

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Афиногенова Игоря Александровича «Совершенствование эксплуатации гидравлических рулевых усилителей автомобилей в сельском хозяйстве», представленную к защите в диссертационный совет Д 220.057.03 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.03 - «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве».

### **Актуальность избранной темы**

Автомобильная техника играет важную роль в функционировании агропромышленного комплекса Российской Федерации

Управляемость автомобиля оказывает существенное влияние на процесс движения автомобиля и как следствие на использование последнего по назначению в условиях сельскохозяйственного производства. Как показывает опыт использования автомобиля в условиях АПК, его движение в 65% случаях осуществляется по криволинейной траектории с маневрированием, в связи, с чем рулевое управление должно отвечать определенным требованиям. Для повышения безопасности движения, обеспечения эргономических требований для водителя, снижения физических нагрузок на водителя при управлении автомобилем, предполагается применение усилителя в рулевом управлении.

Рулевые усилители должны отвечать требованиям надежности, эксплуатационной технологичности, ремонтпригодности, и другим требованиям, позволяющим эффективно функционировать автомобилю при использовании в условиях АПК. Анализ показал, что в условиях АПК наибольшее распространение получили гидравлические рулевые

усилители(ГРУ).

Важным требованием при разработке конструкции ГРУ является соблюдение оптимального температурного режима при максимальной нагруженности, особенно в условиях нахождения рулевого колеса в его крайних положениях.

В связи с вышеизложенным, диссертация Афиногенова Игоря Александровича, посвященная совершенствованию эксплуатации гидравлических рулевых автомобилей в условиях сельскохозяйственного производства и направленная на выполнение требований, предъявляемых к конструкции рулевого усилителя и рулевого управления в целом, является актуальной.

#### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна**

Обоснованность и достоверность большинства полученных автором научных и практических результатов, сделанных по ним выводов, рекомендаций подтверждается сравнительным анализом теоретических и экспериментальных исследований, широким использованием литературных источников по выбранной теме диссертации, системного подхода, апробированных методик, результатами анализа параметров технологических процессов в лабораторных и полевых условиях в соответствии с требованиями межгосударственных стандартов и частных методов.

Исследования подтверждены высокой степенью достоверности и адекватности результатов математической обработки достаточного объема экспериментальных данных.

Основные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы являются новыми, они полностью вытекают из результатов теоретических и экспериментальных исследований.

**Вывод 1** констатирует, что наиболее массовым типом усилителей рулевого управления автомобилей в АПК являются гидравлические рулевые усилители, причем из-за тяжелых условий эксплуатации автомобилей происходит перегрев рабочей жидкости ГРУ.

Вывод отражает решение первой задачи исследования и вытекает из материалов первого раздела диссертации.

**Вывод 2** устанавливает: взаимосвязь распределения теплогидравлического потока рабочей жидкости в ГРУ, и коэффициента полезного действия ГРУ на любых режимах его работы; разработку физической модели устройства повышения эффективности охлаждения рабочей жидкости ГРУ; энергетический баланс ГРУ в условиях движения по песку, как наиболее тяжелому режиму поворота; наибольший и наименьший показатели эффективности ГРУ.

Вывод отражает решение второй задачи исследования и вытекает из материалов второго раздела диссертации.

**Вывод 3** показывает, что в результате эксперимента получена зависимость нагрева рабочей жидкости ГРУ от варьируемых факторов: частоты вращения коленчатого вала ДВС, времени работы гидравлического рулевого усилителя, коэффициента сопротивления качению, что соответствует третьей задачи исследования.

**Вывод 4** отражает результаты технико-экономической оценки результатов исследования позволяет прийти к необходимости использования в условиях АПК варианта ГРУ с применением устройств для повышения эффективности охлаждения жидкости и контроля нежелательных углов поворота рулевого колеса. Экономический эффект предложенных разработок составит 4% от стоимости автомобиля.

Вывод основан на результатах четвертой главы и является решением четвертой задачи.

**Значимость для науки и практики полученных результатов**

**Научную новизну работы представляют:**

исследование температурных режимов работы ГРУ с применением теории силового потока;

регрессионные модели вариации температуры рабочей жидкости ГРУ в зависимости от заданных параметров;

методика проведения эксперимента для определения математической зависимости количества выделяемого тепла в ГРУ от заданных параметров;

методика анализа использования по назначению ГРУ в условиях сельскохозяйственного производства.

**Теоретическая значимость работы.** Методика исследования функционирования ГРУ в отличие от известных подходов учитывает аналитическую зависимость между температурным режимом и коэффициентом полезного действия, минуя расчет непосредственно потерь мощности, что дает более широкие возможности при оценке функционирования ГРУ и может быть использована при совершенствовании конструкции рулевого управления.

**Практическая значимость работы.**

– разработка блок-схемы исследования функционирования ГРУ при эксплуатации автомобиля;

– разработка рациональной схемы рулевого управления, оборудованного ГРУ, включающего устройство для контроля нежелательных углов поворота рулевого колеса и повышения эффективности охлаждения рабочей жидкости, позволяющие предотвратить перегрев пластинчатого насоса и предохранить детали гидравлического рулевого усилителя от чрезмерных нагрузок.

Предложены новые научно-технические решения: ГРУ с устройством для повышения эффективности охлаждения жидкости (Патент на изобретение RUS 2665109 13.03.2017.), устройство для контроля нежелательных углов поворота рулевого колеса, оборудованного ГРУ (патент на изобретение RUS 2665109 13.03.2017 г.). Предложенные автором диссертации технические решения прошли производственную проверку

всельскохозяйственном производственном кооперативе «Новоселки» Рыбновского района Рязанской области в 2019 году.

### **Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом и замечания по ее оформлению**

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка литературы из 99 наименований и 2 приложений, изложена на 137 страницах, включает 37 рисунков и 23 таблицы.

**Во введении** показана актуальность исследования, отмечены цель, научная новизна и практическая значимость работы, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе «Состояние вопроса и задачи исследования»** проанализированы исследования в области темы диссертации. Указано, что разработчикам автомобилей уже на стадии проектирования необходимо прогнозировать соответствие рулевых управлений условиям их эксплуатации, совершенствовать конструкции рулевого управления применительно к требованиям сельскохозяйственного производства. На основании изложенного и в соответствии с целью работы, определены задачи исследования.

#### ***Замечания:***

1. Без основания выбран автомобиль «Урал», а почему не «КАМАЗ», который более широко используется в сельском хозяйстве.
2. Отсутствует ссылка на зарубежные литературные источники по рассматриваемой теме.

**Во второй главе «Теоретическое исследование температурных режимов гидравлического рулевого усилителя»** проведен анализ температурных режимов ГРУ. Разработана математическая модель температурного напора рабочей жидкости ГРУ, на основе которой определена аналитическая зависимость между температурным режимом и коэффициентом полезного действия. Для повышения коэффициента

полезного действия гидравлического рулевого устройства необходимо понизить температурный напор рабочей жидкости. Автор предложил устройство и разработал его физическую модель. С использованием динамической характеристики автомобиля при движении по различным покрытиям, получены характеристики функционирования автомобиля при повороте его при существующих режимах движения.

***Замечания:***

1. Целесообразно было этот раздел сделать отдельной главой и представить не только математическую модель устройства, но и включить в подраздел 4.21 с описанием конструкции устройства.

**В третьей главе «Экспериментальные исследования»** представлены программа, план эксперимента и результаты экспериментальных исследований. Определен комплект приборов позволяющих регистрировать результаты эксперимента. Осуществлено проведение эксперимента и обработка его результатов.

Сравнение теоретических и экспериментальных данных показало достаточно высокую сходимость результатов. Математическая модель проверена на адекватность. Относительная погрешность моделирования не превышает 5 %.

Результаты эксперимента показывают, что математическая модель нагрева рабочей жидкости в ГРУ с доверительной вероятностью 0,95 описывает протекающие процессы в представленных пределах варьирования факторов.

***Замечания:***

1. Натурные эксперименты проводились при движении автомобиля «Урал» по песку, грунтовой и асфальтированной дорогам, желательно было эти исследования провести по стерне во время уборки урожая.

**В четвертой главе «Результаты исследования и их технико-экономическая оценка»** показана методика расчета функционирования

гидравлических рулевых усилителей при использовании автомобиля в условиях АПК. Представленная методика позволит повысить эффективность эксплуатации ГРУ автомобилей в условиях АПК. Проведена технико-экономическая оценка разработанных решений.

***Замечания:***

1. Отсутствуют данные о проверке предлагаемого устройства в реальной эксплуатации с определением показателей надежности.
2. Экономический эффект надо было рассчитать при сравнении существующих гидравлических рулевых усилителей автомобилей с предлагаемым устройством.

**Заключение** диссертационной работы содержит результаты, которые соответствуют поставленным задачам и в полной мере отражают исследования автора. Представленные рекомендации производству и перспективы дальнейшей разработки темы следуют из материалов исследований.

**Оценка диссертационной работы в целом**

Диссертация соответствует паспорту специальности 05.20.03 - «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве». Считаю необходимым отметить, что наиболее ценным для науки является раздел 2, в котором представлены теоретические исследования температурных режимов ГРУ, а наиболее ценным для практики - раздел 3, в котором представлены экспериментальные исследования определения коэффициентов сцепления и качения при движении автомобиля по асфальту, песку, грунтовому покрытию, а также раздел 4, где предложено устройство для контроля нежелательных углов поворота рулевого колеса, оборудованного ГРУ (патент на изобретение RUS 2665109 13.03.2017 г.).

## **Подтверждение опубликованных основных результатов в научной печати и соответствие автореферата диссертации**

В диссертации присутствуют материалы, опубликованные автором в печатных работах.

Основные положения диссертации опубликованы в печати в 6 научных работах, из них 2 статьи в журналах, включенных в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» ВАК РФ, получено 2 патента РФ на изобретение.

Количество публикаций, в которых изложены основные научные результаты диссертации, в рецензируемых журналах соответствует п. 12 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 «О порядке присуждения ученых степеней».

Основное содержание и материалы первого раздела диссертации содержатся в опубликованных работах по перечню автореферата (номера 5, 6). В них отражены направления по выбору мероприятий, направленных на совершенствование конструкции рулевого управления.

Материалы второго раздела, по теоретическим исследованиям температурных режимов гидравлического рулевого усилителя отражены в работах (1, 2, 4).

Материалы третьего раздела по экспериментальным исследованиям определения коэффициентов сцепления и качения при движении автомобиля по различным покрытиям представлены в работах (1, 5).

Материалы четвертого раздела по оценке результатов исследования представлены в работах (3, 5).

Диссертационная работа и автореферат изложены технически грамотным языком.

Содержание автореферата соответствует предъявляемым требованиям и достаточно полно отражает основные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту.

К сожалению, апробация работы проходила только в Рязанском государственном агротехнологическом университете им. П.А. Костычева.

## Заключение

Диссертационная работа Афиногенова Игоря Александровича «Совершенствование эксплуатации гидравлических рулевых усилителей автомобилей в сельском хозяйстве», содержит научно-обоснованные технические решения по повышению эффективности функционирования гидравлических рулевых усилителей автомобилей в условиях АПК, внедрение которых является важной народно-хозяйственной задачей и соответствует паспорту специальности 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве, в частности пункту 6 «Исследование надежности отдельных агрегатов, узлов и деталей сельскохозяйственной техники».

Диссертационная работа Афиногенова Игоря Александровича является законченной научно-квалификационной работой, которая по актуальности, новизне и практической значимости, а также объему выполненных исследований соответствует критериям, изложенным в пунктах 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Афиногенов Игорь Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И.Вавилова» (ФГБОУ ВО ГАУ)

Россия, 410012, г. Саратов, Театральная пл., 1

Тел. 8(906) 315-02-02, E-mail: [bpz\\_2010@mail.ru](mailto:bpz_2010@mail.ru) сайт [www.sgau.ru](http://www.sgau.ru)

## Официальный оппонент

доктор технических наук по специальности

05.20.03 – технологии и средства технического

обслуживания в сельском хозяйстве, профессор

научный сотрудник отдела

учебно-научного обеспечения

ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ»

05 декабря 2019 г.

Подпись профессора Б.П. Загородских заверяю:

Ученый секретарь ученого совета



Б.П. Загородских

А.П. Муравлев