

## Реферат

Объектом исследования работы Токаева Д.Н. является исследование новых конструкций зубчатых колес (шестерён) агрегатов авиационного назначения.

Цель работы – анализ конструктивного исполнения, материалов, существующих патентов и нормативных технических требований, применяемых при производстве зубчатых колес (шестерен) мировыми лидерами авиационного производства.

Отличительными особенностями современного этапа развития авиационного производства являются создание принципиально новых конструкционных материалов и методов их обработки, широкое использование станков с числовым программным управлением и систем автоматизированного проектирования технологических процессов. Снижение веса элементов изделий авиационных агрегатов при сохранении их показателей качества и требований к функциональным характеристикам, является актуальнейшей задачей современной авиастроительной отрасли.

В полной мере это относится к элементам редукторов современных вертолетов, основными составляющими которых являются зубчатые колеса и шестерни. Некоторые зубчатые зацепления редукторов, выполненные из конструкционных сталей, в процессе эксплуатации испытывают незначительные силовые нагрузки, и могут быть заменены современными синтетическими материалами. Таким синтетическим конструкционным материалом является термостойкий пластик, который по своим физико-механическим свойствам отвечает требуемым условиям работы редукторов авиационного назначения.

Оценке возможности такой замены посвящена тема выполняемой работы с целью разработки эффективных ресурсосберегающих технологий изготовления зубчатых зацеплений редукторов из термостойкого пластика, обеспечивающих заданные нормы точности (качества) и эксплуатационные характеристики, оптимизации конструкции зубчатых колес. Для выполнения указанной задачи выполнены следующие работы:

- Проведен анализ конструктивного исполнения литых, кованных (штампованных), бандажированных (сборных) цилиндрических зубчатых колес (шестерён) отечественных и зарубежных производителей;
- Проведен анализ основных конструктивных параметров цилиндрических зубчатых колес и нормативные соотношения между ними;
- Проведен анализ нормативных показателей кинематической точности, плавности работы, контакта зубьев и бокового зазора, которые задаются на рабочих чертежах и контролируются производителем в зависимости от степени точности цилиндрических зубчатых колес;

Анализ указанных данных выполнялся по чертежам конструкций применяемых мировыми лидерами авиационной промышленности (фирма

АО «РЕДУКТОР-ПМ», фирма ROLLS-ROYCE, фирма ZOERKLER, фирма Augusta Westlend, фирма Avio).

В дополнение к анализу чертежей Д.Н Токаевым проведен анализ существующих патентов на конструкции зубчатых колес, патентообладателями которых являются организации, фирмы и частные лица России, США, Германии. Структура проведенного анализа включала: область изобретения, цель изобретения, решения для достижения цели, формулу изобретения, рисунки иллюстрирующие содержательную часть изобретения.

Завершилась теоретическая часть работы анализом существующей зарубежной нормативной документации на конструкции зубчатых колес. Нормативные требования к конструкциям зубчатых колес оговариваются следующими стандартами зарубежных производителей:

Стандарты Великобритании типа BS;

Стандарты Германии типа DIN;

Стандарты Франции типа NF;

Стандарты Австрии типа OENORM;

Стандарты Соединенных штатов Америки типа ANSI / AGMA;

Международные стандарты сери ISO

На основании проведенного анализа чертежей, патентной и нормативной документации оформлены требования к оптимизированным шестерням в виде технического задания. Основным материалом наиболее перспективным для изготовления малонагруженных шестерён признан термостойкий пластик.

Для расчёта и моделирования процесса испытаний новой конструкции редуктора с оптимизированными шестернями Д.Н. Токаев построил динамическую математическую модель в программном обеспечении «MASTA» (UK). Для построения динамической модели в ней были загружены ранее разработанные трёхмерные САД модели основных деталей (шестерни, корпуса, подшипники и т.п.). Для получения положительных результатов испытаний пришлось провести многократные доработки моделей шестерён. После получения положительных результатов расчётов Д.Н. Токаев оформил эскиз на изготовление образцов. В связи с отсутствием на территории РФ пластика с указанными характеристиками и технологии изготовления шестерён повышенной точности было принято решение по привлечению фирмы Gleason K2 Plastik (USA) в плане изготовления зубчатого венца. Вал и окончательная сборка шестерни, так же, как и окончательная сборка и испытание редуктора на механически замкнутом стенде запланировано в АО «Редуктор-ПМ». Для подготовки производства необходимых опытных деталей Д.Н. Токаев спроектировал и внедрил необходимую специальную оснастку. В настоящее время получены

изготовленные венцы зубчатых колёс. Выполнена их сборка с валами. По специальной технологической документации выполнен контроль параметров изготовленных пластиковых зубчатых колёс (протокол замера приложен).

Для подтверждения устойчивости материала к применяемому маслу и эксплуатационным температурам проведены лабораторные испытания. Результат испытаний в основном положительный.

По результатам предварительных испытаний и моделирования принято решение о проведении испытаний на механически замкнутом стенде в 2017 году.

По результатам уже выполненных работ оформлены соответствующие отчёты на более чем 350 страницах. Оформлено 8 актов. Разработано 5 эскизов и чертежей.