

# ПРЕПРИНТ

Название: Модернизация среднего диска сцепления автомобиля КамАЗ для повышения ресурса соединения «шип-паз»

Авторы: Исрафилов А.А., Мосин А.В.

Организация: Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева

Дата: 24 октября 2023 г.

## Аннотация

Представлено исследование, направленное на повышение ресурса и надежности двухдискового сцепления автомобилей КамАЗ. Выявлена ключевая проблема – интенсивный износ и разрушение шипов среднего ведущего диска в соединении типа «шип-паз» с маховиком, вызванные ударными нагрузками и возникающим дисбалансом. В качестве решения предложена модернизация геометрии шипа за счет создания дополнительных опорных поверхностей. Проведен анализ причин возникновения дефекта, включая концентрацию напряжений и действие центробежных сил.

Разработана конструкция модернизированного шипа с заданными геометрическими параметрами: длина дополнительных поверхностей  $L=20,01-24,99$  мм, высота  $H=4,00$  мм, радиус скругления  $R=2$  мм. Показано, что данное усовершенствование позволяет перераспределить нагрузку, снизить удельное давление на контактные поверхности и повысить сопротивление усталостным разрушениям. Технология восстановления и усиления диска может быть реализована в ремонтных условиях методами наплавки с последующей механической обработкой.

Ключевые слова: сцепление, КамАЗ, средний диск, шип, износ, дисбаланс, модернизация, наплавка, ресурс.

## 1. Введение

Сухое двухдисковое сцепление автомобилей КамАЗ является критически важным узлом трансмиссии, обеспечивающим передачу значительного

крутящего момента в условиях высоких нагрузок. Одним из наиболее нагруженных элементов данной конструкции является соединение среднего ведущего диска с маховиком, выполненное по схеме «шип-паз». В процессе эксплуатации данное соединение подвергается интенсивным ударным и переменным нагрузкам, что приводит к преждевременному износу, образованию трещин и последующему разрушению (сколу) шипов диска. Это влечет за собой дисбаланс всего узла, рост вибраций, потерю мощности и, в конечном итоге, отказ сцепления. Существующие конструкции не в полной мере обеспечивают необходимый ресурс данного соединения. Целью данной работы является разработка метода модернизации среднего диска сцепления для повышения его долговечности и надежности.

## 2. Постановка проблемы и анализ причин отказа

Конструкция сцепления КамАЗ предусматривает передачу крутящего момента через шипы среднего диска), входящие в пазы маховика.

Основные причины разрушения шипов:

**Ударные нагрузки:** Пусковой и максимальный крутящий момент двигателя вызывает значительные ударные воздействия в соединении.

**Концентрация напряжений:** В зоне контакта шипа и паза возникают повышенные напряжения, приводящие к образованию усталостных трещин.

**Прогрессирующий износ:** Образование зазора (более 7 мм) вследствие износа приводит к смещению дисков относительно центра масс маховика.

**Дисбаланс и центробежные силы:** Возникающий дисбаланс генерирует значительные центробежные силы, которые дополнительно нагружают шипы, усугубляя процесс разрушения.

Эксплуатация диска с дефектами приводит к каскадному отказу узла, повышению стоимости обслуживания и простою транспортного средства.

### 3. Предлагаемое решение и методы модернизации

Для решения указанной проблемы предлагается модернизация геометрии шипа среднего диска. Цель модернизации – увеличение опорной поверхности и снижение концентрации напряжений.

**Сущность модернизации:** На боковых поверхностях шипа выполняются дополнительные опорные поверхности с тщательно рассчитанными геометрическими параметрами:

Длина (L): 20,01 – 24,99 мм

Высота (H): 4,00 мм

Радиус скругления (R): 2 мм

**Технология реализации:** Восстановление и усиление диска может осуществляться в ремонтных условиях по следующей технологической цепи:

**Дефектация и подготовка:** Контроль износа, зачистка поврежденных зон.

**Наплавка:** Нанесение металла на боковые поверхности шипов для создания припуска.

**Механическая обработка:** Фрезерование и шлифование наплавленных поверхностей для получения заданных размеров и формы дополнительных опорных поверхностей.

**Статическая балансировка:** Устранение дисбаланса модернизированного диска в сборе.

#### 4. Ожидаемые результаты и обсуждение

Внедрение предложенной конструкции позволит:

Снизить удельное давление: Увеличение площади контакта приведет к снижению давления на рабочие поверхности шипа и паза маховика.

Перераспределить нагрузку: Наличие дополнительных опорных поверхностей и плавных скруглений (R2) позволит более равномерно распределить нагрузку по всему объему шипа, снизив концентрацию напряжений в его основании.

Повысить усталостную прочность: Устранение концентраторов напряжений напрямую повысит сопротивление усталостным разрушениям.

Увеличить ресурс: Совокупность этих факторов приведет к значительному увеличению срока службы как среднего диска, так и всего узла сцепления в целом.

#### 5. Заключение

Разработана конструктивная модернизация среднего ведущего диска сцепления автомобиля КамАЗ, направленная на повышение ресурса соединения «шип-паз». Предложенное решение технологично и может быть реализовано в условиях ремонтного предприятия с использованием стандартного оборудования (наплавка, фрезерные работы). Ожидается, что модернизация позволит снизить эксплуатационные расходы и повысить надежность трансмиссии грузовых автомобилей. Для количественной оценки эффективности решения требуются дальнейшие стендовые и эксплуатационные испытания.