

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертационной работе Ворожцовой Натальи Андреевны «Технологическое обеспечение и повышение качества зубчатых колес на основе совмещенной обработки зубьев шлифовально-полировальным червячным кругом», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. Технология машиностроения.

Диссертация Ворожцовой Натальи Андреевны на тему: «Технологическое обеспечение и повышение качества зубчатых колес на основе совмещенной обработки зубьев шлифовально-полировальным червячным кругом» посвящена вопросам повышения производительности окончательной чистовой обработки зубьев зубчатых венцов, при одновременном улучшении показателей точности и качества поверхностного слоя зубьев.

При выполнении диссертационной работы Ворожцовой Н.А. решена актуальная производственная и научная задача технологического обеспечения высокой производительности и параметров качества зубчатых колес за счет реализации нового технологического процесса совмещенной обработки цилиндрических зубчатых колес шлифовально-полировальным червячным кругом со ступенчатым снятием припуска, имеющая важное значение для повышения безопасности полетов вертолетов при увеличении серийности выпуска авиационной продукции.

Определены взаимосвязи различных технологических условий окончательной чистовой обработки зубьев на формирование величины шероховатости поверхности зубьев.

Разработана и апробирована технология ступенчатого снятия припуска при наибольшей производительности обеспечивающая требуемую точность и величину шероховатости поверхности зубьев цилиндрических зубчатых колес при совмещенной обработке шлифовально-полировальными червячными кругами и изменяющихся режимах резания. После четвертой ступени первого цикла зубошлифования достигается шероховатость  $Ra=0.24$  мкм. После цикла зубополирования  $Ra=0.09$  мкм.

Разработана конструкция и определены рациональные геометрические и абразивные характеристики составных частей для изготовления сборного шлифовально-полировального червячного круга. Шлифовальная часть: электрокорунд белый 25А, зернистостью 0,15-0,21 мм, весьма мягкой степени твердости G, открытой структуры 8, на керамической связке. Полировальная часть: электрокорунд белый 25А, мелкой зернистости 0,06-0,1мм, твердость- мягкой степени твердости, структура - открытая 14, связка - вспененный поливинилформаль.

На основе моделирования процесса обкатного зубошлифования и расчета площади контакта червячного шлифовального круга с боковыми поверхностями зубьев цилиндрических зубчатых колес с условием ступенчатого снятия припуска определены рациональные режимы процесса совмещенной обработки.

Экспериментально доказано, что применение разработанной технологии совмещенной обработке шлифовально-полировальным червячным кругом со ступенчатым снятием припуска обеспечивает высокую точность зубчатого венца и качество поверхностей зубьев при увеличении производительности, что обеспечивает экономический эффект в размере более 2 млн. рублей в год за счет снижения трудоемкости процесса окончательной чистовой обработки зубьев.

На основе, проведенных в диссертационной работе исследований, разработаны рекомендации для внедрения совмещенной обработки шлифовально-полировальным червячным кругом для серийного изготовления авиационных цилиндрических зубчатых колес с целью повышения качества и производительности окончательной чистовой обработки зубьев.

Рекомендации реализованы и внедрены на АО «Редуктор-ПМ» при разработке нового технологического процесса совмещенной обработки цилиндрических зубчатых колес шлифовально-полировальным червячным кругом со ступенчатым снятием припуска.

В процессе диссертационного исследования Ворожцова Н.А. показала себя как высококвалифицированный исследователь, способный сформулировать и предложить решение научных и практических вопросов. Для успешного решения указанной научной проблемы автор обоснованно выбрал и применил научные методы и подходы теории планирования эксперимента, для последующего анализа математических уравнений зависимостей, а так же активно внедрял полученные результаты в практической сфере деятельности.

Ворожцова Н.А. работает ведущим специалистом в службе главного технолога АО «Редуктор-ПМ». За время работы над диссертацией Ворожцова Н.А. стала лауреатом стипендии Правительства Российской Федерации за значительный вклад и создание прорывных технологий и разработку современных образцов вооружения, военной и специальной техники в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства.

Совместно с научным руководителем ведутся работы по различным НИОКР в области технологии обработки зубчатых колес. Ворожцова Н.А. активно участвует в педагогической работе со студентами кафедры ИТМ.

По теме диссертационной работы Ворожцовой Н.А. опубликовано 12 научных работ, в том числе 3– в ведущих рецензируемых изданиях.

Считаю, что диссертационная работа Ворожцовой Н.А. по объему, содержанию, научной новизне, практической ценности отвечает всем требованиям

«Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (в редакциях от 21.04.2016 № 335 и 12.08 №1168), требованиям Порядка присуждения ученых степеней в ПНИПУ, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.5.6. Технология машиностроения», а сам автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Научный руководитель

Профессор кафедры «Инновационные технологии машиностроения»

ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

д.т.н, (05.03.01 – Процессы механической и физико-технической обработки, станки и инструмент), профессор

Макаров Владимир Федорович

Подпись доктора технических наук,

Профессора Макарова В.Ф удостоверяю:

Ученый секретарь Ученого совета

ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,

к.и.н., доцент

Адрес: 614990, г. Пермь,

Комсомольский пр., 29

Тел: +7(342)219-80-61



Макаревич Владимир Иванович