

В диссертационный совет 24.2.332.01
на базе ФГАОУ ВО «Московский государственный
технологический университет «СТАНКИН»
Ученому секретарю Сотовой Е.С.
127055 г. РФ Москва, ГСП-4, Вадковский пер., д.1

ОТЗЫВ

Официального оппонента **Некрасова Романа Юрьевича**
на диссертационную работу **Глининой Гульназ Фидаэловны**:
«Обеспечение требуемого качества штампов крупногабаритных поковок в
процессе чистового фрезерования с учетом износа инструмента»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.6 «Технология машиностроения»

1. Актуальность темы диссертации.

Гравюры штампов имеют развитую многоэлементную рабочую поверхность. Чистовая обработка гравюр ведется на тяжелых трех и четырехкоординатных станках с ЧПУ. Длительность непрерывной чистовой обработки концевой сферической фрезой может непрерывно выполняться в течение нескольких смен. Контроль геометрической точности выполняется в отдельных сечениях при помощи фасонных шаблонов и щупов. При массе обрабатываемых штампов, от 3-х до 5-ти тонн корректировать траекторию инструмента на основе выполнения постоянных координатных измерений трудоемко.

Заказчики поковок – российские двигателестроители и совместные предприятия – требуют от заготовительных производств повышения их геометрической точности, то есть уменьшения значений отклонений от заданного номинального профиля, а также их стабилизация во всех точках поверхности. Важной задачей является также уменьшение ее шероховатости для снижения трудоемкости финишной ручной доводки штампов.

Таким образом, тема диссертационного исследования по повышению точности чистового фрезерования поверхностей гравюр крупногабаритных штампов является актуальной задачей. Тема диссертационного исследования соответствует паспорту научной специальности 2.5.6 «Технологии машиностроения» в части п.4 раздела «Области исследований».

2. Оценка новизны исследований и результатов.

Оппонент в целом согласен с предлагаемыми в диссертационной работе формулировками ее научной новизны, которая состоит в следующем:

1. Установлены закономерности изменения отклонений расположения, формы, профиля и шероховатости поверхностей образцов материала штампов в периоде стойкости концевых сферических фрез диаметром 8 мм с износостойким покрытием на основе TiN при различной их угловой ориентации.

2. Разработаны и реализованы количественные критерии сравнения концевых сферических фрез различной заточки диаметром 8 мм с износостойким покрытием на основе TiN в периоде их стойкости при различной угловой ориентации в виде суммарного удельного изменения отклонений

геометрических показателей точности с учетом их значимости для обеспечения требуемого качества чистового фрезерования поверхностей гравюр штампов и их стойкости в процессе горячей объемной штамповки.

3. На основе закономерностей приращения износа концевых сферических фрез диаметром 8 мм с износостойким покрытием на основе TiN в периоде их стойкости разработан метод улучшения качества чистового фрезерования поверхностей гравюр штампов горячей объемной штамповки крупногабаритных поковок, компенсирующий систематическую составляющую размерного износа режущих кромок.

3. Оценка обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений.

Раздел «Основные результаты и выводы по работе» представлен в научной работе девятью выводами:

В п. 1 отмечается, что разработана экспериментальная методика получения на плоских образцах материала штампа закономерностей изменения геометрических показателей обрабатываемых поверхностей в периоде стойкости концевых сферических фрез. Она позволяет найти наиболее вероятные границы положения профиля обрабатываемых гравюр штампов для последующего расчета значений корректирующих смещений рабочих ходов, улучшающих точность чистового фрезерования.

В п. 2. утверждается, что стойкостные испытания концевых сферических фрез диаметром 8 мм с износостойким покрытием на основе TiN установили, что для обеспечения допуска чистового фрезерования поверхностей гравюр коренных и шатунных шеек штампов в 0,3 мм путь резания составил 3300 м, для фрез, заточенных на пятикоординатном заточном станке путь резания, 2700 м для фрез, заточенных на специально подготовленном пятикоординатном станке и 1200 м для фрез, заточенных на универсальном заточном оборудовании.

В п. 3. показано, что в результате размерных стойкостных испытаний инструмента установлено влияние изменения угла ориентации концевых фрез диаметром 8 мм. Увеличение угла наклона фрезы с 15° до 45° на пути резания в 3100 м приводят к увеличению отклонений от плоскостности с 0,04 мм до 0,08 мм. Отклонений профиля в направлении перпендикулярном направлению подачи с 0,02 до 0,04 мм, и их неизменности в направлении подачи на уровне 0,003 мм, уменьшению высотного параметра шероховатости Ra с 2,5 мкм до 1 мкм.

В п. 4. Указывается, что систематизированы и экспертно проранжированы характеристики точности гравюр штампа. Наиболее значимыми для геометрической точности поковок являются отклонения базовой поверхности от настроенного размера (коэффициент значимости 0,3) и отклонение от плоскостности (коэффициент значимости 0,15), шероховатость поверхности (коэффициент значимости 0,3) – обеспечивающая стойкость штампа.

В п. 5. Указывается, что разработана методика количественного сравнения концевых сферических фрез для обеспечения точности и стойкости штампов с учетом значимости отдельных показателей точности для обеспечения качества чистового фрезерования поверхности гравюр штампа, позволяющая выбрать

оптимальную концевую сферическую фрезу, обеспечивающую улучшение точности диаметральных размеров поковок до 1,2 раза.

В п. 6. отмечается, что выполнено сравнение концевых сферических фрез диаметром 8 мм с износостойким покрытием на основе TiN, заточенных на пятикоординатном заточном станке с ЧПУ, специально подготовленным для заточки концевого инструмента пятикоординатном фрезерном станке с ЧПУ и универсальном заточном оборудовании по критерию суммарного удельного изменения износа с учетом значимости единичных геометрических показателей точности. Найденные значения суммарного удельного изменения износа фрез 0,35 мм/м², 0,44 мм/м² и 0,93 мм/м² свидетельствуют о приемлемости геометрической точности фрез, заточенных в цеховых условиях на специально подготовленном для заточки концевого инструмента фрезерном пятикоординатном станке с ЧПУ.

В п. 7. Утверждается, что разработан метод улучшения качества чистового фрезерования концевыми сферическими фрезами диаметрального размера 8 мм с износостойким покрытием на основе TiN гравюр штампов горячей объемной штамповки крупногабаритных поковок, компенсирующая систематическую погрешность износа фрез. Достигнуто увеличение индекса Ср с 0,85 до 1,5, Срк с 0,88 до 1,51, что свидетельствует об улучшении геометрической точности гравюр штампа до 1,7 раза по сравнению с чистовым фрезерованием без компенсации износа инструмента.

В п. 8. указывается на то, что результаты исследования используются в образовательном процессе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета» и лаборатории резания Автомобильного завода для сравнения концевых фрез различных производителей инструмент.

В п. 9. отмечается, что программный модуль используется в инструментальном производстве Кузнечного завода ПАО КамАЗ в операциях механической обработки гравюр штампов горячей объемной штамповки тяжелых поковок коленчатых валов 5-ти типов поковок коленчатых валов шести и восьмицилиндровых дизельных двигателей большегрузных автомобилей мощностью от 260 до 460 л.с. Годовой объем выпуска составляет около 65 тыс. поковок. Экономический эффект от улучшения геометрической точности поковок составил 1,5 млн. руб. в год.

Анализ выводов и результатов диссертационного исследования Г.Ф. Глининой показывает, что работа имеет четкую и логичную структуру, которая последовательно раскрывает ключевые разделы выполненного научного исследования. Особое внимание уделяется доказательной базе: все научные положения подкреплены фактами, статистическими данными и экспериментальными результатами, что обеспечивает высокий уровень достоверности выводов и обоснованность заключений.

Выводы и заключения в диссертационной работе логически вытекают из проведенного исследования и соответствуют поставленным целям и задачам. Внедрение результатов работы подтверждается наличием актов внедрения от ПАО КАМАЗ.

Таким образом, диссертационное исследование Г.Ф. Глининой полностью соответствует требованиям, установленным в пункте 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

4. Ценность для науки и практики.

Ценность данной работы для науки и практики можно охарактеризовать следующим образом:

Диссертационная работа развивает подходы к исследованию процесса изнашивания инструмента за счет повышения степени идентификации значений различных геометрических показателей, значения которых зависят от различных факторов процесса резания – погрешностей станочных модулей, податливости и вибраций фрезы. В разработке принципов коррекции траекторий чистового фрезерования поверхностей гравюр штампов горячей объемной штамповки крупногабаритных поковок с учетом износа режущего инструмента в периоде их стойкости.

Практическая ценность работы заключается в возможности улучшения качества чистового фрезерования существующих станочных систем без их замены или модернизации на обеспечивающие лучшую точность, о чем свидетельствуют результаты внедрения способа обработки на штампово-инструментальном участке Кузнечного завода ПАО КАМАЗ.

5. Замечания по диссертационной работе.

1. Для раскрытия потенциала разработанного метода испытаний инструмента и улучшения точности чистового фрезерования необходима его реализация в виде специализированного программного продукта с возможностью сохранения данных испытаний инструментов и коррекции траекторий чистового фрезерования программы управления обрабатываемого центра.

2. В обосновании методики испытаний фрез отсутствуют рекомендации по рекомендуемому диапазону диаметральных размеров концевых сферических фрез пригодных для испытаний разработанным в научной работе методом, а также обоснование оптимального количества углов наклона фрезы для обеспечения достоверности в закономерностях износа инструмента.

3. В разделе, содержащем методику проведения эксперимента отсутствуют сведения о допустимой погрешности измерения средств измерения высотных размеров и параметров профиля обработанного образца материала.

Несмотря на наличие отдельных замечаний, они не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

4. Заключительная оценка соответствия диссертационной работы Г.Ф. Глининой требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

Основные результаты диссертационной работы апробированы в производственных условиях, значимое научное содержание отражено в 22-х публикациях. Из них 7 публикаций из перечня, рекомендованного ВАК, 6 публикаций из базы индексации Scopus, остальные публикации в виде статей и тезисов докладов в сборниках работ международных, всероссийских и

