

Научная статья

УДК 621.311.6:621.22

ЭЛЕКТРО-ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ГИБРИДНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МАШИН ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА: ПЕРСПЕКТИВЫ И РЕШЕНИЯ

Иван Евгеньевич Косенков¹, Данил Андреевич Корелин²,
Ольга Борисовна Пушкарева³, Марина Анатольевна Крюкова⁴

¹⁻⁴ Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ kosenkov.i.e@yandex.ru

² korelin.d.2003@gmail.com

³ pushkarevaob@m.usfeu.ru

⁴ marina.kryukova.70@mail.ru

Аннотация. Ключевыми направлениями гибридизации лесных машин являются электрогибриды, обеспечивающие топливную экономичность, и гидрогибриды, идеально подходящие для мощных импульсных нагрузок. Проведен анализ их эффективности на примере серийной техники. Перспективы развития связаны с комбинированием систем.

Ключевые слова: гибридный привод, лесозаготовительная техника, электрогидравлическая система, топливно-экономические показатели

Для цитирования: Электро-гидравлическая гибридная система для машин лесного комплекса: перспективы и решения / И. Е. Косенков, Д. А. Корелин, О. Б. Пушкарева, М. А. Крюкова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 777–781.

Original article

ELECTRO-HYDRAULIC HYBRID SYSTEM FOR FORESTRY MACHINES: PROSPECTS AND SOLUTIONS

**Ivan E. Kosenkov¹, Danil A. Korelin³, Olga A. Pushkareva³,
Marina A. Kryukova⁴**

¹⁻⁴ Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ kosenkov.i.e@yandex.ru

² korelin.d.2003@gmail.com

³ pushkarevaob@m.usfeu.ru

⁴ marina.kryukova.70@mail.ru

Abstract. Key areas of forestry machine hybridization include electric hybrids, which provide fuel efficiency, and hydrohybrids, which are ideal for high-power pulse loads. The analysis of their effectiveness is carried out using the example of serial technology. The development prospects are related to the combination of systems.

Keywords: hybrid drive, logging technique, electrohydraulic system, fuel and economic indicators

For citation: E`lektro-gidravlicheskaya gibridnaya sistema dlya mashin lesnogo kompleksa: perspektivy` i resheniya [Electro-hydraulic hybrid system for forestry machines: prospects and solutions] (2026) I. E. Kosenkov, D. A. Korelin, O. A. Pushkareva, M. A. Kryukova. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 777–781. (In Russ).

Современная лесозаготовительная отрасль находится в процессе глубокой технологической трансформации, вызванной ужесточением экологических стандартов, ростом стоимости горюче-смазочных материалов и требований к повышению производительности. Одним из ключевых ответов на эти вызовы стала гибридизация силовых установок лесных машин. Среди множества решений комбинированные электро-гидравлические системы представляют особый интерес, т. к. теоретически объединяют преимущества двух миров: высокую удельную мощность гидравлики и эффективность и гибкость управления электропривода. Данный доклад нацелен осветить текущее состояние дел с гибридизацией в лесном комплексе, привести конкретные примеры техники и провести сравнительный анализ эффективности различных систем на основе актуальных данных [1].

Практика показывает, что в то время как электро-гидравлические гибриды остаются в основном областью перспективных разработок и прототипов, рынок серийной лесной техники прочно разделен между двумя другими типами гибридизации [2].

Электрогибриды стали наиболее популярным направлением. Их архитектура подразумевает использование электродвигателей-генераторов, инверторов и накопителей энергии. В этой системе электромотор, подключенный к валу дизельного двигателя, оказывает ему помощь при пиковых нагрузках, а при их отсутствии работает как генератор, заряжая накопители энергии. Производитель заявляет о снижении расхода топлива до 25 %, при этом мощность машины возрастает на 72 %, а крутящий момент – на 54 %. Они идеальны для задач, требующих точного распределения мощности. Их главный недостаток – высокая начальная стоимость.

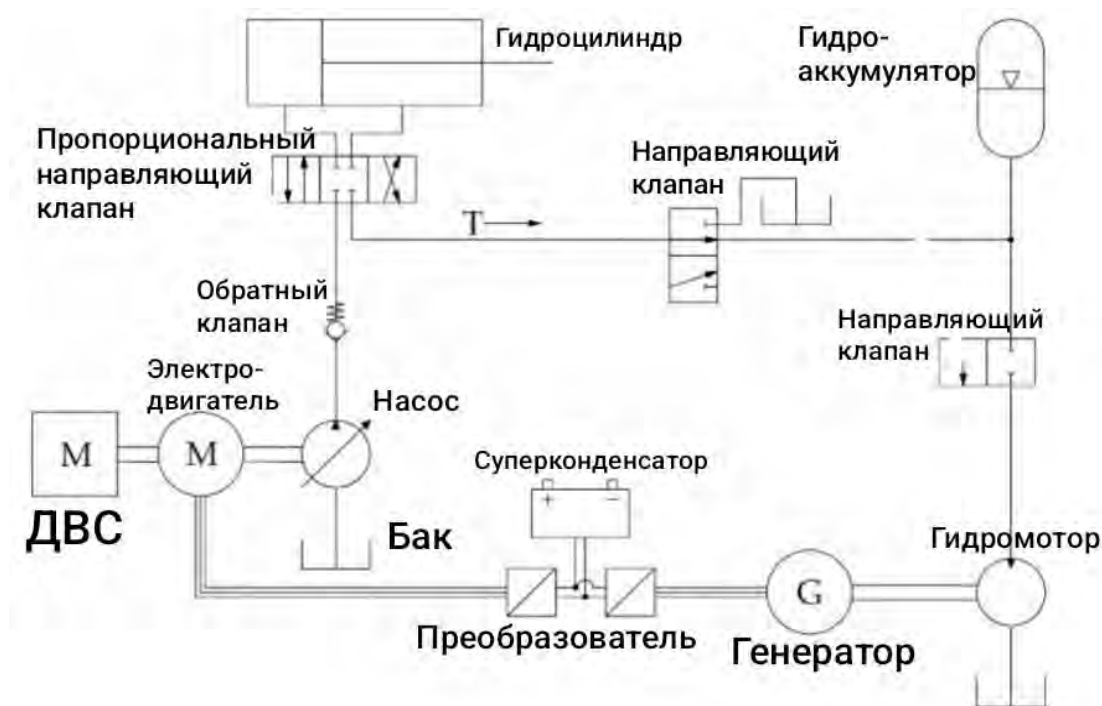
Также для подзарядки накопителя энергии может применяться система из электро-гидравлических элементов, состоящих из генератора и электронасоса, способного работать в обратную сторону, превращая энергию жидкости в электроэнергию.

Гибриды же (такие как система AMGERS) остаются технологией будущего. Их потенциал заключается в возможности рекуперировать энергию через гидромотор в сливной линии с последующим преобразованием в электрическую и накоплением. Это позволяет снизить мощность основных компонентов гибридной системы до 65 %, однако серийных лесных машин с такой архитектурой на рынке пока нет. *Дровокол Kesla C 860 H (электрогибрид)* использует суперконденсаторы для накопления энергии, что позволяет снизить расход топлива на 20–35 % и значительно уменьшить уровень шума. *Экскаватор-трелевщик KX 800e (электрогибрид)* демонстрирует применение гибридной технологии в трелевочной технике, где рекуперация энергии осуществляется лебедками.

Гидравлические гибриды делают ставку на аккумулялирование энергии в гидроаккумуляторах. Эта энергия рекуперируется, например, при опускании стрелы манипулятора или торможении, и затем используется для помощи двигателю [3]. Форвардер Ponsse Caribou S10, тестиовавший две различные гидрогибридные системы (включая многонапорную), показал снижение расхода топлива на 28–36 %. Преимуществом таких систем является их высокая надежность, долговечность и способность мгновенно отдавать большую мощность, что критически важно для циклических рабочих операций. Гидравлические гибриды выигрывают за счет высокой удельной мощности, относительно низкой стоимости и простоты интеграции в существующие гидравлические схемы лесных машин. Они менее эффективны в целом, но непревзойденны для кратковременных мощных импульсов, характерных для работы манипулятора. Их основной минус и более сложное управление в многоконтурных системах высокого давления.

Харвестер HSM 405H2 (гидравлический гибрид) оснащен гидроаккумулятором, подключенным к контуру манипулятора, который полностью заряжается за 4 сек. Это позволяет использовать гидросистему меньшего размера без потери производительности, экономя до 20 % топлива.

В заключение можно сказать, что комбинация из электрической гибридной системы и гидравлической гибридной системы позволит повысить топливно-экономические характеристики и улучшить экологическую безопасность.



Комбинированная схема электрогидравлического гибрида

Комбинированные электрогидравлические системы, несмотря на их высокий теоретический потенциал, пока не вышли за стены исследовательских лабораторий. Дальнейшее развитие гибридизации в лесном комплексе будет определяться как ужесточением экологических норм, так и прогрессом в технологиях накопления энергии и силовой электроники, которые смогут сделать передовые решения, подобные электрогидравлическим, более доступными и надежными для суровых условий лесозаготовки.

Список источников

1. Эволюция лесного бизнеса // Леспром Информ : журнал профессионалов ЛПК. URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=5185> (дата обращения: 27.11.2025).

2. Гидравлика для лесозаготовительной техники // Гидро-Импульс : [сайт]. URL: <https://promsnab-gidroimpuls.ru/news/pidravlika-dlya-lesozagotovitelnoy-tekhniki> (дата обращения: 27.11.2025).

3. Гидроманипуляторы для лесозаготовок // Основные средства : [сайт]. URL: <https://os1.ru/article/26834-gidromanipulyatory-dlya-lesozagotovok-trujeniki-lesosek> (дата обращения: 27.11.2025).