

На правах рукописи

Шевелева Елена Александровна

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ ТОПЛИВНОЙ
АППАТУРЫ ПРИ ВНУТРЕННЕМ ШЛИФОВАНИИ КОМБИНИРОВАННО-
ИМПРЕГНИРОВАННЫМ АБРАЗИВНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Специальность 05.02.08 – Технология машиностроения

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Барнаул – 2008

Работа выполнена на кафедре «Общая технология машиностроения» ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет имени И.И.Ползунова»

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Е.Ю. Татаркин

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
А.А. Ситников

кандидат технических наук
В.Г. Войтенко

Ведущая организация: ОАО «Алтайский научно-исследовательский
институт технологии машиностроения»
(г. Барнаул)

Защита состоится «07» мая 2008 г. в 12 час.30 мин.
на заседании диссертационного совета Д 212.004.01 в Алтайском
государственном техническом университете им. И.И. Ползунова по адресу:
656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 46.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Алтайского
государственного технического университета им. И.И. Ползунова

Автореферат разослан «07» апреля 2008г.

Ученый секретарь диссертационного
совета, кандидат технических наук
доцент

Ю.О. Шевцов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Развитие производства дизельных двигателей характеризуется переходом на новые международные стандарты качества (ISO 9000, «Евро 4»), что в свою очередь обуславливает возрастание требований к надежности деталей топливоподающих систем. На топливную аппаратуру приходится до 70% всех поломок дизелей. Одной из причин этих неисправностей является выход из строя прецизионных деталей (плунжерных пар, нагнетательных клапанов, форсунок).

По данным ГОСНИТИ большинство отказов топливной аппаратуры связано с распылителем форсунки. Малейшие отклонения от заданных параметров точности и качества прецизионных поверхностей могут привести к эксплуатационному отказу двигателя.

Шлифование – это одна из чистовых операций, на которой формируются параметры качества прецизионных деталей. Особенно сложно обеспечить размерную точность и шероховатость поверхностного слоя при внутреннем шлифовании, несмотря на высокоточное оборудование, внедрение новых систем управления качеством. Одна из причин этого - нестабильность технологического процесса, вызванная износом абразивного инструмента при обработке внутренних поверхностей весьма малых размеров. Диаметр отверстия корпуса распылителя, например, для двигателя ЯМЗ-7511.10 составляет $4,5^{+0,015}$ мм с достаточно высокими требованиями к шероховатости поверхности ($Ra=0,125$).

В процессе износа неравномерно меняется профиль инструмента. От характера износа будет зависеть качество поверхностного слоя и отклонения формы деталей. Чтобы выдержать заданные параметры качества прецизионных поверхностей увеличивают количество правок абразивного инструмента. В результате – возрастает штучное время $T_{шт}$ и себестоимость операции.

Анализ отечественной и зарубежной практики показывает, что одним из путей управления стойкостью, является импрегнирование кругов специальными составами. К достоинствам этого способа следует отнести: возможность выравнивать часто неоднородную структуру инструмента, оказывать дополнительный смазывающий эффект и др. Предлагаемые рекомендации не всегда учитывают неравномерность износа и тот факт, что импрегнаторы, повышающие стойкость, неоднозначно влияют на качество поверхностного слоя шлифуемых поверхностей. А это является недопустимым для прецизионных деталей топливной аппаратуры.

Для комплексного решения данной проблемы целесообразно создавать комбинированно-импрегнированные инструменты, отдельные участки которых пропитаны различными составами. Это даст возможность повысить стойкость и достичь необходимого качества обрабатываемых поверхностей.

Цель работы. Обеспечение стабильности точности и шероховатости поверхностей прецизионных деталей топливной аппаратуры при шлифовании

комбинированно–импрегнированным абразивным инструментом.

Методы исследования. Теоретические исследования проводились на базе научных основ технологии машиностроения и теории резания. Численные решения для расчетной модели были получены с помощью разработанной программы для ЭВМ. Экспериментальные исследования проводились с использованием приборов и установок, позволяющих осуществлять процесс импрегнирования в различных средах. Обработка полученных результатов осуществлена методами математической статистики.

Научная новизна.

1. Разработана математическая модель формообразования поверхности при внутреннем шлифовании с продольной подачей, учитывающая влияние технологических факторов и свойств импрегнированного инструмента на качественные характеристики процесса. Критерием оценки являются коэффициенты K_1 (коэффициент съема металла), K_2 (коэффициент износа абразивного инструмента), K_3 (коэффициент упругих отжатий).
2. Теоретически обоснованы параметры комбинированно-импрегнированного инструмента для шлифования (Патент РФ на полезную модель 50904/МПК В24D3/00).
3. Установлена взаимосвязь свойств комбинированно-импрегнированного инструмента на характер износа и шероховатость обработанной поверхности.

Практическая ценность.

1. Разработана технология комбинированного импрегнирования шлифовальных цилиндрических головок для обработки отверстий прецизионных деталей.
2. Создана программа для ЭВМ с целью расчета размерных составляющих (упругие отжатия, износ круга, съем металла) и шероховатости поверхности по этапам цикла внутреннего шлифования с продольной подачей.
3. Разработаны рекомендации по проектированию цикла внутреннего шлифования с использованием комбинированно-импрегнированного абразивного инструмента.

Реализация работы. Полученный комбинированно-импрегнированный абразивный инструмент для обработки отверстия корпуса малогабаритного распылителя апробирован и рекомендован к применению на Алтайском заводе прецизионных изделий (г. Барнаул). Результаты работы используются в качестве методического обеспечения в учебном процессе АлтГТУ при подготовке магистров по специальности 05.02.08 «Технология машиностроения».

Апробация работы. Основные положения работы докладывались и обсуждались на всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь» (Барнаул, 2004г., 2005г., 2006г., 2007г.), на всероссийской научно-практической конференции «Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на

современном этапе» (Новосибирск, 2005г., 2006г.), на международной научно-технической конференции «Современные технологические системы в машиностроении» (Барнаул, 2005г., 2006г.), на всероссийской научно-практической конференции «Ресурсосберегающие технологии в машиностроении» (Бийск, 2006г.), а также на совместных научных семинарах кафедр «Общая технология машиностроения» и «Технология автоматизированных производств» в 2005 – 2007гг.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 18 печатных работ, в том числе: одна статья в журнале, рекомендованном перечнем ВАК; патент РФ на полезную модель; программа для ЭВМ, зарегистрированные в Российском агентстве по патентам и товарным знакам.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, общих выводов, списка литературы, включающего в себя 105 наименований, 11 приложений. Общий объем диссертации - 125 с., 44 рисунка, 14 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность выполненной работы, приводится общая ее характеристика, научная новизна и практическая ценность.

В первой главе дан анализ современного состояния вопроса, сформулированы цель и задачи исследований.

Анализ процесса внутреннего шлифования высокоточных поверхностей деталей топливной аппаратуры показал, что точность и требуемое качество могут стабильно обеспечиваться в том случае, если рабочая поверхность абразивного инструмента не претерпевает существенных изменений с течением времени. Износ абразивного инструмента является одним из возмущающих факторов, который влияет на все выходные параметры процесса: съем металла, отклонения формы, шероховатость поверхности и себестоимость операции. Например, себестоимость операции внутреннего шлифования складывается из ряда составляющих, в том числе затраты, связанные с износом инструмента и его правкой. По данным Л.Н. Филимонова затраты на правку абразивного инструмента могут составлять до 70% от себестоимости всей операции в зависимости от вида обработки и обрабатываемого материала.

Вопросы повышения стойкости абразивного инструмента нашли отражение в работах отечественных и зарубежных ученых. Предлагаемые пути управления износом абразивного инструмента разнообразны: увеличение скорости резания, совершенствование характеристик инструмента, изменение параметров циклов шлифования и режимов правки абразивного инструмента, применение СОЖ и др.

Для операции шлифования внутренних поверхностей прецизионных деталей одним из вариантов повышения стойкости абразивного инструмента является его импрегнирование. В зависимости от пропитываемого вещества импрегнирование может также позволять уменьшать трение и контактную

температуру в зоне обработки, что благоприятно сказывается на качестве прецизионных поверхностей. Вопросами импрегнирования занимались Худобин Л.В., Бердичевский Е.Г., Островский В.И., Муцяно В.И., Братчиков А.Я. и др. Разработано много рекомендаций по импрегнированию, однако: мало освещены возможности последовательной пропитки абразивного инструмента различными наполнителями; не всегда при импрегнировании учитываются особенности износа инструмента и изменение его профиля в течение периода стойкости. Все это в комплексе является сдерживающим фактором при создании комбинированно-импрегнированного инструмента, подборе составов пропитывающих веществ и разработке технологии пропитки. Анализ свойств пропитывающих веществ показал, что среди предлагаемых материалов, влияющих на повышение прочности удержания зерна в инструменте, наиболее ярко проявляет себя бакелит. По данным Г.Б. Лурье и С.Г. Энтелиса, хорошим смазывающим действием обладает парафин.

Анализ исследований по вопросу формирования качества обрабатываемых поверхностей при шлифовании показал, что существующие математические модели не учитывают влияние свойств импрегнаторов на изменение размерных составляющих (упругие отжатия, износ круга, съём металла) и получаемую шероховатость. При этом, как правило, расчеты производятся в среднем, что не позволяет с достаточной точностью последовательно от оборота к обороту, прохода к проходу исследовать изменение данных величин и оценивать эффективность применения импрегнированного инструмента. Создание соответствующей модели даст возможность анализировать динамику процесса и делать обоснованный выбор структуры цикла шлифования и отдельных его этапов.

Задачи исследования:

1. Выявить закономерности износа абразивного инструмента для обработки отверстий прецизионных деталей и разработать математическую модель формообразования поверхности при внутреннем шлифовании с продольной подачей, позволяющую учитывать влияние технологических факторов и свойств импрегнированного инструмента на качество обрабатываемых поверхностей.

2. Разработать технологию изготовления комбинированно-импрегнированного инструмента для шлифования.

3. Экспериментально оценить работоспособность данного инструмента и разработать рекомендации по проектированию цикла шлифования поверхностей прецизионных деталей для конкретных производственных условий.

Вторая глава посвящена экспериментальным исследованиям изменения профиля рабочей поверхности инструмента в течение периода его стойкости и математическому моделированию процесса внутреннего шлифования с продольной подачей.

Наиболее существенное влияние на выходные параметры процесса внутреннего шлифования оказывают возмущающие воздействия: износ

абразивного инструмента ΔR и упругие отжатия в технологической системе Δy . С учетом принятых допущений фактическая глубина резания t_{ϕ} за один проход инструмента, согласно схемы, изображенной на рис.1, и составления уравнения баланса перемещений, будет равна:

$$t_{\phi} = t - \Delta y - \Delta R_{\Sigma} - \Delta r_{\Sigma}, \quad (1)$$

где Δr_{Σ} – накопленный съем металла за один проход;

ΔR_{Σ} – суммарный износ абразивного инструмента за один проход;

t - номинальная глубина резания.

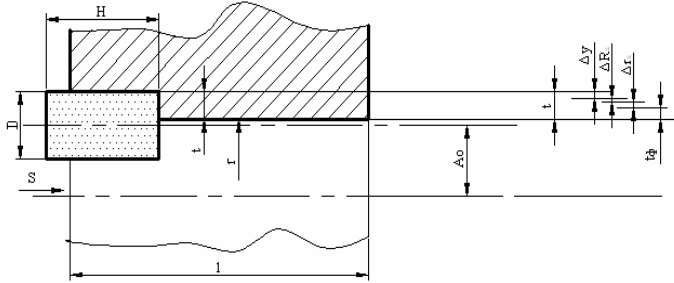


Рис.1. Схема и размерный анализ процесса внутреннего шлифования с продольной подачей
 S – продольная подача (мм/оборот детали); r – радиус отверстия (мм); l – длина отверстия (мм); H – высота шлифовальной головки (мм); D – диаметр шлифовальной головки (мм); A_0 – межцентровое расстояние (мм); Δy – упругие отжатия (мм)

Размерные составляющие Δy , ΔR , Δr зависят от t_{ϕ} и будут изменяться с каждым оборотом заготовки. Через введенные коэффициенты K_1 (коэффициент съема металла), K_2 (коэффициент износа абразивного инструмента), K_3 (коэффициент упругих отжатий) можно будет проследить каким образом наличие импрегнатора влияет на изменение данных величин и качество обработанной поверхности.

За один оборот заготовки съем металла будет равен:

$$\Delta r_i = K_1 \cdot t_{\phi i}, \quad (2)$$

а износ абразивного инструмента определим как:

$$\Delta R_i = K_2 \cdot t_{\phi i}, \quad (3)$$

За один проход инструмента: накопленный съем металла Δr_{Σ} и суммарный износ ΔR_{Σ}

$$\Delta r_{\Sigma} = K_1 \sum_{i=1}^{N_{об}} t_{\phi i}, \quad (4)$$

$$\Delta R_{\Sigma} = K_2 \sum_{i=1}^{N_{об}} t_{\phi i}, \quad (5)$$

где $N_{об}$ – количество оборотов заготовки за один проход.

При этом упругие отжатия Δy будут рассчитываться на один проход

следующим образом:

$$\Delta y = K_3 \cdot S \sum_{i=1}^n t_{\phi_i}, \quad (6)$$

где n – количество долей высоты шлифовальной головки, контактирующих с заготовкой;
 S – продольная подача (мм/об).

Полученная в результате объединения уравнений (1), (4), (5), (6) система (7) описывает фактическую глубину резания t_{ϕ} за один проход инструмента с учетом воздействия свойств импрегнатора на процесс внутреннего шлифования с продольной подачей:

$$\left. \begin{aligned} t_{\phi} &= t - \Delta y - \Delta R_{\Sigma} - \Delta r_{\Sigma} \\ \Delta r_{\Sigma} &= K_1 \sum_{i=1}^{N_{об}} t_{\phi_i} \\ \Delta R_{\Sigma} &= K_2 \sum_{i=1}^{N_{об}} t_{\phi_i} \\ \Delta y &= K_3 \cdot S \sum_{i=1}^n t_{\phi_i} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Для оценки качества обработанной поверхности выбран параметр Rz , который определяется из условия сравнения полученного значения фактической глубины резания и шероховатости на предшествующем обороте:

$$Rz_i = \begin{cases} Rz_{i-1} - \Delta r_i, & Rz_{i-1} > t_{\phi_i} \\ t_{\phi_i} - \Delta r_i, & Rz_{i-1} \leq t_{\phi_i} \end{cases}$$

На основе анализа процесса внутреннего шлифования с продольной подачей был создан алгоритм расчета размерных составляющих с последующей разработкой программы для ЭВМ, которая позволяет: рассчитывать t_{ϕ} , Δy , Δr , Rz , ΔR после каждого оборота заготовки; получать зависимости изменения Δr , Rz , ΔR для последовательных проходов инструмента в течение всего цикла шлифования. Это дает возможность анализировать динамику процесса шлифования, а также оценивать влияние свойств импрегнаторов на величину и характер износа абразивного инструмента, что обуславливает стабильность получения требуемых параметров качества обработанной поверхности.

Моделирование процесса шлифования отверстия корпуса распылителя показало, что изменение профиля абразивного инструмента (рис.2) в течение цикла обработки имеет определенную закономерность - образование «завалов»

на вершине абразивного инструмента.

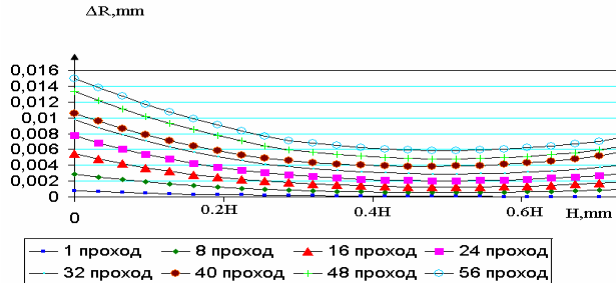


Рис.2. Результаты моделирования износа абразивного инструмента

Экспериментальные исследования изменения профиля шлифовальных цилиндрических головок ГЦ4,5х5хМ2 (12А 63 С2 1 К), применяемых при внутреннем шлифовании ($n_{дет} = 1500$ об/мин; $n_{инст} = 80000$ об/мин; $S_{пр} = 0,15$ мм/об) корпуса распылителя VB 770000, проводили по окончании периода их стойкости. Для контроля изменения профиля использовали микроскоп ИМЦЛ-150х50.6 (точность - 0,0001 мм). Замеры диаметра инструмента проводили в нескольких сечениях, месторасположение которых определяли с помощью отсчетной шкалы координатного стола. Экспериментально установлено (рис.3,а), что наиболее интенсивно изнашивается вершина шлифовальной головки в пределах 0,15 высоты (H) инструмента. На данном участке образуются «завалы» (конусообразность). Отклонения от цилиндричности составляет $\Delta_{ц ср} \approx 0,232$ мм. Изменение профиля наблюдается и на остальной части цилиндрических головок (для общего объема выборки экспериментов доля деталей, имеющих бочкообразность $\Delta_{боч}$ составляет 25%, седлообразность $\Delta_{сед}$ - 35%, конусообразность $\Delta_{кон}$ - 40%). Отклонение от цилиндричности - $\Delta_{ц ср} \approx 0,017$ мм. На основе анализа полученных результатов объем абразивного инструмента можно разделить на участки А и Б (высотой h и h_1), которые будут учитывать особенности износа шлифовальных головок (рис.3,б).

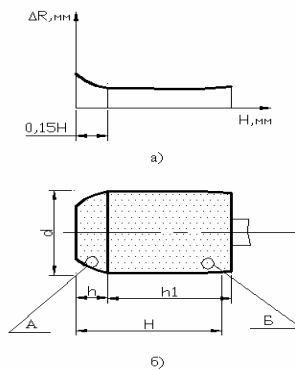


Рис.3. Изменение профиля шлифовальных цилиндрических головок
а) профиль абразивного инструмента; б) общий вид абразивного инструмента по окончании периода его стойкости

Результаты экспериментальных и теоретических исследований позволяют сделать вывод, что необходимы мероприятия, направленные на увеличение размерной стойкости абразивного инструмента. При этом на участке А (рис.3,б) требуется повышенная твердость инструмента для обеспечения стабильности его профиля. На участке Б (рис.3,б) нужно обеспечить смазывающий эффект, чтобы избежать появления прижогов.

В третьей главе рассмотрена конструкция комбинированно-импрегнированного инструмента для шлифования и разработана технология его пропитки.

Анализ изменения профиля шлифовальных головок позволил предложить конструкцию комбинированно-импрегнированного инструмента для шлифования (Патент РФ на полезную модель 50904/МПК В24D3/00). Отличительной особенностью предлагаемого инструмента является то, что абразивная часть участков А и Б (рис.3,б) пропитана наполнителями с разными свойствами. К параметрам инструмента относятся: высота участков и глубина проникновения импрегнатора. Высота участков (h и h_1) определяется согласно особенностей износа (рис.3,а). Глубина проникновения будет зависеть от выбранного способа пропитки и величины диаметра изношенного инструмента. Свойства спроектированного инструмента будут обусловлены структурой и составом абразивной части отдельных его участков (рис.4.). Бакелит способствует повышению стойкости инструмента на участке А. Парафин оказывает дополнительный смазывающий эффект при контакте участка Б с обрабатываемой поверхностью.

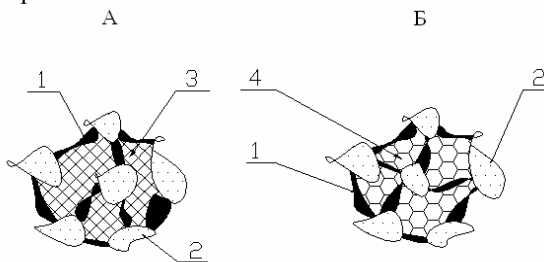


Рис.4. Структура и состав абразивной части комбинированно-импрегнированного инструмента на участках А и Б

1-связка абразивного инструмента; 2 – абразивное зерно; 3 – поры, заполненные бакелитом; 4 – поры, заполненные парафином

Анализ существующих рекомендаций по импрегнированию показал необходимость проведения экспериментальных исследований с целью определения способов и последовательности комбинированной пропитки абразивного инструмента. Поставленные задачи: оценить влияние различных способов импрегнирования на степень насыщения пор абразивного инструмента парафином и бакелитом; проверить рабочую гипотезу о невытеснении одного импрегнатора другим.

В ходе экспериментальных исследований установлено, что при пропитке инструмента парафином, более эффективным является способ, при котором вакуум создается до нагрева импрегнирующего вещества (рис.5.). Более полное заполнение пор связано с тем, что процесс идет уже в разряженной среде. Бакелитирование абразивного инструмента (рис.6.) показало преимущества импрегнирования за счет свободного капиллярного поднятия. Наименьший процент заполнения пор бакелитом компенсируется временем, потраченным на пропитку, а также простотой реализации данного способа.

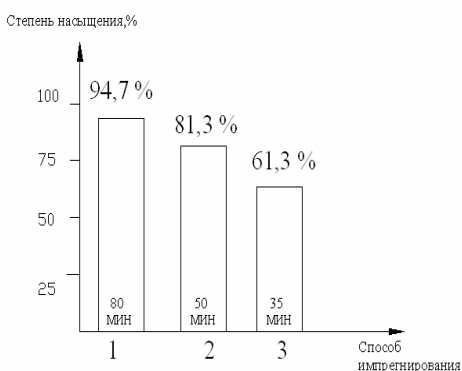


Рис.5. Степень насыщения пор парафином

- 1 – вакуумный способ (вакуум создается до нагрева);
- 2 – вакуумный способ (нагрев импрегнатора до разряжения);
- 3 – капиллярный способ

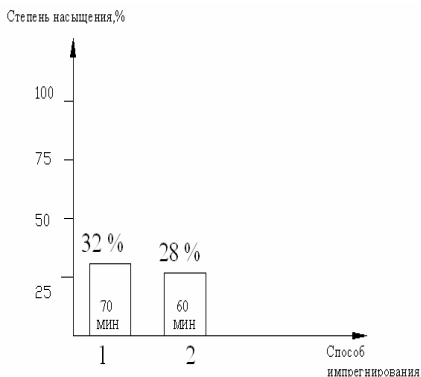


Рис.6. Степень насыщения пор бакелитом

- 1 – вакуумный способ;
- 2 – капиллярный способ

Гипотеза о невытеснении одного импрегнатора другим подтвердилась. На основе полученных результатов была разработана технология комбинированного импрегнирования инструмента для шлифования.

Технология включает в себя 4 основных этапа. 1) На подготовительном этапе идет сбор информации о номинальных размерах абразивного инструмента, проводится контрольное взвешивание образцов, подлежащих пропитке, и подготавливаются импрегнирующие составы. 2) Бакелитирование реализуется капиллярным способом на предварительно прогретом абразивном инструменте (35-37°C) с постоянным контролем массы инструмента. 3) Пропитка парафином осуществляется в разряженной среде ($4 \cdot 10^{-4}$ Па) в течение 10 минут с последующим контрольным взвешиванием и замером номинальных параметров инструмента. 4) На заключительном этапе ведется обработка полученных данных и делается вывод о результатах проведения эксперимента.

После реализации комбинированной пропитки абразивного инструмента по предложенной технологии был получен комбинированно-импрегнированный инструмент для шлифования, представленный на рис.7.

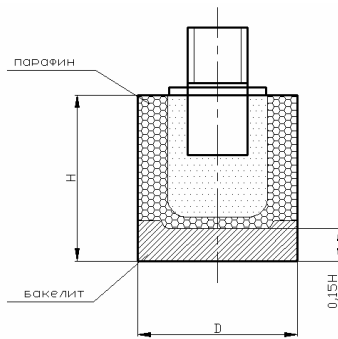


Рис.7. Конструкция комбинированно-импрегнированного абразивного инструмента

Детальный анализ процесса изготовления комбинированно-импрегнированного инструмента показывает, что данная технология применима для абразивного инструмента (круги, головки, сегменты, бруски) любой формы и с различными характеристиками абразивной части. С этой целью разработан алгоритм, описывающий механизм создания комбинированно-импрегнированного инструмента. Применение такого инструмента при обработке может обеспечить стабильное получение заданных параметров качества шлифуемых поверхностей.

Моделирование процесса внутреннего шлифования корпуса распылителя комбинированно-импрегнированным инструментом позволило оценить эффективность его применения: износ абразивного инструмента снизился в 1,5 раза; шероховатость R_a уменьшилась в 1,7 раза.

Четвертая глава работы посвящена проверке работоспособности комбинированно-импрегнированного инструмента в производственных условиях и разработке рекомендаций по проектированию цикла внутреннего шлифования корпуса малогабаритного распылителя VB 770000.

Работоспособность изготовленного инструмента оценивали при шлифовании отверстия корпуса распылителя VB 770000 ($n_{дет} = 1500$ об/мин; $n_{инст} = 80000$ об/мин; $S_{пр} = 0,15$ мм/об, $T_{ц} = 73$ с). Обработку проводили на внутришлифовальном автомате NL-23L (фирма-изготовитель UVA, Япония). Контролируемые параметры: шероховатость обработанной поверхности R_a (профилограф-профилометр мод.250, погрешность измерения $\approx 3\%$) и отклонения от круглости отверстия \varnothing (кругломер «Talygond-73», погрешность измерения не превышает 0,025 мкм). Установлено, что за счет применения комбинированно-импрегнированного инструмента для шлифования (по сравнению с традиционным) можно добиться уменьшения шероховатости ($R_{a\text{трад}} = 0,248$, $R_{a\text{имп}} = 0,1405$) и стабильно обеспечивать отклонения от круглости в пределах допуска ($\varnothing_{\text{трад}} = 0,525$ мкм, $\varnothing_{\text{имп}} = 0,506$ мкм).

Экспериментально полученные данные по шероховатости использовали

для нахождения коэффициентов (K_1, K_2, K_3), которые позволяют учитывать влияние свойств комбинированно-импрегнированного инструмента на качественные характеристики процесса. Они определены следующим образом: 1) с помощью разработанной программы для ЭВМ математической модели были получены $\Delta r_{\Sigma}, \Delta R_{\Sigma}, Rz$ для произвольных значений K_1, K_2, K_3 , взятых из узкого диапазона; 2) $\Delta r_{\Sigma}, \Delta R_{\Sigma}, Rz$ представили как функции зависимости от K_1, K_2, K_3 и, применив метод наименьших квадратов, определили постоянные коэффициенты; 3) подставляя экспериментальные данные в эмпирические формулы найдены K_1, K_2, K_3 . Для рассмотренных условий обработки: $K_1=0,028843$; $K_2=0,000693$; $K_3=0,03642$.

Повышение стойкости комбинированно-импрегнированного инструмента по сравнению с традиционным, а также улучшение шероховатости обработанной поверхности за счет влияния свойств импрегнирующих составов необходимо учитывать при проектировании циклов шлифования. Это позволит повысить производительность процесса, снизить себестоимость операции и всего изделия в целом. За счет увеличения периода стойкости абразивного инструмента возможны следующие варианты изменения цикла шлифования: сокращение числа правок абразивного инструмента; уменьшение величины слоя, снимаемого при правке.

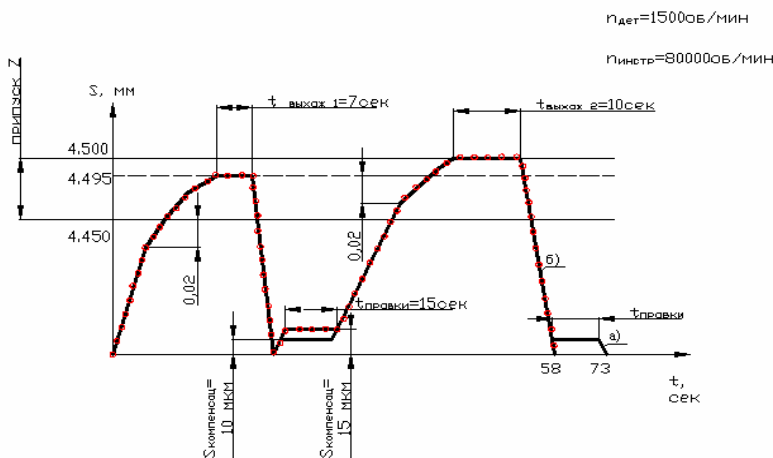


Рис.8. Цикл внутреннего шлифования корпуса распылителя VB 770000

- а) — реальный цикл шлифования
- б) — измененный цикл шлифования

Для условий реального производства разработаны рекомендации по изменению цикла внутреннего шлифования корпуса распылителя VB 770000 (рис.8, а): 1) сокращение числа правок абразивного инструмента до одной (после черного прохода) с увеличением припуска, снимаемого при правке до 15 мкм (рис.8, б); 2) уменьшение величины снимаемого при правке слоя с 10 мкм до 6

мкм (при неизменных условиях обработки). Апробация спроектированных циклов шлифования показала положительные результаты.

На основании результатов проведенных экспериментальных исследований Алтайский завод прецизионных изделий (г. Барнаул) принял решение об изготовлении комбинированно-импрегнированного инструмента для шлифования (Патент РФ на полезную модель 50904/МПК В24D3/00) и изменении цикла внутреннего шлифования корпуса распылителя VB 770000 (рис.8, б). Осуществление указанных мероприятий позволит увеличить стойкость абразивного инструмента (в условиях реального производства) в 1,8 раз, сократить штучное время в 1,3 раза и уменьшить расход правящего алмаза.

Ожидаемый годовой экономический эффект - 182 000 руб.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Разработанная математическая модель формирования поверхности при внутреннем шлифовании с продольной подачей позволяет учитывать влияние параметров и свойств импрегнированного инструмента на стабильность качества обрабатываемых поверхностей, а также рассчитывать износ абразивного инструмента, радиальный съем металла и упругие отжатия в технологической системе последовательно в течение всего цикла (от оборота к обороту, прохода к проходу).

2. Теоретические и экспериментальные исследования износа шлифовальных цилиндрических головок, применяемых при обработке внутренних поверхностей прецизионных деталей топливной аппаратуры, показали, что на рабочей поверхности абразивного инструмента образуются «завалы». Следовательно, необходимо увеличить прочность удержания зерна в связке на данном участке, а на оставшейся части абразивного инструмента достаточно обеспечить смазывающий эффект.

3. Спроектирован и предложен комбинированно-импрегнированный инструмент для шлифования (Патент РФ на полезную модель 50904/МПК В24D3/00), отдельные участки которого пропитаны наполнителями с разными свойствами (бакелит и парафин). Это дает возможность одновременно повысить стойкость инструмента и достичь необходимого качества обрабатываемых поверхностей. Параметры предлагаемого инструмента обусловлены особенностями износа. Результаты моделирования процесса внутреннего шлифования корпуса распылителя позволили оценить эффективность применения комбинированно-импрегнированного абразивного инструмента: износ снизился в 1,5 раза; шероховатость R_a уменьшилась в 1,7 раза.

4. Разработана технология комбинированного импрегнирования шлифовальных цилиндрических головок. Данная технология применима для абразивного инструмента (круги, головки, сегменты, бруски) любой формы и с различными характеристиками абразивной части. С этой целью создан алгоритм, описывающий механизм изготовления комбинированно-

импрегнированного инструмента. Применение такого инструмента при обработке может обеспечить стабильное получение заданных параметров качества шлифуемых поверхностей

5. Экспериментальные исследования работоспособности комбинированно-импрегнированного инструмента в производственных условиях показали, что его применение дает возможность добиться уменьшения шероховатости до $R_a \text{ имп}=0,1405$ (по сравнению с $R_a \text{ трад}=0,248$) и стабильно обеспечивать отклонения от круглости в пределах допуска.

6. Разработаны рекомендации по проектированию структуры цикла внутреннего шлифования поверхностей корпуса распылителя с учетом применения комбинированно-импрегнированного инструмента. Внедрение предложенных мероприятий позволит увеличить стойкость абразивного инструмента в 1,8 раз, сократить штучное время в 1,3 раза и уменьшить расход правящего алмаза. Ожидаемый годовой экономический эффект составит 182 000 руб.

Основные результаты работы изложены в следующих публикациях:

1. Шевелева Е.А. Совершенствование чистовых операций изготовления прецизионных деталей топливной аппаратуры путем применения сложноимпрегнированного инструмента / Е.А. Шевелева, С.Л. Леонов, Е.Ю. Татаркин // Ползуновский вестник. – 2007. - № 4. – С.224-230.

2. Пат. 50904 Российская Федерация, МПК В 24 D 3/00. Инструмент для шлифования / Татаркин Е.Ю., Шевелева Е.А. ; заявитель и патентообладатель Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова.– № 2005124609/22 ; заявл. 02.08.05 ; опубл. 27.01.06, Бюл. № 03.

3. Свидетельство 2006610595 об официальной регистрации программы для ЭВМ, Российская Федерация. Определение принадлежности выборки заданному закону распределения (Распределение) / Зиновьев А.Т., Леонов С.Л., Сарапкин Д.В., Татаркин Е.Ю., Шевелева Е.А. ; заявитель и правообладатель Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова.– № 2005613386 ; заявл. 21.12.05 ; зарегистр. 10.02.07.

4. Шевелева Е.А. Обеспечение точности изготовления глубоких отверстий / Е.А. Шевелева // Наука и молодежь: тез.докл. 62-ой всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых - Барнаул, 2004.- С.27.

5. Шевелева Е.А. Обеспечение точности прецизионных деталей при внутреннем шлифовании / Е.А. Шевелева // Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе: тез.докл. 3-ей всероссийской научно-практической конференции - Новосибирск, 2005. - С.59-61.

6. Шевелева Е.А. Повышение надежности топливной аппаратуры / Е.А. Шевелева // Проблемы повышения эффективности металлообработки

в промышленности на современном этапе: тез.докл. 3-ей всероссийской научно-практической конференции - Новосибирск, 2005. - С.61-63.

7. Шевелева Е.А. Чтобы дизель служил дольше.../ Е.А. Шевелева // АГРО-ИНФОРМ. – 2005. - № 4. - С.18-20.

8. Шевелева Е.А. Анализ и регулирование технологических процессов высокоточных изделий машиностроения / Е.А. Шевелева, Е.Ю. Татаркин // Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе: тез.докл. 4-ой всероссийской научно-практической конференции - Новосибирск, 2006. – С.92-95.

9. Шевелева Е.А. Повышение экологических показателей работы дизелей / Е.А. Шевелева, Д.В. Сарапкин, Е.Ю.Татаркин, А.Т. Зиновьев // Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе: тез.докл. 4-ой всероссийской научно-практической конференции - Новосибирск, 2006. – С.27-29.

10. Шевелева Е.А. Комбинированно-импрегнированный инструмент для шлифования / Е.А. Шевелева, Е.Ю. Татаркин // Наука и молодежь: тез.докл. 3-ей всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых - Барнаул, 2006. – С.34-36.

11. Шевелева Е.А. Особенности износа абразивного инструмента для внутреннего шлифования / Е.А. Шевелева, Д.В. Сарапкин, Е.Ю.Татаркин // Наука и молодежь: тез.докл. 3-ей всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых - Барнаул, 2006. – С.33-34.

12. Шевелева Е.А. Реализация способа комбинированного импрегнирования / Е.А. Шевелева, Е.Ю. Татаркин // Современные технологические системы в машиностроении: тез.докл. международной научно-технической конференции - Барнаул, 2006. – С.101-107.

13. Шевелева Е.А. Средства оценки надежности технологических процессов по точностным параметрам / Е.А. Шевелева // Наука и молодежь: тез.докл. 4-ой всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых - Барнаул, 2007. – С. 27-29.

Подписано в печать 31.03.08 г. Формат 60x84 1/16

Печать – ризография. Ус.п.л. 0,93

Тираж 100 экз. Заказ 2008 –

Отпечатано в типографии Алтайского государственного
технического университета им. И.И. Ползунова,
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина,46.