

УДК67.05

DOI: 10.22213/2413-1172-2020-3-93-104

Устройства RELAZ*

В. Штоллманн, кандидат технических наук, доцент, Технический университет в Зволене, Словакия

Ю. Р. Никитин, кандидат технических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

А. О. Шошин, Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь

Самым большим источником энергии в нашем мире является Солнце. В данной статье обсуждается одна из малоизвестных форм солнечной энергии. Этот новый альтернативный и возобновляемый источник энергии был назван «горная энергия», потому что его источником являются деревья, растущие в горах. Чтобы использовать его для привода машин, была предложена новая концепция энергетической подсистемы машины. Машины в соответствии с этой новой концепцией получили название «устройства RELAZ». Техническое описание этих гибридных устройств составляет вторую часть статьи. Устройства RELAZ изначально предназначались для лесозаготовителей, работающих в горных районах. Однако принципы, используемые в их конструкции, позволяют более эффективно применять машины с двигателями внутреннего сгорания в целом. Устройства RELAZ – это гибридные устройства. Они оснащены двигателем внутреннего сгорания, который служит только для зарядки мощного аккумулятора энергии. Процесс зарядки осуществляется при номинальной скорости двигателя внутреннего сгорания, что позволяет в 3–4 раза снизить расход топлива. Поэтому устройства RELAZ могут выгодно использоваться не только в горной местности, но и на равнине. Найдены оптимальный режим работы устройств RELAZ, который имеет более широкий диапазон, чем у классических машин. Удельная энергия устройств RELAZ меньше, чем у классических машин. Было установлено, что использование канатной дороги типа RELAZ на лесной канатной дороге W30, произведенной в Швейцарии, может сэкономить 780 л в год дизельного топлива, что составляет 64 % экономии. Полученные результаты подтверждают перспективность и конкурентоспособность устройств RELAZ.

Ключевые слова: горная энергия, устройства RELAZ, рекуперация энергии, оборудование механизации лесного хозяйства, лесные канатные дороги.

Введение

В статье описан новый подход к машиностроению. Машины в соответствии с этой новой концепцией получили название «устройства RELAZ». Термин RELAZ первоначально возник как аббревиатура слов «рекуперативные канатные устройства» (REkuperatívne LANové Zariadenia). Он относился к специальным лесным канатным дорогам, которые в своей деятельности использовали потенциальную энергию деревьев, растущих в горах, для которой и был введен термин «горная энергия». Он представляет собой новый альтернативный и возобновляемый источник энергии для привода лесохозяйственных машин, работающих в горных условиях. В настоящее время произошло расширение этого понятия, и в целом под термином RELAZ понимаются машины, техническое решение которых основано на использовании мощного аккумулятора, позволяющего машине накапливать энергию и точно управлять ею во время работы. Преимущества этого нового подхода к машиностроению про-

являются прежде всего в экономической и экологической областях.

Идея проектирования устройств RELAZ возникла в Техническом университете в Зволене, и в статье представлены наиболее важные результаты научно-исследовательской работы в данной области, проведенной сотрудниками данного университета в 2006–2019 гг.

Мировая новизна устройств RELAZ подтверждается патентами на изобретения и полезные модели. В начале 2015 г. на техническое решение по совершенствованию конструкции устройств RELAZ было получено 20 отечественных и 6 зарубежных патентов [1, 2, 13–32]. В настоящее время другие заявки на выдачу патентов на изобретения находятся на рассмотрении. Качество технических решений подтверждается полученными премиями и наградами. В 2010 г. была получена премия Яна Бахыля за разработку гироскопической канатной дороги, а в 2014 г. – премия президента Управления промышленной собственности Словацкой Республики за решение по канатной дороге Хадва

(канатная дорога на топливных водородных элементах).

Устройства RELAZ – это результат решения нескольких проектов, диссертаций и дипломных работ. Основные принципы работы были проверены с использованием функциональных моделей. Концепция специальных лесных канатных дорог, использующих горную энергию для своей работы, была впервые представлена в рамках проекта VEGA 1/3526/06 под названием «Исследование новых технических и технологических принципов трелевки древесины», которая была разработана в рамках гранта KEGA 3/6448/08. Теория проектирования устройств была разработана Штефаном Ильчиком, PhD, в рамках проводимых им диссертационных исследований по теме «Исследование принципов работы рекуперативных канатных устройств» [3]. Диссертация была успешно защищена в области исследования «Механизация сельскохозяйственного и лесного производства» на лесотехническом факультете в 2009 г. Предложенные принципы были практически апробированы на функциональных моделях. Один из них был разработан инженером Петром Шмалем в его дипломной работе «Маховики и их использование в гироскопических канатных дорогах» [4]. Результатом решения дипломной работы стала функциональная модель гироскопической канатной дороги, которая является первой в своем роде, аналогов которой во всем мире пока нет.

Среди других студентов, которые участвовали в исследовании устройств RELAZ в своих дипломных работах и внесли значительный вклад в развитие данного вопроса, можно отметить инженеров Й. Потока, М. Градского, А. Сабона, Ф. Пустовку, С. Батора и Л. Дугаса.

В 2010–2012 гг. проводились прикладные исследования устройств RELAZ в рамках проектов RELAZ I «Прикладные исследования и разработка специальных канатных устройств. Специальная канатная тележка», ITMS 2620220036 и RELAZ II «Прикладные исследования и разработка специальных канатных устройств. Специальный маховик», ITMS 2620220035, которые были профинансированы Министерством образования, науки, исследований и спорта Словацкой Республики и из структурных фондов ЕС. В период 2013–2015 гг. в рамках проекта VEGA 1/0931/13 продолжались фундаментальные исследования новых принципов работы канатных тележек для устройств RELAZ. Изучение устройств RELAZ было внедрено в педагогический процесс на факультете лесного хозяйства Технического

университета в Зволене при поддержке Министерства образования, науки, исследований и спорта Словацкой Республики в рамках проекта KEGA № 011TU Z-4/2015.

Исследования, направленные на разработку специальных силовых маховиков для накопления горной энергии, проводились в подземной лаборатории (рис. 1). Лаборатория была построена в рамках проектов RELAZ I и RELAZ II.



Рис. 1. Подземная лаборатория силовых маховиков устройств RELAZ

Fig. 1. Underground laboratory for powerfly wheels of RELAZ devices

В настоящее время проводятся исследования устройств RELAZ в рамках докторской диссертации Ondreja Шурковского «Исследование новых альтернативных видов топлива и силовых установок в избранных лесохозяйственных технологиях». Целью данной работы является исследование водородных канатных дорог типа RELAZ с прямым сжиганием электролизного газа (смесь водорода и кислорода). Результаты решения темы его диссертации будут описаны в отдельной статье.

В настоящее время международная команда ученых участвует в разработке устройств RELAZ. Сотрудничество в рамках договоров осуществляется с ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (Ижевск), БНТУ (Минск) и Северо-Восточным федеральным университетом имени М. К. Аммосова (Якутск). Университеты-партнеры участвуют в разработке решения с их богатым опытом по исследованию надежной работы техники в экстремальных условиях Северо-Восточной Сибири и заболоченных территориях Белоруссии.

Цель исследования – изучение возможности использования возобновляемой горной энергии, разработка концепции энергетической

подсистемы машины, названной «устройство RELAZ».

Используемые подходы

Общее потребление энергии в Европейском Союзе уменьшилось более чем на 10 % в период с 2005 по 2015 г., достигнув почти 1500 млн т нефтяного эквивалента (Mtoe) в 2015 г. (Для обеспечения сопоставимости энергосодержание различных видов топлива преобразуется в нефтяные эквиваленты.)

Это значительное сокращение было обусловлено, в частности, увеличением доли возобновляемых источников энергии. Развитие первичного энергопотребления (возобновляемые и невозобновляемые источники энергии) в ЕС и целевые показатели на 2020 и 2030 гг. показаны на рис. 2 [5].

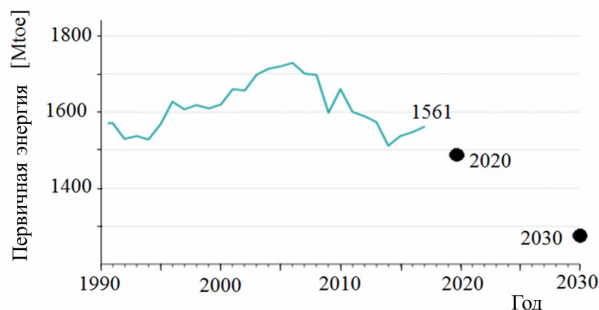


Рис. 2. Потребление первичной энергии в ЕС в 1990–2017 (источник: Eurostat)

Fig. 2. Primary energy consumption in the EU 1990-2017 (source: Eurostat)

В общем объеме потребления энергии в ЕС доля возобновляемых источников энергии явно растет. Если в 2004 г. их доля составляла 6,5 %, то в 2016 г. этот показатель был равен 17,0 % [6]. В перспективе эта доля будет продолжать расти, и использование древесной биомассы может также способствовать этому в странах с высоким лесным покровом.

Древесина по сути является концентратором солнечной энергии. Мы можем получить ее обратно путем сжигания и газификации. Однако в лесном хозяйстве есть еще одна возможность внести существенный вклад в экономию ископаемого топлива. Это использование потенциальной энергии деревьев, растущих в горах. Деревья в горах являются концентраторами солнечной энергии не только в химической форме, которая выделяется при сжигании и газификации, но и механической энергии. С физической точки зрения это потенциальная энергия. Величина этой энергии, Дж, определяется соотношением

$$W_p = mgh, \tag{1}$$

где m – масса дерева, кг; g – ускорение силы тяжести Земли, $g = 9,81 \approx 10 \text{ м/с}^2$; h – перепад высот при треловке древесины, м.

Поскольку этой энергией обладают деревья, растущие в горах, назовем ее горной энергией W_{he} . Тогда $W_{he} = W_p$. В настоящее время мы используем эту энергию деревьев в горах несистематически и только в ограниченной степени.

Пусть ствол дерева имеет вес $m = 1500 \text{ кг}$, а перепад высот, который он должен преодолеть при треловке, $h = 400 \text{ м}$ (рис. 3). Тогда количество горной энергии W_{he} , Дж, которую содержит данное дерево,

$$W_{he} mgh = 1500 \cdot 10 \cdot 400 = 6 \cdot 10^7 \text{ Дж}$$

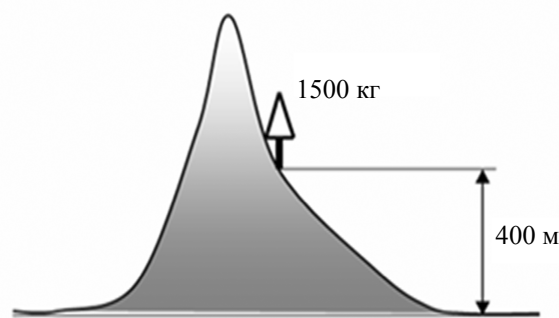


Рис. 3. К расчету W_{he} дерева

Fig. 3. For tree W_{he} calculation

В горной Словакии ежегодно заготавливается 5–9 млн м^3 древесины. Предположим, что общий вес древесины при ежегодных рубках составляет $m = 5 \text{ млн т}$, а среднее значение перепада высот при треловке древесины – $h = 400 \text{ м}$. Рассчитаем общее количество горной энергии деревьев W_{he} и эквивалентное количество топлива (РНМ):

$$W_{he} = mgh = 5000000000 \cdot 10 \cdot 400 = 2 \cdot 10^{13} \text{ Дж} = 2 \cdot 10^7 \text{ МДж}$$

В 1 кг РНМ содержится 44 МДж энергии (удельная энергоемкость). Тогда эквивалентное количество топлива, в котором хранится $2 \cdot 10^7 \text{ МДж}$ горной энергии,

$$m_{РНМ} = \frac{2 \cdot 10^7}{44} = 454545 \text{ кг}$$

Это значительное количество энергии, которое в настоящее время теряется в тормозных системах лесозаготовительной техники. Если бы

мы могли использовать эту энергию, это позволило бы экономить большое количество топлива и денег ежегодно.

Наиболее подходящими техническими средствами для использования горной энергии деревьев являются лесные канатные дороги. Такие специальные лесные канатные дороги, которые позволяют накапливать горную энергию и в последующем использовать ее при возврате пустой тележки обратно на стойку и для вытягивания груза под несущий канат, были ответственны за возникновение термина RELAZ, который является аббревиатурой термина *Rekuperatívne LANové Zariadenia* (от словацкого – рекуперативное канатное устройство). Их техническое решение будет подробно описано в отдельной главе.

Пусть вес пустой тележки канатной дороги равен $m = 300$ кг. Вычислим, сколько энергии W_{iv} необходимо, чтобы вытащить ее до конца маршрута с перепадом высот $h = 400$ м:

$$\begin{aligned}W_{iv} &= mgh = 300 \cdot 10 \cdot 400 = \\ &= 1200000 \text{ Дж} = 1,2 \text{ МДж}.\end{aligned}$$

Следовательно, необходимо потратить 1,2 МДж энергии. После трелевки дерева с помощью устройства RELAZ согласно рис. 2 и соотношению (1) и перемещения пустой тележки обратно в лесонасаждение, остается

$$6,0 - 1,2 = 4,8 \text{ МДж},$$

что составляет 80 % от доступного количества горной энергии W_{he} , которое может быть использовано для подтаскивания дополнительного груза со стороны под несущий канат.

Экологический аспект горной энергии тесно связан с экономией топлива (РНМ) и снижением выбросов вредных веществ из выхлопных систем двигателей внутреннего сгорания.

В настоящее время горная энергия теряется в тормозных системах канатных дорог, тракторов, харвестеров, форвардеров, автомобилей и т. д. Это вызывает их потепление, которое может достигать значительных величин. Превышение определенной критической температуры приводит к резкому снижению коэффициента трения из-за образования сгоревшего металла, что может иметь серьезные последствия для безопасности работы. Поэтому на машинах стандартной конструкции используется так называемый разгрузочный тормоз. Для лесных канатных дорог используются следующие решения разгрузочных тормозов: аэродинамические и индуктивные на основе вихревых токов.

В прошлом лесозаготовители имели положительный опыт использования горной энергии. Они использовали ее для транспортировки бревен с гор в долины на небольшие расстояния посредством лесоскатов, лесосплавных лотков, а также сплавом лесоматериалов на плотках по рекам на большие расстояния [7, 8]. В настоящее время водный транспорт в Словакии используется только для туристических целей, хотя этот способ транспортировки древесины до сих пор используется в мире – в Российской Федерации, Канаде, Финляндии.

В настоящее время использование горной энергии можно встретить только в редких случаях при трелевке древесины с труднодоступных горных районов, при ручной гравитационной трелевке бревен и при трелевке с использованием переносных лесоскатов. Переносные лесоскаты состоят из 2–3-метровых желобчатых деталей из пластика или оцинкованного листового металла.

В нашей статье мы возвращаемся к идее использования горной энергии по-новому на более высоком техническом уровне. Характерной чертой этого нового подхода является то, что горная энергия используется для питания машин. Машины, спроектированные с новым альтернативным типом привода, который позволяет накапливать потенциальную энергию деревьев, растущих в горах, называются устройствами RELAZ.

Принцип действия устройств RELAZ

Современные лесные канатные дороги представляют собой сложные мехатронные системы. В качестве силовой установки в них используется дизельный двигатель внутреннего сгорания. В целом проблемы высокого потребления энергии вплоть до потери энергии в современных машинах с двигателями внутреннего сгорания (эффективность дизельных двигателей составляет около 40 %, бензиновых – около 30 %) не могут быть решены путем улучшения конструкции отдельных компонентов или путем улучшения базы компонентов. Необходимо принять совершенно новый подход к конструированию машин, особенно их энергетической подсистемы. Особенности системы и точное управление энергопотреблением машины являются отличительными чертами этого нового подхода. Энергетическая подсистема в соответствии с этой новой концепцией получила название RELAZ, а машины, которыми она оснащена, «устройства RELAZ». «Сердцем» энергетической подсистемы RELAZ является мощное устройство накопления энер-

гии, в котором можно непрерывно накапливать энергию, а потом забирать ее. Принцип работы

энергетической подсистемы типа RELAZ показан на рис. 4.

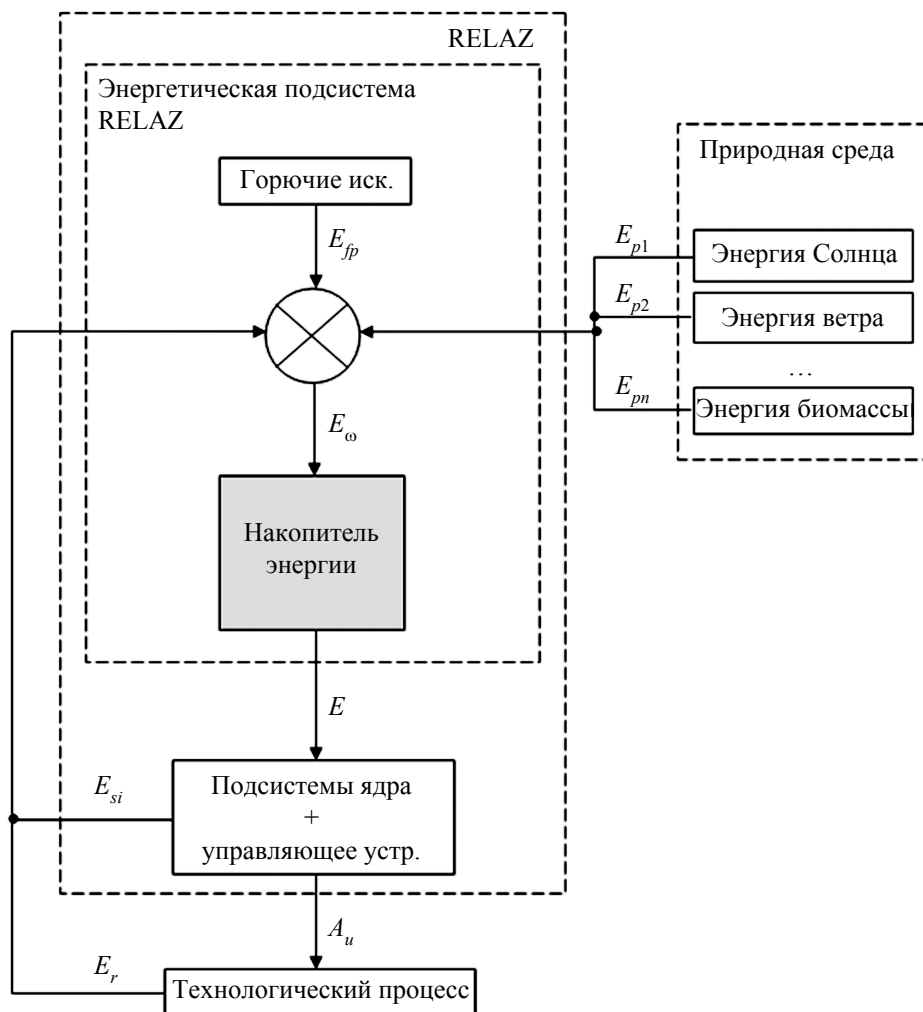


Рис. 4. Структура устройств RELAZ

Fig. 4. RELAZ devices structure

Аккумулятор хранит: E_{fp} – энергия, полученная из ископаемого топлива (дизель, бензин); E_{si} – внутреннее рассеивание мощности машины, которое преобразуется в форму, пригодную для хранения в аккумуляторе; E_r – восстановленная энергия, т. е. энергия, вырабатываемая при реализации технологического процесса; E_{p1} , E_{p2} , ..., E_{pn} – свободная энергия из природных источников. Это дополнительный источник энергии, который может в долгосрочной перспективе способствовать значительной экономии ископаемого топлива.

При применении лесных канатных дорог энергия, генерируемая в ходе реализации технологического процесса E_r , может составлять значительное количество. Эта специфическая энер-

гия, доступная лесозаготовителям, которая выше была названа горной энергией, в настоящее время используется только в очень ограниченном количестве или вообще не используется.

Принципиальное отличие устройств RELAZ от стандартной конструкции машин заключается в том, что в них используется устройство накопления энергии, которое обеспечивает точное управление энергией во время работы машины. В аккумуляторе накапливается энергия, которая до сих пор терялась без пользы внутри и вокруг машины. Когда машина работает, эта накопленная энергия снова превращается в полезную работу.

К устройствам для накопления энергии в рабочих машинах предъявляются следующие требования.

1. Большая емкость, Дж, т. е. они должны быть в состоянии хранить большое количество энергии.

2. Высокая плотность энергии, Дж·кг⁻¹, т. е. они должны вмещать большое количество энергии на 1 кг веса аккумулятора.

3. Высокая мощность, Вт·с⁻¹, т. е. способность поставить большое количество энергии в короткий срок.

4. Высокая эффективность, %, т. е. способность хранить энергию в течение длительного времени.

5. Они должны быть экологически чистыми.

По способу накопления энергии аккумуляторы можно разделить:

– на механические – пружины, грузила, маховики;

– пневматические – сосуды под давлением с газообразной средой;

– гидравлические – сосуд под давлением с жидкой средой;

– электрохимические – аккумуляторы, топливные элементы;

– электростатические – конденсаторы и суперконденсаторы.

– электродинамические – сверхпроводящие катушки.

Анализ результатов

Количество запасенной энергии аккумулятора (см. рис. 4):

$$E_{\omega} = E_{fp} + E_{si} + E_r + E_{p1} + \dots + E_{pn}.$$

Исходя из соотношения между энергией E_{ω} , поступающей в аккумулятор, и энергией E , взятой из аккумулятора (см. рис. 4), во время работы могут возникнуть три режима.

1. Если

$$(E_{\omega} \geq E) \wedge (E_{fr} = 0) \wedge \\ \wedge (E_{si} + E_r + E_{p1} + \dots + E_{pn} \neq 0),$$

возникает режим квазивечного двигателя, т. е. энергии из альтернативных источников достаточно, чтобы держать аккумулятор в заряженном состоянии или, в случае избытка энергии, выполнять его зарядку, и тогда нет необходимости получать энергию из ископаемого топлива.

2. Если

$$(E_{\omega} \geq E) \wedge (E_{fr} \neq 0) \wedge \\ \wedge (E_{si} + E_r + E_{p1} + \dots + E_{pn} \neq 0),$$

возникает экономичный режим. Для поддержания заряда аккумулятора используется энергия

как ископаемого топлива, так и альтернативных источников.

3. Если

$$(E_{\omega} \geq E) \wedge (E_{fr} \neq 0) \wedge \\ \wedge (E_{si} + E_r + E_{p1} + \dots + E_{pn} = 0),$$

возникает классический режим. В этом режиме RELAZ будет работать как стандартный тип машины, т. е. все его энергетические потребности будут покрыты ископаемым топливом.

4. Если

$$(E_{\omega} = 0) \wedge (E = 0),$$

происходит режим разряда. В аккумуляторе достаточно энергии для работы устройства. Это будет применяться особенно в конце рабочего дня перед разборкой устройства.

Из описания режимов работы видно, что устройства RELAZ можно отнести к категории так называемых гибридных устройств.

Для эффективности устройства RELAZ в классическом режиме

$$\eta = \frac{A_u}{E_{\omega}} = \frac{A_u}{E_{fp} + E_{si} + E_r + E_{p1} + \dots + E_{pn}} = \frac{A_u}{E_{fp}}.$$

Он аналогичен по отношению к машинам с классической энергетической подсистемой. Тем не менее проведенные анализы и компьютерное моделирование показали, что эффективность устройства RELAZ в этом режиме значительно выше. В целом, если к обычной машине с двигателем внутреннего сгорания добавить энергетическую подсистему типа RELAZ, расход топлива (ископаемого) будет уменьшаться в 2,5–4,0 раза в результате увеличения эффективности η (КПД). Объяснение этого явления заключается в том, что энергетическая подсистема RELAZ использует двигатель внутреннего сгорания для зарядки аккумулятора также в классическом режиме, а не для привода устройства. Это позволяет двигателю продолжать работу в оптимальной точке его скоростной характеристики в процессе зарядки при номинальной скорости n_m , т. е. с минимальным расходом топлива (рис. 5).

В режимах энергосбережения и квазивечного двигателя эффективность η , связанная с энергией E_{fp} , получаемой из ископаемого топлива, значительно возрастает благодаря экономии за счет использования альтернативных источников энергии E_{si} , E_r , E_{p1} , E_{p2} , ..., E_{pn} и приближается к 1 или даже превышает ее. Даже в режиме квазивечного двигателя эта эффективность близка к ∞ (бесконечность). Конечно, это не классиче-

ский вечный двигатель, как это может показаться на первый взгляд. Дело в том, что энергия для работы RELAZ не берется из ничего, а полностью извлекается из альтернативных источников энергии.

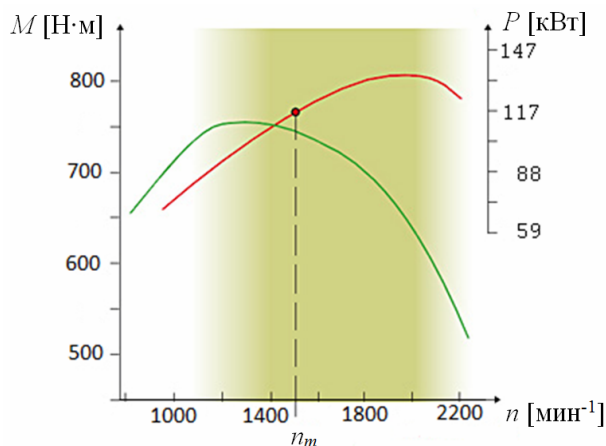


Рис. 5. Скоростная характеристика двигателя

Fig. 5. Engine characteristics related to revolutions per minute

Количество энергии, подаваемой на машину, зависит от интенсивности работы машины, так называемой производительности W . Производительность W дается в физических единицах, например, м³/ч, га/ч, кг/ч и т. д. На основании минимаксной теории проф. А. Янечки [9] считается, что если производительность машины воз-

растает линейно, энергия на входе E увеличивается в экспоненциальной прогрессии. Если связать энергию E на входе машины с ее производительностью W , получим так называемую удельную энергию Q :

$$Q = \frac{E}{W}$$

Для каждой машины можно найти режим работы, при котором она работает оптимально, т. е. тратит минимум энергии на единицу физической работы. Этот режим определяется следующим образом:

$$\frac{\partial Q}{\partial W} = 0.$$

Если машина работает вблизи оптимальной точки W_{opt} (в оптимальном диапазоне ΔW_{opt}), то она выбрана правильно (рис. 6). При работе слева от ΔW_{opt} – рассматриваемая машина недостаточно мощная, справа от ΔW_{opt} – мощность выбираемой машины очень высокая. Для обычных машин оптимальный диапазон относительно узкий. Для того чтобы можно было правильно подобрать машину для конкретных производственных условий, должна существовать целая группа машин с различной установленной мощностью. Таким образом, теория минимакса дает нам ответ, как выбрать машину, которая будет выполнять работу с минимальным количеством энергии.

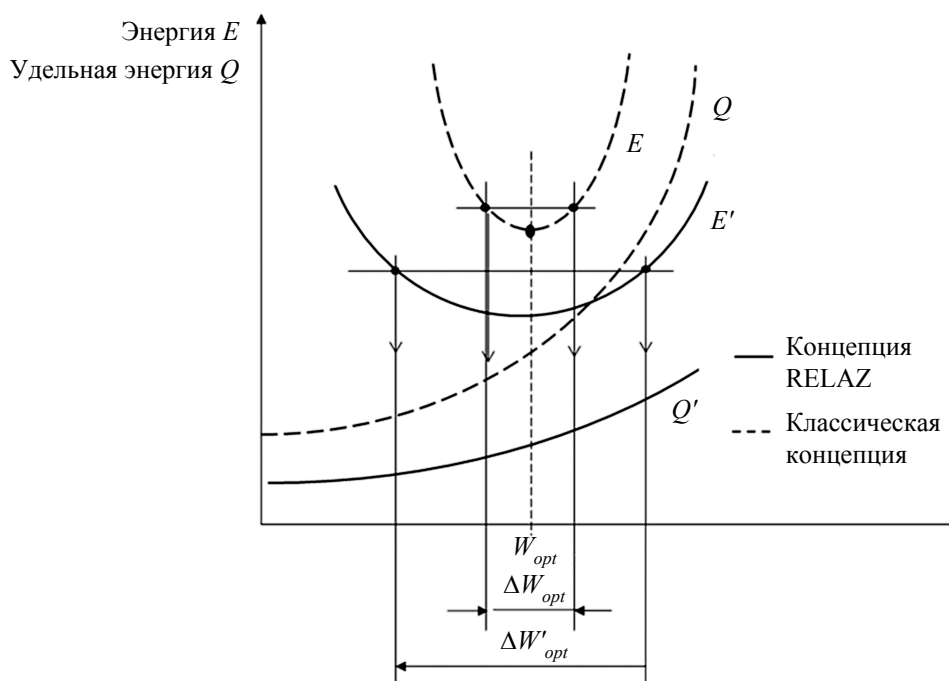


Рис. 6. Характеристики производительности

Fig. 6. Performance characteristics

Применяя теорию минимакса к приборам RELAZ, можно получить результаты, которые представлены в графической форме на рис. 6 непрерывными кривыми Q' , E' . Аналитически установлено, что между Q и Q' существует связь $Q' < Q$ и что кривая удельной работы Q' устройств RELAZ имеет меньший градиент, т. е. крутизну, как и кривая удельной работы Q машин классической конструкции. Тогда

$$\text{Grad } Q' < \text{Grad } Q.$$

Полученные результаты подтверждают перспективность и конкурентоспособность устройств RELAZ.

В период с января 2007 г. по март 2008 г. проводились исследования воздействия горной

энергии на окружающую среду. Исследование было проведено Й. Поттоком [10] на лесной канатной дороге W30, произведенной в Швейцарии. Сводные данные приведены в таблице.

Из данных таблицы ясно, что при трелевке вниз по склону в течение рассматриваемого периода канатной установкой было стреловано 6054 м³ древесины и было потреблено 1220 л дизельного топлива на сумму 51972 Sk (в ценах 2008 г.), причем с лесонасаждений было выделено 4 299 283 Дж горной энергии.

Анализируя эмпирические данные и делая расчеты, можно установить, что использование канатной дороги типа RELAZ в данных условиях производства может сэкономить 780 л дизельного топлива, что составляет 64 % экономии.

Резюме результатов исследования

Research results summary

Часть	Объем вырубленной древесины, м ³	Расход топлива (PHM), л	Реальные расходы на топливо (PHM), Sk	Масса вырубленной древесины, кг	Горная энергия, Дж
Под гору	6 054	1 220	51 972	4 838 635	4 299 283 647
В гору	1 137	366	15 592	841 380	645 070 284
Всего	7 191	1 586	67 564	5 680 015	4 944 353 941

Заявленная экономия на данном рабочем месте могла бы быть выше, если бы канатная дорога переместила 1137 м³ древесины не вверх, а вниз.

При выдаче патентов на изобретения применяется принцип территориальности, т.е. выдается патент на изобретение, обеспечивающий охрану его владельцу только на территории того государства, где патент был зарегистрирован. Это не мешает решению развиваться в других странах мира. Например:

1. Принцип ELFOREST, разработанный шведской компанией ELFOREST TECHNOLOGIES. В качестве аккумулятора энергии используется электрическая батарея [11].

2. Компания Колер (Австрия) является владельцем патента на изобретение DE 10 2011 122 121, касающегося решения для лесных канатных дорог. В качестве мощного устройства накопления энергии используется суперконденсатор.

3. Компания GANTNER (Австрия) предлагает на рынке экологически чистую канатную лебедку GW 350E, в которой используется мощный электрический аккумулятор [12].

Выводы

В статье описан новый альтернативный источник энергии, который получил название «горная энергия». Это энергия, доступная лес-

никам днем и ночью при любой погоде. В статье описан новый подход к конструированию машин, позволяющий использовать горную энергию. Отличительными чертами этого нового подхода к машиностроению являются системность и точное управление энергопотреблением в работе машины. Основная часть устройств в рамках этой новой концепции – это мощный аккумулятор энергии. Наиболее подходящие условия для использования горной энергии для привода машин находятся в лесной зоне, особенно на лесных канатных дорогах.

Реализация технического решения выполнена в Техническом университете в Зволене (Словакия) в период 2006–2008 гг., а само устройство получило название «устройство RELAZ».

Решение RELAZ защищено несколькими словацкими и зарубежными патентами на изобретения, которые являются свидетельством мировой новизны решения. Предложенные принципы были практически апробированы на функционирующих моделях.

Устройства RELAZ – это гибридные устройства. Они оснащены двигателем внутреннего сгорания, который служит только для зарядки мощного аккумулятора энергии. Процесс зарядки осуществляется при номинальной скорости двигателя внутреннего сгорания, что позволяет в 3–4 раза снизить расход топлива. Поэтому уст-

ройства RELAZ могут выгодно использоваться не только в горной местности, но и на равнине.

Найден оптимальный режим работы устройств RELAZ, который имеет более широкий диапазон, чем у классических машин. Удельная энергия устройств RELAZ меньше, чем у классических машин. Было установлено, что использование канатной дороги типа RELAZ на лесной канатной дороге W30, произведенной в Швейцарии, может сэкономить 780 л в год дизельного топлива, что составляет 64 % экономии. Полученные результаты подтверждают перспективность и конкурентоспособность устройств RELAZ.

В настоящее время дальнейшие исследования устройств RELAZ в Техническом университете в Зволене проводятся в рамках докторской диссертации Ondreja Шурковского «Исследование новых альтернативных топлив и силовых установок на основе электролизного газа в избранных лесных технологиях».

Библиографические ссылки

1. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Mechanické rekuperačné lanové zariadenie so zotrvačnikom*. Pôvodca: Vladimír Štollmann, Štefan Ilčík, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66D 1/00, B66C 21/00, B61B 7/00, A01G 23/00. Slovenská republika. Číslo patentového spisu 287441, dátum nadobudnutia účinku patentu 07.09.2010. (PP 108-2007, dátum podania 23.08.2007).
2. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Rekuperatívne lanové zariadenie s palivovými článkami*. Pôvodca: Vladimír Štollmann, Peter Šmál, Štefan Ilčík, Jozef Suchomel, číslo patentového spisu SK 288179, dátum nadobudnutia účinku patentu 4.2.2014 (PP 50053-2010, dátum podania 29.11.2010).
3. Ilčík Š. Výskum pracovných princípov rekuperačných lanových zariadení. Dizertačná práca, Zvolen, Lesnícka fakulta TU vo Zvolene, 2009.
4. Šmál P. Zotrvačníky a ich využitie v gyrolanovkách. Diplomová práca, Zvolen, Lesnícka fakulta TU vo Zvolene, 2009.
5. Spotřeba energie v EU roste. Dosažení cílů pro rok 2020 je nepravděpodobné. Available at: <https://oenergetice.cz/evropska-unie/eurostat-spotreba-energie-evrope-roste> (accessed 19.11.2019).
6. Štatistika energie z obnoviteľných zdrojov. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics/sk (accessed 19.11.2019).
7. Apfel E. Mestské lesy Banská Bystrica. Banská Bystrica, Mestské lesy, 2009, s. 220. ISBN 9788097027803.
8. Huska M. Slovenskí pltníci: život, práca a kultúra slovenských pltníkov. Martin, Osveta, 1972, s. 294.
9. Janeček A. Určení optimálních parametrů lesních výrobních systémů z hlediska přenosu energie na podkladě teoretické analýzy problematiky, LF ČZU Praha, 1996.
10. Potok J. Ekologický aspekt rekuperačných lanových zariadení. Diplomová práca, Zvolen, Lesnícka fakulta TU vo Zvolene, 2009.
11. Elforest Technologies utvecklar elektriska drivsystem för framtidens maskiner och arbetsfordon. Available at: <https://elforest.se/index.html> (accessed 19.11.2019).
12. Gantner winches, crane units and cableway systems are used all over the world, in many different projects in diverse industries. Available at: <http://www.gantner-winch.com/product/gw350e/> (accessed 19.11.2019).
13. United states patent: Recuperative cableway system with fuelcells. Patent na vynález č. US 9,490,657 B2., pôvodcovia: Štollmann V., Ilčík Š., Suchomel J., Šmál P., H02J 7/34, B61B 7/02, B66C 13/22, B66C 21/00, udelený 08. 11. 2016.
14. Патент 2576222. Способ независимого одно-временного управления барабанами в системе канатных елечек. / Ш. Илчик, В. Штоллманн, Й. Сухомел.
15. Deutsches patent- und markenamt: *Energierückgewinnende Seilanlage mit Brennstoffzellen*. Name des Erfinders: Ilčík, Š., Šmál, P., Štollmann, V., Suchomel, J., Int. Cl. B61B 7/02, Patent Nr.: DE 11 2011 103 952 T5, PCT/SK2011/050021, Veröffentlichungstag 13.02.2014.
16. Úrad průmyslového vlastníctví ČR: *Rekuperatívne lanové zariadenie s palivovými článkami a spôsob pohonu tohoto zariadenia*. Pôvodca: Štollmann V., Ilčík Š., Suchomel J., Šmál P., č. dokumentu: CZ 2013-465, Int. Cl.: B61B7/02, datum zverejnenia: 27.11.2013 ve Věstníku č. 48/2013.
17. Úrad průmyslového vlastníctví ČR: *Způsob nezávislého ovládní bubnu v soustavě lanových vozíků v překrytém čase*. Pôvodca: Ilčík Š., Štollmann V., Suchomel J., č. dokumentu: CZ 2013-464, Int. Cl.: B61B7/02, B66C21/00, datum zverejnenia: 21.08.2013 ve Věstníku č. 34/2013.
18. Österreichisches Patentamt: *Methode der unabhängigen Trommelsteuerung im System vom Laufwagen beim Verdeckungszeitereffekt*. Erfinder: Ilčík Š., Štollmann V., Suchomel J., Österreichisches Patentamt AT 512829 A2 2013-11-15, Int.Cl.: B61B7/02, B66C21/00, Anmeldenummer: A 9474/2011, Veröffentlicht am: 15.11.2013.
19. Österreichisches Patentamt: *Energierückgewinnende Seilanlage mit Brennstoffzellen*. Erfinder: Štollmann V., Ilčík Š., Suchomel J., Šmál P. Österreichisches Patentamt AT 512828 A2 2013-11-15, Int.Cl.: B61B12/06, B61B12/12, Anmeldenummer: A 9526/2011, Veröffentlicht am: 15.11.2013.
20. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Spôsob ovládania obežného lana v sústave lanových vozíkov*. Pôvodca: Štefan ILČÍK, Vladimír Štollmann, Jozef Suchomel, číslo patentového spisu SK 288153, dátum nadobudnutia účinku patentu 16.12.2013 (pp. 144-2010, dátum podania 19.11.2010).
21. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Špeciálny lanový vozík s reverzným systémom*

bubna a spôsob ovládania bubna lanového vozíka. Pôvodca: Štefan Ilčík, Vladimír Štollmann, Jozef Suchomel, Peter Šmál, Int. Cl.: B66D 1/00, B66C 21/00, B61B 7/00, číslo patentového spisu SK 288152, dátum nadobudnutia účinku patentu 18.12.2013 (pp. 143-2010, dátum podania 19.11.2010).

22. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Spôsob nezávislého ovládania bubnov v sústave lanových vozíkov v prekrytom čase.* Pôvodca: Štefan Ilčík, Vladimír Štollmann, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66C 21/00, B66D 1/00, B61B 7/00. Číslo patentového spisu 288105, dátum nadobudnutia účinku patentu 10.7.2013 (pp. 146-2010, dátum podania 19.11.2010).

23. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Spôsob ovládania nezávislého pohybu každého vozíka v sústave lanových vozíkov v prekrytom čase a spôsob ovládania súčasného pohybu a aktívneho vysúvania alebo navíjania lana každého vozíka v sústave lanových vozíkov v prekrytom čase.* Pôvodca: Štefan Ilčík, Vladimír Štollmann, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66C 21/00, B66D 1/00, B61B 7/00. Číslo patentového spisu 288103, dátum nadobudnutia účinku patentu 10.7.2013 (pp. 145-2010, dátum podania 19.11.2010).

24. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Mechanické rekuperačné lanové zariadenie s prídavným deleným protizávažím a gravitačným lanovým vozíkom.* Pôvodca: Štefan Ilčík, Vladimír Štollmann, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66D 1/02, B66C 21/02, B61B 7/02, A01G 23/06. Slovenská republika. Číslo patentového spisu 287796, dátum nadobudnutia účinku patentu 04.10.2011 (pp. 37-2008, dátum podania 02.06.2008).

25. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Pneumatické rekuperačné lanové zariadenie.* Pôvodca: Vladimír Štollmann, Štefan Ilčík, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66D 1/00, B66C 21/00, B61B 7/00, A01G 23/00. Slovenská republika. Číslo patentového spisu 287412, dátum nadobudnutia účinku patentu 07.09.2010 (pp. 109-2007, dátum podania 23.08.2007).

26. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Hydraulické rekuperačné lanové zariadenie.* Pôvodca: Vladimír Štollmann, Štefan Ilčík, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66D 1/00, B66C 21/00, B61B 7/00, A01G 23/00. Slovenská republika. Číslo patentového spisu 287411, dátum nadobudnutia účinku patentu 07.09.2010 (pp. 103-2007, dátum podania 24.07.2007).

27. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Termoelektrické rekuperačné lanové zariadenie.* Pôvodca: Štefan Ilčík, Vladimír Štollmann, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66D 1/00, B66C 21/00, B61B 7/00, A01G 23/00. Slovenská republika. Číslo patentového spisu 287413, dátum nadobudnutia účinku patentu 07.09.2010 (pp. 80-2007, dátum podania 08.06.2007).

28. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Pohonný mechanizmus gyrolanovky.* Pôvodca: Vladimír Štollmann, Štefan Ilčík, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66D 1/00, B66C 21/00, B61B 7/00, A01G 23/00. Slovenská republika. Číslo patentového spisu 288024, dátum nadobudnutia účinku patentu 03.12.2012 (pp. 28-2009, dátum podania 21.04.2009) (na slovačkom jazyke).

29. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Spôsob ovládania nezávislého pohybu každého vozíka v sústave lanových vozíkov v prekrytom čase a spôsob ovládania súčasného pohybu a aktívneho vysúvania alebo navíjania lana každého vozíka v sústave lanových vozíkov v prekrytom čase.* Pôvodca: Štefan Ilčík, Vladimír Štollmann, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66C 21/00. Slovenská republika. Číslo patentového spisu 288103 (pp. 0145-2010, dátum podania 19.11.2010).

30. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Spôsob nezávislého ovládania bubnov v sústave lanových vozíkov v prekrytom čase.* Pôvodca: Štefan Ilčík, Vladimír Štollmann, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66C 21/00. Slovenská republika. Číslo patentového spisu 288105, dátum nadobudnutia účinnosti patentu 10.07.2013 (pp. 146-2010, dátum podania 19.11.2010).

31. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Rekuperačné lanové zariadenie na ťažbu dreva.* Pôvodca: Vladimír Štollmann, Jozef Suchomel, Int. Cl.: B66C 21/00, B66B 7/00, A01G 23/00, patent č. 286944, dátum nadobudnutia účinnosti patentu 14.1.2009.

32. Deutsches patent- und merkenamt: *Forstseilwinde.* Erfinder: Georg Miggitsch, Häring Bad. Patentinhaber: Koller GmbH, Schwoich, AT. Int. Cl.: B66C 21/00, A01G 23/00. Patentnummer: DE 102011122121. Anmeldungstag: 22.12.2011. Veröffentlichungstag: 27.06.2013.

References

1. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Mechanické rekuperačné lanové zariadenie so zotrvačnikom.* Pôvodca: Vladimír Štollmann, Štefan Ilčík, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66D 1/00, B66C 21/00, B61B 7/00, A01G 23/00. Slovenská republika. Číslo patentového spisu 287441, dátum nadobudnutia účinku patentu 07.09.2010. (PP 108-2007, dátum podania 23.08.2007).

2. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Rekuperačné lanové zariadenie s palivovými článkami.* Pôvodca: Vladimír Štollmann, Peter Šmál, Štefan Ilčík, Jozef Suchomel, číslo patentového spisu SK 288179, dátum nadobudnutia účinku patentu 4.2.2014 (PP 50053-2010, dátum podania 29.11.2010).

3. *Ilčík Š.* Výskum pracovných princípov rekuperačných lanových zariadení. Dizertačná práca, Zvolen, Lesnícka fakulta TU vo Zvolene, 2009.

4. *Šmál P.* Zotrvačníky a ich využitie v gyrolanovkách. Diplomová práca, Zvolen, Lesnícka fakulta TU vo Zvolene, 2009.

5. Spotřeba energie v EU roste. Dosažení cílů pro rok 2020 je nepravděpodobné. Available at: <https://oenergetice.cz/evropska-unie/eurostat-spotreba-energie-evrope-roste> (accessed 19.11.2019).

6. Štatistika energie z obnoviteľných zdrojov. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics/sk (accessed 19.11.2019).

7. *Apfel E.* Mestské lesy Banská Bystrica. Banská Bystrica, Mestské lesy, 2009, s. 220. ISBN 9788097027803.

8. Huska M. Slovenskí pltníci: život, práca a kultúra slovenských pltníkov. Martin, Osveta, 1972, s. 294.

9. Janeček A. Určení optimálních parametrů lesních výrobních systémů z hlediska přenosu energie na podkladě teoretické analýzy problematiky, LF ČZU Praha, 1996.

10. Potok J. Ekologický aspekt rekuperačných lanových zariadení. Diplomová práca, Zvolen, Lesnícka fakulta TU vo Zvolene, 2009.

11. Elforest Technologies utvecklar elektriska drivsystem för framtidens maskiner och arbetsfordon. Available at: <https://elforest.se/index.html> (accessed 19.11.2019).

12. Gantner winches, crane units and cableway systems are used all over the world, in many different projects in diverse industries. Available at: <http://www.gantner-winch.com/product/gw350e/> (accessed 19.11.2019).

13. United states patent: Recuperative cableway system with fuelcells. Patent na vynález č. US 9,490,657 B2., pôvodcovia: Štollmann V., Ilčík Š., Suchomel J., Šmál P., H02J 7/34, B61B 7/02, B66C 13/22, B66C 21/00, udelený 08. 11. 2016.

14. Ilchik Sh., Shtollmann V., Suk I. *Sposob nezavisimogo odnoremennogo upravleniya barabanami v sisteme kanatnykht elezhek* [Method of independent simultaneous control of drums in the ropeway system of trees]. Patent 2576222 (in Russ.).

15. Deutsches patent- und markenamt: *Energierückgewinnende Seilanlage mit Brennstoffzellen*. Name des Erfinders: Ilčík, Š., Šmál, P., Štollmann, V., Suchomel, J., Int. Cl. B61B 7/02, Patent Nr.: DE 11 2011 103 952 T5, PCT/SK2011/050021, Veröffentlichungstag 13.02.2014.

16. Úrad průmyslového vlastníctví ČR: *Rekuperáčnı lanové zařízení s palivovými články a způsob pohonu tohoto zařízení*. Původce: Štollmann V., Ilčík Š., Suchomel J., Šmál P., č. dokumentu: CZ 2013-465, Int. Cl.: B61B7/02, datum zveřejnění: 27.11.2013 ve Věstníku č. 48/2013.

17. Úrad průmyslového vlastníctví ČR: *Způsob nezávislého ovládanı bubnu v soustavě lanových vozıků v překrytém čase*. Původce: Ilčík Š., Štollmann V., Suchomel J., č. dokumentu: CZ 2013-464, Int. Cl.: B61B7/02, B66C21/00, datum zveřejnění: 21.08.2013 ve Věstníku č. 34/2013.

18. Österreichisches Patentamt: *Methode der unabhängigen Trommelsteuerung im System vom Laufwagen beim Verdeckungszeitefeht*. Erfinder: Ilčík Š., Štollmann V., Suchomel J., Österreichisches Patentamt AT 512829 A2 2013-11-15, Int.Cl.: B61B7/02, B66C21/00, Anmeldenummer: A 9474/2011, Veröffentlicht am: 15.11.2013.

19. Österreichisches Patentamt: *Energierückgewinnende Seilanlage mit Brennstoffzellen*. Erfinder: Štollmann V., Ilčík Š., Suchomel J., Smál P. Österreichisches Patentamt AT 512828 A2 2013-11-15, Int.Cl.: B61B12/06, B61B12/12, Anmeldenummer: A 9526/2011, Veröffentlicht am: 15.11.2013.

20. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Spôsob ovládanı obežného lana v sústave lanových vozıkov*. Pôvodca: Štefan ILČÍK, Vladimír Štollmann, Jozef Suchomel, číslo patentového spisu SK 288153, dátum nadobudnutia účinku patentu 16.12.2013 (pp. 144-2010, dátum podania 19.11.2010).

21. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Špeciálny lanový vozık s reverzným systémom bubna a spôsob ovládanı bubna lanového vozıka*. Pôvodca: Štefan Ilčík, Vladimír Štollmann, Jozef Suchomel, Peter Šmál, Int. Cl.: BB66D 1/00, B66C 21/00, B61B 7/00, číslo patentového spisu SK 288152, dátum nadobudnutia účinku patentu 18.12.2013 (pp. 143-2010, dátum podania 19.11.2010).

22. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Spôsob nezávislého ovládanı bubnov v sústave lanových vozıkov v prekrytom čase*. Pôvodca: Štefan Ilčík, Vladimír Štollmann, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66C 21/00, B66D 1/00, B61B 7/00. Číslo patentového spisu 288105, dátum nadobudnutia účinku patentu 10.7.2013 (pp. 146-2010, dátum podania 19.11.2010).

23. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Spôsob ovládanı nezávislého pohybu každého vozıka v sústave lanových vozıkov v prekrytom čase a spôsob ovládanı súčasného pohybu a aktívneho vysúvanı alebo navıjania lana každého vozıka v sústave lanových vozıkov v prekrytom čase*. Pôvodca: Štefan Ilčík, Vladimír Štollmann, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66C 21/00, B66D 1/00, B61B 7/00. Číslo patentového spisu 288103, dátum nadobudnutia účinku patentu 10.7.2013 (pp. 145-2010, dátum podania 19.11.2010).

24. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Mechanické rekuperačné lanové zariadenie s prídavným deleným protızávažım a gravitačným lanovým vozıkom*. Pôvodca: Štefan Ilčík, Vladimír Štollmann, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66D 1/02, B66C 21/02, B61B 7/02, A01G 23/06. Slovenská republika. Číslo patentového spisu 287796, dátum nadobudnutia účinku patentu 04.10.2011 (pp. 37-2008, dátum podania 02.06.2008).

25. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Pneumatické rekuperačné lanové zariadenie*. Pôvodca: Vladimír Štollmann, Štefan Ilčík, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66D 1/00, B66C 21/00, B61B 7/00, A01G 23/00. Slovenská republika. Číslo patentového spisu 287412, dátum nadobudnutia účinku patentu 07.09.2010 (pp. 109-2007, dátum podania 23.08.2007).

26. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Hydraulické rekuperačné lanové zariadenie*. Pôvodca: Vladimír Štollmann, Štefan Ilčík, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66D 1/00, B66C 21/00, B61B 7/00, A01G 23/00. Slovenská republika. Číslo patentového spisu 287411, dátum nadobudnutia účinku patentu 07.09.2010 (pp. 103-2007, dátum podania 24.07.2007).

27. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Termoelektrické rekuperačné lanové zariadenie*. Pôvodca: Štefan Ilčík, Vladimír Štollmann, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66D 1/00, B66C 21/00, B61B 7/00, A01G 23/00. Slovenská republika. Číslo patentového spisu 287413, dátum nadobudnutia účinku

ku patentu 07.09.2010 (pp. 80-2007, dátum podania 08.06.2007).

28. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Pohonný mechanizmus gyrolanovky*. Pôvodca: Vladimír Štollmann, Štefan Ilčík, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66D 1/00, B66C 21/00, B61B 7/00, A01G 23/00. Slovenská republika. Číslo patentového spisu 288024, dátum nadobudnutia účinku patentu 03.12.2012 (pp. 28-2009, dátum podania 21.04.2009) (на словацком языке).

29. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Spôsob ovládania nezávislého pohybu každého vozíka v sústave lanových vozíkov v prekrytom čase a spôsob ovládania súčasného pohybu a aktívneho vysúvania alebo navijania lana každého vozíka v sústave lanových vozíkov v prekrytom čase*. Pôvodca: Štefan Ilčík, Vladimír Štollmann, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66C 21/00. Slovenská republika. Číslo patentového spisu 288103 (pp. 0145-2010, dátum podania 19.11.2010).

30. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Spôsob nezávislého ovládania bubnov v sústave lanových vozíkov v prekrytom čase*. Pôvodca: Štefan Ilčík, Vladimír Štollmann, Jozef Suchomel. Int. Cl.: B66C 21/00. Slovenská republika. Číslo patentového spisu 288105, dátum nadobudnutia účinnosti patentu 10.07.2013 (pp. 146-2010, dátum podania 19.11.2010).

31. Úrad priemyselného vlastníctva slovenskej republiky: *Rekuperáčne lanové zariadenie na ťažbu dreva*. Pôvodca: Vladimír Štollmann, Jozef Suchomel, Int. Cl.: B66C 21/00, B66B 7/00, A01G 23/00, patent č. 286944, dátum nadobudnutia účinnosti patentu 14.1.2009.

32. Deutsches patent- und merkenamt: *Forstseilwinde*. Erfinder: Georg Miggitsch, Häring Bad. Patentinhaber: Koller GmbH, Schwoich, AT. Int. Cl.: B66C 21/00, A01G 23/00. Patentnummer: DE 102011122121. Anmeldungstag: 22.12.2011. Veröffentlichungstag: 27.06.2013.

RELAZ Devices

V. Stollmann, Doc. Ing., PhD in Engineering, Associate Professor, Technical University in Zvolen, Slovakia

Yu.R. Nikitin, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU, Izhevsk, Russia

A.O. Shoshin, Belorussian State Technological University, Minsk, Belorussia

The biggest energy resource on our world is the sun. Its energy is conserved literally everywhere, for example on wind or in wood. In this paper, we deal with one of the less known sun energy form. This new alternative and renewable energy resource was called "mountain energy", because it is kept by trees growing in mountain ranges. The new energetic subsystem concept was designed to use this energy for empowering machines. Devices created in relation to this new conception was called "RELAZ devices" (Recuperative Cable Devices). Technical description of these hybrid devices is in the second focus part of this paper. RELAZ devices were initially designed for foresters working in mountain ranges. Principles used in RELAZ devices construction allows us to use them in working machines with combustion engines in common. RELAZ devices are hybrid devices. They are equipped with an internal combustion engine that only serves to charge a powerful energy battery. The charging process is carried out at the nominal speed of the internal combustion engine, which allows to reduce fuel consumption by 3-4 times. Therefore, RELAZ devices can be used profitably not only in mountainous areas, but also on the plain. The optimal mode of operation of RELAZ devices, which has a wider range than the classic machines, has been found. The specific energy of the RELAZ devices are less than that of the classic machines. It has been found that the use of a RELAZ cable car on the W30 forest cable car produced in Switzerland can save 780 litres per year of diesel fuel, which is 64 % of the savings. The results confirm the prospects and competitiveness of the RELAZ devices.

Keywords: mountain energy, RELAZ devices, energy recuperation, forestry mechanisation devices, forestry cable yarders.

Получено 14.05.2020

Образец цитирования

Штолманн В., Никитин Ю. Р., Шошин А. О. Устройство RELAZ // Вестник ИЖГТУ имени М. Т. Калашникова. 2020. Т. 23, № 3. С. 93–104. DOI: 10.22213/2413-1172-2020-3-93-104.

For Citation

Shtollmann V., Nikitin Yu.R., Shoshin A.O. [RELAZ Devices]. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova*, 2020, vol. 23, no. 3, pp. 93-104 (in Russ.). DOI: 10.22213/2413-1172-2020-3-93-104.