

УДК 629.11.02/.098

РЕКУПЕРАТИВНЫЙ ГИДРОПРИВОД ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОМОБИЛЯ

Посметьев В. И., Никонов В. О., Борщ О. А., Веселов С. Р.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова»

Email: 8888nike8888@mail.ru

Лесовозные автомобили (ЛА) эксплуатируются в крайне тяжелых условиях, обусловленных сложным рельефом местности и плохо обустроенными, как правило, временными грунтовыми дорогами. Лесовозные дороги изобилуют неровностями, препятствиями в виде крупных поверхностных корней, камней и валунов, частыми поворотами, крутыми подъемами и спусками, значительными поперечными уклонами, выбоинами и заболоченными участками. В зимний период к этому добавляются снежные заносы, гололед, низкие температуры и более короткий световой день, а также другие негативные факторы. По этой причине разработчики и производители вынуждены оснащать ЛА двигателями со значительно завышенной мощностью, ходовой частью с усиленной подвеской и всеми ведущими мостами. Кроме этого на ЛА устанавливают гидроманипуляторы, надежность которых обеспечивается в основном за счет их завышенной прочности и металлоемкости. Способные успешно решать транспортные задачи при вывозке леса современные ЛА, тем не менее, по сравнению с другими аналогичными транспортными средствами потребляют топлива в 1,5-2,0 раза больше, а срок их полноценной эксплуатации неоправданно сокращен примерно на такую же величину [1-3].

Одним из перспективных и реализуемых способов повышения эффективности ЛА, обеспечения экологической безопасности и экономии энергетических ресурсов является оснащение их рекуперативными механизмами, обеспечивающих повторное использование в рабочем процессе непроизводительно рассеиваемой в окружающую среду энергии, а также способствующих повышению надежности и упрощению конструкции таких машин. Имеются отечественные и зарубежные современные разработки, посвященные рекуперативным системам гидрофицированных колесных машин, полезно утилизирующих энергию при их торможении и других динамических воздействиях, как на сами машины, так и на их технологическое оборудование. Опубликовано большое

количество патентов на рекуперативные гидрообъемные трансмиссии и передачи для транспортных средств с использованием накопителей энергии в виде пневмогидравлических (ПГА), пружинных, маховичных, магнитных и других типов аккумуляторов. Исследователями было установлено, что рекуперация энергии в объемных гидropередачах, с учетом их низкого КПД, наиболее целесообразна, если мощность на выходном валу значительно меняется по времени и ее максимальное значение превышает среднее в течение рабочего цикла на 50 % и более. При проектировании ЛА с рекуперативным гидроприводом необходимо учитывать и другие важные рекомендации, разработанные и апробированные отечественными и зарубежными исследователями [4, 5].

На основе анализа результатов, полученных при изучении состояния вопроса, авторами была предложена конструкция ЛА с рекуперативным гидроприводом, структурная схема которой представлена на рисунке 1.

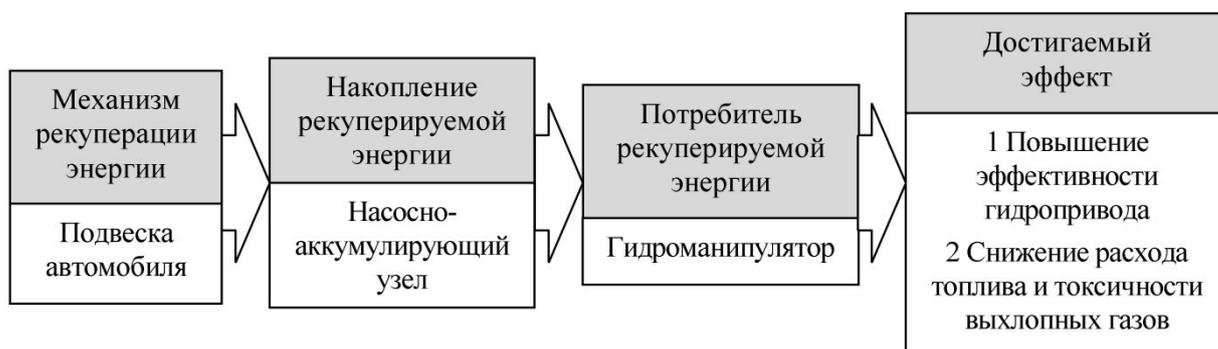
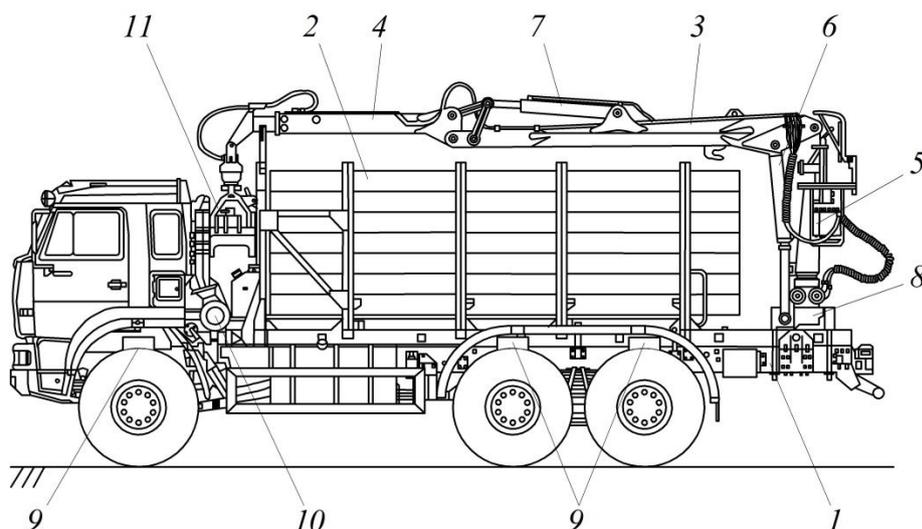


Рисунок 1 – Структурная схема системы рекуперации энергии лесовозного автомобиля с рекуперативным гидроприводом

Здесь механизмом рекуперации является подвеска ЛА. По характеру и последовательности выполняемых операций она является циклическим механизмом, рекуперированную кинетическую энергию движущихся масс ЛА и ее частей. В ЛА накопление и сохранение рекуперированной энергии осуществляется широко применяемыми на транспорте и в промышленности стандартными ПГА. Потребителями рекуперированной энергии при работе ЛА являются гидроцилиндры рукояти, стрелы опорно-поворотного устройства гидроманипулятора [6, 7].

Схема размещения на ЛА элементов предлагаемой системы рекуперирования энергии представлена на рисунке 2. Гидропривод ЛА (рис. 3) состоит из рекуперативных механизмов подвески 1, стандартных гидрораспределителей 2 ... 4 и насосно-аккумуляторного узла (НАУ) 5. Рекуперативные механизмы 1 подвески ЛА представляет собой установленные в каждой подвеске гидроцилиндр



1 – рама; 2 – сортименты; 3, 4 и 5 – стрела, рукоять и колонна гидроманипулятора; 6 и 7 – гидроцилиндры стрелы и рукояти; 8 – гидропривод опорно-поворотного устройства; 9 – амортизаторы подвески; 10 – насосно-аккумуляторный узел; 11 – челюстной захват

Рисунок 2 – Схема размещения рекуперативных механизмов на лесовозном автомобиле-сортиментовозе с гидроманипулятором

14, обратные клапаны 9, 11, 12, 15 и дроссели 10, 13, которые все вместе в подвеске выполняют также и функции амортизатора. НАУ 5 включает ПГА 20, разгрузочный автоматический клапан 21, соединенный с двигателем 23 ЛА насос 22, обратный клапан 24, фильтр 25, и гидробак 26. НАУ 5 комплектуется из выпускаемых промышленностью современных и надежных агрегатов, узлов и элементов гидравлики и располагается рядом с двигателем ЛА.

Работа механизмов рекуперации подвески 1 основана на использовании энергии колебаний рамы ЛА и заключается в следующем. При движении по лесовозной дороге ЛА под действием своей массы и массы груза испытывает вертикальные перемещения от наезда колес на неровности поверхности дороги, а также от продольных и поперечных наклонов рамы автомобиля под действием сил инерции при разгоне, торможении и поворотах. Вследствие этого штоки и поршни гидравлических цилиндров 14 периодически совершают вертикальные возвратно-поступательные движения. Так, движение поршня вверх сопровождается вытеснением части рабочей жидкости из нештоковой полости гидроцилиндра 14 через дроссель 13 и обратный клапан 12 в напорную гидромагистраль 17, в результате чего подзаряжаются ПГА 20. Одновременно с этим, за счет разрежения, штоковая полость гидроцилиндра 14 заполняется рабочей жидкостью из гидробака 26 через всасывающую гидромагистраль 16 и обрат-

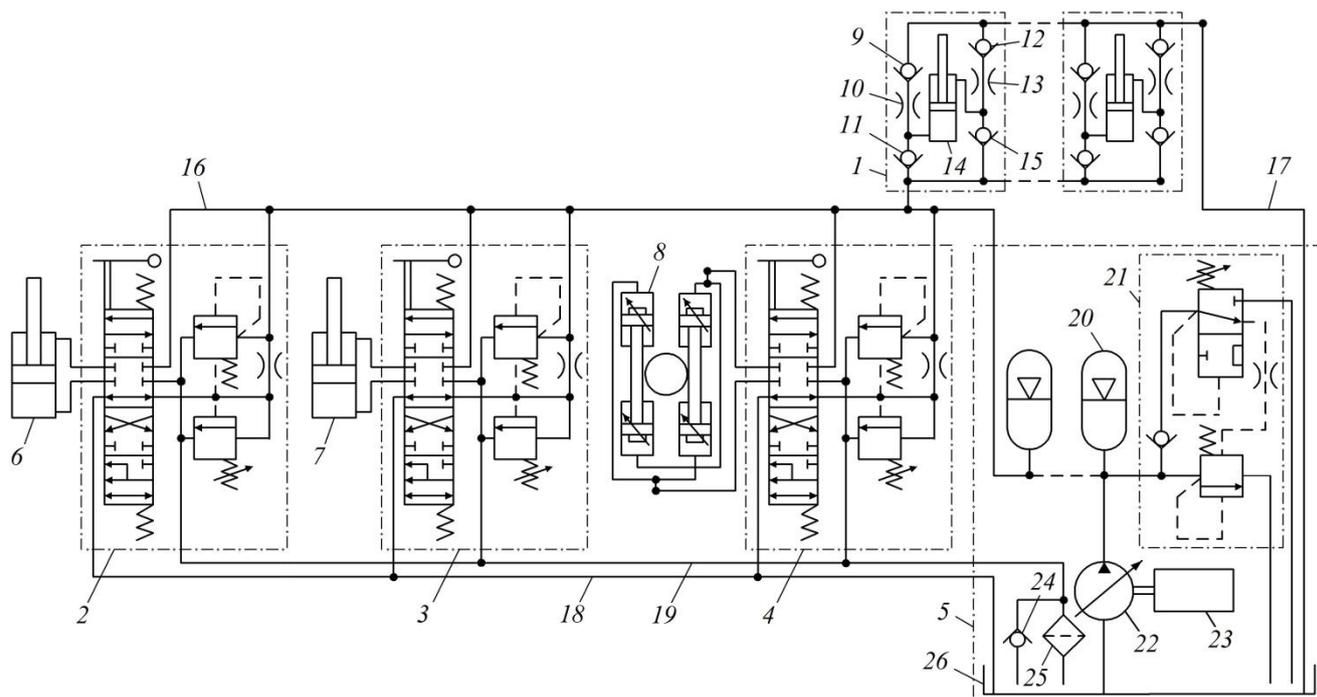


Рисунок 3 – Схема рекуперативного гидропривода лесовозного автомобиля

ный клапан 11. Аналогично, при движении поршня гидроцилиндра вниз, рабочая жидкость из штоковой полости вытесняется в ПГА 20 через обратный клапан 9 и напорную гидромагистраль 17, а нештоковая полость за счет разряжения заполняется рабочей жидкостью из гидробака 26 через всасывающую гидромагистраль 16 и обратный клапан 15. Далее рабочий цикл механизма рекуперации подвески повторяется.

Кроме рекуперации энергии, совместная работа гидроцилиндров 14, дросселей 10, 13 и обратных клапанов 9, 11, 12, 15, позволяет подвеске автомобиля одновременно эффективно выполнять функции амортизаторов, как индивидуально, так и в сочетании с традиционными упругими элементами (рессорами, пружинами, торсионами и др.). Эффект амортизации подвески достигается за счет дросселирования рабочей жидкости через дроссель 13 при движении колеса и соответственно поршня гидроцилиндра 14 вверх и через дроссель 10 – при движении колеса и поршня вниз.

В процессе работы рекуперативного гидропривода ЛА защита механизмов рекуперации от превышения заданной величины давления рабочей жидкости в напорной гидромагистрали 16, при полностью заряженных ПГА 20, осуществляется с помощью предохранительных клапанов, предусмотренных в гидрораспределителях 2 ... 4 и разгрузочного автоматического клапана 21, установленного в НАУ 5.

Таким образом, повышение эффективности лесовозного автомобиля достигается за счет следующих преимуществ, обеспечиваемых предлагаемой конструкцией рекуперативного гидропривода. Он позволяет использовать в лесовозном автомобиле двигатель значительно меньшей мощности (минимум на 15-20 %) и соответственно снизить расход топлива и токсичность выхлопных газов. Это достигается за счет аккумулирования в НАУ рекуперативными механизмами подвески автомобиля и последующего полезного использования накопленной энергии как при движении автомобиля, так и при погрузке и разгрузке сортиментов гидроманипулятором. Кроме этого, рекуперативный гидропривод, благодаря эффективному демпфированию и амортизации, позволяет существенно повысить надежность ЛА за счет снижения динамических нагрузок на детали и узлы его трансмиссии, ходовой части и гидроманипулятора.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Козлов, В. Г. Исследование участков лесовозных дорог с интенсивным движением лесотранспортных машин [Текст] / В. Г. Козлов, Е. В. Кондрашова, Т. В. Скворцова и др. // Проблемы и возможности современной науки : сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. – М. 2015. – С. 129-133.

2 Майоров, И. Г. Экономическая доступность лесных ресурсов и транспортная доступность [Текст] / И. Г. Майоров, А. Г. Третьяков // Экономические науки. – 2014. – № 10 (119). – С. 24-28.

3 Посметьев, В. И. Состояние и пути повышения эффективности почвообрабатывающих агрегатов при лесовосстановлении на вырубках [Текст] : монография / В. И. Посметьев, В. А. Зеликов. – Воронеж : ВГЛТУ, 2015. – 236 с.

4 Посметьев, В. И. Повышение эффективности лесовозного автомобиля с помощью рекуперативного гидропривода [Электронный ресурс] / В. И. Посметьев, В. О. Никонов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 131(07).

5 Посметьев, В. И. Перспективная конструкция лесовозного автомобиля с рекуперативным гидроприводом [Текст] / В. И. Посметьев, В. О. Никонов // Актуальные направления научных исследований XXI века : теория и практика : сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-

практической конференции. – Воронеж, 2017. – Т. 5, № 6 (32). – С. 149-152.

6 Никонов, В. О. Оценка эффективности рекуперативного гидропривода лесовозного автомобиля [Текст] / В. О. Никонов, В. И. Посметьев // Поколение будущего: взгляд молодых ученых – 2017 : сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции , 09-10 ноября 2017 года. В 4-х т. / отв. ред А. А. Горохов ; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск : ЗАО Университетская книга, 2017. – Том 4. – С. 256-259.

7 Посметьев, В. И. Обоснование схемы перспективной конструкции рекуперативного гидропривода лесовозного автомобиля [Текст] / В. И. Посметьев, В. О. Никонов // Инновационные процессы и технологии в современном мире. Материалы V международной научно-практической конференции, г. Уфа, 29-30 ноября 2017 г. – С. 108-112.