DOI: 10.34220/ITRT2021_30-33

УДК 629.11.02.098

Посметьев В.И.

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры производства,
ремонта и эксплуатации машин
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Никонов В.О.

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры производства, ремонта
и эксплуатации машин ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Посметьев В.В.

кандидат физико-математических
наук, доцент кафедры механизации
лесного хозяйства и проектирования
машин ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Сизьмин И.В.

аспирант кафедры производства,
ремонта и эксплуатации машин ФГБОУ
ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Posmetev V.I.

dr. sci. tech. prof., prof. of department
of production, repair and operation of
cars Federal State Budget Educational
Institution of Higher Education "Voronezh
State University of Forestry and
Technologies named after
G.F. Morozov", Voronezh, RF

Nikonov V.O.

Ph. D., associate professor of production,
repair and operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Posmetev V.V.

candidate of physical and mathematical
sciences, associate professor of the
Department of Mechanization of Forestry
and Machine Design, FSBOU VO
"Voronezh State Forestry University
named after G.F. Morozov",
Voronezh, RF

Sizmin I.V.

post-graduate student of the Department
of Production, Repair and Operation of
Machines, Voronezh State Forestry
University named after G.F. Morozov",
Voronezh, RF

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕКУПЕРАТИВНОГО ТЯГОВО-СЦЕПНОГО УСТРОЙСТВА В КОНСТРУКЦИИ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОМОБИЛЯ С ПРИЦЕПОМ

ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF USE RECUPERATIVE TRACTION DEVICE IN THE CONSTRUCTION OF A FOREST TRUCK WITH A TRAILER

Ключевые слова: рекуперация гидравлической энергии, лесовозный автомобиль, тягово-сцепное устройство, прицеп, недостаточно обустроенная лесовозная дорога.

Аннотация: с целью повышения эффективности работы лесовозных автомобилей с прицепами в условиях недостаточно обустроенных лесовозных дорог предложена перспек-

тивная конструкция рекуперативного тягово-сцепного устройства. Для предварительной оценки целесообразности применения предлагаемого рекуперативного тягово-сцепного устройства в конструкции лесовозного автопоезда выполнены несколько серий компьютерных экспериментов, в ходе которых было исследовано влияние основных конструктивных и эксплуатационных факторов на показатели эффективности этого устройства.

Keywords: recuperation of hydraulic energy, logging vehicle, towing hitch, trailer, insufficiently equipped logging road.

Annotation: in order to improve the efficiency of timber trucks with trailers in the conditions of insufficiently equipped timber haul roads, a promising design of a recuperative towing hitch has been proposed. For a preliminary assessment of the feasibility of using the proposed recuperative towing device in the structure of a timber lorry train, several series of computer experiments were performed, during which the influence of the main design and operational factors on the performance indicators of this device was investigated.

Одним из перспективных путей повышения эффективности использования энергии топлива при эксплуатации лесовозных автомобилей с прицепами по недостаточно обустроенным лесовозным дорогам, является применение в их конструкции перспективных рекуперативных устройств и механизмов. На основании выполненных ранее научных исследований в области рекуперации энергии рабочей жидкости в гидравлическом технологическом оборудовании лесовозных транспортных средств, авторами предлагается тягово-сцепное устройство, позволяющее рекуперировать энергию рабочей жидкости в процессе торможения, ускорения и преодоления различных препятствий лесовозным автомобилем с прицепом (рис. 1) [1-6].

- 1 и 2 – лесовозный автомобиль и прицеп; 3 – рама лесовозного автомобиля;
 4 – буксирный прибор; 5 – крюк; 6 – поворотная рама передней колесной пары прицепа;
 7 – дышло; 8 – гидроцилиндр; 9 – шток гидроцилиндра; 10 – соединительное кольцо;
 11 и 12 – гибкие трубопроводы; 13 и 14 – всасывающий и напорный трубопроводы;
 15 – гидробак; 16-19 – клапаны обратные; 20 – пневмогидравлический аккумулятор;
 21 – подача рабочей жидкости потребителю

Рисунок 1 – Схема рекуперативного тягово-сцепного устройства лесовозного автопоезда

Для предварительной оценки целесообразности применения предлагаемого рекуперативного тягово-сцепного устройства, авторами были проведены несколько серий компьютерных экспериментов. Целью этих компьютерных экспериментов являлось исследование показателей эффективности этого устройства (рекуперированной мощности N_{pc} и среднего продольного ускорения $a_{Пс}$ прицепа относительно лесовозного автомобиля) в процессе поэтапного увеличения скорости v движения лесовозного автопоезда, средней высоты h_c неровностей лесовозной дороги, а также диаметра $D_{ГЦ}$ гидравлического цилиндра тягово-сцепного устройства [7].

Выявлено, что с возрастанием скорости v движения лесовозного автопоезда по лесовозной дороге, за счет повышения интенсивности колебательных процессов происходит возрастание рекуперированной мощности N_{pc} (рис. 2, а). Так при изменении скорости v движения лесовозного автопоезда с 20 до 60 км/ч, значение средней рекуперированной мощности N_{pc} повышается в соответствии с квадратичным законом, а значение среднего продольного ускорения $a_{Пс}$ увеличивается в соответствии с линейным законом. Принимая в ходе компьютерного эксперимента значение среднего продольного ускорения $a_{Пс} = 1 \text{ м/с}^2$, обеспечиваемого максимальной скоростью движения лесовозного автопоезда $v = 30 \text{ км/ч}$, значение средней рекуперированной мощности N_{pc} составляет 4,3 кВт.

Установлено, что с повышением высоты h_c неровностей лесовозной дороги наблюдается также рост значения рекуперированной мощности N_{pc} в процессе движения лесовозного автопоезда (рис. 2, б). При изменении средней высоты h_c неровностей опорной поверхности от 0,1 м до 0,4 м, значения N_{pc} и $a_{Пс}$ повышаются в соответствии с квадратичным законом. Максимальное значение рекуперированной мощности N_{pc} при минимальном значении среднего продольного ускорения $a_{Пс}$ прицепа относительно лесовозного автомобиля наблюдается при средней высоте неровностей $h_c = 0,3 \text{ м}$.

Последовательно изменяя диаметр $D_{ГЦ}$ гидравлического цилиндра в интервале от 30 до 100 мм выявлено, что при значении диаметра $D_{ГЦ}$ от 40 до 60

Рисунок 2 – Зависимости изменения рекуперированной мощности N_{pc} и среднего продольного ускорения $a_{Пс}$ прицепа относительно лесовозного тягача от скорости v движения лесовозного автопоезда (а), высоты h_c неровностей опорной поверхности лесовозной дороги (б) и от диаметра $D_{ГЦ}$ гидравлического цилиндра рекуперативного тягово-сцепного устройства (в)

мм рекуперлируемая мощность N_{pc} изменяется с 12,5 до 4,8 кВт. Учитывая изменение расстояния между прицепом и лесовозным автомобилем, а также возникающее между ними продольное ускорение $a_{лс}$ и изменение показателя демпфирования установлено, что оптимальное значение диаметра гидравлического цилиндра $D_{ГЦ} = 57$ мм (рис. 2, в).

Таким образом, результаты исследования полученные на основе компьютерного моделирования позволяют заключить, что наибольшая эффективность от использования предлагаемого рекуперативного тягово-сцепного устройства будет достигнута при диаметре $D_{ГЦ}$ его гидравлического цилиндра равного 57 мм в процессе движения лесовозного автопоезда со скоростью $v = 30$ км/ч по опорной поверхности лесовозной дороги с параметрами неровности $h_c = 0,3$ м.

Список литературы

1. Никонов, В. О. Современное состояние, проблемы и пути повышения эффективности лесовозного автомобильного транспорта / В. О. Никонов ; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2021. – 202 с.
2. Никонов, В. О. Рекуперация гидравлической энергии в тягово-сцепном устройстве лесовозного автомобиля с прицепом / В. О. Никонов, В. И. Посметьев, К. А. Яковлев // Лесотехнический журнал. – 2018. – № 4. – С. 230-239.
3. Никонов, В. О. Анализ конструктивных особенностей тягово-сцепных устройств грузовых автомобилей с прицепами / В. О. Никонов, В. И. Посметьев, Р. В. Журавлев // Воронежский научно-технический вестник. – 2018. – Т. 4, № 4 (26). – С. 13-24. – Режим доступа : <http://vestnikvgtlta.ru/arhiv/2018/4-4-26-2018/13-24.pdf> – Загл. с экрана.
4. Посметьев, В. И. Анализ эффективности традиционных и перспективных конструкций сцепных устройств прицепов с транспортными средствами / В. И. Посметьев, В. О. Никонов, И. В. Сизьмин, А. В. Латынин // Воронежский научно-технический вестник. – 2020. – Т. 1, № 1 (31). – С. 58-86.
5. Патент на изобретение № 2713755 РФ, МПК В60D 1/14. Пружинно-гидравлическое тягово-сцепное устройство автопоезда / В. И. Посметьев, В. О. Никонов, В. В. Посметьев, М. А. Малюкова ; заявитель ФГБОУ ВО ВГЛТУ имени Г. Ф. Морозова. – № 2019114304 ; заявл. 07.05.2019 ; опубл. 07.02.2020.
6. Патент на изобретение № 2729005 РФ, МПК В60D 1/14, В60D 1/145, В60D 1/155. Пневмо-гидравлическое тягово-сцепное устройство автопоезда / В. И. Посметьев, В. О. Никонов, В. В. Посметьев ; заявитель ФГБОУ ВО ВГЛТУ имени Г. Ф. Морозова. – № 2019144210 ; заявл. 24.12.2019 ; опубл. 03.08.2020.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Программа для моделирования движения лесовозного автопоезда с рекуперативным тягово-сцепным устройством / В. И. Посметьев, В. О. Никонов, В. В. Посметьев ; правообладатель Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова. – № 2019618402 ; заявл. 14.06.2019 ; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 01.07.2019.