

УДК (UDC) 625.1/5

**ВАРИАНТЫ КОМПОНОВКИ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ НА БАЗОВЫХ ШАССИ МОБИЛЬНЫХ  
ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ КАНАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ  
И ИХ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ****VARIANTS OF THE LAYOUT OF THE MAIN TECHNOLOGICAL EQUIPMENT  
ON THE BASE CHASSIS OF MOBILE TRANSPORT AND RELOADING ROPE  
COMPLEXES AND THEIR COMPARATIVE ANALYSIS**Лагерев И.А.<sup>1</sup>, Лагерев А.В.<sup>1</sup>, Таричко В.И.<sup>2</sup>  
Lagerev I.A.<sup>1</sup>, Lagerev A.V.<sup>1</sup>, Tarichko V.I.<sup>2</sup><sup>1</sup> – Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского (Брянск, Россия)<sup>2</sup> – АО «Брянский автомобильный завод» (Брянск, Россия)<sup>1</sup> – Academician I.G. Petrovskii Bryansk State University (Bryansk, Russian Federation)<sup>2</sup> – Bryansk Automobile Plant JSC (Bryansk, Russian Federation)

**Аннотация.** Мобильные канатные дороги, образованные мобильными транспортно-перегрузочными канатными комплексами (концевыми станциями) на базе самоходных колесных шасси высокой грузоподъемности и проходимости, являются перспективным видом транспортирующего оборудования для использования во многих отраслях промышленного производства и обслуживания – строительной и горной промышленности, лесном и сельском хозяйстве, ликвидации последствий природных и техногенных катастроф и др. В статье разработана классификация самоходных концевых станций на основе таких признаков, как расположение ключевого элемента основного технологического оборудования – концевой опоры канатной системы – на колесном шасси и типа ее фиксации в рабочем положении во время эксплуатации мобильной канатной дороги. В качестве перспективных вариантов конструктивного исполнения мобильных транспортно-технологических канатных комплексов предложены варианты с концевым, центральным и выносным расположением концевой опоры, с гидравлическим, канатным, канатно-гидравлическим и штанговым типами фиксации концевой опоры в рабочем положении, с установкой концевой опоры в рабочее положение непосредственно подъемным гидроцилиндром, с помощью складывающейся штанги и двухэтапным подъемом. Дано краткое описание конструкций и принципа работы большого числа модификаций самоходных концевых станций различных перечисленных вариантов конструктивного исполнения мобильных канатных комплексов при подготовке их к эксплуатации и во время самой эксплуатации. Проведен сравнительный анализ рассмотренных вариантов мобильных канатных комплексов на основе учета их основных конструктивных и технико-экономических характеристик, что позволило сформулировать как преимущества, так и недостатки разных вариантов конструктивного исполнения.

**Abstract.** Mobile ropeways formed by mobile transport and reloading rope complexes (terminal stations) on the basis of self-propelled wheeled chassis of high load capacity and cross-country ability are a promising type of transporting equipment for use in many branches of industrial production and maintenance – construction and mining industry, forestry and agriculture, elimination of the consequences of natural and man-made disasters, etc. The article develops a classification of self-propelled terminal stations based on such features as the location of the key element of the main technological equipment - the end tower of the rope system - on a wheeled chassis and the type of its fixation in the working position during the operation of the mobile ropeway. As promising variants of the structural design of mobile transport and technological rope complexes, options with an end, central and remote arrangement of the end tower; with hydraulic, rope, rope-hydraulic and rod types of fixing the end tower in the working position; with the installation of the end tower in the working position directly by a lifting hydraulic cylinder, using a folding rod and two-stage lifting are proposed. A brief description of the designs and the principle of operation of a large number of modifications of self-propelled terminal stations of various listed variants of the structural design of mobile rope complexes is given when preparing them for operation and during operation itself. A comparative analysis of the considered variants of mobile rope complexes is carried out on the basis of taking into account their main design and technical and economic characteristics, which made it possible to formulate both advantages and disadvantages of different design options.

**Ключевые слова:** мобильная канатная дорога, мобильный транспортно-перегрузочный канатный комплекс, компоновка, конструктивное исполнение, анализ вариантов.

**Keywords:** mobile ropeway, mobile transport and reloading rope complex, layout, design, analysis of options.

**Дата принятия к публикации:** 22.06.2021  
**Дата публикации:** 25.09.2021

**Date of acceptance for publication:** 22.06.2021  
**Date of publication:** 25.09.2021

**Сведения об авторах:**

**Лагерев Игорь Александрович** – доктор технических наук, доцент, проректор по инновационной работе ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», e-mail: [lagerev-bgu@yandex.ru](mailto:lagerev-bgu@yandex.ru).

ORCID: 0000-0002-0921-6831

**Лагерев Александр Валерьевич** – доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной работе НИИ фундаментальных и прикладных исследований ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», e-mail: [bsu-avl@yandex.ru](mailto:bsu-avl@yandex.ru).

ORCID: 0000-0003-0380-5456

**Таричко Вадим Игоревич** – кандидат технических наук, заместитель генерального директора – главный конструктор АО «Брянский автомобильный завод», e-mail: [32.6909@mail.ru](mailto:32.6909@mail.ru)

**Authors' information:**

**Igor A. Lagerev** - Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor, Vice rector for Innovations, Academician I.G. Petrovskii Bryansk State University, e-mail: [lagerev-bgu@yandex.ru](mailto:lagerev-bgu@yandex.ru).

ORCID: 0000-0002-0921-6831

**Alexander V. Lagerev** - Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice director of Research Institute of Fundamental and Applied Research, Academician I.G. Petrovskii Bryansk State University, e-mail: [bsu-avl@yandex.ru](mailto:bsu-avl@yandex.ru).

ORCID: 0000-0003-0380-5456

**Vadim I. Tarichko** – Candidate of Technical Sciences, Deputy general director – General designer, Bryansk Automobile Plant JSC, e-mail: [32.6909@mail.ru](mailto:32.6909@mail.ru).

**Благодарности**

*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых-докторов наук №МД-422.2020.8*

**Acknowledgements**

*The study was supported by Presidential Grant for Governmental Support to Young Russian Scientists No. №MD-422.2020.8*

**1. Введение**

Мобильные канатные дороги, образованные мобильными транспортно-перегрузочными канатными комплексами (концевыми станциями) на базе самоходных колесных шасси высокой грузоподъемности и проходимости, являются перспективным видом транспортирующего оборудования для использования во многих отраслях промышленного производства и обслуживания – строительной и горной промышленности, лесном и сельском хозяйстве, ликвидации последствий природных и техногенных катастроф и др. [1]. Такие канатные системы позволяют проводить погрузочно-разгрузочные и транспортно-переправочные операции в заранее не обустроенных или труднодоступных местностях со сложным природным рельефом, обеспечивают оперативное раз-

вертывание необходимых технологических средств.

Перспективность данного типа подъемно-транспортной техники обусловлено тем, что создание мобильных подвесных канатных дорог на основе мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов является эффективным технико-экономическим решением, направленным на преодоление известных недостатков оборудования для традиционных канатных дорог [1, 2]. Высокая мобильность данного типа грузовых канатных транспортных систем обусловлена их размещением на специальных многоосных шасси высокой грузоподъемности и проходимости базовых колесных или гусеничных машин многоцелевого назначения [3, 4]. Среди таких мобильных конструкций, которые в настоящее время представлены самоходными трелевочными машинами для лесохозяйственных работ, имеются технические

устройства, которые уже реализованы на практике и показали свою эффективность в процессе многолетней эксплуатации [5-8].

В настоящее время как в России, так и за рубежом отсутствуют мобильные машины и оборудование для практической реализации задачи по использованию канатных технологий с надземным перемещением транспортируемых грузов, достаточно хорошо зарекомендовавших себя для решения транспортно-логистических проблем на труднодоступных территориях со сложным рельефом.

## 2. Постановка проблемы

До настоящего времени вопросы проектной проработки конструктивного исполнения самоходных концевых станций мобильных канатных дорог, включая создание перспективных узлов и механизмов приводных и исполнительных устройств транспортной канатной системы и несущих металлоконструкций, а также их компоновку на базовом шасси концевых станций, в отечественной и зарубежной научно-технической литературе практически не рассматривались. Поэтому разработка перспективных конструкций мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов, которые могут рассматриваться как основа для проведения дальнейших проектно-конструкторских разработок, является весьма актуальной задачей.

В качестве шасси самоходных концевых базовых станций мобильных транспортно-технологических канатных комплексов целесообразно использовать специальные колесные шасси для тягачей высокой проходимости и грузоподъемности. Конструкции и элементы теории проектирования таких машин нашли достаточно широкое освещение в отечественной научно-технической литературе и, в первую очередь, в таких работах, как [3, 4, 9-11].

Колесные машины высокой проходимости и грузоподъемности гражданского, военного и многоцелевого назначения проектируются и выпускаются крупными машиностроительными предприятиями ряда промышленно развитых стран, включая Россию (ПАО «КАМАЗ» [12, 13], АО «Брянский ав-

томобильный завод» [14], ОАО «Уральский автомобильный завод» [15]), Беларусь (ОАО «Минский автомобильный завод» [16], ОАО «Минский завод колесных тягачей» [17]), Германию (MAN SE [18], Daymлер AG [19]), Италию (Iveco [20]), Китай (Dongfeng [21], FAW [22]), Нидерланды (DAF [23]), США (FreightLiner [24], Caterpillar [25]), Францию (Renault [26]), Швецию (Volvo AB [27], Scania AB [28]), Японию (Mitsubishi [29]).

## 3. Варианты конструктивного исполнения базовых станций

Варианты конструктивного исполнения мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов и их модификации целесообразно определять, исходя из принятых при их проектировании следующих параметров:

1) конструктивного варианта шасси базовой станции, на котором размещается технологическое оборудование;

2) конструктивного варианта места расположения концевой опоры в рабочем состоянии мобильного транспортно-перегрузочного канатного комплекса;

3) варианта фиксации концевой опоры в рабочем положении;

4) вариантов использования дополнительных технологических устройств;

5) длины концевой опоры.

На рис. 1 показан ряд перспективных для дальнейших исследований и анализа вариантов конструктивного исполнения мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов нескольких различных модификаций. Указанные варианты защищены патентами РФ [30-32]. Автоматизированная компоновка основного технологического оборудования указанных конструктивных вариантов защищена свидетельствами Роспатента РФ о государственной регистрации программ для ЭВМ [33-35]. Она основана на проектных методиках, разработанных в [2, 36, 37]. Для предпроектного макетирования мобильной канатной дороги, сформированной концевыми базовыми станциями различных конструктивных модификаций, целесообразно использование технологии 3D-печати [38].

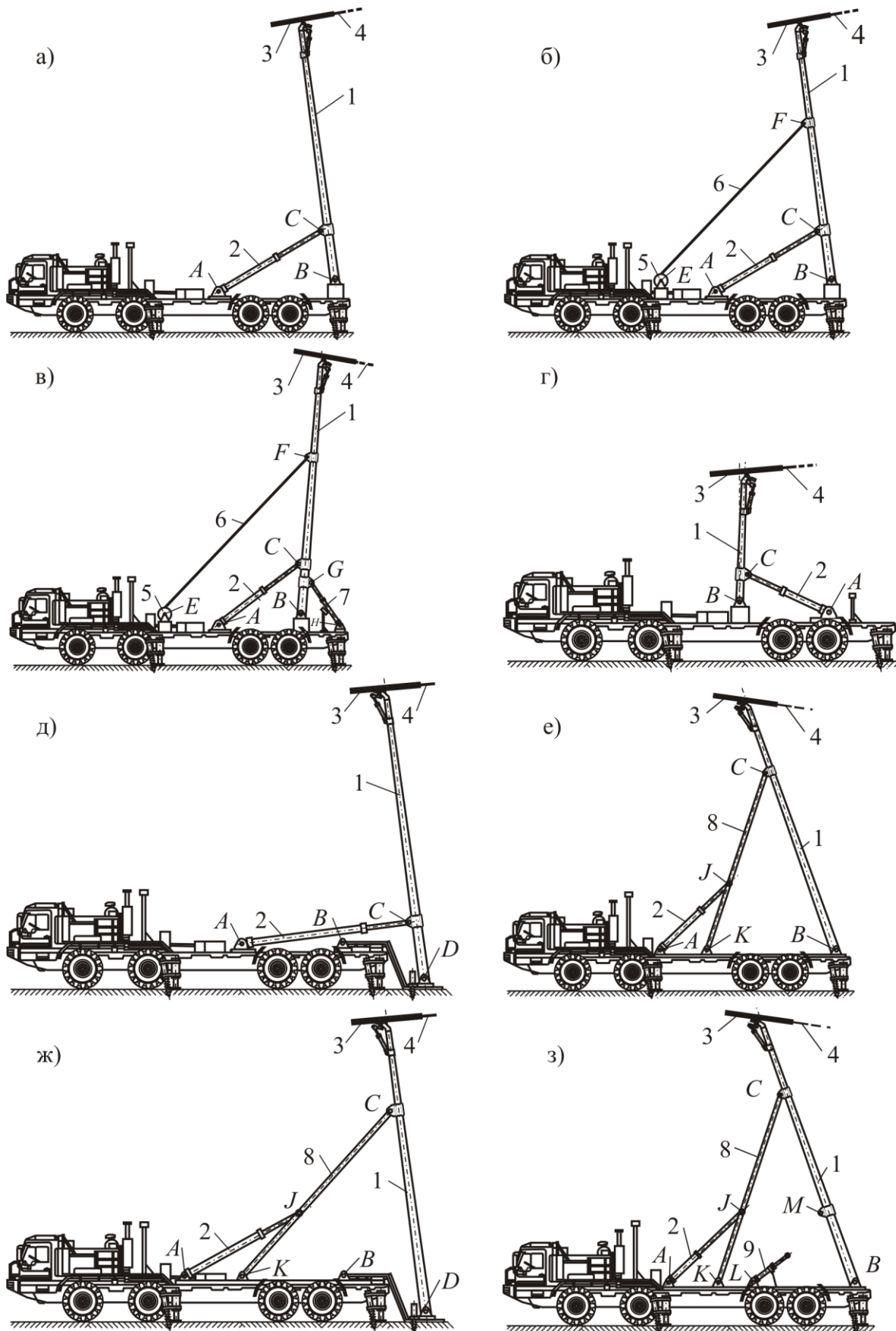


Рис. 1. Варианты конструктивного исполнения мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов (модификации): а – КсХм-4/Х; б – КкХм-4/Х; в – КкХр-4/Х; г – СсХм-4/Х; д – ВсХм-4/Х; е – Ку2-4/Х; ж – Ву2-4/Х; з – Во2-4/Х



На рис. 1 используются следующие обозначения элементов конструкции: 1 – концевая опора; 2 – гидроцилиндр установки и фиксации опоры; 3 – канатный шкив; 4 – несущее-тяговый канат; 5 – канатная лебедка; 6 – удерживающий канат; 7 – тормозной гидроцилиндр; 8 – складывающаяся штанга; 9 – вспомогательный гидроцилиндр; 10 – подъемный полиспаст, а также характерных точек конструкции: *A* – шарнир крепления гидроцилиндра к надрамной конструкции шасси; *B* – шарнир крепления концевой опоры к надрамной конструкции шасси; *C* – шарнир крепления концевой опоры и основного подъемного гидроцилиндра или верхней сопрягаемой части складывающейся штанги; *E* – место крепления удерживающего каната на лебедке; *F* – место крепления удерживающего каната к концевой опоре; *G* – место шарнирного контакта тормозного гидроцилиндра с концевой опорой; *H* – шарнир крепления тормозного гидроцилиндра к надрамной конструкции шасси; *J* – шарнир крепления сопрягаемых частей складывающейся штанги; *K* – шарнир крепления нижней сопрягаемой части складывающейся штанги к надрамной конструкции шасси; *L* – шарнир крепления вспомогательного гидроцилиндра

к надрамной конструкции шасси; *M* – шарнир крепления концевой опоры и вспомогательного гидроцилиндра.

В качестве конструктивных вариантов места расположения концевой опоры в рабочем состоянии мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов были взяты 3 возможные схемы ее опирания:

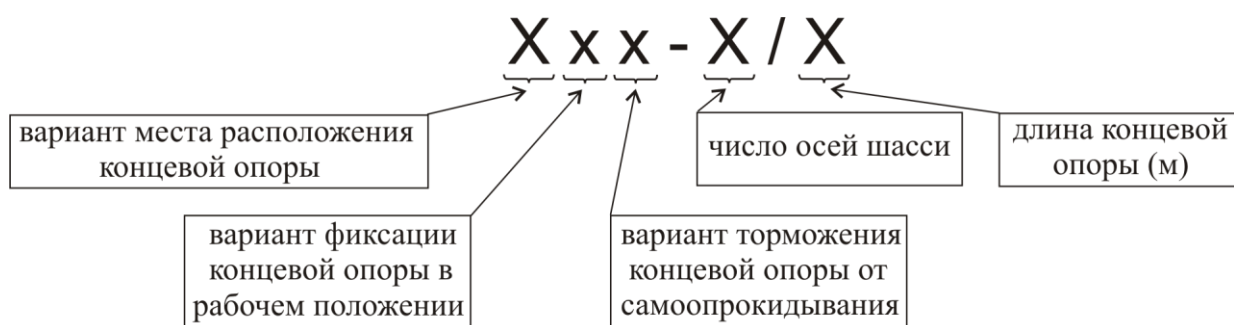
- концевое расположение концевой опоры канатной системы с опиранием на несущую раму шасси (рис. 1, а-в, е, з);

- центральное расположение концевой опоры канатной системы с опиранием на несущую раму шасси (рис. 1, г);

- выносное расположение концевой опоры канатной системы с опиранием на грунт (рис. 1, д, ж).

#### 4. Классификация и условное обозначение вариантов конструктивного исполнения базовых станций

Принцип формирования условного буквенно-цифрового обозначения варианта конструктивного исполнения мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов показан на рис. 2.



**Пример:** Кс1м-4/10 - вариант конструктивного исполнения мобильного канатного комплекса с концевым размещением концевой опоры длиной 10 м на 4-осном шасси с гидравлической фиксацией концевой опоры в рабочем положении одинарным гидроцилиндром и наличием механического тормозного устройства от самоопрокидывания концевой опоры

Рис. 2. Условное обозначение варианта конструктивного исполнения мобильного транспортно-перегрузочного канатного комплекса

Вариант места расположения концевой опоры обозначается буквой:

- К – концевое расположение опоры с опиранием на несущую раму шасси;

- С – центральное расположение опоры с опиранием на несущую раму шасси;

- В – выносное расположение опоры с опиранием на грунт.

Конструктивные модификации механизма установки и фиксации в рабочем положении концевой опоры МТПКК обозначаются буквами:

- с – гидравлическая фиксация концевой опоры в рабочем положении с помощью подъемных гидроцилиндров, имеющая следующие варианты комплектации (рис. 1, а, г, д):

- с1 – с одинарным подъемным гидроцилиндром;

- с2 – со сдвоенными параллельно установленными и синхронно работающими подъемными гидроцилиндрами одинакового типоразмера;

- к – канатная фиксация концевой опоры в рабочем положении, имеющая следующие варианты комплектации (рис. 1, б, в):

- к11 – с одинарным подъемным гидроцилиндром и одноветвевым удерживающим канатом;

- к12 – с одинарным подъемным гидроцилиндром и двухветвевым удерживающим канатом;

- к21 – со сдвоенными параллельно установленными и синхронно работающими гидроцилиндрами одинакового типоразмера и одноветвевым удерживающим канатом;

- к22 – со сдвоенными параллельно установленными и синхронно работающими гидроцилиндрами одинакового типоразмера и двухветвевым удерживающим канатом;

- х – комбинированная канатно-гидравлическая фиксация концевой опоры в рабочем положении, имеющая следующие варианты комплектации (рис. 1, б, в):

- х11 – с одинарным подъемным гидроцилиндром и одноветвевым удерживающим канатом;

- х12 – с одинарным подъемным гидроцилиндром и двухветвевым удерживающим канатом;

- х21 – со сдвоенными параллельно установленными и синхронно работающими гидроцилиндрами одинакового типоразмера и одноветвевым удерживающим канатом;

- х22 – со сдвоенными параллельно установленными и синхронно работающими гидроцилиндрами одинакового типоразмера и двухветвевым удерживающим канатом;

- у – штанговая фиксация концевой опоры в рабочем положении, имеющая следующие варианты комплектации (рис. 1, е, ж):

- у1 – с одинарной складывающейся штангой и одинарным подъемным гидроцилиндром;

- у2 – с двумя складывающимися штангами и сдвоенными параллельно установленными и синхронно работающими подъемными гидроцилиндрами одинакового типоразмера;

- о – штанговая фиксация концевой опоры в рабочем положении при комбинированной двухэтапной установке концевой опоры в рабочее положение, имеющая следующие варианты комплектации (рис. 1, з):

- о1 – с одинарной складывающейся штангой, одинарными основным и вспомогательными гидроцилиндрами;

- о2 – с двумя складывающимися штангами, сдвоенными параллельно установленными и синхронно работающими основными подъемными гидроцилиндрами одинакового типоразмера и одинарным вспомогательным гидроцилиндром;

- о3 – с двумя складывающимися штангами, сдвоенными параллельно установленными и синхронно работающими основными и вспомогательными подъемными гидроцилиндрами одинакового типоразмера;

- м – наличие механического тормозного устройства для предохранения концевой опоры от самопрокидывания при ее установке в рабочее положение (рис. 1, а, б, г, д);

- р – наличие гидравлического тормозного устройства для предохранения концевой опоры от самопрокидывания при ее установке в рабочее положение (рис. 1, в).

Возможные модификации исполнения конструктивных вариантов мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов приведены в табл. 1.

Таблица 1  
 Возможные модификации конструктивных вариантов мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов

Модификация	Конструктивный вариант		
	К	С	В
с	+	+	+
к	+	-	+
х	+	-	+
у	+	+	+
о	+	-	-
м	+	+	+
р	+	+	+

Таким образом, конструктивный вариант К может быть выполнен в двадцати пяти следующих модификациях: Кс1м-Х/Х, Кс2м-Х/Х, Кс1р-Х/Х, Кс2р-Х/Х, Кк11м-Х/Х, Кк12м-Х/Х, Кк21м-Х/Х, Кк22м-Х/Х, Кк11р-Х/Х, Кк12р-Х/Х, Кк21р-Х/Х, Кк22р-Х/Х, Кх21м-Х/Х, Кх22м-Х/Х, Кх21р-Х/Х, Кх22р-Х/Х, Ку1-Х/Х, Ку2-Х/Х, Ко1-Х/Х, Ко2-Х/Х и Ко3-Х/Х.

Конструктивный вариант С может быть выполнен в девяти следующих модификациях: Сс1м-Х/Х, Сс2м-Х/Х, Сс1р-Х/Х, Сс2р-Х/Х, Су1-Х/Х, Су2-Х/Х, Со1-Х/Х, Со2-Х/Х и Со3-Х/Х.

Конструктивный вариант В может быть выполнен в двадцати трех следующих модификациях: Вс1м-Х/Х, Вс2м-Х/Х, Вс1р-Х/Х, Вс2р-Х/Х, Вк11м-Х/Х, Вк12м-Х/Х, Вк21м-Х/Х, Вк22м-Х/Х, Вк11р-Х/Х, Вк12р-Х/Х, Вк21р-Х/Х, Вк22р-Х/Х, Вх11м-Х/Х, Вх12м-Х/Х, Вх21м-Х/Х, Вх22м-Х/Х, Вх11р-Х/Х, Вх12р-Х/Х, Вх21р-Х/Х, Вх22р-Х/Х, Вы1-Х/Х, Вы2-Х/Х и Во2-Х/Х.

Все перечисленные конструктивные модификации мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов могут устанавливаться на базовом шасси как с открытой несущей рамой [2], так и в корпусном исполнении [39].

### 5. Сравнительный анализ вариантов конструктивного исполнения базовых станций

Каждому из указанных вариантов в сравнении с двумя другими присущи как достоинства, так и недостатки. Результаты их анализа сведены в табл. 2. В табл. 3 приведены результаты сравнительного анализа функциональных преимуществ и недостатков различных типов фиксации концевой опоры в рабочем положении.

Таблица 2

Результаты сравнительного анализа конструктивных вариантов места расположения концевой опоры в рабочем состоянии мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов

Конструктивный вариант	Достоинства конструктивного варианта	Недостатки конструктивного варианта
Концевое расположение концевой опоры с опиранием на несущую раму шасси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наибольшая длина концевой опоры.</li> <li>2. Возможность использования канатной фиксации концевой опоры в рабочем положении.</li> <li>3. Возможность использования гидравлического тормозного устройства для предохранения концевой опоры от самопрокидывания при ее установке в рабочее положение.</li> <li>4. Наибольшее число возможных модификаций конструктивного исполнения.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расположение концевой опоры вблизи линии опрокидывания опорного контура.</li> <li>2. Опирание концевой опоры на раму базовой станции.</li> <li>3. Сложность компоновки гидроцилиндра механизма установки и фиксации концевой опоры.</li> <li>4. Сложность компоновки концевой опоры на раме базового шасси для транспортного положения, весьма узкий диапазон допустимых углов наклона продольной оси опоры, вертикальный габарит</li> </ol>

		<p>в транспортном положении близок к нормативному габариту приближения по высоте.</p> <p>5. Обязательное использование аутригеров при проведении погрузочно-разгрузочных операций.</p>
<p>Центральное расположение концевой опоры с опиранием на несущую раму шасси</p>	<p>1. Расположение концевой опоры практически в центре опорного контура.</p> <p>2. Возможность обеспечения наименьшего вертикального габарита в транспортном положении, наименьшие ограничения по соблюдению вертикальных габаритов при транспортировке к месту эксплуатации авиационным и железнодорожным путем.</p> <p>3. Удобство компоновки концевой опоры на раме базового шасси для транспортного положения, широкий диапазон допустимых углов наклона продольной оси опоры.</p> <p>4. Возможность использования гидравлического тормозного устройства для предохранения концевой опоры от самопрокидывания при ее установке в рабочее положение.</p>	<p>1. Наименьшая длина концевой опоры.</p> <p>2. Опирание концевой опоры на раму базовой станции.</p> <p>3. Сложность компоновки гидроцилиндра механизма установки и фиксации концевой опоры.</p> <p>4. Невозможность использования канатной фиксации концевой опоры в рабочем положении.</p> <p>5. Обязательное использование аутригеров при проведении погрузочно-разгрузочных операций.</p> <p>6. Наименьшее число возможных модификаций конструктивного исполнения.</p>
<p>Выносное расположение концевой опоры с опиранием на грунт</p>	<p>1. Наибольшая длина концевой опоры.</p> <p>2. Возможное использование удлиненной шарнирно сочлененной концевой опоры.</p> <p>3. Опирание концевой опоры непосредственно на грунт, низкий уровень нагруженности несущей металлоконструкции базового шасси.</p> <p>4. Простота компоновки гидроцилиндра механизма установки и фиксации концевой опоры, возможность использования гидроцилиндра наименьшей длины.</p> <p>5. Наименьшие массо-габаритные параметры подъемных гидроцилиндров при канатной и канатно-гидравлической фиксации концевой опоры.</p> <p>6. Возможность использования канатной фиксации концевой опоры в рабочем положении.</p>	<p>1. Повышенный объем подготовительных работ при установке концевой опоры в рабочее положение.</p> <p>2. Наибольший вертикальный габарит в транспортном положении.</p> <p>3. Невозможность использования гидравлического тормозного устройства для предохранения концевой опоры от самопрокидывания при ее установке в рабочее положение.</p>



	<p>7. Возможность использования дополнительного расчаливания концевой опоры в рабочем положении, исключение потери устойчивости и опрокидывания базового шасси.</p> <p>8. Возможно отказаться от использования аутригеров при проведении погрузочно-разгрузочных операций.</p> <p>9. Больше число возможных модификаций конструктивного исполнения.</p>	
--	---	--

Таблица 3

Результаты сравнительного анализа различных типов фиксации концевой опоры мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов в рабочем положении

Тип фиксации	Преимущества	Недостатки
Гидравлическая	<ol style="list-style-type: none"> <li>Относительные простота процедуры установки концевой опоры в рабочее положение и сопутствующих операций монтажа и демонтажа.</li> <li>Возможность использования в качестве средства предварительного натяжения несущего каната.</li> <li>Возможность регулировки угла наклона концевой опоры в рабочем положении в широких пределах.</li> <li>Быстрое изменение требуемого угла наклона концевой опоры в рабочем положении.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Совмещение двух основных функций - установки концевой опоры в рабочее положение и фиксации концевой опоры при эксплуатации.</li> <li>Значительная длина приводного гидроцилиндра.</li> <li>Повышенные массо-габаритные размеры и мощность подъемного гидроцилиндра, требуемый объем рабочей жидкости для гидросистемы.</li> <li>Наибольшие значения опорных реакций на несущую конструкцию базового шасси при эксплуатации.</li> <li>Наибольший уровень нагруженности несущей металлоконструкции базовой станции при установке концевой опоры в рабочее положение и эксплуатации.</li> <li>Необходимость использования дополнительных внешних тормозных устройств против самоопрокидывания концевой опоры при ее установке в рабочее положение.</li> <li>Сложность обеспечения безопасности базовой станции при возможной аварии в гидросистеме базовой станции.</li> <li>Колебательный характер фиксации концевой опоры в рабочем положении при изменении величины эксплуатационных нагрузок.</li> </ol>

Канатная	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Разделение двух основных функций - установки концевой опоры в рабочее положение и фиксации концевой опоры при эксплуатации.</li><li>2. Пониженные диаметр и мощность подъемного гидроцилиндра, объем рабочей жидкости для гидросистемы.</li><li>3. Возможность использования в качестве средства предварительного натяжения несущее-тягового каната.</li><li>4. Возможность регулировки угла наклона концевой опоры в рабочем положении в широких пределах.</li><li>5. Возможность отказа от использования дополнительных внешних тормозных устройств против самопрокидывания концевой опоры при ее установке в рабочее положение.</li><li>6. Дешевизна и простота замены удерживающего каната при проведении ремонтно-восстановительных операций.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Значительная длина приводного гидроцилиндра.</li><li>2. Колебательный характер фиксации концевой опоры в рабочем положении при изменении величины эксплуатационных нагрузок.</li><li>3. Сложность обеспечения безопасности базовой станции при возможном обрыве удерживающего каната.</li></ol>
Канатно-гидравлическая	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Разделение двух основных функций - установки концевой опоры в рабочее положение и фиксации концевой опоры при эксплуатации.</li><li>2. Пониженные диаметр и мощность подъемного гидроцилиндра, объем рабочей жидкости для гидросистемы.</li><li>3. Возможность некоторого уменьшения диаметра удерживающего каната и размеров канатной лебедки.</li><li>4. Возможность использования в качестве средства предварительного натяжения несущее-тягового каната.</li><li>5. Возможность регулировки угла наклона концевой опоры в рабочем положении в широких пределах.</li><li>6. Возможность отказа от использования дополнительных внешних тормозных устройств против самопрокидывания концевой опоры при ее установке в рабочее положение.</li><li>7. Дешевизна и простота замены удерживающего каната при проведении ремонтно-восстановительных операций.</li><li>8. Возможность гашения части кинетической энергии концевой опоры при внезапном аварийном обрыве</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Значительная длина приводного гидроцилиндра.</li><li>2. Колебательный характер фиксации концевой опоры в рабочем положении при изменении величины эксплуатационных нагрузок.</li><li>3. Сложность обеспечения безопасности базовой станции при возможном обрыве удерживающего каната.</li></ol>

	удерживающего каната.	
Штанговая	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разделение двух основных функций - установки концевой опоры в рабочее положение и фиксации концевой опоры при эксплуатации.</li> <li>2. Наименьшая величина опорных реакций на несущую конструкцию базового шасси при эксплуатации.</li> <li>3. Малая длина и диаметр подъемного гидроцилиндра.</li> <li>4. Возможность осуществления двухэтапной установки концевой опоры в рабочее положение с помощью вспомогательного подъемного гидроцилиндра.</li> <li>5. Отсутствие необходимости в использовании дополнительных внешних тормозных устройств против самоопрокидывания концевой опоры при ее установке в рабочее положение.</li> <li>6. Наибольшая надежность фиксации вследствие минимума риска разрушения в процессе эксплуатации (требуется воздействие высокоэнергетического деструктивного фактора).</li> <li>7. Точная фиксация концевой опоры в требуемом рабочем положении при изменении эксплуатационных нагрузок во всем диапазоне возможного изменения их величин.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фиксированный угол наклона концевой опоры в рабочем положении при использовании складывающейся штанги постоянной длины.</li> <li>2. Повышенная сложность компоновки основного технологического оборудования на базовом шасси.</li> <li>3. Невозможность использования в качестве средства предварительного натяжения несущего каната.</li> <li>4. Высокие требования к выбору длины нижней части складывающейся штанги и точности ее изготовления.</li> <li>5. Наименьшая ремонтпригодность конструкции основного технологического оборудования в целом.</li> </ol>

## 6. Заключение

Рассмотренные в данной статье перспективные варианты конструктивного исполнения концевых базовых станций и компоновки основного технологического оборудования канатной системы и обеспечивающих ее работу механизмов на базе самоходных многоосных колесных спецшасси высокой грузоподъемности и проходимости следует рассматривать как первый шаг к решению объ-

емной и разноплановой проблемы конструирования и изготовления самоходных концевых станций для мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов, обладающих высокими показателями качества, включая высокие показатели надежности, экономичности, технологичности производства, безопасности и экологичности эксплуатации.

## Список литературы

1. Короткий А.А., Лагереv А.В., Месхи Б.Ч., Лагереv И.А., Панфилов А.В., Таричко В.И. Транспортно-логистические технологии и машины для цифровой урбанизированной среды. Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2019. 268 с. DOI: 10.5281/zenodo.3551132.
2. Лагереv А.В., Лагереv И.А., Таричко В.И. Конструкции и основы проектирования мобильных транспортно-перегрузочных канатных комплексов. Брянск: РИСО БГУ, 2020. 207 с.
3. Белоусов Б.Н., Попов С.Д. Колесные транспортные средства особо большой грузоподъемности. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. 728 с.
4. Веселов Н.Б. Вездеходные транспортно-технологические машины. Конструкции. Конструирование и расчет. Нижний Новгород: РИ «Бегемот», 2010. 320 с.
5. Мехренцев А.В., Герц Э.Ф., Мартишек Я., Новак Л. Канатные трелевочные установки. Екатеринбург, Брно: УГЛТУ, 2012. 19 с.
6. Guide to managing risks in cable logging. Canberra: Safe Work Australia, 2013.
7. Beňo P., Krilek J., Kováč J., Kozak D., Fragassa C. The Analysis of the New Conception Transportation Cableway System Based on the Tractor Equipment. *FME Transactions* (2018) 46, 17-22. DOI:10.5937/fmet1801017B
8. Special machines – Valentini Teleferiche [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.valentini-teleferiche.it/en/soluzioni/special-machines> (Дата обращения: 03.04.2021).
9. Кочнев Е.Д. Энциклопедия военных автомобилей 1769-2006. М.: За рулем, 2006. 640 с.
10. Проектирование полноприводных колесных машин: в 3-х т. Т.1 / под ред. А.А. Полунгяна. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 496 с.
11. Гладов Г.И., Вихров А.В., Зайцев С.В., Кувшинов В.В., Павлов В.В. Конструкции многоцелевых гусеничных и колесных машин. М.: Издательский центр «Академия», 2010. 400 с.
12. ПАО «КАМАЗ». Общая информация [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

## References

1. Korotkiy A.A., Lagerev A.V., Meskhi B.Ch., Lagerev I.A., Panfilov A.V., Tarichko V.I. *Transportno-logisticheskie tekhnologii i mashiny dlya tsifrovoy urbanizirovannoy sredy* [Transport and logistics technologies and machines for the digital urban environment]. Ros-tov-on-Don, Don State Technical University, 2019. 268 p. DOI: /10.5281/zenodo.3551132 (In Russian)
2. Lagerev A.V., Lagerev I.A., Tarichko V.I. *Konstruktsii i osnovy proektirovaniya mobilnykh transportno-peregruzochnykh kanatnykh kompleksov* [Structures and design fundamentals of mobile transporting and overloading rope facilities]. Bryansk, RISO BGU, 2020. 207 p. (In Russian)
3. Belousov B.N., Popov S.D. *Kolesnye transportnye sredstva osobo bolshoy grupopodemnosti* [Wheeled vehicles of extra heavy duty]. Moscow, Izdatelstvo MG TU imeni N.E. Bauman, 2006. 728 p. (In Russian)
4. Veselov N.B. *Vezdekhodnye transportno-tekhnologicheskie mashiny. Konstruktsii. Konstruirovaniye i raschet* [All-terrain transport and technological vehicles. Constructions. Design and calculation]. Nizhniy Novgorod, RI Begemot, 2010. 320 p. (In Russian)
5. Mekhrentsev A.V., Gerts E.F., Martinek Ya., Novak L. *Kanatnye trelevochnye ustanovki* [Cable skidders]. Ekaterinburg, Brno, UGLTU, 2012. 19 p. (In Russian)
6. Guide to managing risks in cable logging. Canberra: Safe Work Australia, 2013.
7. Beňo P., Krilek J., Kováč J., Kozak D., Fragassa C. The Analysis of the New Conception Transportation Cableway System Based on the Tractor Equipment. *FME Transactions*, 2018, Vol. 46, pp. 17-22. DOI:10.5937/fmet1801017B.
8. Special machines – Valentini Teleferiche [online]. Available from: <https://www.valentini-teleferiche.it/en/soluzioni/special-machines> (accessed 03 Apr. 2021)
9. Kochnev E.D. *Entsiklopediya voennykh avtomobiley 1769-2006* [Encyclopedia of Military Vehicles 1769-2006]. Moscow, OOO Knizhnoe izdatelstvo Za rulem, 2006. 640 p. (In Russian)
10. *Proektirovaniye polnoprivodnykh kolyosnykh mashin: v 3 t. T.1* [Design of four-



<https://kamaz.ru/about/general-information/>  
(Дата обращения: 03.04.2021).

13. Спецавтотехника на шасси КАМАЗ. Набережные Челны: АО «КАМАЗ». 174 с.

14. Брянский автомобильный завод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://baz32.ru/company/> (Дата обращения: 03.04.2021).

15. Автозавод «УРАЛ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uralaz.ru/> (Дата обращения: 03.04.2021).

16. ОАО «МАЗ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.maz-gruzovik.ru/> (Дата обращения: 03.04.2021).

17. ОАО «Минский завод колесных тягачей» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mzkt.by/> (Дата обращения: 03.04.2021).

18. The MAN Group [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.corporate.man.eu/en/index.html> (Дата обращения: 03.04.2021).

19. Daimler AG [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.daimler.com/en/> (Дата обращения: 03.04.2021).

20. IVECO Trakker [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iveco.com/> (Дата обращения: 03.04.2021).

21. Dongfeng Automotive Group Co., Ltd. – Специальные транспортные средства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dfmc.com.cn/show/tezhongche.html> (Дата обращения: 03.04.2021).

22. FAW [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.faw.com/> (Дата обращения: 03.04.2021).

23. DAF Track Global [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.daf.com/en> (Дата обращения: 03.04.2021).

24. FreightLiner Trucs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://freightliner.com/> (Дата обращения: 03.04.2021).

25. Caterpillar [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.caterpillar.com/> (Дата обращения: 03.04.2021).

26. Renault Trucks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.renault-trucks.com/> (Дата обращения: 03.04.2021).

27. Volvo Truck Global [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [wheel drive wheeled vehicles: in 3 vols. Vol.1\]. Ed. A.A. Polungyan. Moscow, Izdatelstvo MGTU imeni N.E. Baumana, 2008. 496 p. \(In Russian\)](https://www.</a></p></div><div data-bbox=)

11. Gladov G.I., Vikhrov A.V., Zaytsev S.V., Kuvshinov V.V., Pavlov V.V. *Konstruktsii mnogotselevykh gusenichnykh i kolesnykh mashin* [Designs of multipurpose tracked and wheeled vehicles]. Moscow, Izdatelskiy tsentr «Akademiya», 2010. 400 p. (In Russian)

12. PAO «КАМАЗ». *General information* [site]. Available at: <https://kamaz.ru/about/general-information/> (accessed 03 Apr. 2021). (In Russian)

13. *Spetsavtotekhnika na shassi KAMAZ* [Special vehicles on the KAMAZ chassis]. Naberezhnye Chelny, AO «КАМАЗ». 174 p. (In Russian)

14. *Bryansk Automobile Plant* [site]. Available at: <http://baz32.ru/company/> (accessed 03 Apr. 2021). (In Russian)

15. *URAL Automobile Plant* [site]. Available at: <https://uralaz.ru/> (accessed 03 Apr. 2021). (In Russian)

16. *JSC "MAZ"* [site]. Available at: <https://www.maz-gruzovik.ru/> (accessed 03 Apr. 2021). (In Russian)

17. *JSC "Minsk plant of wheeled tractors"* [site]. Available at: <https://www.mzkt.by/> (accessed 03 Apr. 2021). (In Russian)

18. *The MAN Group* [site]. Available at: <https://www.corporate.man.eu/en/index.html> (accessed 03 Apr. 2021).

19. *Daymleer AG* [site]. Available at: <https://www.daimler.com/en/> (accessed 03 Apr. 2021).

20. *IVECO Trakker* [site]. Available at: <https://www.iveco.com/> (accessed 03 Apr. 2021).

21. *Dongfeng Automotive Group Co., Ltd. – Special vehicles* [site]. Available at: <https://www.dfmc.com.cn/show/tezhongche.html> (accessed 03 Apr. 2021).

22. *FAW* [site]. Available at: <http://www.faw.com/> (accessed 03 Apr. 2021).

23. *DAF Track Global* [site]. Available at: <https://www.daf.com/en> (accessed 03 Apr. 2021).

24. *FreightLiner Trucs* [site]. Available at: <https://freightliner.com/> (accessed 03 Apr. 2021).

- volvotrucks.com/en-en.html (Дата обращения: 03.04.2021).
28. Scania [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.scania.com/> (Дата обращения: 03.04.2021).
29. Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corporation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mitsubishi-fuso.com/> (Дата обращения: 03.04.2021).
30. Самоходная концевая станция / А.В. Лагерев, В.И. Таричко, И.А. Лагерев. - Патент РФ на полезную модель № 200827. – Заявл. 12.05.20. Оpubл. 12.11.20. – Бюл. № 32
31. Самоходная концевая станция мобильной канатной дороги / А.В. Лагерев, И.А. Лагерев, В.И. Таричко. - Патент РФ на полезную модель № 204003. – Заявл. 08.12.20. Оpubл. 04.05.21. – Бюл. № 13
32. Самоходная концевая станция мобильной канатной дороги / А.В. Лагерев, И.А. Лагерев, В.И. Таричко. - Патент РФ на полезную модель № 204005. – Заявл. 16.12.20. Оpubл. 04.05.21. – Бюл. № 13
33. Компонировка и силовой анализ технологического оборудования мобильного канатного комплекса / А.В. Лагерев, В.И. Таричко, И.А. Лагерев, Перминова Д.И. - Свид-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2021614929. - Зарегистрир. в Реестре программ для ЭВМ 31.03.21. – Бюл. № 4
34. Компонировка и расчет комбинированного механизма подъема и фиксации концевой опоры мобильного канатного комплекса / А.В. Лагерев, В.И. Таричко, И.А. Лагерев. - Свид-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2021617351. - Зарегистрир. в Реестре программ для ЭВМ 13.05.21. – Бюл. № 5
35. Компонировка и анализ штангового механизма подъема и фиксации концевой опоры мобильного канатного комплекса / А.В. Лагерев, В.И. Таричко, И.А. Лагерев. - Свид-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2021617498. - Зарегистрир. в Реестре программ для ЭВМ 14.05.21. – Бюл. № 5
36. Лагерев И.А., Таричко В.И., Лагерев А.В. Компонировка технологического оборудования на базовом шасси мобильного транспортно-перегрузочного канатного комплекса // Научно-технический вестник Брянского государственного университета.
25. *Caterpillar* [site]. Available at: <https://www.caterpillar.com/> (accessed 03 Apr. 2021).
26. *Renault Trucks* [site]. Available at: <https://www.renault-trucks.com/> (accessed 03 Apr. 2021).
27. *Volvo Truck Global* [site]. Available at: <https://www.volvotrucks.com/en-en.html> (accessed 03 Apr. 2021).
28. *Scania* [site]. Available at: <https://www.scania.com/> (accessed 03 Apr. 2021).
29. *Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corporation* [site]. Available at: <https://www.mitsubishi-fuso.com/> (accessed 03 Apr. 2021).
30. Patent RU 200827, B61B 7/06. *Samokhodnaya kontsevaya stantsiya* [Self-propelled terminal station]. Lagerev A.V., Lagerev I.A., Tarichko V.I. Declared 12.05.2020. Published 12.11.2020. (In Russian)
31. 1. Patent RU 204003, B61D 7/00, B61D 7/06, B66C 23/16. *Samokhodnaya kontsevaya stantsiya mobilnoy kanatnoy dorogi* [Self-propelled terminal station of the mobile ropeway]. Lagerev A.V., Lagerev I.A., Tarichko V.I. Declared 08.12.2020. Published 04.05.2021. (In Russian)
32. Patent RU 204005, B61D 7/00, B61D 7/06, B66C 23/16. *Samokhodnaya kontsevaya stantsiya mobilnoy kanatnoy dorogi* [Self-propelled terminal station of the mobile ropeway]. Lagerev A.V., Lagerev I.A., Tarichko V.I. Declared 16.12.2020. Published 04.05.2021. (In Russian)
33. Lagerev A.V., Tarichko V.I., Lagerev I.A. *Komponovka i silovoy analiz tekhnologicheskogo oborudovaniya mobilnogo kanatnogo kompleksa. Svidetelstvo o gosudarstvennoy registratsii programm dlya EVM* [Layout and force analysis of the technological equipment of the mobile rope complex. The Certificate on official registration of the computer program]. No. 2021614929, 2021. (In Russian)
34. Lagerev A.V., Tarichko V.I., Lagerev I.A. *Komponovka i raschet kombinirovannogo mekhanizma podema i fiksatsii kontsevoy opory mobilnogo kanatnogo kompleksa. Svidetelstvo o gosudarstvennoy registratsii programm dlya EVM* [Layout and calculation of the combined mechanism for lifting and fixing the end tower of a mo-

– 2020. - №3. – С. 388-403. DOI: 10.22281/2413-9920-2020-06-03-388-403

37. Лагереv И.А., Таричко В.И., Лагереv А.В. Обеспечение вертикального габарита самоходной машины со штанговым механизмом установки и фиксации концевой опоры для мобильной канатной дороги // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2021. - №2. – С. 141-152. DOI: 10.22281/2413-9920-2021-07-02-141-152

38. Лагереv И.А., Таричко В.И., Солдатченков С.П., Игнатов Д.А. Создание экспериментального макета мобильной канатной дороги с использованием 3D-печати // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2019. №2. С. 221-230. DOI: 10.22281/2413-9920-2019-05-02-209-220.

39. Пат. 121376 Рос. Федерация: МКПО<sup>12</sup> 12-13. Корпусное колесное шасси / Колесников Д.В., Константинов В.А., Левковец Н.Р., Таричко В.И.; патентообладатель АО «Брянский автомобильный завод». - №2019502703; заявл. 26.06.2019; опубл. 31.08.2020, Бюл. № 9. – 3 с.

† mobile rope complex. The Certificate on official registration of the computer program]. No. 2021617351, 2021. (In Russian)

† 35. Lagerev A.V., Tarichko V.I., Lagerev I.A. *Komponovka i analiz shtangovogo mekhanizma podema i fiksatsii koncevoy opory mobilnogo kanatnogo kompleksa. Svidetelstvo o gosudarstvennoy registratsii programm dlya EVM* [Layout and analysis of the rod mechanism for lifting and fixing the end tower of a mobile rope complex. The Certificate on official registration of the computer program]. No. 2021617498, 2021. (In Russian)

† 36. Lagerev A.V., Tarichko V.I., Lagerev I.A. Placement of technological equipment on the basic chassis of the mobile transportation and reloading rope complex. *Nauchno-tekhnicheskij vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2020, No.3, pp. 388-403. DOI: 10.22281/2413-9920-2020-06-03-388-403 (In Russian)

† 37. Lagerev A.V., Tarichko V.I., Lagerev I.A. Providing the vertical dimension of a self-propelled machine with a rod mechanism for installing and fixing the end tower for a mobile ropeway. *Nauchno-tekhnicheskij vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2021, No.2, pp. 141-152. DOI: 10.22281/2413-9920-2020-07-02-141-152 (In Russian)

† 38. Lagerev I.A., Tarichko V.I., Soldatchenkov S.P., Ignatov D.A. The experimental model creation of a mobile ropeway by 3D-printing. *Nauchno-tekhnicheskij vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2019, No.2, pp. 221-230. DOI: 10.22281/2413-9920-2019-05-02-221-230 (In Russian)

† 39. Patent RU 121376, МКПО<sup>12</sup> 12-13. *Korpusnoe kolyesnoe shassi* [Body wheel chassis]. Kolesnikov D.V., Konstantinov V.A., Levkovets N.R., Tarichko V.I. Declared 26.06.2019. Published 31.08.2020. (In Russian)