута;
- номер поста зоны или участка, на котором находится каждый автомобиль;
- количество автомобилей в каждой зоне или участке;

Табло занятости постов предназначено для:

- ввода времени постановки и номера автомобиля на конкретный пост определенной зоны или участка;
- отображения времени простоя поста после выхода из данного поста автомобиля.

Ввод данных о местонахождении автомобиля производится в автоматизированных рабочих местах отделов и комплексов предприятия. Предусмотрен также контроль автомобилей находящихся на линии, перевозящих грузы или пассажиров. Наиболее перспективно применение систем навигации для контроля местонахождения автомобиля, с привязкой к генеральному плану предприятия. Предлагаемая система может быть использована для оперативного контроля при планировании ТО и ремонта автомобилей.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ г.ВОЛЖСКОГО**

Шиповалова О.А., Власова М.В.

Автомобильный транспорт является главной причиной ухудшения экологической ситуации в городе. Его вклад в загрязнение воздуха по данным Комитета по охране окружающей среды уже 60 – 80 %, где почти половину составляет выброс оксидов углерода (в среднем 80 % общего количества выбросов), углеводородов (60 – 70 %), около 60 % приходится на оксиды азота, оксиды серы около 40 %, твердые вещества около 20%.



Для выявления влияния выбросов автотранспорта на загрязнение воздуха было проведено исследование по содержанию СО в атмосферном воздухе.

Для определения выбросов автотранспорта вблизи регулируемого перекрестка и последующего их использования в качестве исходных данных при оценке воздействия на атмосферный воздух провели изучение особенностей распределения автотранспортных потоков (их состава и интенсивности) и их изменений во времени (в течение суток, недели и года) вблизи определенного перекрестка.

Для оценки транспортной нагрузки в районе регулируемых перекрестков провели следующие обследования. Последовательно (а при возможности одновременно) на каждом направлении движения в период действия запрещающего сигнала светофора (включая и желтый цвет) выполнили подсчет автотранспортных средств по группам образующих "очередь". Одновременно фиксируется длина "очереди" в метрах. Подсчеты проводятся не менее 4-6 раз в часы "пик" в разные дни на каждом перекрестке.

В ходе проведения натурных обследований дополнительно определился ряд параметров, необходимых как для расчета выбросов, так и проведения расчетов загрязнения атмосферы.

На каждой автомагистрали вблизи регулируемого перекрестка фиксируются следующие параметры: ширина проезжей части (в метрах); количество полос движения в каждом направлении; протяженность выбранного участка автомагистрали (в км) с указанием названий улиц, ограничивающих участок автомагистрали (рекомендуется ограничивать участок магистрали ближайшими регулируемыми перекрестками). А также средняя скорость автотранспортного потока с подразделением на три основные категории: легковые, грузовые и автобусы (в км/час).

На обследуемом перекрестке фиксируются следующие параметры: ширина проезжей части (в метрах); количество полос движения в каждом направлении; протяженность зоны перекрестка в каждом направлении (в метрах).

Студенты, группами по несколько человек размещались на определенных участках разных улиц с односторонним движением. В случае двухстороннего движения каждая группа располагалась на своей стороне. Сбор данных производился в разное время суток: утром (8-9 часов); днем (13-14 часов); вечером (17-18 часов).

Так же подсчитано количество автомобилей разных типов в течение 3-х промежутков времени по 20 минут в каждом их сроков выполнения замеров (утром, днем и вечером).

В выбранных точках улицы проводилось определение следующих параметров:

1. Тип местности (по степени аэрации): транспортные тоннели; транспортные галереи; магистральные улицы или дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон; жилые улицы с одноэтажной застройкой; городские улицы с односторонней застройкой, набережные, эстакады, виадуки, высокие насыпи; пешеходные тоннели.

2. Тип пересечения (по способу регуляции): регулируемое пересечение (светофорами обычное; светофорами управляемое; саморегулируемое); нерегулируемое (со снижением скорости; кольцевое; с обязательной остановкой).

3. Продольный наклон улицы в градусах (определяется глазомерно или эклиметром).

4. Скорость ветра, м/с (определяется анемометром).

5. Относительная влажность воздуха, % (определяется психрометром).

По итогам исследования произведены расчеты, результаты которого представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание монооксида в воздухе

Пункт назначения	Содержание СО, мг/м <sup>3</sup>			Среднесуточное содержание СО, мг/м <sup>3</sup>
	Утро	День	Вечер	
ул. Мира/ ул. Оломоуцкая	10,07	11,72	12,34	11,37
ул. Мира/ ул. Александра	4,065	6,186	4,173	4,808
пр. Ленина/ ул. Александра	11,02	12,29	10,21	11,17
Стимул	23,75	48,98	37,95	36,9
ул. Пушкина (оптовая база)	5,26	5,88	5,31	5,48
Кольцо Карбышева	43,2	53,8	48,3	48,4
ул. Энгельса/ ул. Карбышева	18,9	33,1	34,2	28,7
пл. Ленина (ЦУМ)	33,1	25,3	36	31,5
Спутник	49,99	58,9	48,6	52,49
Кольцо СЭС	24,27	28,14	27,47	26,6
ул. 19 Партсъезда (между Е и 29-м кварталом)	8,506	7,12	5,76	7,16
ул. Горького/ ул. Коммунистическая	13,5	7,512	13,79	11,6
ДОСААФ	7,72	8,22	8,62	8,18
ул. Логиново/ ул. Горького	12,08	10,4	7,6	10,3
Управление	10,12	16,12	18,08	14,77

Согласно [1] предельно допустимая концентрация монооксида углерода составляет: максимальная разовая  $5,0 \text{ мг} / \text{м}^3$ ; среднесуточная  $3,0 \text{ мг} / \text{м}^3$ .

Следовательно, на всех исследованных объектах наблюдается многократное превышение допустимых концентраций. Максимальное превышение зафиксировано на площади Свердлова (Спутник), максимальная разовая концентрация превышена в 11,8 раз (1078%) по сравнению с ПДК, а среднесуточная в 17,5 раз (138%). Минимальное превышение зафиксировано на пересечении улицы Мира и Оломоуцкая, максимальная разовая концентрация превышена в 1,2 раза (24%) по сравнению с ПДК, а среднесуточная в 1,6 раза (60%).

Высокие концентрации СО в атмосферном воздухе напрямую зависят от количества транспортных средств и их интенсивности движения. Поэтому первостепенной задачей является оптимизация движения городского транспорта с целью уменьшения его влияния на экологию города.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ АВТОБУСАМИ «ГАЗель»**

Сучков Р.А.,

Чернова Г.А., ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Обеспечение безопасной перевозки пассажиров общественным транспортом зависит от многих факторов.

В статье мы попытались проанализировать, как перевозчиками обеспечивается безопасная перевозка пассажиров на основании проверок автодорнадзором г. Волжского, проводимые с августа 2005 года.

По Положению на владельцев автобусов, перевозящих пассажиров, накладываются неукоснительные требования по обеспечению надежности водителей, технической исправности автобусов, по безопасной перевозке пассажиров, по информированности пассажиров. Все эти требования сгруппированы в 4 группы: 1 группа «Обеспечение надежности водителей», 2 группа «Обеспечение транспортных средств в технически исправном состоянии», 3 группа «Обеспечение безопасности при организации пассажирских перевозок», 4 группа «Наличие информации для пассажиров».

В г. Волжском перевозки пассажиров осуществляются муниципальными автобусами средней, большой и особо большой

местимости «Волжанин» и «Икарус» и частными автобусами «ГАЗель» и «ПАЗ».

В 2005 году насчитывалось 721 автобус, в том числе 520 городских, 201 пригородных. В 2010 году число автобусов достигло 1102 единицы. Увеличение произошло только за счёт роста частных автобусов «ГАЗель», которых в 2005 году было 530, а в 2010 году их число составило 907.

По результатам проверок составляются акты, в случае каких-либо нарушений составляются предписания, которые неукоснительно должны выполняться организаторами перевозок.

На рисунке 1 представлена динамика распределения нарушений по результатам проверок автобусов «ГАЗель» в 2005-2010 годах. Анализ показал,

что в результате проверок в 2010 году значительно уменьшилось количество нарушений по сравнению с 2005 годом.

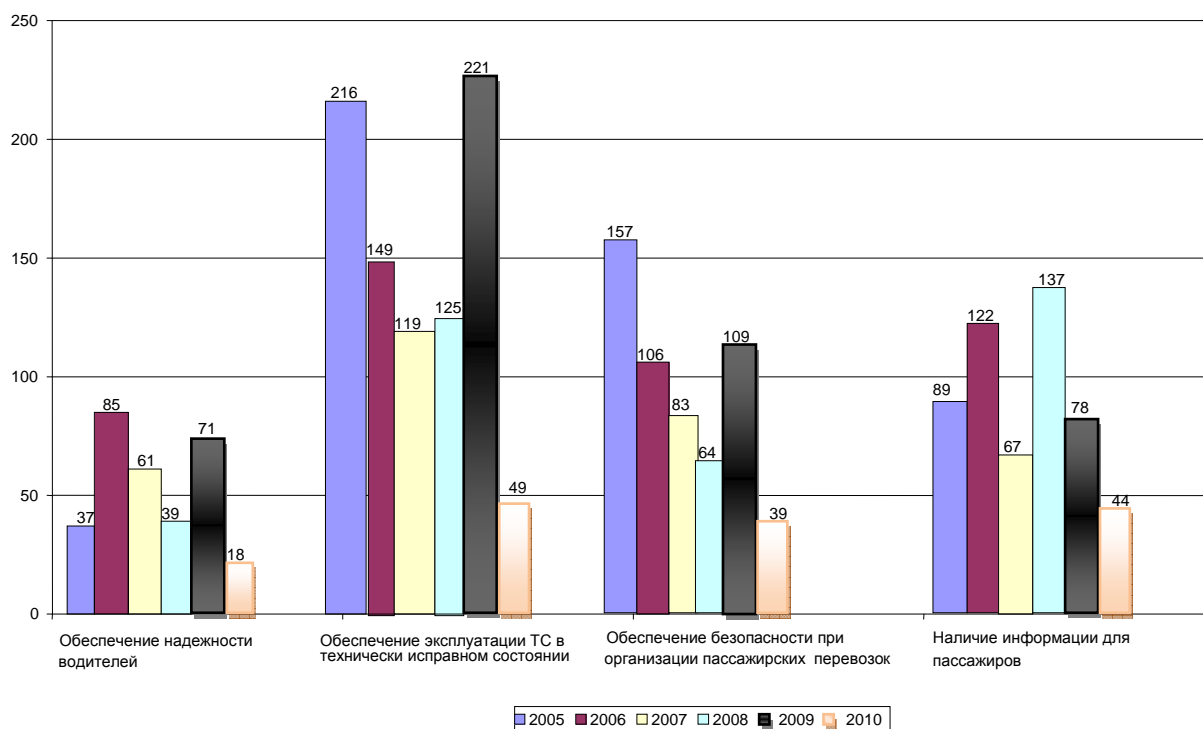


Рисунок 1. Динамика распределения нарушений по группам за период с 2005 по 2010 годы.

Нарушения заключаются в отсутствии трудовых договоров владельцев автобусов с водителями и в отсутствии подписи медработников.

До настоящего времени имеются единичные случаи нарушения водителями режима труда и отдыха. То есть водителями осуществляется перевозка пассажиров в свой перерыв, а также и по окончании своей рабочей смены, имеются нарушения в оформлении путевого листа, отсутствие подписи механика, отсутствие сертификатов на газобаллонное оборудование, по изменению конструкции автобусов, в 2005 году обнаружено изменение конструкции на 20 автобусах.

С целью получения дополнительных доходов владельцы автобусов ставили дополнительные самодельные сидения, увеличивающие число мест до 15. Результаты проверок показывали отсутствие схемы опасных участков и сводного расписания движения автобусов, отсутствие указателей следования автобуса и номера маршрутов, фамилий владельца автобуса, таблички «Выход».

Проведенный анализ отражает только количественную оценку нарушений.

Для оценки работы автобусов приводится качественный показатель, который показывает удельное количество нарушений, приходящихся на одну проверку, рис. 2

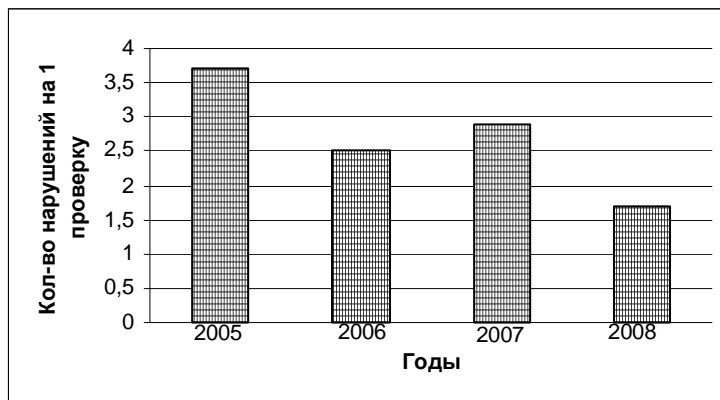


Рисунок 2. Изменение удельного количества нарушений по годам по всем группам требований

Анализ изменения удельного количества нарушений по годам показал, что контроль со стороны транспортной инспекции привел к дисциплинированности и ответственности владельцев маршрутных такси. Количество нарушений со стороны водителей и владельцев автобусов «ГАЗель», приходящихся на одну проверку, уменьшилось по сравнению с началом проверок в 2005 году в 2-3 раза.

Единственная цель у частных перевозчиков пассажиров получение доходов, а не удовлетворение общественных нужд и обеспечение качественной и безопасной перевозки пассажиров, поэтому обеспечение всех требований безопасной перевозки пассажиров на автобусах под силу только профессионалам, объединенным в организации. В настоящее время владельцы автобусов, часто не имеющие соответствующего образования, предоставлены сами себе, поэтому со стороны администрации необходима помощь в их организации в объединения и союзы.

## **АНАЛИЗ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТОПЛИВ**

Емельянов Р.В., Шиповалов Д.А.

Современные автомобильные и авиационные бензины должны удовлетворять ряду требований, обеспечивающих экономичную и надежную работу двигателя, и требованиям эксплуатации: иметь хорошую испаряемость, позволяющую получить однородную топливовоздушную смесь оптимального состава при любых температурах; иметь групповой углеводородный состав, обеспечивающий устойчивый, бездетонационный процесс сгорания на всех режимах работы двигателя; не изменять своего состава и свойств при длительном хранении и не оказывать вредного влияния на детали топливной системы, резервуары, резинотехнические изделия и др. В последние годы экологические свойства топлива выдвигаются на первый план.

К основным эксплуатационным характеристикам дизельных топлив относят воспламеняемость, фракционный состав, вязкость, коксуемость, температуру вспышки, помутнения, застывания, содержание смолистых и коррозионно-активных соединений.

Методы оценки эксплуатационных свойств топлив делятся на прямые и косвенные.

Косвенные методы, включают в себя определение состава (фракционного, группового, химического и т. д.) и физико-химических свойств топлив. Эти методы применяются на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) и у потребителей (в лабораториях, базах, складах, аэропортах и т. д.) и позволяют ориентировочно судить о эксплуатационных свойствах топлив.

Прямые методы оценки эксплуатационных свойств (испытания) топлив включают в себя: квалификационные, стендовые, контрольные, эксплуатационные испытания, эксплуатацию под наблюдением. Прямые методы (испытания) дают наиболее полную оценку эксплуатационных свойств топлив, т. к. осуществляются на натуральных стендах и двигателях.

Но эти испытания (кроме квалификационных) требуют длительного времени (до нескольких лет), больших количеств топлива (до нескольких тысяч тонн), полномасштабных двигателей и разнообразного вспомогательного оборудования.

В настоящее время для оценки детонационной стойкости автомобильных бензинов в лабораторных условиях пользуются специальными установками с одноцилиндровыми двигателями. В России до 1949 г. для оценки октановых чисел автомобильных бензинов применялся моторный метод. В дальнейшем в связи с изменением технологии нефтепереработки и выпуском новых моделей двигателей в России, так же как и в других странах, возникла необходимость в применении менее жесткого, чем моторный, метода оценки октановых чисел. В 1959 г. была сделана отечественная установка для исследовательского метода.

В последние годы разработана и всесторонне испытана новая универсальная установка, предназначенная для определения октановых чисел как по моторному, так и по исследовательскому методам — УИТ-65. Новая установка оборудована автоматическими электронными устройствами для поддержания постоянного режима.

Мобильная экспресс-лаборатория для определения качества нефтепродуктов предназначена для получения оперативных данных о качестве реализуемых нефтепродуктов через сеть розничной и оптовой торговли в конкретном регионе.

Лаборатория контроля качества нефтепродуктов предназначена для оперативного контроля качества нефтепродуктов на АЗС, терминалах и складах горючего с выездом инспекторов непосредственно на место проверки.

В России контроль качества продаваемого топлива осуществляется слабо, особенно в глубинке, что позволяет недоброкачественным производителям и продавцам торговать некачественным бензином. Другое дело, когда компания дорожит своим именем и сама осуществляет постоянный контроль продукции не только при производстве, но и на автозаправочных станциях.

## **СПОСОБЫ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ АВТОМОБИЛЯ**

Махов Р.И., Шиповалов Д.А.

Существует несколько способов нейтрализации отработавших газов в выпускной системе автомобиля:

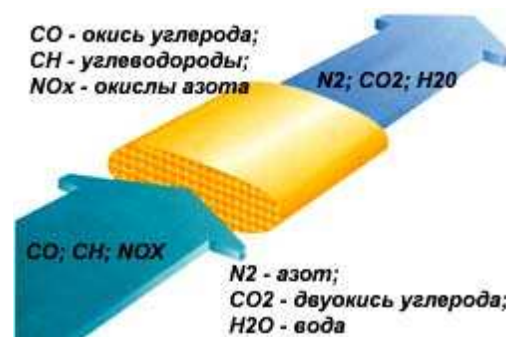
1. Окисление отработавших газов путем подачи к ним дополнительного воздуха в термических реакторах;

2. Поглощение токсичных компонентов жидкостью в жидкостных нейтрализаторах. Этот способ не получил широкого распространения из-за малой эффективности и необходимости частой замены жидкости;

3. Применение каталитических нейтрализаторов и сажевых фильтров (на автомобилях с дизельными двигателями) – в настоящее время наиболее актуально.

Современные каталитические нейтрализаторы – это трехкомпонентные каталитические нейтрализаторы. Трехкомпонентный каталитический нейтрализатор представляет собой корпус из нержавеющей стали, включенный в систему выпуска до глушителя. В корпусе располагается блок носителя с многочисленными продольными порами, покрытыми тончайшим слоем вещества катализатора, которое само не вступает в химические реакции, но одним своим присутствием ускоряет их течение.

Известно множество катализаторов - медь, хром, никель, палладий, родий. Но самой стойкой к воздействию сернистых соединений, которые образуются при сгорании содержащейся в бензине серы, оказалась благородная платина. На долю катализаторов приходится до 60% себестоимости устройства. Именно благодаря им происходят необходимые химические реакции – окисление монооксида углерода (CO) и несгоревших углеводородов (CH), а также сокращение количества окиси азота (NO<sub>x</sub>). В трехкомпонентном нейтрализаторе платина и палладий вызывают окисление CO и CH, а родий "борется" с NO<sub>x</sub> (рис.)



Реакции в нейтрализаторе.

Как правило, носителем в нейтрализаторе служит спецкерамика - монолит со множеством продольных сот-ячеек, на которые нанесена специальная шероховатая подложка. Это позволяет максимально увеличить эффективную площадь контакта каталитического покрытия с выхлопными газами - до величин около 20 тыс. м<sup>2</sup>. Причем вес благородных металлов, нанесенных на подложку на этой огромной площади, составляет всего 2-3 грамма. Керамика достаточно огнеупорна – выдерживает температуру до 800-850°С. Но все равно при неисправности системы питания и длительной работе на переобогащенной рабочей смеси монолит может не выдержать и оплавиться - и тогда каталитический



нейтрализатор выйдет из строя. Именно поэтому так проблематично выглядит использование каталитических нейтрализаторов с керамическим носителем на карбюраторных двигателях.

Все шире в качестве носителей каталитического слоя используются тончайшие металлические соты. Это позволяет увеличить площадь рабочей поверхности, получить меньшее противодавление, ускорить разогрев каталитического нейтрализатора до рабочей температуры и, главное, расширить температурный диапазон до 1000-1050°C.

На первый взгляд может показаться, что установка катализатора решает все экологические проблемы. Однако, температура, при которой катализатор начинает действовать (температура активации), находится в пределах 250–350°C. Время же, необходимое для разогрева, может достигать нескольких минут и зависит от типа автомобиля, способа его эксплуатации и температуры воздуха. Холодный катализатор практически неэффективен – следовательно, необходимо уменьшить время достижения температуры активации.

Трехкомпонентный нейтрализатор наиболее эффективен при определенном составе отработавших газов. Это значит, что нужно очень точно выдерживать состав горючей смеси возле так называемого стехиометрического отношения воздух/топливо, значение которого лежит в узких пределах 14,5— 14,7. Если горючая смесь будет богаче, то упадет эффективность нейтрализации CO и CH, если беднее — NO<sub>x</sub>.

Поддерживать стехиометрический состав горючей смеси можно было только одним способом — управлять смесеобразованием, немедленно получая информацию о процессе сгорания, то есть, организовав обратную связь.

В выпускной коллектор поместили специально разработанный кислородный датчик — так называемый лямбда-зонд (на Западе принято обозначать греческой буквой  $\lambda$  так называемый коэффициент избытка воздуха, то есть отношение стехиометрического состава смеси к текущему). Он вступает с раскаленными выхлопными газами в электрохимическую реакцию и выдает сигнал, уровень которого зависит от количества кислорода в выхлопе.

Если кислорода осталось много — значит, смесь слишком бедная, если мало — богатая. А по результатам мгновенного анализа, которым занимается электроника, можно быстро корректировать состав смеси в ту или иную сторону. Напряжение на выходе кислородного датчика принимает два уровня. Если смесь бедная, то низковольтный сигнал дает команду на обогащение топливной смеси, и наоборот.

## **ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА НА ТРАНСПОРТНОМ СРЕДСТВЕ**

Акимов С.А., Моисеев Ю.И.

Автомобиль по праву считается детищем XX века. Появившись в начале столетия, он прошел невиданный эволюционный путь, обеспечив современному человеку возможность преодолевать за короткое время большие расстояния, комфорт и удобство передвижения. Развитие автомобилестроения обеспечило быстрое развитие нефтяной отрасли. Своему ведущему положению в мировой экономике она во многом обязана двигателю внутреннего сгорания (ДВС).

Но на рубеже веков стало очевидным, что автомобиль породил ряд проблем, три из которых можно смело считать общечеловеческими. Это экологические, ресурсные проблемы, проблемы утилизации. Но на сегодня только утилизацию автомобиля можно считать технически решенной проблемой.

Вступая в XXI век, производители нефтепродуктов не могут не задать себе вопрос "Какая же судьба ждет сегодняшнее моторное топливо в будущем столетии?". Откажется ли мир от ДВС или от нефтепродуктов, как моторного топлива, в пользу иного источника энергии - экологически чистого, эффективного, недорогого, ресурсы которого, в отличие от нефти, неограниченны? На сегодня ответа на этот вопрос нет, но ведущие мировые автомобильные концерны инвестируют миллиарды долларов в развитие технологий альтернативных топлив. В этом направлении их стимулируют постоянно ужесточающиеся требования к экологии транспорта.

В настоящее время среди множества вариантов альтернативных видов топлива наилучшие шансы потеснить традиционные бензин и дизельное топливо имеют природный газ и спирты, прежде всего в силу своей низкой себестоимости и налаженного производства. К 2012 году по разным оценкам до 1.5% транспортных средств в мире будут потреблять топливо, в производстве которого вообще не используется нефть. Еще до 30% автотранспорта будет оборудовано гибридными силовыми агрегатами (ДВС и электродвигатель) или иметь двухтопливную конфигурацию (бензин и газ). Автомобили, использующие в качестве топлива сжиженные углеводородные газы (пропан-бутановые смеси), хотя и не являющиеся альтернативными в строгом смысле этого слова, составят еще 3-5%. Данные схемы обеспечивают качественно новый уровень экономичности автомобиля и его экологичности, но все же являются полумерами.

На сегодня главным направлением создания автомобиля "с нулевым выбросом" является технология топливных элементов (ТЭ) - устройств, генерирующих электроэнергию непосредственно на борту транспортного средства в результате электрохимической реакции. Все ТЭ нуждаются в

топливе водородосодержащем веществе (кислород из воздуха), на роль которого лучше всего подходит метанол, притом КПД такого двигателя достигает 38% против 19% у стандартного ДВС. В настоящее время все большее число машин переводится на газовое топливо.

Существенным преимуществом газового топлива по сравнению с бензином является то, что газ не смывает со стенок цилиндра масляную пленку, в результате чего существенно повышается ресурс двигателя и увеличивается срок службы моторного масла. Кроме того, большее октановое число пропан-бутана значительно уменьшает вероятность детонационных процессов, и двигатель начинает работать заметно "мягче", чем на бензине. Есть и еще один сильный аргумент — теоретически выхлоп "газифицированных" автомобилей даже чище, чем у машин с бензиновыми двигателями, оснащенными каталитическими нейтрализаторами!

Но при этом существуют и минусы, появляющиеся в следствии перехода автомобиля на газ.

Во-первых, это баллон в багажнике.

Во-вторых, это необходимость следить за чистотой рабочей полости редуктора — к сожалению, степень очистки отечественной газовой смеси крайне низкая, и в редукторе постоянно скапливается парафиново-смоляной конденсат, который приходится сливать через две-три заправки. Кроме того, именно из-за сильной загрязненности российского газа все заявления о высокой экологичности автомобилей, работающих на газовом топливе, превращаются в пустой звук. И наши испытания, увы, это подтвердили.

Также возникают сложности при заправке газом. Например, зимой малейшая неплотность соединения заправочного пистолета и штуцера из-за налипших кристалликов льда может привести к тому, что газ под давлением стравится наружу, что небезопасно.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать заключение, что проблема безопасности автомобилей, применяющих газообразное топливо, имеет несомненную актуальность и требует новых оригинальных технических решений.

## **АНАЛИЗ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОРГАНИЗАЦИЮ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК НА МАРШРУТЕ**

Христенко С.А., Чернова Г.А.

Организация маршрута зависит от множества контролируемых и неконтролируемых факторов. Нами определены контролируемые факторы первого, второго и третьего уровней влияющие на организацию маршрута и проанализированы их влияние на безопасную перевозку

пассажиров. Факторы первого уровня непосредственно влияют на качественные и количественные величины показателей, влияющих на организацию перевозок.

### **Контролируемые факторы первого уровня и показатели:**

$A_1$  – надёжность водителя (переменный фактор). От надёжности водителя зависит регулярность перевозок, т. е. выполнение расписания движения автобуса. Отклонение от расписания определено приказом Минтранса РФ №200 от 31.12.81г. и составляет на городских маршрутах  $\pm 2$  минуты.

$A_2$  – техническое состояние автобуса (переменный фактор). Техническая исправность автобусов определяется организацией ТО и ремонта автобусов. Это состояние ремонтной базы, возраст автобусов, закрепление автобусов за автосервисами. Показатель технической готовности – коэффициент технической готовности  $\alpha_t = 0,85$ .

$A_3$  – параметры состояния дороги на определённом участке (постоянная величина): категория дороги, ширина дороги, число полос, количество светофоров, пересечений, переездов, наличие неровностей, пропускная способность дороги. Показатели определяются нормативными документами СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» и ВСН 23-75 «Указания по разметке автомобильных дорог».

$A_4$  – величина и характер транспортного потока (переменная величина во времени), автомобилей в час: число транспортных средств в исследованный период времени (будний и выходной дни, обследование проводится в часовые периоды времени с 7 до 23 часов). Определяется общее число транспортных средств  $I_{max}$ , с разделением на индивидуальные автомобили  $I_u$ , автобусы большой вместительности  $N_a$ , маршрутные такси ГАЗель  $N_m$ , автобусы ПАЗ  $N_n$ .

$A_5$  – параметры остановочных пунктов на участках улично-дорожной сети (постоянная величина): длина перегонов, т.е. расстояний между остановками,  $l_n$ ; фактическая длина остановочных пунктов,  $l_\phi$ . По входящему потоку автобусов  $I_{вх}$ , авт/ч определяется расчётная длина остановочных пунктов  $l_{рас}$  согласно СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» и ВСН 23-75 «Указания по разметке автомобильных дорог». Рекомендуемая длина остановочного пункта  $l_{рек}$  определяется по номограммам [1].

$A_6$  – параллельные регулярные маршруты на определённых участках дороги. Составляется реестр регулярных маршрутов и выделяются параллельные маршруты, полностью совпадающие с муниципальными маршрутами.

### **Факторы второго уровня:**

***B<sub>1</sub>*** – заказчик транспортного обслуживания населения. Обеспечивает доступ перевозчиков на определённый маршрут на основании квотирования при обеспечении ряда обязательных требований, контролирует состояние дорог, определяет количество маршрутов с обеспечением безопасной работы остановочных пунктов.

***B<sub>2</sub>*** – организатор перевозочного процесса - муниципальное предприятие, частные перевозчики: владельцы автобусов Газель, ПАЗ – 3250.

Организатор должен обеспечить безопасную перевозку пассажиров за счет: обеспечения надёжности водителей; обеспечения технически исправных автобусов на маршрутах; информационного обеспечения пассажиров; контроль за состоянием дорог. Нормативные документы: Приказ Минтранса РФ № 2 от 8.01.97 г. «Положение об обеспечении безопасности перевозок пассажиров автобусами».

***B<sub>3</sub>*** – техническая скорость, км/ч, определяется хронометражем организатором перевозок пассажиров по методике приказа Минтранса РФ №200 от 31.12.81г. Зависит от надёжности водителя, технического состояния и марки автомобиля, категории и состояния дороги, наличия светофоров, пересечений, переездов, величины транспортного потока по времени суток, числа маршрутов на данном участке дороги.

***B<sub>4</sub>*** – дорожная инфраструктура: дороги, пересечения, светофоры, состояние дорожного полотна, остановочные пункты, диспетчерские, пункты контроля.

### **Факторы третьего уровня:**

***C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>*** – законодательная база и нормативная документация на федеральном, региональном и местном уровне соответственно. Нормативная и законодательная база приведена при раскрытии факторов первого и второго уровней.

Со стороны заказчика перевозок должна быть такая организация, когда обеспечиваются все нормативы и методики третьего уровня, определённые технологией организации пассажирских перевозок.

Таким образом, нами определено, что для организации безопасной работы автобусов на маршрутах необходимо определить большое количество показателей, которые оцениваются как количественно, так и качественно. Количественные величины всех показателей определены соответствующими нормативными документами на третьем уровне, и их необходимо выполнить и заказчикам и организаторам перевозок на втором уровне. Факторы первого уровня определяют, какие функции должны быть обеспечены и какими показателями непосредственно в перевозочном процессе. К, сожалению, муниципальная колонна и частные перевозчики не объединены в единую транспортную систему в организации

пассажирских перевозок заказчиком перевозок – администрацией г. Волжского.

Литература.

Чернова Г. А. Организация безопасной перевозки пассажиров с учётом эксплуатационной и экологической составляющих. Дисс. на соиск. к.т.н. В-д. 2005 г.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СЦЕПЛЕНИЕМ АВТОМОБИЛЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ и БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗОК**

Попрошаев С.С., Заболотный Р.В.

Наиболее сложным при управлении транспортной машиной является управление двигателем и сцеплением при трогании транспортной машины с места и при переключении передач, особенно в тяжелых дорожных условиях.

Опыт эксплуатации автомобилей в больших городах с интенсивным движением показывает, что водителю приходится на каждые 100 км пути в среднем от 1000 до 3000 раз воздействовать на сцепление. Наибольшая психофизиологическая нагрузка приходится на водителей городских автобусов и грузовых автомобилей. От состояния водителя, особенно в конце рабочего дня, зависит безопасность движения.

Система автоматического управления сцеплением позволяет свести управление автомобилем, как и при автоматической гидромеханической передаче, к двум педалям управления – педали управления двигателем и педали управления тормозом. При этом автоматизированное сцепление значительно дешевле автоматической гидромеханической коробки передач.

В современных системах автоматического управления реализуется два способа регулирования момента сцепления: в зависимости от угловой скорости вала двигателя и в зависимости от угла поворота педали управления двигателем. В первом случае момент сцепления является некоторой функцией угловой скорости вала двигателя. При втором способе управления изменение момента сцепления осуществляется в функции угла поворота педали управления двигателем.

В настоящее время более предпочтительными считаются автоматические сцепления, в которых задающий сигнал (угловая скорость вала двигателя или положение органа управления двигателем) преобразуется в электрический сигнал, используемый при формировании управляющего воздействия на электропневматический или электрогидравлический регулятор давления.

Применение данной системы регулирования двигателя и сцепления позволит уменьшить работу буксования сцепления и повысить плавность переключения передач.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ПО  
ОЦЕНКЕ КОНСТРУКЦИИ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОБУСА  
«ВОЛЖАНИН 3290» С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ  
РАБОТОСПОСОБНОСТИ**

Наумов А.С. (ВТС 531)

Научный руководитель Чернова Г.А.

В данной работе производится оценка работоспособности рулевого управления автобуса марки «Волжанин-3290». Под работоспособностью понимают техническое состояние автомобиля, при котором в данный момент времени он соответствует всем требованиям, установленным лишь для основных параметров, характеризующих нормальное выполнение заданных функций. Таким образом, предстояло выполнить расчет основных параметров рулевого управления и сравнить их с допускаемыми значениями и требованиями предъявляемыми к этим элементам рулевого управления, дать оценку общей работоспособности рулевого управления и сделать предложения по улучшению работоспособности рулевого управления.

На автобусе «Волжанин-3290» установлен рулевой механизм марки ZF8033 типа винт - шариковая гайка - рейка - сектор с гидроусилителем. Поскольку рулевое управление ZF8033 специально для автобусов «Волжанин» не проектировалось, то важным является вопрос насколько оно подходит для данного типа автобусов. Для этого и производится оценка работоспособности рулевого управления с последующим анализом полученных результатов и предложениями о внесении изменений в конструкцию.

Так же были получены количественные данные по неисправности рулевого механизма автобуса «Волжанин 3290» за 2010 год отдела гарантийного обслуживания «ЗАО ВАП ВОЛЖАНИН», которые показали ту проблему которая существует.



Рисунок 1. - Количество сходов с неисправностью рулевого управления, в процентном соотношении, автобуса модели «Волжанин-3290» и её модификаций.

Основные неисправности рулевого управления:

- Люфт продольной рулевой тяги;
- Люфт поперечной рулевой тяги;
- Люфт карданного вала руля;
- Люфт пальца рулевой тяги;
- Крепление насоса гидроусилителя;
- Течь масла с рулевого механизма;
- Течь масла с насоса гидроусилителя;
- Люфт пальца рулевой тяги;

Как показывают расчеты все параметры рулевого управления автобуса «Волжанин3290» находятся в пределах допустимых значений, следовательно, условия прочности выполняются.

Однако прочность поперечного рычага рулевого привода находится близко к предельным значениям и следовательно имеют маленький запас прочности. Запас прочности поперечной тяги – 0,0023.

При том, как нормативный запас прочности составляет 1,5...2,5. Так же, по данным гарантийного отдела «ЗАО ВАП ВОЛЖАНИН» следует то, что проблема не только в продольной рулевой тяге, но и так же в её



наконечниках, которые интенсивно изнашиваются и требуют замены на другую модель шарниров.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЛАНЕТАРНОГО МЕХАНИЗМА КОНЕЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ ТРУБОУКЛАДЧИКА, НА БАЗЕ ТРАКТОРА ВТ-100, С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ**

Петренко А. В. (АТФ 4С, ВолгГТУ)

Научный руководитель Шевчук В.П., профессор, д.т.н., ВолгГТУ, г. Волгоград.

В настоящее время на тракторах различного назначения все большее применение находят планетарные механизмы, имеющие большие преимущества, в отличие от других типов механизмов, по массовым и габаритным характеристикам, а также высоким коэффициентом использования нагрузки на единицу массы, благодаря многопоточности и применению внутреннего зацепления.

Сейчас разрабатываются методы повышения ресурса работы планетарных механизмов, с целью расширения области их применения и увеличения срока службы механизма, в состав которого они входят.

Преимущества планетарных передач позволяют на их базе создавать и внедрять в производство планетарные конечные передачи или конечные передачи с планетарной ступенью.

Основной задачей было создание конечной передачи с высокими показателями долговечности. Для этого необходимо решение проблемы избыточных связей в планетарном механизме.

В ходе исследования был произведен анализ более 200 патентных решений, которые были посвящены проблеме избыточных связей в планетарных механизмах.

Избыточными (пассивными) связями называются такие связи, устранение которых не увеличивает подвижности механизма.

Избыточные связи в механизме вредны, так как они увеличивают трудоемкость изготовления и эксплуатации механизмов и снижают их надежность.

При создании планетарных передач, как бы точно не изготавливали ее детали, нельзя добиться того, чтобы в ней не возникали при работе вредные, нежелательные сопротивления, преодоление которого приводит к произвольной потере передаваемой мощности и как следствие износ элементов передачи.

Поэтому важно выбирать схему механизма так, чтобы требования к точности звеньев были невелики. Этому удовлетворяют механизмы, статически определимые, т.е. без избыточных (пассивных) связей, звенья которых самоустанавливаются.

В ходе проведения анализа было отобрано около 130 патентных решений и составлена классификация, согласно используемым решениям,

по распределению нагрузки по длине зубьев сателлитов и между сателлитами.

Создание классификации планетарных передач по избыточным связям позволяет создавать новые планетарные механизмы, с учетом имеющихся решений по способам устранения избыточных связей, с наименьшим количеством избыточных связей, а как следствие построение точных механизмов с высокими показателями составляющих надежности.

Нами произведена работа по разработке трубоукладчика, на базе трактора ВТ-100, с двухступенчатой планетарно-цилиндрической конечной передачей, повышенного ресурса, в планетарной ступени которой был применен механизм самоустановки за счет использования плавающих элементов конструкции. А именно за счет использования составного водила и последовательного соединения секторов сателлитного блока карданными шарнирами для самоустановки сателлитного блока между центральными колёсами и выравнивание нагрузки как между сателлитами, так и по длине их зубьев. Такая передача содержит наименьшее количество избыточных связей, вследствие чего износ сопрягающихся поверхностей уменьшится, а ресурс работы механизма увеличится и в результате чего происходит повышение долговечности, как конечной передачи, так и всего агрегата в целом.

По данному изобретению подана заявка на получение патента.

## **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ АВИАЦИОННЫХ ШИН ДЛЯ ЛЕГКОЙ АВИАЦИИ, РАБОТАЮЩЕЙ НА ГРУНТЕ**

Сысоева А.И. (ВЭ 511)

Руководитель Комкова И.В.

С принятием в 2009 году федерального закона № 217 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности» хозяйственная деятельность высших учебных заведений вышла на новый уровень. Согласно закону научные и образовательные учреждения могут создавать малые инновационные предприятия (МИП) в целях практического применения результатов интеллектуальной деятельности (РИД) [1].

Волжский политехнический институт вот уже пятый десяток лет осуществляет интеграцию научных работ кафедр с предприятиями химического, энергетического и машиностроительного профилей г. Волжского.

Среди последних инновационных разработок молодых ученых института в области химической, шинной и резинотехнической

промышленности можно назвать нано-микродисперсные модификаторы. Продукт позволяет заменить более дорогостоящие отечественные и импортные модификаторы (РУ-стиорат кобальта, MONOBOND). Достигается снижение себестоимости резины на 5-15%.

Именно эта разработка предлагается к внедрению в промышленное производство в качестве модификатора резиновой смеси для шин [4].

Среди производимой продукции шинной отрасли наибольшую долю занимают шины для легковых автомобилей.

Этот сегмент рынка отличается не только наиболее сильной конкуренцией, большими объемами продаж, но и стабильным спросом. Однако не все ниши рынка шин заняты.

Среди малых по удельному весу, но перспективных направлений производства, можно выделить авиационные покрышки, а именно – шины для сверхлегких летательных аппаратов (СЛА) типа СП-30 [3, 2].

Основной целью проекта является создание эффективного производства авиашин нового типа для легкой авиации типа СП-30. Предлагаемый проект предполагает создание нового предприятия совместно с частными инвесторами, шинными предприятиями Волгоградской области, или инвестиционным банком.

Основным конкурентным преимуществом предлагаемой продукции перед импортной является то, что благодаря меньшей цене шин снижается стоимость сельскохозяйственных авиаработ, что, в свою очередь, снижает себестоимость зерна.

Для сельхозпроизводителей это является основополагающим, так как закупочные цены, устанавливаемые государством, достаточно низкие.

Так как МИП в основе своей содержит технологические инновации, главной целью является содействие внедрению научных разработок ВПИ в промышленное производство.

Реализация инвестиционного проекта будет осуществляться обществом с ограниченной ответственностью «Авишины ВПИ».

Разрабатываемые шины должны соответствовать типоразмеру 203x147 мм, обладать усиленным протектором, иметь более долгий срок службы благодаря ноу-хау, улучшающих качество исходного сырья.

В данном проекте предусмотрен технологический процесс производства нового типа авиационных шин, подлежащих восстановлению, имеющих следующие параметры: бескамерная; радиальная; низкопрофильная; малогабаритная; неметаллический корд.

Для целей проекта на производственных площадках ООО «Авишины ВПИ» будет размещено оборудование для стадии сборки и вулканизации шин.

Стадии резиносмешения и получения полуфабрикатов предлагается вынести на аутсорсинг, таким образом, закупая готовые полуфабрикаты и комплектующие в Китае или некоторых странах Юго-Восточной Азии

(Сингапур, Малайзия). Производственные мощности будут располагаться в арендованном помещении волжского шинного завода.

В стоимость аренды входит амортизация. Коммуникации и вспомогательные ресурсы - по факту.

В качестве основного технологического оборудования выступает линия по сборке радиальных авиационных покрышек и форматор-вулканизатор, в стоимость которого входит пресс-форма.

В качестве поставщика оборудования предлагается немецкая компания «Харбург-Фройдербергер», имеющая большой опыт в химической промышленности [5].

Начальные инвестиции на оборудование и производственные площади составят 7,7 млн. руб.

Таблица 1 – Расчет инвестиций в оборотные средства

п/п	Наименование элементов оборотных средств	Удельный вес, %	Годы		
			2010	2011	2012
<b>1</b>	<b>Сырье и материалы</b>	<b>3</b>	52,18	99,70	116,31
<b>2</b>	<b>Топливо и тара</b>	<b>59</b>	594,09	1135,38	1320,21
<b>3</b>	<b>Малоценный инвентарь и инструмент</b>	<b>6</b>	103,79	119,52	139,02
<b>4</b>	<b>Незавершенное производство</b>	<b>20</b>	172,98	199,21	231,70
<b>5</b>	<b>Готовая продукция</b>	<b>12</b>	207,57	239,05	278,04
<b>6</b>	<b>Денежные средства</b>	<b>7</b>	121,08	139,44	162,19
<b>7</b>	<b>Расходы будущих периодов</b>	<b>3</b>	51,89	59,76	69,51
<b>Итого</b>		<b>100</b>	1729,76	1992,06	2316,96

Таким образом, начальные инвестиции в оборотный капитал составляют 2,3 млн. руб. Всего начальные инвестиции по проекту составят 10 млн. руб.

В таблице 2 приведен расчет себестоимости продукции.

Таблица 2 – Расчет себестоимости единицы продукции (1 шт.) по годам инвестиционного проекта

№ п/п	Наименование элементов экономических затрат	Значения по годам, руб.			Структура		
		2010	2011	2012	2010	2011	2012
1	Сырье и материалы	553,72	553,88	553,91	25,60%	32,81%	34,30%
2	Топливо и энергия со стороны	506,04	506,19	506,21	23,40%	29,99%	31,34%
3	Заработная плата ППП	40,89	21,40	18,40	1,89%	1,27%	1,14%
4	Отчисления от ФЗП	13,90	7,28	6,26	0,64%	0,43%	0,39%
5	Амортизационные отчисления ( в % от стоимости основного капитала)	638,84	334,37	287,58	29,54%	19,81%	17,81%
6	Аренда помещений	212,95	111,46	95,86	9,85%	6,60%	5,94%
7	Прочие денежные расходы	196,63	153,46	146,82	9,09%	9,09%	9,09%
<b>Итого</b>		<b>2162,97</b>	<b>1688,03</b>	<b>1615,05</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Как видно, наибольший удельный вес в структуре себестоимости единицы продукции имеет энергетическая и сырьевая составляющая –31% и 34% в 2012 гг. соответственно.

По данным таблицы видно, что себестоимость на единицу продукции имеет отрицательный темп роста.

Темп роста себестоимости всего выпуска, однако, имеет положительный темп роста (в силу увеличения переменных издержек одновременно с ростом объема производства), равный 149% в 2011 году и 111% в 2012 году.

В таблице 3 представлены величины выручки, прибыли на единицу продукции и общей чистой прибыли при заданных объемах производства и продаж.

Они отличаются положительными темпами роста.

Таблица 3 – Техничко-экономические показатели проекта

п/п	Показатели	Значения по годам, тыс. руб.			Изменение	
		1	2	3	4	5

1	Объем выпуска, шт.	1174,00	2243,00	2608,00	191,06%	116,27%
2	Цена 1 шт., руб.	4500,00	4500,00	4500,00	100,00%	100,00%
4	Прибыль на 1 шт., руб.	2162,97	1688,03	1615,05	78,04%	95,68%
5	Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	2337,03	2811,97	2884,95	120,32%	102,60%
6	Чистая прибыль	5283	10093,5	11736,00	191,06%	116,27%

Определение коммерческой эффективности инвестиционного проекта состоит в определении и анализе потока и сальдо реальных денег на различные периоды его осуществления.

Таблица 4 – Расчет коммерческой эффективности инвестиционного проекта

Показатели	Значения по годам, тыс. руб.		
	2010	2011	2012
Сальдо от инвестиционной деятельности, тыс. руб.	-9453,65	-324,90	0,00
Сальдо от операционной деятельности, тыс. руб.	2493,07	5726,17	7007,30
Сальдо от финансовой деятельности, тыс. руб.	7187,66	-4622,88	-5340,31
Поток реальных денег от реализации инвестиционного проекта, тыс. руб.	-6960,58	5401,27	7007,30
Поток реальных денег от реализации инвестиционного проекта нарастающим итогом, тыс. руб.	-4026,84	1374,43	8381,73
Коэффициент дисконтирования	1,0000	0,7695	0,6750
Дисконтированный поток реальных денег, тыс. руб.	-6960,58	4156,10	4729,73
Дисконтированный поток реальных денег нарастающим итогом, тыс. руб.	-4026,84	1057,58	5657,43
Сальдо реальных денег от реализации инвестиционного проекта, тыс. руб.	227,08	778,39	1666,99

Согласно основным показателям эффективности, данный инвестиционный проект следует принять. NPV составляет 1,6 млн. руб. Индекс рентабельности инвестиций, характеризующий уровень доходов на

единицу затрат, показывает, что с каждого рубля, инвестированного в проект, будет получено 1,16 руб. прибыли.

Внутренняя норма прибыли инвестиций составляет 21% при ставке дисконтирования 14%. Срок окупаемости составляет 2,57 года.

#### Литература

1. О внесении изменений в отдельные законодательные акты российской федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности: Федеральный закон РФ от 24.07.2007 N 215-ФЗ - [Электронный ресурс] // <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/7114.html>
2. Анненков А., Щелочков М. Время летать / А. Анненков - [Электронный ресурс] // <http://aerosamara.com/>
3. Рынок шин и покрышек 2005-1 кв.2010 и прогноз развития до 2012 - [Электронный ресурс] // [http://www.finanalisis.ru/mi\\_study/research/46/562949978952646.html](http://www.finanalisis.ru/mi_study/research/46/562949978952646.html)
4. Официальный сайт Волжского политехнического института (филиала) ВолГТУ - [Электронный ресурс] // <http://www.volpi.ru/>
5. Сборочные станки для производства высокоэффективных шин – [Электронный ресурс] // <http://www.harburg-freudenberger.com/de/index.htm>

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СМАЗКИ ДИЗЕЛЕЙ ПРИ УСТАНОВКЕ ВОДОМАСЛЯНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА. РАСЧЕТ И ПРОЕТИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННИКА**

Трудов М. А.

Научный руководитель Моисеев Ю. И.

Система смазки двигателей представляет собой комплекс устройств, связанный масляными магистралями с общим резервуаром и обеспечивающий подачу к трущимся поверхностям двигателя необходимого количества отфильтрованного масла, нагретого до требуемой температуры.

Слой масла, находящийся между трущимися поверхностями, частично или полностью предотвращает их соприкосновение при взаимном перемещении и тем самым уменьшает износ этих поверхностей и снижает механические потери в двигателе. Благодаря этому увеличивается срок службы двигателя, улучшаются его мощностные и экономические показатели.

Важной функцией системы смазки является охлаждение омываемых маслом деталей двигателя, особенно таких, как подшипники кривошипно-

шатунного механизма, так как охлаждение их другим способом затруднено или вообще невозможно.

Условия смазки и смазочные масла для отдельных узлов и деталей двигателя выбирают в зависимости от нагрузки на трущиеся поверхности, скорости взаимного перемещения этих поверхностей, температурной напряженности деталей, длительности их работы и других факторов. Для трущихся пар, работающих в наиболее тяжелых условиях, т. е. при высоких удельных давлениях и скоростях взаимного перемещения (подшипники коленчатого и распределительных валов), необходимо обеспечить наиболее благоприятные условия трения - жидкостное трение, при котором смазочный слой имеет толщину, достаточную для полного отделения друг от друга трущихся поверхностей.

Опыт эксплуатации автомобильных поршневых двигателей внутреннего сгорания показал, что температура смазочного масла в картере должна поддерживаться в пределах 75 - 90°C. Однако масло, омывая горячие детали двигателя, нагревается до более высокой температуры и поэтому нуждается в охлаждении.

Системы смазки двигателей автомобилей, предназначенных для работы в тяжелых дорожных условиях или с продолжительными максимальными нагрузками, снабжают водомасляными радиаторами.

Такие радиаторы в систему смазки чаще всего включаются параллельно, а масло прокачивается через них либо самостоятельным масляным насосом (секцией), либо насосом общей системы смазки.

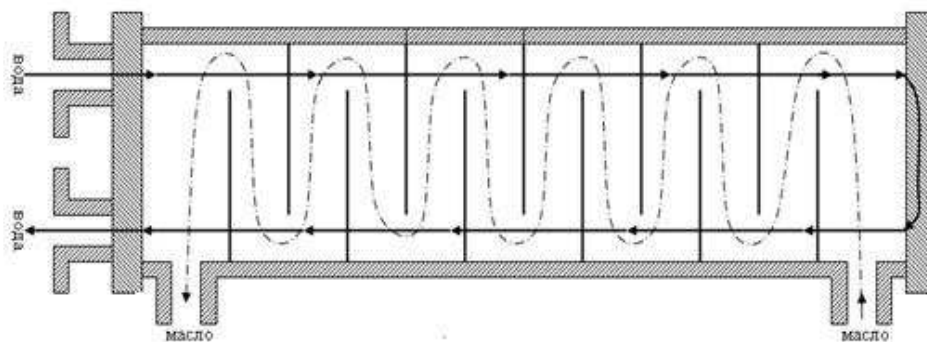
Масляные радиаторы омываются воздухом или жидкостью из системы охлаждения. Воздухомасляные радиаторы делаются обычно из оребренных трубок и устанавливаются перед радиатором системы охлаждения двигателя или в поток воздуха, создаваемый вентилятором в двигателях воздушного охлаждения. Интенсивность охлаждения масла зависит при этом от температуры окружающего воздуха. Водомасляные радиаторы омываются водой из системы охлаждения двигателя. По своей конструкции они могут быть трубчатыми или пластинчатыми. Такие радиаторы имеют ряд преимуществ. В частности, позволяют с большей стабильностью поддерживать температуру масла, а после пуска двигателя ускоряют его прогрев.

При последовательном включении масляные радиаторы снабжают перепускным клапаном, который необходим в случаях засора радиатора или повышения давления в системе вследствие загустения масла. В системах с сухим картером радиатор включают в магистраль, отводящую масло в бак-отстойник.

Используемые на автомобилях водомасляные теплообменники предназначены для охлаждения водой масла дизельного двигателя. Для реализации максимального теплосъема в ограниченных габаритах теплообменника чаще всего применяют противоточно-перекрестное



течение жидкостей. Вода проходит по гладким или оребренным с внешней стороны трубкам, завальцованным в трубные доски. Масло, попадающее в теплообменник, ввиду наличия сегментных перегородок, движется поперек трубного пучка, отдавая тепло воде, движущейся по трубкам. Температурные удлинения трубок охлаждающего элемента компенсируются за счет возможности перемещения одной из трубных досок теплообменника.



Принципиальная схема конструкции водомасляного теплообменника

Применение водомасляных теплообменников на автомобилях, особенно тех, которые работают в тяжелых дорожных условиях, позволят повысить тяговые свойства двигателя внутреннего сгорания, его КПД, сократить затраты мощности, повысить надежность конструкций двигателя.

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ЦИЛИНДРО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЯ ЯМЗ-236 С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОЛОВКИ ПОРШНЯ ДВИГАТЕЛЯ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОРШНЯ**

Дуюнов А. А.

Научный руководитель Моисеев Ю. И.

В начале третьего тысячелетия двигатель внутреннего сгорания остается одной из самых совершенных и эффективных тепловых машин, покрывающей большую долю потребности человечества в энергии для транспортных и стационарных технических систем.

Резервы дальнейшего повышения показателей качества поршневых двигателей внутреннего сгорания далеко не исчерпаны. Это позволяет рассчитывать на дальнейшие успехи в их развитии и утверждать, что двигатели внутреннего сгорания по-прежнему сохраняют свое лидирующее положение среди других типов тепловых двигателей как наиболее эффективные динамические преобразователи энергии для наземного, водного транспорта и средств малой стационарной энергетики.

Для повышения показателей качества в распоряжении конструкторов и технологов имеется целый арсенал технических приемов и средств, прошедших

проверку на опытных и серийных конструкциях двигателей, внедренных или внедряемых двигателестроительными фирмами.

За последние годы в отечественном и зарубежном двигателестроении выполнен большой объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, давший возможность существенного снижения температуры головки поршня и создать банк перспективных технических решений и средств дальнейшего повышения срока службы двигателя.

К материалам, применяемым для изготовления поршней автотракторных двигателей, предъявляются следующие требования:

- высокая механическая прочность;
- малая плотность;
- хорошая теплопроводность;
- малый коэффициент линейного расширения;
- высокая коррозионная стойкость;
- хорошие антифрикционные свойства.

Для изготовления поршней применяются серые чугуны и алюминиевые сплавы.

Поршни из чугуна прочны и износостойки. Благодаря небольшому коэффициенту линейного расширения они могут работать с относительно малыми зазорами, обеспечивая хорошее уплотнение цилиндра. Однако чугун имеет довольно большой удельный вес. В связи с этим область применения чугунных поршней ограничивается сравнительно тихоходными двигателями, в которых силы инерции возвратно движущихся масс не превосходят одной шестой от силы давления газов на днище поршня. Чугун имеет низкую теплопроводность, поэтому нагрев днища у чугунных поршней достигает 350—400 °С. Такой нагрев нежелателен особенно в карбюраторных двигателях, так как он служит причиной возникновения детонации.

подавляющее большинство автомобильных двигателей имеют алюминиевые поршни. Достоинства алюминиевых поршней: малая масса (как минимум на 30 % меньше по сравнению с чугунными); высокая теплопроводность (в 3-4 раза выше теплопроводности чугуна), обеспечивающая нагрев днища поршня не более 250 °С, что способствует лучшему наполнению цилиндров и позволяет повысить степень сжатия в бензиновых двигателях; хорошие антифрикционные свойства.

Недостатками алюминиевых поршней являются: большой коэффициент линейного расширения (примерно в 2 раза больше, чем у чугуна), значительное снижение механической прочности при нагреве (повышение температуры до 300 °С приводит к снижению механической прочности алюминия на 50-55 % против 1 % у чугуна).

Недопустимые для нормальной работы двигателя зазоры между стенками цилиндров и алюминиевыми поршнями устраняются конструктивными мероприятиями, основными из которых являются:

- придание юбке поршня овальной или овально-конусной формы; изоляция тронковой (направляющей) части поршня от наиболее нагретой его части (головки);
- косой разрез юбки по всей длине, обеспечивающий пружинящие свойства стенок;
- Т- и П-образные прорезы в юбке поршня не на полную ее длину в сочетании с ее овальностью;
- компенсационные вставки, ограничивающие тепловое расширение юбки в плоскости качания шатуна.

## **РАЗРАБОТКА СХЕМЫ КОМПЛЕКТА ПНЕВМОТИЧЕСКОЙ ПОДВЕСКИ ДЛЯ АВТОБУСА ВОЛЖАНИН 3290**

Кирсанов А.С. (ВТС 531)

Научный руководитель Привалов Н.Я.

В России ежегодно городские и служебные автобусы совершают более 100 млн. рейсов в общей системе пассажирских перевозок, междугородные автобусы осуществляют почти 8 млн. коротких рейсов и приблизительно 8 млн. туристических. Из этого следует актуальность совершенствования всего автобуса и его конкретных узлов.

Основой эффективной работы автобусного транспорта является обеспечение высокой эксплуатационной надежности автобусов, т.е. способности безотказно выполнять работу с сохранением во времени эксплуатационных показателей в заданных пределах.

В основу работы всех вариантов конструкции заложен один принцип - путем увеличения или уменьшения давления в пневмоэлементах посредством компрессора увеличивается ил и уменьшается жесткость амортизаторов. Процессом управляет электронный блок, который получает информацию от различных датчиков - скорости, высоты положения кузова, угла поворота руля и т.д. - и подает соответствующие команды на компрессор и клапаны согласно заложенной в него программе. Меняя давление в пневмоэлементах, система изменяет как уровень жесткости подвески, так и величину клиренса. В зависимости от сложности конструкции, пневмоподвеска может выполнять разные задачи - от простого автоматического выравнивания кузова при большой загрузке автомобиля (в таких случаях, как правило, обходятся установкой пневмоамортизаторов только на заднюю ось) до реализации нескольких фиксированных положений жесткости амортизаторов для различного стиля езды. Чаще всего применяются два варианта: "нормальный" и "спортивный", но встречаются и системы, где добавлен и третьей уровень - так называемый soft, то есть мягкий. В таких случаях используется чаще всего частично нагружаемая система подвески. Наиболее сложные современные системы пневмоподвески осуществляют постоянный

контроль и корректировку давления на каждом из пневмоэлементов в реальном времени. Увеличивая, например, их жесткость по мере возрастания скорости, постоянно контролируя нагрузку на каждое колесо, система стремится к сохранению наиболее безопасного положения кузова по мере увеличения скорости.

### **Основные преимущества пневматической подвески:**

- 1) значительно снижает негативные последствия сильного перегруза;
- 2) поддержание постоянной высоты уровня пола т.е. возможность изменять клиренс и жесткость подвески;
- 3) комфортное передвижение по дорогам с неровным покрытием; снижение износа подвески и шин;
- 4) компенсация «провисания» рессор у задней оси;
- 5) при изменении качества дорожного покрытия есть возможность б) регулировки режима работы подвески автомобиля прямо в движении;
- 7) увеличение устойчивости автомобиля; уменьшение чувствительности к боковому ветру.

Пнемоподвеска имеет немало важных преимуществ перед штатной рессорной подвеской:

**Адаптивность.** Пневмоподвеска дает широкий диапазон настройки жесткости, клиренса и увеличения допустимой нагрузки на ось.

**Управляемость.** Большинство пневмобаллонов имеют прогрессивную характеристику – чем больше они сжимаются, тем их жесткость становится выше. Таким образом прогрессивность характеристики пневмоэлементов и возможность быстрой настройки давления в них прямо из салона автомобиля дает широчайший диапазон рабочих характеристик пневмоподвески.

**Настраиваемость.** Каждый водитель имеет собственное виденье того, как его автомобиль должен ехать и управляться. С пневматической подвеской эти пожелания могут быть легко реализованы без замены компонентов подвески. Изменяя давление в системе, Вы можете добиться того, что один и тот же автомобиль будет мягким и комфортным, жестким и собранным или выбрать нечто среднее.

**Практичность.** Пневмоподвеска позволяет более полно использовать грузоподъемность автомобиля и даже допускает легкий перегруз автомобиля без ущерба комфорту и безопасности водителя и окружающих. Это свойство особенно актуально для легких коммерческих грузовиков и фургонов

**Надежность.** Надежность пневмоподвесок доказана миллионными пробегами тяжелых грузовиков на протяжении последних семидесяти лет. На заводских испытаниях пневмобаллоны выдерживают десятки миллионов циклов, что эквивалентно сорока-пятидесяти годам

эксплуатации. Если пневмобаллон не трется о кузов и элементы подвески, и не нагревается от близко расположенных выхлопных труб, то он способен «пережить» автомобиль. Конечно, в Российских условиях пневмобаллоны изнашиваются быстрее из-за холодного климата и реагентов на дорогах, но даже при этом они остаются очень надежными и долговечными.

Как видно, все эти преимущества позволяют широко использовать пневмоподвеску на различных автомобилях для решения самых разнообразных задач – увеличить грузоподъемность, комфорт и безопасность, скорректировать управляемость, расширить возможности передвижения зимой и по плохим дорогам

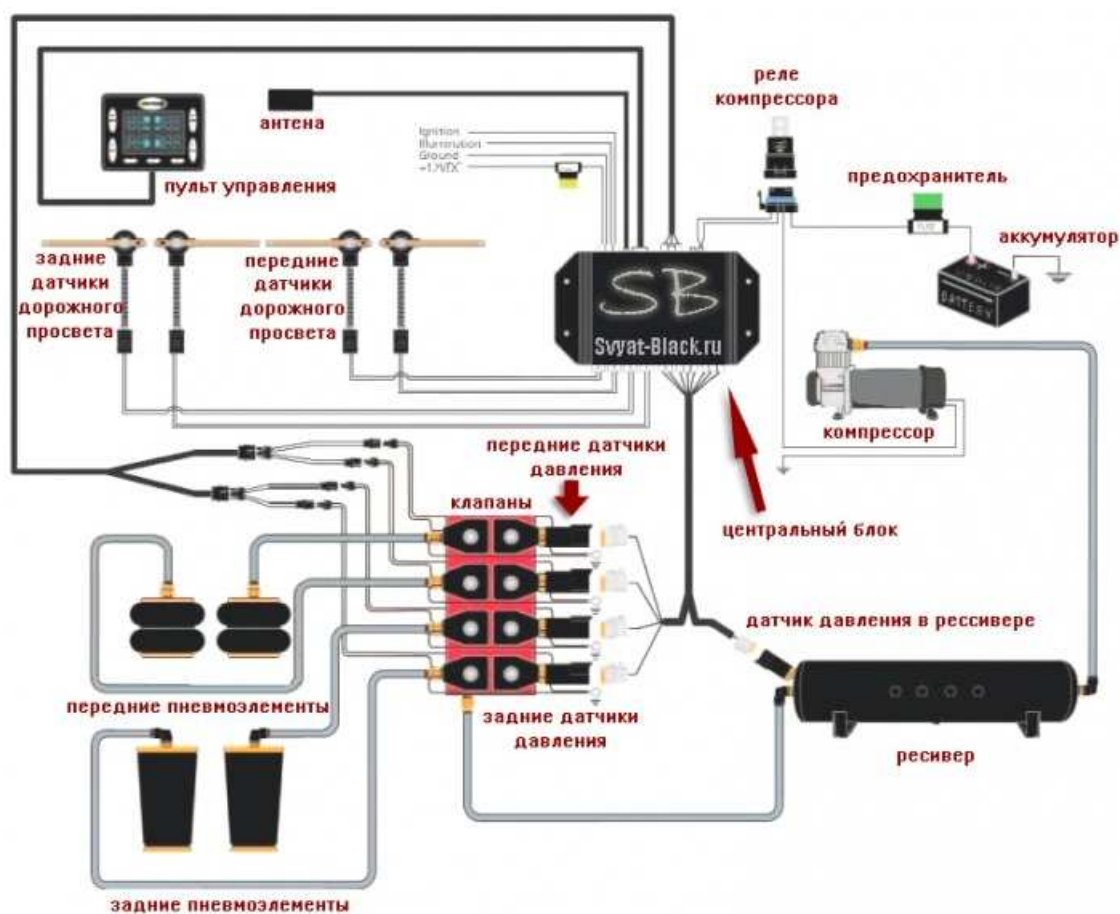


Рис.1 Принципиальная схема пневматической подвески для Волжанин 3290

**ПРОВЕДЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ  
ПАРАМЕТРОВ ШУМА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО  
КОНТРОЛЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ЗАО "ТРУБНЫЙ ЗАВОД  
"ПРОФИЛЬ-АКРАС" им. МАКАРОВА В. В."**

Проблема повышенного уровня шума приобрела в настоящее время чрезвычайно важное значение, так как с развитием промышленности, техники, строительства шум стал одним из серьезнейших факторов внешней среды, отрицательно влияющих на самочувствие и здоровье человека.

Внедрение в промышленность новых технологических процессов, рост мощности и быстроходности технологического оборудования, механизация производственных процессов привели к тому, что человек на производстве и в быту постоянно подвергается воздействию шума высоких уровней. Проблема борьбы с шумом является неотъемлемой частью охраны труда и защиты окружающей среды.

Шумом называют любые, независимо от происхождения, сочетания звуков, неадекватные обстановке, мешающие восприятию полезных сигналов, отдыху, работе, звуки, оказывающие вредное или раздражающее действие.

С точки зрения физики, шум представляет собой механические волновые колебания упругих твердых тел различной частоты и интенсивности. Звуковые колебания, возникшие в твердом теле, распространяются в окружающей человека воздушной среде и могут восприниматься органом слуха человека. Человек способен слышать колебания с частотой от 16 до 20000 Гц.

По характеру спектра шума выделяют широкополосный и тональный. По временным характеристикам выделяют постоянный и непостоянный шумы. Непостоянные шумы подразделяются на колеблющиеся, прерывистые и импульсные.

Характер воздействия шума на человека разнообразен: от субъективного раздражающего влияния до объективных патологических изменений органа слуха и других органов и систем.

Для защиты людей от неблагоприятного воздействия шума необходимо регламентировать его интенсивность, спектральный состав, время действия и другие характеристики. Эту цель преследует санитарно-гигиеническое нормирование.

В основу нормирования шума на предприятиях положены нормативно-правовые акты: санитарные нормы [1] и ГОСТ [2], которые устанавливают допустимые уровни шума на рабочих местах, общие требования к защите от шума, шумовых характеристик машин и механизмов.

Соблюдение санитарных норм осуществляется путем организации и проведения производственного контроля, порядок которого определяют санитарные правила [3].

Для проведения производственного контроля привлекаются испытательные лаборатории, аккредитованные на техническую компетентность в установленном порядке.

В 2011 году, лабораторией промсанитарии и экологической безопасности Волжского политехнического института (филиала) Волгоградского государственного технического университета аккредитованной в соответствии с требованиями Системы аккредитации аналитических лабораторий, а также требованиями ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006, на техническую компетентность и независимость и зарегистрированной в Государственном реестре под № РОСС RU.0001.513351, были проведены работы по инструментальному измерению шума на рабочих местах с целью производственного контроля в организации ЗАО "Трубный завод "Профиль-Акрас" им. Макарова В. В."

Производственный контроль производится для того, чтобы обеспечить безопасность и (или) безвредность для человека и среды обитания вредного влияния объектов производственного контроля путем должного выполнения санитарных правил, санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий, организации и осуществления контроля за их соблюдением.

Измерения проводились на рабочих местах в цехах, в помещениях дирекции, а также в кабине машинистов тепловозов и на местах водителей строительно-дорожных машин. При проведении измерений использовался шумомер первого класса точности Октава 110А, прошедший обязательную метрологическую поверку. В общей сложности исследования были проведены на двадцати рабочих местах. В каждой контрольной точке измерения повторяются три раза подряд, в соответствии с методикой проведения измерений уровней шума. При проведении измерений в качестве источников шума выступали характерные для каждого рабочего места проявления шума.

Обработка полученных экспериментальных данных проводилась с использованием специальной программы, разработанной в лаборатории промсанитарии и экологической безопасности Волжского политехнического института (филиала) ВолГТУ. Оценка результатов проводилась в соответствии с санитарными нормами [1]. В случаях превышения предельно допустимых уровней шума в определенных рабочих зонах, время пребывания работников в таких зонах должно регламентироваться таким образом, чтобы эквивалентный уровень шума за всю рабочую смену не превышал нормативных значений. Кроме того, работников, находящихся в зонах с повышенным уровнем шума, необходимо обеспечивать средствами индивидуальной защиты органов слуха.

Перечень используемой литературы:

1. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
2. ГОСТ 12.1.003-83 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.».
3. СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ЗАО "ТРУБНЫЙ ЗАВОД "ПРОФИЛЬ-АКРАС" им. МАКАРОВА В. В."**

Спиридонова Д. В. (ВМС 338)

Научный руководитель Синьков А. В.

Микроклимат — это комплекс физических факторов внутренней среды помещений, оказывающий влияние на тепловой обмен организма и здоровье человека. Воздействие комплекса микроклиматических факторов отражается на теплоощущении человека и обуславливает особенности физиологических реакций организма.

Основными измеряемыми показателями микроклимата являются: температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха и тепловое излучение.

В течение всей жизни на человека постоянно оказывает влияние окружающая среда, которая характеризуется комплексом физических факторов, комплекс таких факторов для помещения называется - микроклимат помещения.

Микроклимат является важным фактором окружающей среды, способным оказывать существенное влияние на здоровье и работоспособность человека.

Наиболее частыми нарушениями санитарно-гигиенических норм являются нарушения микроклимата помещений.

Измерение параметров микроклимата помещений необходимо проводить 2 раза в год - в теплый и холодный период времени.

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

На микроклимат производственных помещений существенное влияние оказывает технологический процесс, на микроклимат рабочих мест, расположенных на открытой территории, — климат и погода местности.

На ряде производств, перечень которых устанавливается отраслевыми документами, согласованными с органами государственного санитарного надзора, предусматривается оптимальный производственный микроклимат. В кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами,



в залах вычислительной техники, а также в других помещениях, в которых выполняется работа операторского типа, должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата: температура воздуха от 22 до 24 °С, влажность от 40 до 60 %, скорость движения воздуха - не более 0,1 м/с вне зависимости от периода года.

Оптимальные микроклиматические условия устанавливаются по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Санитарные правила и нормы [1] устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.

Допустимые санитарные нормы микроклимата в жилых и общественных зданиях обеспечиваются с помощью соответствующего планировочного оборудования, теплозащитных и влагозащитных свойств ограждающих конструкций.

Санитарно-гигиенические параметры воздуха рабочей зоны могут быть физически опасными и вредными производственными факторами, оказывающими существенное влияние на технико-экономические показатели производства.

В 2011 году, лабораторией промсанитарии и экологической безопасности Волжского политехнического института (филиала) Волгоградского государственного технического университета аккредитованной в соответствии с требованиями Системы аккредитации аналитических лабораторий, а также требованиями ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006, на техническую компетентность и независимость и зарегистрированной в Государственном реестре под № РОСС RU.0001.513351, были проведены работы по инструментальному измерению параметров микроклимата на рабочих местах с целью производственного контроля в организации ЗАО "Трубный завод "Профиль-Акрас" им. Макарова В. В.".

Измерения проводились для целей осуществления производственного контроля в соответствии с требованиями санитарных правил «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» [3].

Для измерения температуры и влажности воздуха использовался прибор: «Измеритель влажности и температуры микропроцессорный

«ИВТМ–7». Для измерения скорости движения воздуха использовался прибор: «Термоанемометр «ТКА-ПКМ» (модель 50). Вышеуказанные приборы обеспечивают точность проведения измерений с погрешностями: температуры воздуха  $\pm 0,2$  °С; влажности воздуха  $\pm 2$  %; скорости движения воздуха  $\pm 0,05$  м/с (при доверительной вероятности  $P = 0,95$ ). Для проведения измерений приборы проходят обязательную метрологическую поверку с периодичностью один раз в год.

Измерения параметров микроклимата проводились в соответствии с методикой проведения измерений, которую регламентируют нормативные документы [1, 2]. Полученные результаты измерений сравнивались с нормативными значениями, в соответствии с санитарными нормами и правилами [1]. На основании таких сравнений делались выводы о фактических условиях на обследуемых рабочих местах по микроклиматическим факторам. Обработка полученных экспериментальных данных проводилась с использованием специальной программы, разработанной в лаборатории промсанитарии и экологической безопасности Волжского политехнического института (филиала) ВолгГТУ.

#### Литература

1. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
2. ГОСТ 12.1.005-88 "Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны" с Изменением № 1 от 20.06.2000 г.
3. СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий.»

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ ДВИГАТЕЛЯ 8ЧВН 15/16 С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ДВИГАТЕЛЯ. РАЗРАБОТКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ ПОРШНЯ ЦИЛИНДРО- ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЯ**

Ляшенко Ю. И.

Научный руководитель Моисеев Ю. И.

В XXI веке двигатель внутреннего сгорания остается одной из самых совершенных и эффективных тепловых машин, покрывающей большую долю потребности человечества в энергии для транспортных и стационарных технических систем.

За последние годы в отечественном и зарубежном двигателестроении выполнен большой объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, давший возможность существенного снижения механических потерь

при работе двигателя и создать банк перспективных технических решений и средств дальнейшего повышения срока службы двигателя.

Механические потери в работающем двигателе неизбежны. Механические потери двигателя складываются из:

- потери на трение;
- насосные потери;
- потери на привод вспомогательного оборудования.

Наиболее значительная часть потерь вызвана трением в цилиндре. Потери зависят от площади трущихся деталей, жесткости и количества поршневых колец, толщины масляной пленки и средней скорости поршня. Средняя скорость поршня высчитывается по формуле:

$$v = \frac{S \cdot n}{30},$$

где:  $V$  – скорость поршня, м/с;

$S$  – ход поршня, м;

$n$  – обороты двигателя, об/мин.

При превышении средней скорости поршня выше 20 м./сек. резко возрастают потери на трение и нагрузки на детали КШМ. Поэтому на высокофорсированных двигателях для увеличения механического КПД необходимо уменьшать ход поршня.

Для уменьшения потерь на трение в паре поршень - цилиндр, необходимо использовать сборные маслосъемные кольца, также целесообразно несколько увеличить зазор между поршнем и цилиндром. Облегчение шатуна, особенно верхней головки, уменьшает боковое давление на поршень, с этой же целью нужно использовать по возможности более длинный шатун, что благоприятно скажется на уменьшении потерь на трение. Теоретически необходимо подогнать по весу и отбалансировать все детали КШМ.

Для уменьшения потерь на трение целесообразна установка поршней со значительно уменьшенной площадью юбки.

Для уменьшения трения в шейках колен.вала, необходимо хонингованием увеличить на 0.02мм.(от номинального вазовского размера) внутренний диаметр нижней головки шатуна и постелей колен.вала. Падение давления масла при этом не происходит. Также необходимо проконтролировать легкость вращения распред.вала.

При наполнение цилиндров воздухом возникает перепад давлений между цилиндрами двигателя и атмосферой. Двигатель в этой части цикла работает как насос и на его привод расходуется часть мощности. Чем меньше аэродинамическое сопротивление впускной системы, тем меньше потери энергии. Следовательно, уменьшение сопротивления в головке приводит не только к увеличению наполнения, но и к уменьшению

насосных потерь. Таким же образом благотворно сказывается установка распределительных валов с более широкими фазами.

Уровень масла в поддоне двигателя находится в непосредственной близости от вращающегося коленчатого вала. При боковых и линейных ускорениях автомобиля масло попадает на противовесы и шейки коленчатого вала и тормозит его вращение. Применение системы "сухой картер", когда масло откачивается из поддона в отдельную емкость, позволяет увеличить мощность двигателя, особенно при высоких оборотах.

Часть энергии двигателя используется на привод вспомогательного оборудования, такого как: привод механизма ГРМ, водяной насос, генератор и т.д. Для форсированных двигателей, используемых на высоких оборотах, целесообразно увеличить передаточное отношение привода водяного насоса и генератора. При установке гидроусилителя руля эффективная мощность двигателя снижается.

Также, эргономику дизеля можно улучшить рядом мероприятий:

1. Уменьшением жесткости рабочего процесса путем применения двухфазного впрыска с переменной скоростью впрыскивания, объемнопленочного смесеобразования, повышением степени сжатия, «утеплением» камеры сгорания, увеличением наддува и др.;

2. Тщательным виброакустическим конструированием дизеля: уменьшением энергии удара при перекладке поршня, профилированием образующей поршня, уменьшением зазоров во всех сочленениях, применением зубчатых ремней для привода топливных насосов и распределительных валов, выполнением поддонов картеров и крышек механизмов штампованными многослойными с шумоизолирующими прослойками, изготовлением ненагруженных крышек из неметаллических материалов, повышением жесткости шумо активных поверхностей, автоматическим регулирование зазоров в клапанных механизмах, повышением точности изготовления шестерен приводов;

3. Применением гасителей шума на всасывании;

4. Уравновешиванием двигателя и повышением равномерности вращения его вала;

5. Применением гасителей крутильных колебаний; местным капсулированием шумоактивных агрегатов и двигателя в целом.

Резервы дальнейшего повышения показателей качества поршневых двигателей внутреннего сгорания далеко не исчерпаны. Это позволяет рассчитывать на дальнейшие успехи в их развитии и утверждать, что двигатели внутреннего сгорания по-прежнему сохранят свое лидирующее положение среди других типов тепловых двигателей как наиболее эффективные динамические преобразователи энергии для наземного, водного транспорта и средств малой стационарной энергетики.

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗАДНЕЙ ПОДВЕСКИ АВТОБУСА «ВОЛЖАНИН 3290» С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Шаповалов А.Н. (ВТС-531)

Научный руководитель Привалов Н.Я.

В России ежегодно городские и служебные автобусы совершают более 100 млн. рейсов в общей системе пассажирских перевозок, междугородные автобусы осуществляют почти 8 млн. коротких рейсов и приблизительно 8 млн. туристических.

Из этого следует актуальность совершенствования всего автобуса и его конкретных узлов.

Основой эффективной работы автобусного транспорта является обеспечение высокой эксплуатационной надежности автобусов, т.е. способности безотказно выполнять работу с сохранением во времени эксплуатационных показателей в заданных пределах.

В основу работы всех вариантов конструкции заложен один принцип - путем увеличения или уменьшения давления в пневмоэлементах посредством компрессора увеличивается ил и уменьшается жесткость амортизаторов.

Процессом управляет электронный блок, который получает информацию от различных датчиков - скорости, высоты положения кузова, угла поворота руля и т.д. - и подает соответствующие команды на компрессор и клапаны согласно заложенной в него программе.

Меняя давление в пневмоэлементах, система изменяет как уровень жесткости подвески, так и величину клиренса.

В зависимости от сложности конструкции, пневмоподвеска может выполнять разные задачи - от простого автоматического выравнивания кузова при большой загрузке автомобиля (в таких случаях, как правило, обходятся установкой пневмоамортизаторов только на заднюю ось) до реализации нескольких фиксированных положений жесткости амортизаторов для различного стиля езды.

Чаще всего применяются два варианта: "нормальный" и "спортивный", но встречаются и системы, где добавлен и третий уровень - так называемый soft, то есть мягкий.

В таких случаях используется чаще всего частично нагружаемая система подвески.

Наиболее сложные современные системы пневмоподвески осуществляют постоянный контроль и корректировку давления на каждом из пневмоэлементов в реальном времени.

Увеличивая, например, их жесткость по мере возрастания скорости, постоянно контролируя нагрузку на каждое колесо, система стремится к

сохранению наиболее безопасного положения кузова по мере увеличения скорости.

На автобусе «Волжанин 3290» штатной подвеской является рессорная. Сейчас уже все передовые производители автобусов отказались от рессорной подвески в пользу пневматической, так как она имеет целый ряд недостатков.

В моей дипломной работе предлагается заменить заднюю рессорную подвеску автобуса «Волжанин 3290» на пневматическую.

Это даст нам целый ряд преимуществ.

Основные преимущества пневматической подвески:

- 1) значительно снижает негативные последствия сильного перегруза;
- 2) поддержание постоянной высоты уровня пола т.е. возможность изменять клиренс и жесткость подвески;
- 3) комфортное передвижение по дорогам с неровным покрытием;
- 4) снижение износа подвески компенсация "провисания" рессор у задней оси;
- 5) при изменении качества дорожного покрытия есть возможность регулировки режима работы подвески автомобиля прямо в движении;
- 6) увеличение устойчивости автомобиля;
- 7) уменьшение чувствительности к боковому ветру.

Пневмоподвеска имеет немало важных преимуществ перед штатной рессорной подвеской:

#### **Адаптивность.**

Пневмоподвеска дает широкий диапазон настройки жесткости, клиренса и увеличения допустимой нагрузки на ось.

#### **Управляемость.**

Большинство пневмобаллонов имеют прогрессивную характеристику – чем больше они сжимаются, тем их жесткость становится выше.

Таким образом прогрессивность характеристики пневмоэлементов и возможность быстрой настройки давления в них прямо из салона автомобиля дает широчайший диапазон рабочих характеристик пневмоподвески.

#### **Настраиваемость.**

Каждый водитель имеет собственное виденье того, как его автомобиль должен ехать и управляться.

С пневматической подвеской эти пожелания могут быть легко реализованы без замены компонентов подвески. Изменяя давление в системе, Вы можете добиться того, что один и тот же автомобиль будет мягким и комфортным, жестким и собранным или выбрать нечто среднее.

#### **Практичность.**

Пневмоподвеска позволяет более полно использовать грузоподъемность

автомобиля и даже допускает легкий перегруз автомобиля без ущерба комфорту и безопасности водителя и окружающих.

Это свойство особенно актуально для легких коммерческих грузовиков и фургон

### **Надежность.**

Надежность пневмоподвесок доказана миллионными пробегами тяжелых грузовиков на протяжении последних семидесяти лет. На заводских испытаниях пневмобаллоны выдерживают десятки миллионов циклов, что эквивалентно сорока- пятидесяти годам эксплуатации.

Если пневмобаллон не трется о кузов и элементы подвески, и не нагревается от близко расположенных выхлопных труб, то он способен «пережить» автомобиль.

Конечно, в Российских условиях пневмобаллоны изнашиваются быстрее из-за холодного климата и реагентов на дорогах, но даже при этом они остаются очень надежными и долговечными.

Как видно, все эти преимущества позволяют широко использовать пневмоподвеску на различных автомобилях для решения самых разнообразных задач – увеличить грузоподъемность, комфорт и безопасность, скорректировать управляемость, расширить возможности передвижения зимой и по плохим дорогам.

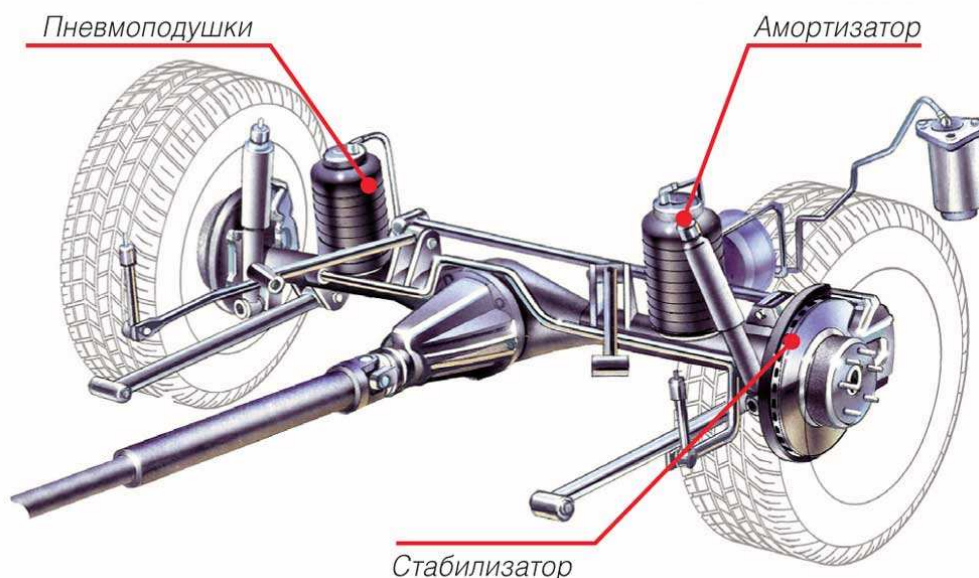


Рис.1 Предлагаемая конструкция пневматической подвески для Волжанин 3290