

## **ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**Темпель Ю.А., Темпель О.А.**

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Российская Федерация

**Аннотация.** В связи с рядом нормативных документов Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, одним из главных направлений агропромышленного сектора является инновационное развитие машиностроительной отрасли, обеспечивающей работоспособность и надежность техники сельскохозяйственного назначения. В работе представлены результаты исследования, основанного на численных методах и математическом моделировании в сфере формообразования поверхностей цилиндрических деталей. Доказан экономический эффект от предлагаемого способа металлообработки, проведенными экспериментами и расчетами надежности технологической операции механообработки детали.

**Ключевые слова.** Сельскохозяйственное машиностроение, инновации, металлообработка, числовое программное управление, математическое моделирование, численные методы, конечно-элементное моделирование.

## **NUMERICAL RESEARCH AND MATHEMATICAL MODELING OF FORMING MACHINE PARTS AGRICULTURAL APPOINTMENT**

**Tempel J.A., Tempel O.A.**

Tyumen industrial University, Tyumen, Russian Federation

**Abstract.** In connection with a number of regulatory documents of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation, one of the main directions of development of the agro-industrial sector is the innovative development of the engineering industry, which ensures the operability and reliability of agricultural equipment. The paper presents the results of a study based on numerical methods and mathematical modeling in the field of shaping the surfaces of cylindrical parts. The economic effect of the proposed method of metalworking, experiments and calculations of the reliability of the technological operation of machining parts is proved.

**Keywords.** Agricultural engineering, innovation, metalworking, numerical control, mathematical modeling, numerical methods, finite element modeling.

Инновационный потенциал и активность машиностроительных предприятий, изучение и внедрение в производство новой техники и технологий, способов изготовления деталей сельскохозяйственного назначения во многом определяют современное развитие науки и техники агропромышленного комплекса страны, обеспечивающее работоспособное состояние и надежность при эксплуатации. А также применение новых методов и способов обработки обеспечивает наибольшую степень соответствия действительных геометрических параметров деталей номинальным, заданным конструкторской документацией, что, в свою очередь, повышает эффективность и результативность производства.

В значительной степени состояние сельскохозяйственной техники, при котором она способна выполнять свои функции в течение требуемой наработки, определяют детали класса валов (оси, валы, тяги, штоки и т.п.), так как они являются самыми распространенными и нагруженными деталями ответственного назначения. Снижение свойства таких деталей, при котором они выполняют заданные функции в определенный промежуток времени в течение требуемой наработки, особенно характерно для оборудования повышенной энерговооруженности, эксплуатирующееся в тяжелых условиях сельскохозяйственных процессах. Таким образом, от степени соответствия изделия установленным требованиям в связи со служебным назначением, технологического основного и вспомогательного времени, затраченного на формообразование поверхности деталей, зависит техникой уровень сельскохозяйственной техники, обеспечивающий бесперебойную реализацию работ в данной области и в установленные сроки.

В связи с выше сказанным, главными вопросами в технологии машиностроения и теории резания являются вопросы существенного повышения эффективности изготовления новых деталей класса валов и обеспечения точности их изготовления при минимальных затратах времени и труда.

Цель исследования заключается в повышении эффективности и результативности производственного процесса металлообработки цилиндрических деталей, применяемых в технике сельскохозяйственного назначения.

Разработана методика [1], которая состоит из пяти этапов: расчет режимов резания и определение схемы базирования; построение расчетной модели детали в CAD-системе, приложение нагрузок и получение решения; учет деформационных отклонений и коррекция CAD-модели детали по результатам учета деформационных отклонений; разработка управляющей программы с использованием САМ-системы; контрольная операция [1].

Комплекс проведенных исследований позволил разработать способ обработки деталей сельскохозяйственного машиностроения на станках с числовым программным управлением, основанный на математическом и компьютерном моделировании. Подтверждена адекватность построенной математической модели, проведена оценка надежности технологической операции механической обработки двух партий деталей, с помощью применения методов статистического анализа. Доказана эффективность обработки и сокращение размаха варьирования действительных геометрических параметров в два раза.

#### **Список использованных источников**

1. Соловьев И.В. Применение метода конечных элементов для управления размерной точностью обработки деталей на станках с ЧПУ / И.В. Соловьев, Ю.А. Темпель, О.А. Темпель // Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDM-2017: сб. науч. тр. Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет, 2017. – С. 298-302.