**Информация на сайт**

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 08.09.2014 № **14.574.21.0106** с Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» по теме: «Разработка научно-технических решений по управлению распределением мощности в трансмиссиях грузовых автомобилей для повышения их энергоэффективности и топливной экономичности» на этапе № 3 «Разработка эскизной конструкторской документации (этап 2)» в период с 01.07.2015 по 31.12.2015 выполнены следующие работы:

разработан макет экспериментального образца комплексной системы распределения мощности (Макет 2), в составе: механизмы блокировки с фрикционными муфтами межосевого дифференциала раздаточной коробки и межколесных дифференциалов ведущих мостов; система управления с комплектом датчиков и пневматическим приводом исполнительных устройств;

разработаны программы и методики исследовательских испытаний макетов экспериментальных образцов комплексной системы распределения мощности (Макет 1, Макет 2);

выполнена доработка полноприводного шасси 6х6 под установку автоматической блокировки дифференциала.

Целями отчетного этапа проведения прикладных научных исследований являются:

I. Разработка эскизной конструкторской документации для изготовления макета опытного образца комплексной системы распределения мощности (Макет 2, с фрикционными муфтами блокировки дифференциалов) в составе:

1. Схема структурная.

2. Схема функциональная.

3. Схема соединений.

4. Схема подключений.

5. Чертежи общего вида макета.

6. Чертежи монтажные (установочные) систем пневматических, гидравлических, электрических.

7. Чертежи сборочные макета, его компонентов и систем.

8. Чертежи деталей.

9. Спецификации.

II. Разработка программ и методик исследовательских испытаний макетов экспериментальных образцов комплексной системы распределения мощности (Макет 1, с зубчатыми муфтами блокировки дифференциалов, Макет 2, с фрикционными муфтами блокировки дифференциалов).

III. Доработка полноприводного шасси 6х6 под установку автоматической блокировки дифференциалов

Для разработки эскизной конструкторской документации использованы следующие исходные данные:

1. Обоснованный на этапе 1 в соответствии с п. 3.3 технического задания оптимальный вариант построения системы распределения мощности в трансмиссиях грузовых автомобилей. При разработке эскизной конструкторской документации согласно обоснованному оптимальному варианту для введения жесткой кинематической связи в процессе движения АМН необходимо приложить тормозной момент к буксующим колесам и уменьшить подачу топлива для предварительного выравнивания угловых скоростей буксующих колес и последующей блокировки межосевого и межколесных дифференциалов.

2. Разработанная на этапе 1 методика определения рационального передаточного числа межосевого дифференциала автомобиля многоцелевого назначения (АМН), обеспечивающего требуемый уровень эффективности и рекомендованные на ее основании следующие передаточные отношения межосевых дифференциалов АМН КАМАЗ – 2,64.

3. Установленный на этапе 1 факт, заключающийся в том, что при подтормаживании необходимо одновременно исключить буксование колеса на поверхности с худшим сцеплением и обеспечить устойчивое движение АМН.

4. Послужившая основой для разработки эскизной конструкторской документации системы распределения мощности полученная от индустриального партнера – ПАО «КАМАЗ» конструкторская документация серийно выпускаемого автомобиля.

ПАО «КАМАЗ» предоставил электронные геометрические модели (ЭГМ) следующих узлов: мост передний; мост средний; мост задний; тормоза; карданные валы; картер редуктора проходного моста; крышка картера моста; колеса; модель установки раздаточной коробки и мостов «Сборка КАМАЗ 65222-53»; спецификации и сборочные чертежи раздаточной коробки, переднего, среднего и заднего мостов автомобиля КАМАЗ 6522.

На разрабатываемую конструкцию системы распределения мощности накладывались следующие ограничения:

минимизация изменений конструкции картеров раздаточной коробки, карданных валов и ведущих мостов;

применение гидравлического привода механизмов блокировки;

использование серийной системы АБС/ПБС и тормозной системы;

применение в системе управления серийной CAN шины.

Для достижения целей на третьем этапе прикладных научных исследований решены следующие задачи:

1. На основании исходных данных и ограничений, с использованием метода конечных элементов на оборудовании ЦКП «Экспериментальная механика» выполнены расчеты на прочность фрикционных муфт блокировки: межосевого дифференциала раздаточной коробки; межосевого дифференциала задней тележки; межколесного дифференциала.
На оборудовании ЦКП в энергетике и энергосбережении (<http://www.ckp-rf.ru/ckp/2950/>) выполнено исследование тепловых режимов в трущейся паре фрикционной муфты. На основании результатов расчета и испытаний рекомендовано для блокировки дифференциалов Макета 2 применять фрикционные муфты с 16 парами трения.
2. На основании результатов прочностных расчетов спроектирована система управления, позволяющая производить блокировку (с использованием гидравлического привода) межколёсных и межосевых дифференциалов в процессе движения транспортного средства за счёт предварительного выравнивания угловых скоростей ведущих колёс до допустимых величин, определенных из прочностного расчета, путём приложения тормозного момента к буксующему колесу. Установлено, что допустимую разность угловых скоростей необходимо удерживать по времени на протяжении не менее чем 0,5 секунд (на время срабатывания системы управления и гидравлического привода). Разработан алгоритм единого блока управления тормозной системой, проитивобуксовочной системой и блокировкой дифференциалов. Предусмотрено автоматическое управление блокировкой всех пяти дифференциалов.
3. Для применения на макете экспериментального образца комплексной системы распределения мощности (Макет 2) модифицирована тормозная система штатного полноприводного шасси. Модификация заключалась в увеличении количества датчиков угловых скоростей вращения колес и электропневмоклапанов тормозной системы с 4 до 6 шт.
4. Выполнено оснащение раздаточной коробки и ведущих мостов оригинальными фрикционными муфтами блокировки. На основании унификации и результатов прочностных расчетов и выбранных элементов системы управления приводом блокировки дифференциалов вновь разработаны раздаточная коробка, карданные валы, Мост передний, Мост задний и Мост средний. Раздаточная коробка, карданные валы и мосты являются модификациями соответствующих узлов серийно выпускаемого автомобиля Камаз 65222. Модификации раздаточных коробок, переднего, среднего и заднего мостов заключились в установке фрикционных муфт и гидравлического привода блокировки дифференциалов.
5. Разработаны две программы и методики исследовательских испытаний макетов экспериментальных образцов комплексной системы распределения мощности (Макет 1, Макет 2). Они являются исходными данными для проведения стендовых и исследовательских испытаний макетов экспериментальных образцов комплексной системы распределения мощности в составе полноприводного шасси 6х6 (Макет 1, Макет 2).
6. Произведена доработка полноприводного шасси 6х6 под установку автоматической блокировки дифференциалов. Доработанные полноприводные шасси 6х6 предназначены для использования на 4 этапе выполнения работ для изготовления на их основе экспериментальных образцов комплексной системы распределения мощности (Макет 1, Макет 2).

Разработанная система распределения мощности обеспечивает повышение показателей энергоэффективности и топливной экономичности за счёт более полного использования сцепных свойств ведущих колёс с опорной поверхностью и снижения затрат энергии на буксование.

С использованием результатов работ, полученных на отчетном этапе, опубликованы 3 научных статьи, индексируемых Scopus:

Keller, A. V. Comparative Analysis of Methods of Power Distribution in Mechanical Transmissions and Evaluation of their Effectiveness / A. V. Keller, I. A. Murog, S. Aliukov // SAE Technical Papers, Volume 2015-April, Issue April, 14 April 2015, 8p.

Aliukov, S. V. Dynamics of Overrunning Clutches of Relay Type / S. V. Aliukov, A.V. Keller, A. S. Alyukov // SAE Technical Papers, Volume 2015-April, Issue April, 14 April 2015, 7p.

Myasnikov, Yu. I. Universal Modular Attachments /Yu. I. Myasnikov, A. A. D’yakonov, A. V. Keller // Russian Engineering Research, 2015, Vol. 35, №12, pp. 947-949

По результатам работ 2015 года подана заявка на полезную модель «Самоблокирующийся дифференциал» (авторы Истомин Денис Игоревич, Келлер Андрей Владимирович, Шелепов Андрей Анатольевич.

Выполненные исследования показали, что предлагаемая к разработке система распределения мощности впервые в мире решает в комплексе задачу повышения проходимости и обеспечения устойчивости серийных грузовых полноприводных автомобилей. Решение данной технической задачи является необходимым этапом развития отечественной техники.

**Перспективы практического внедрения результатов.**

Разработанная в рамках ПНИ система управления распределением мощности планируется к внедрению на всех полноприводных грузовых автомобилях КАМАЗ. Планируемый объем выпуска к 2020г. составит более 30 000 автомобилей в год.

 Комиссия Минобрнауки России признала обязательства по Соглашению на отчетном этапе исполненными надлежащим образом.