



УДК 629.3.015

Д.А. ДОМНЫШЕВ, аспирант,
Д.М. ВОРОНИН, доктор технических наук, профессор,
А.А. ДОЛГУШИН, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой,
А.Ф. КУРНОСОВ, кандидат технических наук, старший преподаватель,
Д.В. БАРАНОВ, студент

Новосибирский государственный аграрный университет
630039, Россия, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160
e-mail: dolgushin07@rambler.ru

ПРИМЕНИМОСТЬ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ АМОРТИЗАТОРОВ АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

Проведен анализ использования грузовой автомобильной техники в условиях Сибири. Выявлены основные проблемы, связанные с эксплуатацией автомобилей при отрицательных температурах. Исследование проведено в январе 2015 г. в условиях Новосибирской области. Изготовлены две экспериментальные установки: первая представляла собой автомобиль КАМАЗ, оборудованный комплексом измерительной аппаратуры, позволяющей записывать изменение температуры амортизаторной жидкости при различных режимах работы автомобиля; вторая давала возможность имитировать процесс функционирования амортизатора в реальных условиях эксплуатации. Установлено, что при движении автомобиля при отрицательной температуре окружающей среды происходит незначительное повышение температуры амортизаторов. При понижении температуры и увеличении скорости передвижения автомобиля от 20 до 60 км/ч происходит их охлаждение до температуры окружающей среды. По достижении температуры -27°C дальнейшая эксплуатация невозможна, так как усилие сопротивления отбоя и сжатия амортизатора увеличивается почти в 4 раза в условиях от -20 до -30°C . Усилие сопротивления на отбой в данном случае превышает 4022 Н, на сжатие – 1226 Н, которые являются максимальными предельными значениями, допустимыми заводом-изготовителем стандартной конструкции амортизаторов данного типа. Определен диапазон температур, при котором возможно эксплуатировать данные гидравлические амортизаторы. При повышении температуры эксплуатации до -20 и -10°C усилия сопротивления на отбой (3000 Н) и сжатие (800 Н) не опускаются ниже нормативного значения, что свидетельствует об их нормальной работоспособности при менее низких температурах (от -20°C и выше).

Ключевые слова: гидравлический амортизатор, отрицательные температуры, усилие сопротивления, тепловой режим.

Для перевозки грузов в сельскохозяйственном производстве используется как автомобильный, так и тракторный транспорт. На долю автомобильного транспорта приходится более 70 % объема перевозок грузов, осуществляемых на территории России. В условиях Сибири около 30 % перевозок происходит в период со среднесуточной отрицательной температурой [1]. Выполнение данного объема работ подразумевает эксплуатацию неподготовленных автомобилей при отрицательных температурах [2], что влечет за собой существенное снижение теплового режима работы механизмов рулевого управления, ходовой части, тормозной системы, сило-

вого агрегата, трансмиссии и другое вследствие интенсивного теплообмена с окружающей средой через боковые поверхности [3, 4].

В мобильных транспортных средствах одним из устройств, влияющих на эффективность эксплуатации, является подвеска. В результате нарушения теплового режима агрегатов подвески [5], например амортизаторов, увеличивается динамическая нагруженность деталей, снижается плавность хода и скорость движения, ухудшаются управляемость автомобиля и условия работы водителя. При экспертной оценке ведущих специалистов в области эксплуатации автомобильного транспорта работа с неисправной подвеской снижает долговечность автомобиля и его узлов более чем в 1,5 раза, а также снижается уровень комфорта работы водителя [6].

Указанные выше проблемы связаны с тем, что при увеличении вязкости амортизаторной жидкости под воздействием отрицательных температур увеличивается нагрузка на детали амортизатора [7]. При анализе вязкостно-температурных свойств амортизаторных жидкостей, используемых при изготовлении гидравлических амортизаторов большинства грузовых автомобилей [8], выявлено следующее: при положительной температуре вязкость не превышает 800 мм²/с, что является нормативом. При достижении отметки –20 °С и ниже происходит резкое увеличение кинематической вязкости – в 8 раз. Внутри амортизатора увеличивается нагрузка на внутренние элементы, что приводит к выходу его из рабочего состояния.

Цель исследования – обосновать использование гидравлических амортизаторов стандартной конструкции при отрицательных температурах.

Задачи исследования:

- исследовать тепловой режим гидравлических амортизаторов при эксплуатации в условиях отрицательных температур;
- изучить зависимость изменения усилия сопротивления отбоя и сжатия амортизатора от температуры окружающей среды;
- обосновать применимость гидравлических амортизаторов стандартной конструкции при отрицательных температурах.

Объект исследования – процесс изменения теплового режима гидравлических амортизаторов подвески автомобилей при их эксплуатации в условиях отрицательных температур.

УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В условиях кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка Новосибирского государственного аграрного университета и ООО Новосибирскпрофстрой ПАТП-1 созданы две экспериментальные лабораторные установки: первая на базе автомобиля КАМАЗ 5320, вторая для определения эксплуатационных характеристик гидравлических амортизаторов транспортных средств.

Первая лабораторная установка представляла собой автомобиль КАМАЗ, оборудованный комплексом измерительной аппаратуры, позволяющей записывать изменение температуры амортизаторной жидкости при различных режимах работы автомобиля. Измерительный комплекс состоял из высокочувствительного датчика температуры, измерителя температуры и персонального компьютера для записи и хранения данных. Были выбраны три скоростных режима (20, 40 и 60 км/ч) и три температурных

диапазона (-10 , -20 и -30 °С). Предварительно перед началом испытаний амортизаторы охлаждали до температуры окружающей среды, после чего автомобиль начинал движение с заданной скоростью. Опыт прекращали с момента установления постоянной температуры. Далее производили обработку результатов.

Вторая лабораторная установка позволяла имитировать процесс функционирования амортизатора в реальных условиях эксплуатации. За прототип взята установка для испытания гидравлических амортизаторов [9], которая дает возможность оценить влияние условий и факторов на процесс теплообразования в гидравлическом амортизаторе. Методика исследования соответствовала ГОСТ Р 53816–2010 [10].

Лабораторная установка для определения эксплуатационных характеристик амортизаторов (№ 201611402 от 13.04.2016) работает следующим образом (рис. 1). Установленный на раме 1 электрический двигатель 2 передает через клиноременную передачу вращение на кривошипно-шатунный механизм (КШМ) 3. При движении по направляющим рейкам шатун 4 перемещает специальную тягу 5, преобразуя вращение в возвратно-поступательное движение штока амортизатора. Для изменения величины перемещения штока амортизатора в тяге предусмотрены отверстия, через которые она фиксируется болтовым соединением между боковыми стенками планки 6, при продольном перемещении которой величина перемещения штока увеличивается или уменьшается. Также для определения усилия сопротивления отбоя и сжатия амортизатора установлен датчик 7 тензометрического типа двухстороннего действия. При перемещении штока амортизатора производится запись количества перемещений датчиком импульсного типа 8. Датчик температуры 9 установлен на корпусе амортизатора 10. Вентилятор 11 для создания обдувающего потока также оснащен частотным преобразователем тока 12 и позволяет регулировать скорость на заданном диапазоне.

Данная установка дает возможность в различных скоростных и нагрузочных режимах работы определить влияние условий внешней среды и

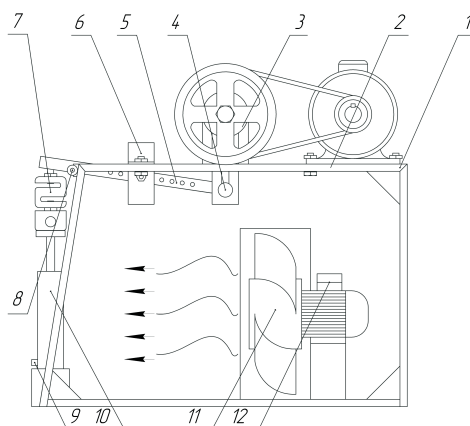


Рис. 1. Лабораторная установка для определения эксплуатационных характеристик гидравлических амортизаторов транспортных средств

внутренних процессов на теплообразование внутри амортизатора. Испытания на стенде проходили в диапазоне температур окружающего воздуха от 243 К (-30°C) до 263 К (-10°C) и скорости обдувающего потока воздуха от 0 до 15 м/с.

Скорость перемещения штока амортизатора изменялась от 0,26 до 0,78 м/с, средняя скорость составляла 0,52 м/с, величина перемещения штока изменялась от 50 до 150 мм, среднее значение составляло 100 мм. Изменение скорости воздушного потока происходило при помощи вентилятора с частотным преобразователем тока при тарировочных данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении испытания установлено, что при движении со скоростью 20, 40 и 60 км/ч происходило незначительное увеличение температуры амортизаторной жидкости – около 2°C на каждом промежутке (рис. 2).

Такое увеличение наблюдалось на протяжении всех опытов, что свидетельствует об активной теплоотдаче с поверхностей амортизаторов. При обработке результатов установлено, что изменение температуры в амортизаторах происходило пропорционально, графики имеют линейную зависимость. При температуре окружающей среды -30°C установившаяся температура составляла при скорости 20 км/ч лишь -28°C . Однако при температуре окружающей среды -20 и -10°C разница в температуре амортизаторной жидкости не превышала 5°C .

При комплексном анализе проведенных исследований на второй лабораторной установке выявлено, что при отрицательных температурах эксплуатации происходит значительное увеличение усилия сопротивления отбоя и сжатия: почти в 4 раза при температуре от -19 до -30°C . Нормативным значение по усилию сопротивления для амортизаторов стандартной конструкции данного типа на сжатие является 1226 Н, на отбой – 4022 Н. На рис. 3 показана зависимость изменения усилия сопротивления

Температура амортизаторной
жидкости, К

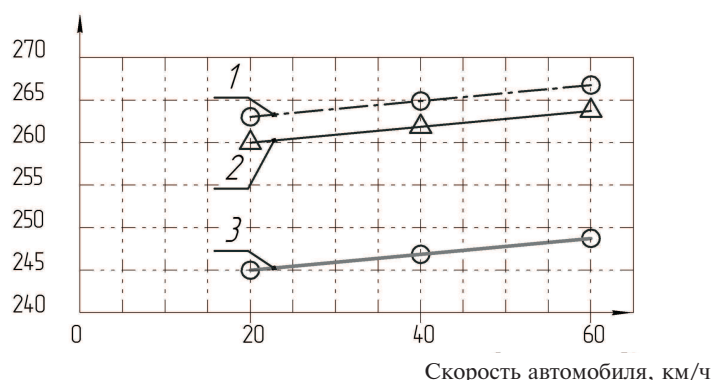


Рис. 2. Зависимость температуры амортизаторов от скорости передвижения:
начальная температура: 1 – 263 К (-10°C); 2 – 253 К (-20°C); 3 – 243 К (-30°C)

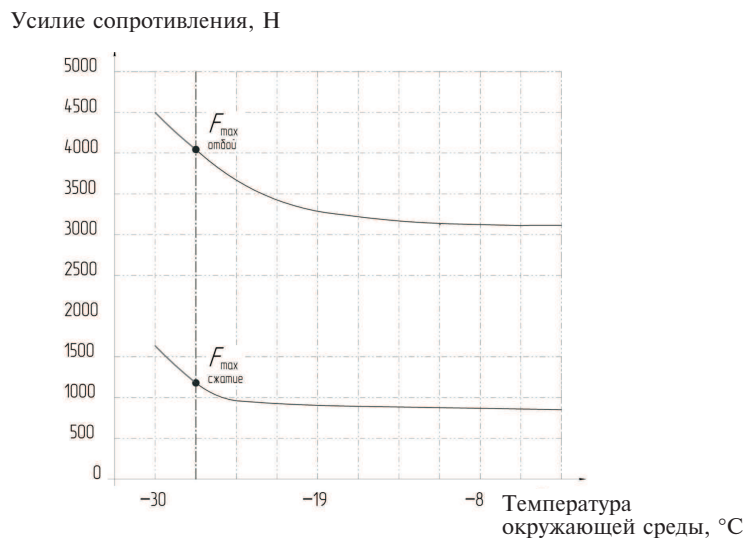


Рис. 3. Зависимость изменения усилия сопротивления отбоя и сжатия

отбоя и сжатия при различных отрицательных температурах и отмечен вертикальной линией момент превышения максимальной нагрузки отбоя и сжатия амортизатора.

Верхняя линия отражает усилие сопротивления на отбой, нижняя – усилие сопротивления на сжатие. В точках пересечения вертикальной линии с линиями усилия сопротивления отбою и сжатию отмечено превышение максимальной нагрузки. Это свидетельствует, что при достижении температуры $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$ дальнейшая эксплуатация запрещена, так как усилие сопротивления на отбой превышает значение 4022 Н , на сжатие – 1226 Н , которые являются максимальными предельными значениями, допустимыми заводом-изготовителем данных амортизаторов стандартных конструкций. При повышении температуры эксплуатации до -19 и $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ усилия сопротивления на отбой (3000 Н) и на сжатие (800 Н) не опускаются ниже нормативного значения, что свидетельствует о их нормальной работоспособности при менее низких температурах (от -19 и выше).

ВЫВОДЫ

1. При движении автомобиля при отрицательной температуре окружающей среды происходит незначительное ($5\text{ }^{\circ}\text{C}$) повышение температуры амортизаторов, при понижении температуры окружающей среды и увеличении скорости передвижения автомобиля от 20 до 60 км/ч происходит их охлаждение до температуры окружающей среды.

2. При температуре $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$ дальнейшая эксплуатация гидравлических амортизаторов стандартной конструкции запрещена, так как усилие сопротивления отбоя и сжатия увеличивается почти в 4 раза – от -20 до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Предельное значение усилия сопротивления у амортизаторов стан-

дартной конструкции составляет на отбой 4022 Н, на сжатие 1226 Н. Диапазон температур, при котором возможно эксплуатировать гидравлические амортизаторы, составляет от -27°C и выше.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Успенский И.А., Бышов Н.В., Борычев С.Н. и др. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта и мобильной сельскохозяйственной техники при внутрихозяйственных перевозках // Вестн. Кубанского ГАУ. – 2013. – № 88 (4). – С. 1–11.
2. Анишкин Л.Г. Зимняя эксплуатация автомобилей. – Челябинск, 1976. – С. 50–58.
3. Долгушин А.А., Курносоев А.Ф., Вакуленко М.В. и др. Исследование теплового режима работы агрегатов трансмиссии и подвески автомобиля в зимних условиях // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 7. – С. 82–84.
4. Разяпов М.М. Повышение работоспособности агрегатов трансмиссии автотракторной техники в условиях низких температур: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Уфа, 2013. – 16 с.
5. Долгушин А.А., Курносоев А.Ф. Особенности эксплуатации ходовой части автомобиля в зимний период // Материалы ежегодной научно-практической конференции студентов и аспирантов Инженерного института НГАУ. – Новосибирск, 2013. – Ч. 2.
6. Копилевич Э.В., Пурник М.А., Федоров С.А. Диагностика подвески автомобилей. – М., 1974. – 52 с.
7. Боярский С.А. Амортизаторы и основные виды их дефектов // Автотранспорт: эксплуатация, обслуживание, ремонт. – 2010. – № 8. – С. 28–31.
8. Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы. – М.: Транспорт, 1986. – 279 с.
9. Пат. 2010105873/11 (Российская Федерация). Стенд для испытания гидравлических амортизаторов / Е.В. Сливинский, Л.А. Савин, С.Ю. Радин, В.Г. Пестерев; заявл. 18.02.2010; опубл. 20.01.2011; Бюл. № 2.
10. Стандарт СТ СЭВ 3044–81 ГОСТ Р 53816–2010 "Автомобильные транспортные средства. Амортизаторы гидравлические телескопические. Технические требования и методы испытаний". – М.: Стандартинформ, 2010.

Поступила в редакцию 10.08.2016

D.A. DOMNYSHEV, Postgraduate,
D.M. VORONIN, Doctor of Science in Engineering, Professor,
A.A. DOLGUSHIN, Candidate of Science in Engineering, Associate Professor, Chair Holder,
A.F. KURNOSOV, Candidate of Science in Engineering, Senior Lecturer,
D.V. BARANOV, Student

Novosibirsk State Agrarian University

160, Dobrolyubova St, Novosibirsk, Novosibirsk Region, 630039, Russia

e-mail: dolgushin07@rambler.ru

APPLICABILITY OF HYDRAULIC SHOCK ABSORBERS IN VEHICLES IN COLD WEATHER

The use of road vehicles for cargo transportation under conditions of Siberia was analyzed. The main problems associated with the operation of vehicles in cold weather were revealed. A study was carried out in January 2015 under conditions of Novosibirsk Region. Two experimental setups were made. The first setup was a truck KAMAZ equipped with a complex of measurement instrumentation to record temperature changes in hydraulic fluid during different modes of operation. The second setup allowed simulating the process of functioning of the hydraulic shock absorber under operating conditions. It has been determined that when a vehicle is moving at negative ambient temperatures, a slight increase in the temperature of the shock absorbers takes place. When the ambient temperature decreases, and the vehicle's speed increases from 20 to 60 km/h, the shock absorber is cooled down to the ambient temperature. When the ambient temperature reaches -27°C , the further vehicle's operation is impossible because the rebound and compression damping forces increases almost

4 times at temperatures from -20 to -30 °C. The dumping force for rebound in this case exceeds 4022 N, for compression 1226 N, which are the maximum values permitted by manufacturer for the standard design of this type of shock absorbers. The range of temperatures, at which these hydraulic shock absorbers can be used, has been determined. At higher operating temperatures of up to -20 °C and -10 °C, the dumping force for rebound (3000 N) and for compression (800 N) are within the normative values that indicates their normal performance at low temperatures (-20 °C and above).

Keywords: hydraulic shock absorber, negative temperatures, damping force, thermal regime.

УДК 631.674.5

Н.Н. НАЗАРОВ, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,
Н.С. ЯКОВЛЕВ, доктор технических наук, главный научный сотрудник

*Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации
сельского хозяйства СФНЦА РАН*

630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: sibime-nazarov@yandex.ru

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ БАКПРЕПАРАТОВ В ПОДЛАПОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ ПОСЕВНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА

Рассмотрены вопросы стабилизации расхода жидкости при малых (до 0,025 МПа) давлениях в системе при внесении росторегулирующих препаратов одновременно с посевом семян. Введение регулятора давления воздуха в систему дозирования рабочей жидкости позволяет получать в закрытой расходной емкости избыточное давление над жидкостью. Это способствует увеличению производительности дозирующего устройства, а установка трубки-стабилизатора расхода жидкости на уровне расходного крана обеспечивает стабилизацию расхода жидкости во времени. Исследовано распределение жидких форм росторегулирующих препаратов в подлаповом пространстве посевного рабочего органа, основные зависимости их распределения с использованием отражающих (дефлекторных) элементов. Распределение рабочей жидкости бактериальных препаратов определено ограниченными размерами посевного рабочего органа. Экспериментальные исследования с целью подтверждения теоретических выводов проводили на специально созданной экспериментальной установке с использованием устройства для определения корневого угла факела распыления рабочей жидкости. По результатам оценки качества распыления рабочей жидкости установлено, что расхождение теоретических и экспериментальных значений корневого угла факела распыления рабочей жидкости составляет от 2,3 до 6,7 % при различных высотах напора воды. Предложенное техническое решение распыления рабочих жидкостей бактериальных препаратов в подлаповом пространстве посевного рабочего органа обеспечивает их качественное распределение по принятой ширине ленты посева зерновых.

Ключевые слова: бакпрепараты, рабочая жидкость, посевной рабочий орган, инокулянт.

Способы применения инокулянтов для обеспечения биологической азотфиксации при возделывании сельскохозяйственных культур определяются формой производимых препаратов [1–4]. В настоящее время в мире выпускают достаточно большое количество видов инокулянтов: влажный торфяной порошок; жидкий инокулянт; лиофилизированные клубеньковые бактерии в тальке; бактерии, смешанные с вермикулитом; агаровые культуры; гранулированные торфяные инокулянты, предназначенные для различных способов внесения их в почву. Учитывая эффек-