



**САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
SAMARA UNIVERSITY

федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева»

ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086  
Тел.: +7 (846) 335-18-26, факс: +7 (846) 335-18-36  
Сайт: www.ssau.ru, e-mail: ssau@ssau.ru  
ОКПО 02068410, ОГРН 1026301168310,  
ИНН 6316000632, КПП 631601001

10.01.2023 № 104-17

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Председателю диссертационного  
совета Д ПНИПУ. 05.18 при ФГАОУ  
ВО «Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет» д.т.н., профессору  
Модорскому Владимиру Яковлевичу

---

614990, Пермский край, г. Пермь,  
Комсомольский проспект, д. 29,  
ФГАОУ ВО «Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет»

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ворожцовой Натальи Андреевны «Технологическое обеспечение и повышение качества зубчатых колес на основе совмещённой обработки зубьев шлифовально-полировальным червячным кругом», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 – Технология машиностроения

Зубчатые колеса редукторов современных авиационных газотурбинных двигателей, редукторов вертолётов, различных агрегатов двигателей, трансмиссий и других изделий подвержены высоким силовым, температурным и вибрационным нагрузкам. Обеспечение высокого качества их изготовления, надежности и ресурса является важнейшей задачей производства. Решение этой задачи требует постоянного совершенствования технологических процессов, разработки и внедрения новых методов обработки. Особенно это относится к финишным методам обработки, на которых обеспечиваются заданные точность геометрических параметров и состояние поверхностного слоя. Применение в качестве финишных операций зубошлифования и последующего зубохонингования не всегда обеспечивает установленные конструктором параметры качества обработки. Кроме того, процесс зубохонингования достаточно трудоёмок и требует значительных затрат времени на правку инструмента.

Одним из эффективных методов повышения качества изготовления зубчатых колес и производительности обработки, особенно на предприятиях авиапромышленного комплекса, является совмещение финишных операций, в частности, совмещение операций зубошлифования и полирования червячными абразивными кругами. Вот на решение этой важнейшей задачи и направлена диссертационная работа Ворожцовой Н.А., поэтому тема диссертации, несомненно, является актуальной.

Несомненным достоинством и новизной представленной к защите диссертации является то, что автором впервые на основе компьютерного моделирования и комплекса экспериментальных исследований разработан технологический процесс совмещённой шлифовально-полировальной обработки зубчатых колес редукторов вертолётов червячным абразивным кругом. Указанный процесс является более совершенным и производительным по сравнению с существующими финишными методами обработки, не вызывает появления термических прижогов и трещин, обеспечивает повышение точности изготовления зубчатых колес и улучшение состояния поверхностного слоя рабочих поверхностей зубьев. Кроме того, диссертанткой установлено рациональное распределение припуска между шлифовальными и полировальными проходами и определены рациональные режимы обработки шлифовально-полировальным червячным кругом. Получена также эмпирическая математическая зависимость, связывающая шероховатость поверхности зубьев с радиальной и продольной подачами круга.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в технологическом обеспечении производственного процесса изготовления зубчатых колес редукторов на совмещенных шлифовально-полировальных операциях обработки зубьев. Сущность технологического обеспечения заключается в разработке конструкции и подборе характеристик червячного абразивного круга, правящего алмазного ролика, а также в назначении рациональных режимов обработки для правки инструмента и шлифовально-полировальной операции. Это позволило примерно в два раза улучшить показатели точности зубчатых колес по нормам кинематической точности, плавности и контакта и в 2,5 раза увеличить производительность финишных операций при изготовлении зубчатых колес авиационных редукторов ВР-14 и ВР-29 на АО «Редуктор-ПМ». Реальный годовой экономический эффект от внедрения результатов диссертационной работы Ворожцовой Н.А. в производство составил 2 млн. руб. в год. Кроме того, результаты работы были использованы при выполнении государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (N FSNM-2020-0026).

Диссертационная работа соответствует направлениям исследования 2-5, 7, 9 паспорта научной специальности 2.5.6 – Технология машиностроения.

Основные результаты работы прошли апробацию на 9 международных и всероссийских научно-технических конференциях, симпозиуме и семинаре. По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ, 3 статьи из которых в изданиях, определенных перечнем ВАК РФ.

К замечаниям по автореферату можно отнести следующее:

- как следует из автореферата, автором диссертации получена эмпирическая математическая зависимость, связывающая шероховатость эвольвентных поверхностей зубьев с радиальной и продольной подачами при обработке их червячным кругом. Вместе с тем следует отметить, что на шероховатость поверхности при шлифовании и полировании в значительной степени влияет скорость обработки и исключить этот фактор можно только на основе отсеивающего эксперимента, предшествующего полному факторному эксперименту. Из автореферата неясно был ли проведен данный эксперимент или нет;

- в п.5 практической значимости автореферата (стр. 5) сказано, что имеет место улучшение степени точности зубчатого венца в 2 раза – «...достигнута степень точности 1-1-1

при требуемой 5-4-4 согласно ГОСТ 1643-81». Однако степень точности 1-1-1 регламентирует DIN3962, о чем упомянуто в автореферате, а степень точности 5-4-4 регламентирует ГОСТ 1643-81. Поэтому правомернее было бы указать, что улучшены примерно в 2 раза параметры, характеризующие нормы кинематической точности, плавности и контакта. Кроме того, в п.5 заключения автореферата (стр. 15) указано обеспечение точности зубчатого венца 1-1-1 по ГОСТ 1643-81, а это не так, по DIN3962.

Эти замечания не снижают общего положительного впечатления от выполненной диссертанткой работы.

Исходя из ранее изложенного, можно сделать заключение о том, что диссертационная работа Ворожцовой Н.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основе технологического обеспечения совмещённой обработки профиля зубьев шлифовального-полировальным червячным кругом достигнуто повышение производительности и качества зубчатых колес при изготовлении различных изделий. Анализ проведенных диссертанткой исследований, их уровень, научная и практическая значимость позволяют констатировать, что диссертационная работа Ворожцовой Н.А. удовлетворяет всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а ее автор, Ворожцова Наталья Андреевна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 – Технология машиностроения.

Заведующий кафедрой технологий  
производства двигателей  
Самарского университета,  
д.т.н., доцент  
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34  
(846) 267-45-79; (846)334-74-91  
E-mail: berill\_samara@bk.ru  
Защитил диссертации по спец. 05.02.09

Хаймович  
Александр Исаакович

Профессор кафедры технологий  
производства двигателей  
Самарского университета,  
д.т.н., профессор  
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34  
(846) 267-45-73; (846) 267-45-79;  
E-mail: skuratov.sdl56@yandex.ru  
Защитил диссертации по спец. 05.07.05

Скуратов  
Дмитрий Леонидович

Подписи Хаймовича А.И. и Скуратова Д.Л.  
заверяю:  
ученый секретарь Самарского университета  
д.т.н., профессор

Кузьмичев  
Венедикт Степанович

