

Анализ перспективных конструкций несущих систем грузовых автомобилей на примере патентов мировых производителей

© А.Ю. Горбунов, А.А. Смирнов

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Проведен анализ наиболее значимых изобретений в области несущих систем транспортных средств среди ведущих мировых автопроизводителей и производителей автомобильных компонентов. Описаны наиболее рациональные и технологичные конструкции рам, поперечин, лонжеронов, подрамников. Пояснены основные подходы, примененные к их разработке. Уделено внимание различию несущих систем транспортных средств с зависимой и независимой подвесками. Описаны конструктивные решения, обеспечивающие необходимую прочность, долговечность и защиту компонентов и узлов в процессе эксплуатации транспортных средств. Сформулированы основные тенденции и направления развития в области несущих систем грузовых автомобилей.

Ключевые слова: патентные исследования, патентный поиск, несущая система, рама, лонжерон, поперечина, модуль независимой подвески.

Конструкции несущих систем в целом и их отдельных элементов отличаются большим разнообразием. При разработке новых или доработке существующих конструкций необходимо учитывать опыт, накопленный ведущими отечественными и зарубежными автопроизводителями или производителями автокомпонентов. Как правило, крупнейшие мировые производители свои технические решения и изобретения подкрепляют патентами, поэтому анализ патентных баз дает возможность определить основные направления принимаемых конструкторских решений.

Для отбора наиболее значимых и эффективных технических изобретений по несущим системам грузовых автомобилей за последние 25 лет был проведен поиск по патентным ведомствам России, стран СНГ, Европы и США.

Выборку патентов осуществляли по международному патентному классификатору B62D21 «Рамы шасси». По указанному направлению были выделены основные патентообладатели, которые являются известными автопроизводителями или производителями автокомпонентов: ОАО «КамАЗ», ООО «Автомобильный завод «ГАЗ», MAN (Германия), Daimler AG (Германия), International Truck (США), Oshkosh Truck Corporation (США), AxleTech International (США) и др.

Анализируя патенты ОАО «КамАЗ», можно сделать вывод, что основной упор делается на увеличение прочности и долговечности конструкции несущей системы. Так, в патенте RU2025371 (1994 г.)

описана конструкция рамы автомобиля с использованием поперечины полого прямоугольного замкнутого профиля [1]. При соблюдении определенных размеров, а именно отношения высоты к ширине прямоугольника, которое должно быть равно отношению толщины его вертикальной стенки к толщине горизонтальной, при кручении не происходит явления депланации. Такая конструкция позволяет снизить нагрузки в узлах крепления поперечины к лонжеронам.

Эта проблема также затронута в патенте RU2176606 (2001 г.) [2], где описана конструкция поперечины переменного сечения с нижним расположением относительно лонжеронов и двумя короткими линейными участками по краям поперечины. Поперечина выполнена из двух дугообразных швеллеров, которые разнесены и прикреплены вертикальными стенками к боковым поверхностям кронштейнов рессор. Это позволяет снизить напряжения в местах крепления поперечины к кронштейнам рессор и таким образом повысить долговечность конструкции.

Важной задачей при проектировании рам грузовых автомобилей является увеличение прочности рамы в местах установки буксирных устройств. Так, в патенте RU130943 (2013 г.) описана конструкция литых боковых кронштейнов 1, закрепленных в передней части лонжеронов, и установленной враспор буксирной поперечины 2 трубчатого сечения (рис. 1) [3]. Для увеличения прочности кронштейны имеют горизонтальные и вертикальные ребра жесткости, а в нижней части соединены между собой дополнительной поперечиной 3.

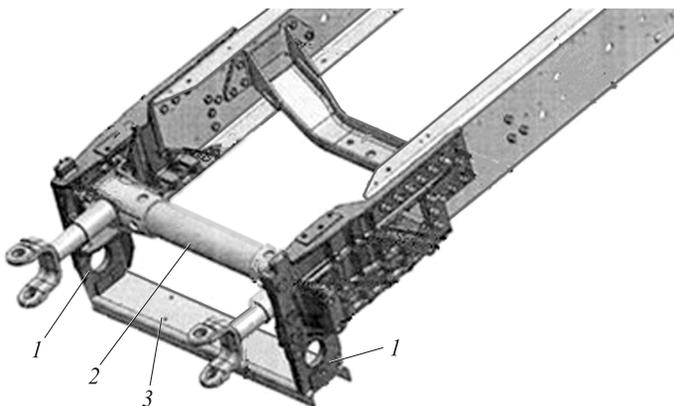


Рис. 1. Рама транспортного средства, разработанная в ОАО «КамАЗ»

Одним из решений, направленных на уменьшение концентрации напряжений в отверстиях крепления поперечин к лонжеронам и уменьшения числа этих отверстий, является совместное крепление поперечин с различными кронштейнами на раме автомобиля. Такое конструктивное решение описано в патенте ООО «Автомобильный завод «ГАЗ» RU142042 (2014 г.) [4].

В патентах EP2138381 (2009 г.) и EP2159135 (2011 г.) компании MAN прослеживается тенденция применения на раме автомобиля многофункциональных и универсальных кронштейнов, позволяющих монтировать на них различные агрегаты и узлы [5, 6]. Такое решение дает возможность уменьшить номенклатуру деталей, массу автомобиля и повысить его унификацию. Также компанией MAN в патенте EP2684778 (2013 г.) описана конструкция пространственной несущей системы грузового автомобиля [7]. Эта конструкция позволяет более плотно скомпоновать агрегаты и узлы, увеличить жесткость несущей системы при уменьшении общей массы автомобиля (рис. 2).

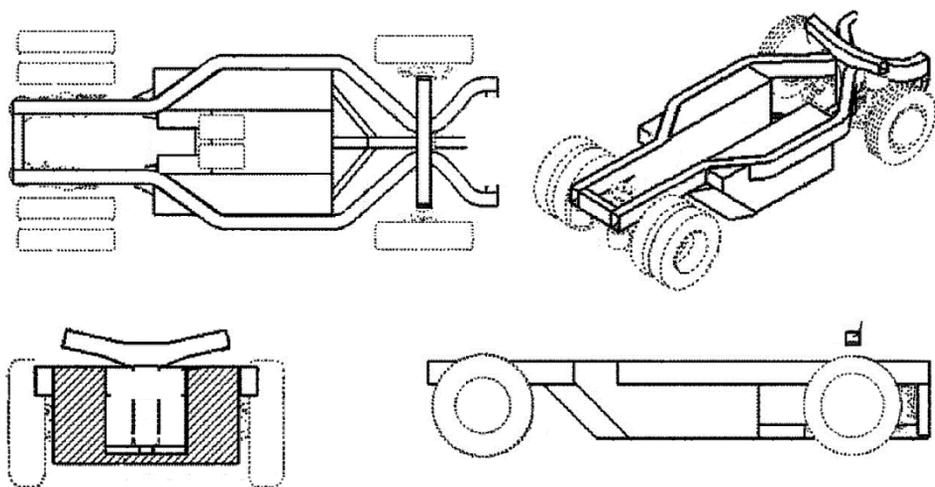


Рис. 2. Пространственная рама, разработанная компанией MAN (Германия)

Рамы транспортных средств обычно изготавливают из высокопрочной стали или из термообработанных сталей, которые должны быть окрашены для защиты от коррозии. Такие стали имеют большой удельный вес по сравнению с алюминиевыми сплавами. Применение алюминия в рамах автомобилей позволяет уменьшить массу конструкции и увеличить коррозионную стойкость. Но алюминиевые элементы могут подвергаться гальванической коррозии, особенно в местах крепления к стальным элементам. В большинстве проанализированных патентов этому обстоятельству уделено много внимания. Компании Daimler AG и International Truck имеют патенты соответственно EP2257459 (2013 г.) и US0018248 (2011 г.), в которых описаны различные подходы к решению этой задачи [8, 9]. В патенте компании Daimler AG описано применение кронштейнов и силовых элементов, выполненных из легких сплавов и не уступающих по прочности стальным конструкциям. Компания International Truck описывает конструкцию лонжеронов рамы, имеющих наружный и внутренний стальные слои, между которы-

ми размещен слой из алюминиевого сплава. Такая конструкция обеспечивает значительное уменьшение массы транспортного средства.

Проблемами грузовых автомобилей и специальной техники являются транспортировка технических жидкостей между узлами и агрегатами, а также повреждение трубопроводов и жгутов проводов в процессе эксплуатации. Для решения этих проблем компанией Oshkosh Truck Corporation в патенте US0071466 (2006 г.) было предложено использовать внутреннюю полость лонжеронов [10]. При этом внутри каждого лонжерона предложено в зависимости от конструкции сделать один или два канала (рис. 3).

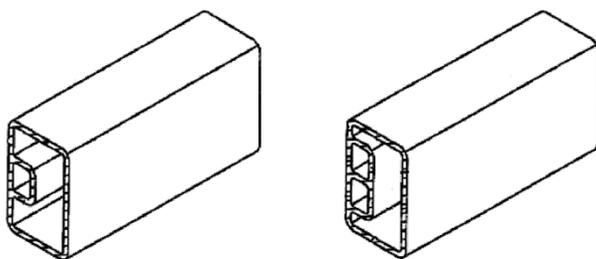


Рис. 3. Варианты расположения внутренних каналов в лонжеронах (разработка компании Oshkosh Truck Corporation)

Использование внутренней полости лонжеронов дает большие преимущества. По каналам можно организовать течение охлаждающей жидкости, рабочей жидкости гидравлических систем автомобиля, прокладку проводов электрического привода и т. д. Такая конструкция рамы позволяет уменьшить размеры и стоимость компонентов, необходимых для охлаждения тепловыделяющих агрегатов транспортного средства, а также обеспечить дополнительную защиту их от повреждений.

В последние годы заметна тенденция внедрения на грузовых автомобилях и особенно на автомобилях повышенной проходимости независимой подвески колес. Автомобили с такой подвеской имеют раму, по конструкции отличающуюся от рамы автомобиля с зависимой подвеской. Отличие заключается в том, что в нижней части рамы имеется подрамник для установки главной передачи и рычагов подвески. В большинстве случаев подрамник входит не в состав несущей системы, а в состав модуля независимой подвески автомобиля. Такой модуль, как правило, представляет собой конструкцию, состоящую из подрамника с закрепленными на нем главной передачей и рычагами подвески, колесно-ступиичных узлов, карданных валов, упругих и демпфирующих устройств (рис. 4) [11].

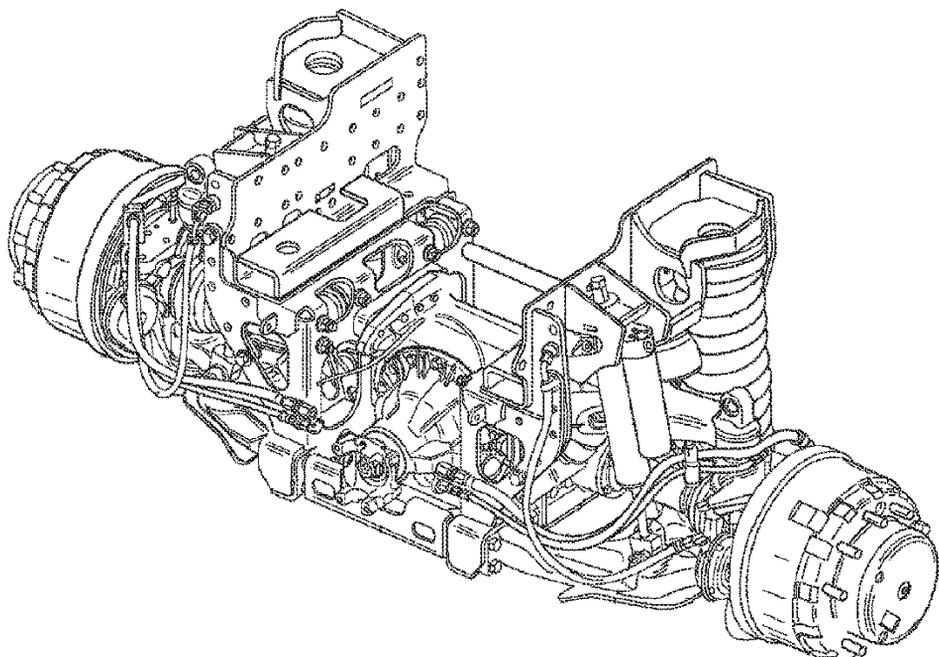


Рис. 4. Общий вид модуля независимой подвески, разработанного компанией Oshkosh Truck Corporation (США)

Для анализа конструкций подрамников был проведен поиск патентов, касающихся независимых подвесок грузовых автомобилей. Патенты выбирали по международному патентному классификатору В60G «Подвесные устройства транспортных средств».

При рассмотрении патентов EP2581240 (2013 г.) и US7850181 (2010 г.) компании AxleTech International можно обратить внимание на то, что одним из главных силовых элементов подрамников является корпус главной передачи. На рис. 5 изображен подрамник, где корпус 1 главной передачи с помощью болтовых соединений жестко связан с боковыми вертикальными пластинами 2 и 3 крепления рычагов подвески [12, 13]. Такая конструкция обеспечивает простоту узла, меньшую номенклатуру деталей и достаточную жесткость.

Компания Arvin Meritor Technology (США) в патенте US7819411 (2010 г.) предлагает конструкцию подрамника коробчатого типа, состоящую из двух основных элементов (рис. 6) [14].

Верхним элементом 1 является сварная конструкция, к которой крепится корпус 3 главной передачи, верхние рычаги и упругие элементы подвески. Нижняя часть 2 подрамника, имеющая сварную корытообразную форму, служит для крепления нижних рычагов подвески, а также защищает главную передачу снизу. Эти элементы крепятся между собой с помощью болтов. Конструкция обеспечивает подрамнику большую жесткость.

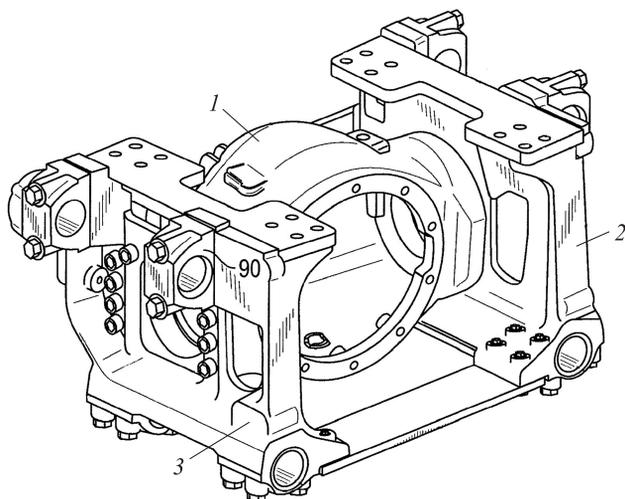


Рис. 5. Подрамник, разработанный компанией AxleTech International (США)

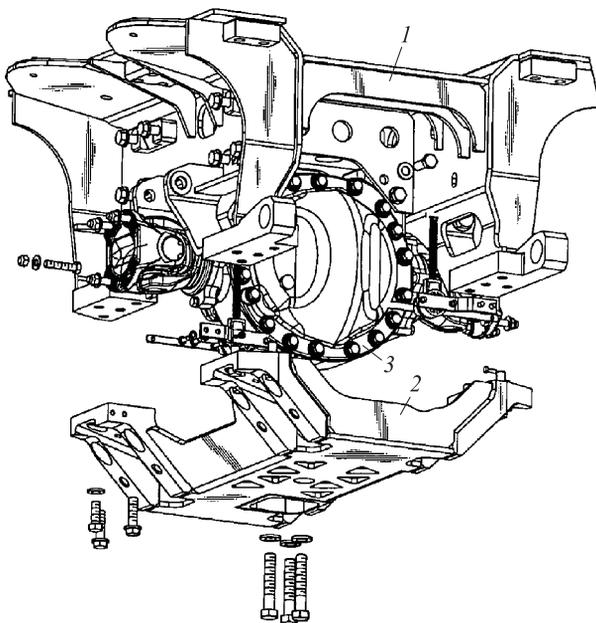


Рис. 6. Подрамник, разработанный компанией Arvin Meritor Technology (США)

Подрамники к раме крепят либо с помощью болтов непосредственно к лонжеронам, либо через переходные L-образной формы пластины, которые одной стороной крепят к подрамнику, а другой к лонжеронам. Сварные соединения используют редко.

В результате проведенного патентного анализа можно сформулировать основные тенденции и направления исследований в области несущих систем грузовых автомобилей.

1. Создание конструкций рам, в которых снижена нагруженность узлов крепления поперечин к лонжеронам для обеспечения повышенной усталостной долговечности элементов конструкции, а также допускается удобная замена деталей и создаются хорошие условия для технического обслуживания.

2. Необходимость разработки вариантов конструкций поперечин, лонжеронов, кронштейнов и подрамников, выбора их рациональных форм, обеспечивающих меньшую массу при сохранении параметров прочности и жесткости всей конструкции рамы. Применение для снижения массы рамы материалов и сплавов, значительно более легких, чем сталь или чугун, но не уступающих им в прочности.

3. Создание универсальных конструкций поперечин рамы, кронштейнов, подрамников, повышающих приспособляемость транспортного средства к различным вариантам компоновки.

4. Применение пространственной несущей системы (особенно актуально при разработке короткобазных шасси), которая имеет большую жесткость на кручение, чем лонжеронная, и упрощает монтаж оборудования и систем автомобиля.

5. Внедрение в составе автомобиля независимой подвески при использовании несущей системы с традиционной рамой лестничного типа, к которой снизу прикреплены подрамники для установки элементов подвески и главной передачи.

Работа выполнена в рамках договора № 9905/17/07-к-12 между ОАО «КамАЗ» и МГТУ им. Н.Э. Баумана при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Фасхиев Х.А., Павленко П.Д., Валькова Г.Н. *Рама транспортного средства*. Патент RU2025371, МПК В 62 D 21/02, заявл. 15.02.94, опубл. 30.12.94, 3 с.
- [2] Комаров В.В., Султанов С.Ф. *Рама транспортного средства*. Патент RU2176606, МПК В 62 D 21/02, заявл. 07.02.2000, опубл. 10.12.2001, 2 с.
- [3] Поляков В.В., Тимофеев В.М., Султанов С.Ф., Калимуллин А.Р. *Рама грузового автомобиля*. Патент RU130943, МПК В 62 D 21/02, заявл. 18.03.2013, опубл. 10.08.2013, 2 с.
- [4] Рачков Р.В., Филиппов В.А., Чекодаев А.А. *Рама транспортного средства*. Патент RU142042, МПК В 62 D 21/02, заявл. 24.02.2014; опубл. 20.06.2014. 2 с.
- [5] Эртельт К., Убелекер А. *Передняя поперечина грузового транспортного средства*. Патент EP2138381, МПК В 62 D 21/02, заявл. 30.04.2009, опубл. 30.12.2009, 9 с.
- [6] Ламхе О., Яблонски С., Крейсель М., Прейскер Р., Цильке Ю. *Рама коммерческого автомобиля с модульным многофункциональным несущим блоком*. Патент EP2159135, МПК В 62 D 21/02, В62D 31/02, В62D 27/02, В62D 47/02, заявл. 15.07.2009, опубл. 03.03.2010, 18 с.

- [7] Саттлер С., Хинтередер Ю. *Пространственная конструкция рамы для грузового автомобиля*. Патент EP2684778, МПК В 62 D 21/06, заявл. 9.03.2013, опубл. 15.01.2014, 7 с.
- [8] Бэусс Х., Сонсалла Н., Стокклауснер В. *Передний деформируемый кронштейн для грузового автомобиля*. Патент EP2257459, МПК В 62 D 21/15, заявл. 17.03.2009, опубл. 23.07.2014, 2 с.
- [9] Кордеа Т. *Легкий составной элемент рамы тяжелых грузовых автомобилей*. Патент US0018248, МПК B62D21/02, B62D 21/04, B21D 53/88, заявл. 27.07.2009, опубл. 27.01.2011, 7 с.
- [10] Рув Р., Шмидель Г. *Рама транспортного средства*. Патент US0071466, МПК В 62 D 21/17, заявл. 27.09.2004, опубл. 06.04.2006, 9 с.
- [11] Шрайнер М., Роэл С., Пелко Д. *Ось в сборе*. Патент US0079978, МПК В 62 G 9/00, В 62 D 25/20, В 23 P 11/00, заявл. 17.09.2010, опубл. 07.04.2011, 28 с.
- [12] Кордир Ж., Кантуэрн Л., Мелла Ф., Курвойсер А. *Модуль независимой подвески и метод его изготовления*. Патент EP2581240, МПК В 60 G 3/20, В 60 G 7/02, В 60 K 17/16, В 62 D 21/18, заявл. 10.10.2012, опубл. 17.04.2013, 21 с.
- [13] Кордир Ж. *Независимая подвеска с регулируемым подрамником*. Патент US7850181, МПК В 60 G 7/02, заявл. 23.10.2008, опубл. 14.12.2010, 9 с.
- [14] Эшельман Э., Павук Г., Викс Г. *Независимая подвеска ведущей оси*. Патент US7819411, МПК В 60 G 3/20, заявл. 02.05.2006, опубл. 26.10.2010, 12 с.

Статья поступила в редакцию 20.03.2015

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Горбунов А.Ю., Смирнов А.А. Анализ перспективных конструкций несущих систем грузовых автомобилей на примере патентов мировых производителей. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2015, вып. 4.

URL: <http://engjournal.ru/catalog/mesc/msds/1379.html>

Горбунов Алексей Юрьевич — магистрант кафедры «Колесные машины» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Область научных интересов: проектирование узлов колесных машин повышенной проходимости. e-mail: goralex89@mail.ru

Смирнов Александр Анатольевич — канд. техн. наук, доцент кафедры «Колесные машины» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 20 работ в области проектирования узлов колесных машин повышенной проходимости. e-mail: smr_a@mail.ru

Analysis of perspective designs of truck bearing systems on the example of patents of world manufacturers

© A.Yu. Gorbunov, A.A. Smirnov

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

The article presents the analysis of the most significant inventions in the field of vehicle bearing systems from the world leading automakers and automotive component manufacturers. The most rational and technological designs of frames, cross members, side members, subframes are described. The basic approaches applied to their development are explained. Attention is paid to the distinction between vehicle bearing systems with dependent and independent suspension. Constructive solutions providing the necessary strength, durability and protection of components and assemblies during vehicle operation are described. The basic development trends in the field of truck bearing systems are formulated.

Keywords: *patent research, patent search, bearing system, frame, side member, cross member, independent suspension module.*

REFERENCES

- [1] Faskhiev Kh.A., Pavlenko P.D. Valkova G.N. *Rama transportnogo sredstva* [Vehicle frame]. Patent no. 2025371 RF, IPC B 62 D 21/02. The applicant and patent holder: JSC (joint stock company) "KamAZ", appl. 15.02.94, publ. 30.12.94, 3 p.
- [2] Komarov V.V., Sultanov S.F. *Rama transportnogo sredstva* [Vehicle frame]. Patent no. 2176606 RF, IPC B 62 D 21/02. The applicant and patent holder: JSC (joint stock company) "KamAZ", appl. 07.02.2000, no. 2000102962/28, publ. 10.12.2001, 2 p.
- [3] Polyakov V.V., Timofeev V.M., Sultanov S.F. Kalimullin A.R. *Rama gruzovogo avtomobilya* [Truck Frame]. Patent no. 130943 RF, IPC B 62 D 21/02. The applicant and patent holder: JSC (joint stock company) "KamAZ", appl. 18.03.2013; publ. 10.08.2013, 2 p.
- [4] Rachkov R.V., Filippov V.A., Chekodaev A.A. *Rama transportnogo sredstva* [Vehicle frame] Patent no. 142042 PF, IPC B 62 D 21/02. The applicant and patent holder: JSC (joint stock company) "KamAZ", appl. 24.02.2014, no. 2014106806/11, publ. 20.06.2014, 2 p.
- [5] Ertelt Ch., Ubelacker A. *Front Cross-Member of a Commercial Vehicle* [In Russian: Perednyaya poperechina gruzovogo transportnogo sredstva]. Patent no. EP 2138381 Germany, IPC B 62 D 21/02. The applicant and patent holder: MAN Nutzfahrzeuge AG, appl. 30.04.2009, no. 09005966.8, publ. 30.12.2009, 9 p.
- [6] Eberle A., Lamche O., Jablonski S., Kreisel M., Preisker R., Ziehle Ju. *Chassis for a Commercial Vehicle with a Multi-Function Bearer Block* [In Russian: Rama kommercheskogo avtomobilya s modulnym mnogofunktsionalnym nesuschim blokom]. Patent no. EP 2159135 Germany, IPC B 62 D 21/02, B62D 31/02, B62D 27/02, B62D 47/02. The applicant and patent holder: MAN Nutzfahrzeuge AG, appl. 15.07.2009, no. 09009192.7, publ. 03.03.2010, 18 p.
- [7] Sattler S., Hintereder Ju. *Chassis Structure with damper for Utility Vehicle* [In Russian: Prostranstvennaya konstruktsiya ramy dlya gruzovogo avtomobilya]. Patent no. EP 2684778 (A2) Germany, IPC B 62 D 21/06. The

- applicant and patent holder: MAN Truck & Bus AG, appl. 9.03.2013, no. 20130001183; publ. 15.01.2014, 7 p.
- [8] Beuss H., Sonsalla N., Stockklausner W. *Front Spring Bracket for a Truck* [In Russian: Peredniy dempfiruemyy kronshtein dlya gruzovogo avtomobilya]. Patent no. EP 2257459, IPC B 62 D 21/15. The applicant and patent holder: Daimler AG, appl. 17.03.2009, no. 20090728622, publ. 23.07.2014, 2 p.
- [9] Cordea T. *Light-Weight, Roll-Bonded HeavyDuty Truck Frame Member* [In Russian: Legkiy sostavnoy element ramy tyazhelykh gruzovykh avtomobiley]. Patent no. US 0018248 A1, IPC B62D21/02, B62D 21/04, B21D 53/88. The applicant and patent holder: International Truck Intellectual Property Company, appl. 27.07.2009, no. 12/509,927, publ. 27.01.2011, 7 p.
- [10] Rowe R., Schmiedel G. *Vehicle Frame* [In Russian: Rama transportnogo sredstva]. Patent no. US 0071466, IPC B 62 D 21/17. The applicant and patent holder: Oshkosh Truck Corporation, 27.09.2004, no. 10/950,964, publ. 06.04.2006, 9 p.
- [11] Schreiner M., Roehl S., Pelko D. *Axle Assembly* [In Russian: Os v sbore]. Patent no. US 0079978, IPC B 62 G 9/00, B 62 D 25/20, B 23 P 11/00. The applicant and patent holder: Oshkosh Truck Corporation, appl. 17.09.2010, no. 12/885,125, publ. 07.04.2011, 28 p.
- [12] Cordier G., Cantuern L., Mella P., Courvoisier A. *Modular Independent Suspension and Method of Producing the Same* [In Russian: Modul nezavisimoy podveski i metod ego izgotovleniya]. Patent no. EP 2581240 Germany, IPC B 60 G 3/20, B 60 G 7/02, B 60 K 17/16, B 62 D 21/18. The applicant and patent holder: AxleTech International IP Holdings, appl. 10.10.2012, no. 12188010.8; publ. 17.04.2013, 21 p.
- [13] Cordier G. *Independent Suspension with Adjustable Sub-Frame* [In Russian: Nezavisimaya podveska s reguliruemyym podramnikom]. Patent no. US 7850181 USA, IPC B 60 G 7/02. The applicant and patent holder: AxleTech International IP Holdings, appl. 23.10.2008, no. 11/662,823; publ. 14.12.2010, 9 p.
- [14] Eshelman E., Pavuk G., Weeks G. *Six Link Independent Suspension for a Drive Axle* [In Russian: nezavisimaya podveska vedushey osi]. Patent no. US 7819411 USA, IPC B 60 G 3/20. The applicant and patent holder: Arvin Meritor Technology, appl. 02.05.2006, no. 11/415,668; publ. 26.10.2010, 12 p.

Gorbunov A.Yu., M. Sci. student at the Department of Wheeled Vehicles at Bauman Moscow State Technical University. Research interests: designing units for off-road wheeled vehicles. e-mail: goralex89@mail.ru.

Smirnov A.A., Candidate of Engineering Sciences (Ph.D.), associate professor at the Department of Wheeled Vehicles at Bauman Moscow State Technical University. The author of more than 20 publications in the field of designing units for off-road wheeled vehicles. e-mail: smr_a@mail.ru