

Научная статья
УДК 629.3

Алгоритм оптимального выбора типа транспортного средства для решения практических задач на примере модельного ряда автомобилей марки КАМАЗ

Сергей Алексеевич Абрамов¹, Виктор Иванович Соловьев²

^{1,2}Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия

¹383sergei@gmail.com

²solova-70@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются армейские полноприводные автомобили марки КАМАЗ колёсной формулы 6X6, серийно выпускающиеся с 1981 года по настоящее время. В статье кратко описаны три поколения полноприводных автомобилей КАМАЗ, состоящих на вооружении Вооружённых Сил СССР и Российской Федерации. Показаны их основные преимущества и недостатки, выявленные в ходе эксплуатации в войсках за последние 40 лет. Рассмотрены возможности дальнейшей модернизации с целью повышения технических характеристик. Авторами предложен алгоритм подбора типа автомобиля в зависимости от параметров проходимости.

Ключевые слова: подвижность, проходимость, модернизация, запас хода, ремонтпригодность, надёжность, тактико-техническая характеристика, грузоподъёмность, мощность, крутящий момент.

Для цитирования: Абрамов С.А., Соловьев В.И. Алгоритм оптимального выбора типа транспортного средства для решения практических задач на примере модельного ряда автомобилей марки КАМАЗ // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2024. № 3 (41).

Original article

Algorithm for optimal selection of vehicle type for solving practical problems using the example of the KAMAZ brand vehicle model range

Sergey A. Abramov¹, Viktor I. Soloviev²

^{1,2}Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russia

¹383sergei@gmail.com

²solova-70@mail.ru

Abstract. The article discusses KAMAZ army all-wheel drive vehicles of the 6X6 wheel arrangement, serially produced from 1981 to the present. The article briefly describes three

generations of KAMAZ all-wheel drive vehicles in service with the Armed Forces of the USSR and the Russian Federation. Their main advantages and disadvantages identified in the course of operation in the troops over the past forty years are shown. The possibilities of further modernization in order to improve technical characteristics are considered. The authors propose an algorithm for selecting the type of vehicle depending on the parameters of cross-country ability.

Keywords: mobility, cross-country ability, modernization, power reserve, maintainability, reliability, tactical and technical characteristics, carrying capacity, power, torque.

For citation: Abramov S.A., Soloviev V.I. Algorithm for optimal selection of vehicle type for solving practical problems using the example of the KAMAZ brand vehicle model range. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*. 2024. № 3 (41).

Введение

Важнейшей составляющей боевой и повседневной деятельности войск является её автотехническое обеспечение, связанное с использованием различных видов военной автомобильной техники при выполнении соединениями, частями и подразделениями поставленных задач.

Военная автомобильная техника по праву является основным средством обеспечения подвижности практически всех наземных объектов вооружения, обеспечивая тактическую и оперативную мобильность и маневренность всех видов воинских формирований.

Автомобили являются составной частью вооружения и военной техники Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ). Свыше 30 % различных систем вооружения монтируется на автомобилях: реактивные системы залпового огня «Град», «Торнадо»; мобильный, многоканальный зенитный ракетно-пушечный комплекс малой дальности «Панцирь-С1» и другие. Автомобили применяются для буксировки артиллерийских систем: Д-20, 2А18, МТ-12 «Рапира», 2А65 «Мста-б», ЗУ-23-2 и других. На автомобили устанавливаются различные мастерские, пункты управления, передвижные кухни, подвижные хлебозаводы и средства обеспечивающие боевое применение войск. Широко используются автомобили и в авиации. Так чтобы в воздух поднялся современный истребитель необходимо как

минимум девять автомобилей обеспечения: топливозаправщик, газозаправщик, подогреватель авиационных двигателей, подвижный кондиционер, заправщик специальными жидкостями и маслами, аэродромный подвижный источник питания, транспорт подвоза авиационных средств поражения, тягач и транспорт подвоза экипажа. Подвоз боеприпасов, горюче-смазочных материалов, военно-технического имущества войскам и эвакуация раненых практически полностью выполняется автомобилями.

Большую долю армейских полноприводных машин многоцелевого назначения в ВС РФ составляют автомобили марки КАМАЗ и Урал. Рассмотрим как изменился автомобиль марки КАМАЗ колёсной формулы: 6Х6 с момента принятия на вооружение и по настоящее время.

Основная часть

Первое поколение полноприводных автомобилей КАМАЗ

Первая партия грузовых автомобилей повышенной проходимости с колёсной формулой: 6Х6 Камского автомобильного завода – КамАЗ-4310 (рис. 1) поступила в войска СССР в первом полугодии 1981 года.

Автомобиль пользовался популярностью, снискал уважение водителей и обслуживающего персонала, по достоинству оценивших комфорт, удобство управления и обслуживания, его высокую проходимость и безопасность. Суммарно произведён 273901 автомобиль этой модели.



Рис. 1. Грузовой автомобиль КАМАЗ-4310

Первый полноприводный автомобиль марки КАМАЗ получил индекс КАМАЗ-4310. Он стал базовой моделью, на которой серийно выпускали целый ряд модификаций:

– КАМАЗ-43101: отличающейся от базовой модели повышенной грузоподъемностью до 7 т и удлинённой базой с колесной формулой 6х6, мощность двигателя увеличили до 162 кВт (220 л. с.) при 2600 об/мин. Для повышения проходимости автомобиль оснащался механической лебёдкой. Серийно КАМАЗ-43101 производился с 1989 года по 2001 год, всего выпущено 56106 машин [2];

– КАМАЗ-43105: полноприводный грузовой автомобиль повышенной проходимости с колесной формулой 6х6, с удлиненной платформой, без спального места, двигатель модели КАМАЗ-740.10, как и у базовой модели с теми же техническими характеристиками. Всего выпущено 21632 машины;

– КАМАЗ-43106: полноприводный грузовой автомобиль повышенной проходимости с колесной формулой 6х6, с удлиненной платформой, двигатель модели КАМАЗ-740.10-20, как на КАМАЗ-43101, грузоподъемность – 7 т, без лебёдки, производился с 1981 года по 1990 год, выпущено – 10931 машина;

– КАМАЗ-4410: полноприводный седельный тягач повышенной проходимости с колесной формулой 6х6, двигатель мощностью 162 кВт (220 л. с.) модель КАМАЗ-740.10-20, нагрузка на седельно-сцепное устройство – 5 т, производился с 1981 года по 2009 год, выпущено – 1022 машины [2];

– КАМАЗ-С4310: полноприводный спортивный автомобиль повышенной проходимости с колесной формулой 6х6, двигатель модели КАМАЗ-740, форсированный до мощности 213,3 кВт (290 л. с.), производился с 1989 года по 1991 год, произведено не более 30 машин;

– Тайфун-1: бронированный автомобиль для выполнения антитеррористических и других специальных задач. Серийно выпускается с 2013 года по настоящее время.

Основные технические характеристики автомобилей КАМАЗ-4310 и КАМАЗ-43106 представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные технические характеристики машин
КАМАЗ-4310 и КАМАЗ-43106

Параметр	Модель автомобиля	
	КАМАЗ-43101	КАМАЗ-43106
Колесная формула	6X6	6X6
Двигатель	КАМАЗ-740.10-20	
модель	КАМАЗ-740.10-20	
тип	V-образный 8-цилиндровый с самовоспламенением от сжатия, с непосредственным впрыском, 4-тактный с двумя клапанами на цилиндр	
мощность, кВт (л.с)	162 (220)	
Масса перевозимого груза, кг	6000	7000
Масса снаряженного автомобиля, кг	8745	8230
Полная масса автомобиля, кг	15205	15635
Распределение нагрузки снаряженного автомобиля, кг: через шины переднего моста (мостов) через шины задней тележки (моста)	4315 4430	4280 3950
Распределение нагрузки автомобиля полной массой, кг: через шины переднего моста (мостов) через шины задней тележки (моста)	5020 10185	5235 10400
Полная масса буксируемого прицепа, кг: по всем видам дорог и местности по улучшенным дорогам	7000 10000	7000 11500
Максимальная скорость автомобиля, км/ч	85	
Контрольный расход топлива при скорости 60 км/ч, л/100 км	30	31
Количество и ёмкость топливных баков, шт./л	2/ по 125	
Запас хода, не менее, км	600	600
Периодичность ТО, тыс. км	10000	10000
Наибольший угол преодолеваемого подъема, град	31	
Глубина преодолеваемого брода с предварительной подготовкой продолжительностью не более 10 мин, м	1,5	0,81
Высота преодолеваемой вертикальной стенки, м	0,5	
Максимальная ширина преодолеваемого рва, м	0,6	
Дорожный просвет, мм	365	
Радиус поворота габаритный, м:	11,3	

Трансмиссия автомобиля КАМАЗ-4310 и его модификаций механическая и включает в себя:

- сцепление: фрикционное, сухое, двухдисковое с автоматической регулировкой положения среднего диска, с периферийным расположением нажимных пружин;
- коробка передач: механическая, пятиступенчатая, трехвальная, с двумя синхронизаторами (2 и 3, 4 и 5 передач);
- раздаточная коробка – 2-ступенчатая, с принудительно блокируемым межосевым дифференциалом;
- главная передача, на каждом мосту: двойная (пара конических и пара цилиндрических шестерен);
- на каждом мосту установлен межколесный симметричный, не блокируемый дифференциал;
- привод переднего моста: постоянный неотключаемый.
- привод задних мостов: последовательный проходной [2].

Второе поколение полноприводных автомобилей КАМАЗ

Второе поколение полноприводных автомобилей КАМАЗ принято считать с серийного выпуска полноприводного автомобиля КАМАЗ-43114. Автомобиль повышенной проходимости выпускался на заводе КАМАЗ с 1996 по 2012 год. По требованию заказчика КАМАЗ-43114 выпускался с кабиной со спальным местом так и без него. В автомобиль КАМАЗ-43114 (рис. 2) было внедрено большое количество новых технических решений. Модернизирован двигатель, трансмиссия, тормозное управление. Автомобиль получил новые радиальные шины регулируемого давления.



Рис. 2. Грузовой автомобиль КАМАЗ-43114

Полноприводный автомобиль повышенной проходимости КАМАЗ-43118 (рис. 3), грузоподъемностью до 10 т, созданный на базе КАМАЗ-43114, отличается одной из лучших в своем классе удельной грузоподъемностью. Автомобиль КАМАЗ-43118 выпускается Камским автомобильным заводом с 1995 года. Всего выпущено более 150000 автомобилей данной модели.



Рис. 3. Грузовой автомобиль КАМАЗ-43118

Краткая техническая характеристика автомобилей КАМАЗ-43114 и КАМАЗ-43118 приведена в табл. 2.

Таблица 2

Техническая характеристика автомобилей КАМАЗ-43114 и КАМАЗ-43118

Параметр	Модель автомобиля	
	КАМАЗ-43114	КАМАЗ-43118
Колесная формула	6X6	6X6
Снаряженная масса, кг	9030	10400
Грузоподъемность, кг	8600	10000
Полная масса, кг	17900	20700
<i>Двигатель</i>		
модель	КамаЗ-740.31-240 (Евро-2)	КАМАЗ-740.30-260 (Евро-2)
тип	V-образный, 8-цилиндровый с турбонаддувом с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха, с самовоспламенением от сжатия, с непосредственным впрыском, 4-тактный с двумя клапанами на цилиндр	
Мощность, кВт (л. с.)	176 (240)	191 (260)
Рабочий объём, л	10,85	

Параметр	Модель автомобиля	
	КАМАЗ-43114	КАМАЗ-43118
Максимальный крутящий момент, Н·м	932	1079
<i>Трансмиссия</i>		
Сцепление	фрикционное, сухое, однодисковое, с центральной диафрагменной нажимной пружиной, с демпфером крутильных колебаний и с гидравлическим приводом с пневмоусилителем	фрикционное, сухое, двухдисковое, с автоматической регулировкой положения среднего диска, с периферийным расположением пружин, с демпфером крутильных колебаний и с гидравлическим приводом с пневмоусилителем
Коробка передач	механическая, десятиступенчатая	
Максимальная скорость, км/ч	90	90
Объём бака, л	170 и 125 или 2 × 210	350 и 210
Запас хода, км не менее	930	1750
Угол преодолеваемого подъема, % (град)	60 (31°)	

Подтверждением правильности проектных решений, заложенных в конструкцию полноприводных автомобилей второго поколения, могут по праву служить многочисленные победы спортивной команды завода в ралли-рейдах самой высокой сложности, выступающей на полноприводных автомобилях КАМАЗ.

Третье поколение полноприводных автомобилей повышенной проходимости марки КАМАЗ

В 1989 году Главным автомобильным управлением Министерства обороны СССР (ГЛАВТУ МО) были повышены требования по подвижности, предъявляемые к полноприводным машинам КАМАЗ, поступающими на вооружении Армии и Флота. В соответствии с этими требованиями полноприводные автомобили должны включать в себя унифицированные двухосные, трёхосные и четырёхосные машины. ГЛАВТУ МО кроме этого повысило требования к удельной мощности двигателя и к преодолению

брода до 1,75 м. До этого глубина преодолеваемого брода составляла до 1,5 м.

Разработка унифицированных армейских полноприводных автомобилей многоцелевого назначения семейства «Мустанг» – КАМАЗ-4350 (4×4), КамАЗ-5350 (6×6) и КамАЗ-6350 (8×8) – началась на Камском автозаводе, после выхода постановления Правительства СССР №721-161 от 24 июня 1987 года.

В 2003 году начато серийное производство нового поколения полноприводных автомобилей «Мустанг», разработанное ОАО «КАМАЗ».

Автомобили семейства «Мустанг» представляли глубоко модернизированный КАМАЗ-43114. Основой стал автомобиль с колёсной формулой 6×6 получивший заводской индекс: КАМАЗ-5350 (рис. 4). На базовой модели, семейства «Мустанг», установили новый дизельный двигатель с турбонаддувом мощностью 191 кВт (260 л.с.) Грузоподъемностью автомобиля осталась прежней – 6,0 т. На основе базовой модели были разработаны две модификации: автомобиль КАМАЗ-4350 и КАМАЗ-43501 с колесной формулой 4×4 грузоподъемностью 4,0 т, с двигателем мощностью 176 кВт (240 л.с.) и автомобиль КАМАЗ-6350 с колесной формулой 8×8 грузоподъемностью 10,0 т, с двигателем мощностью 265 кВт (360 л.с.). Также были разработаны и запущены в серийное производство полноприводные седельные тягачи: КАМАЗ-53504 с колёсной формулой 6Х6 и КАМАЗ-6450 с колёсной формулой 8Х8. Кроме Вооружённых Сил полноприводные автомобили широко применяются в экономическом комплексе России. Автомобили семейства «Мустанг» могут применяться во всех климатических зонах Российской Федерации. Данные автомобили могут применяться и в условиях высокогорья на высотах до 4655 м над уровнем моря [1].



Рис. 4. Грузовой автомобиль КАМАЗ-5350 «Мустанг»

Основные технические характеристики автомобилей семейства «Мустанг» приведена в табл. 3 [5].

Таблица 3

Техническая характеристика автомобилей семейства «Мустанг»

Параметр	Модель автомобиля		
	4350	5350	6350
Колесная формула	4×4	6×6	8×8
Масса перевозимого груза, т	3,8	6,0	10,0
Масса снаряженного автомобиля, т	7,9	9,65	12,40
Полная масса автомобиля, т	11,9	15,85	22,6
Допустимая полная масса автопоезда, т	18,7	27,85	37,7
Распределение нагрузки снаряженного автомобиля, т: через шины переднего моста (мостов) через шины задней тележки (моста)	4,72 3,18	4,65 5,0	7,55 4,85
Распределение нагрузки автомобиля полной массой, т: через шины переднего моста (мостов) через шины задней тележки (моста)	5,3 6,6	5,25 10,6	10,1 12,5
Полная масса буксируемого прицепа, т: по всем видам дорог и местности по улучшенным дорогам	5,0 7,0	8,0 12,0	12,0 15,0
Максимальная скорость автомобиля, км/ч	100	100	95
Контрольный расход топлива при скорости: 40 км/ч, л/100 км 60 км/ч, л/100 км	22,0 26,5	25,0 27,0	30,0 36,5
Периодичность ТО, тыс. км	15	15	15
Наибольший угол преодолеваемого подъема, град	31	31	31
Угол преодолеваемого косогора, град	20	20	20
Глубина преодолеваемого брода с предварительной подготовкой продолжительностью не более 10 мин, м	1,75	1,75	1,75
Высота преодолеваемой вертикальной стенки, м	0,5	0,5	0,5
Максимальная ширина преодолеваемого рва, м	0,6	0,6	1,4
Дорожный просвет, мм	385	385	385

Основными достоинствами автомобилей семейства «Мустанг» являются [5]:

- повышение подвижности за счёт повышение мощности двигателей при одновременном удовлетворении экологических требований «EURO-2»;
- надежный, простой в обслуживании, неприхотливый к качеству топлива двигатель;
- длительный межремонтный период и высокая ремонтпригодность;
- увеличена подвижность за счёт применения блокируемых межколёсных дифференциалов на среднем и заднем мостах и блокируемого межосевого дифференциала между средними и задними мостами;
- существенно снижен расход топлива;
- вместо гидромуфты привода вентилятора системы охлаждения установлена электромагнитная муфта, которая управляется водителем из кабины;
- упрощён процесс аварийного растормаживания автомобиля;
- значительно сокращено время процесса аварийного растормаживания автомобиля;
- установлен прозрачный расширительный бачок системы охлаждения, что упростило и ускорило ежедневное техническое обслуживание;
- надежные тормозные системы;
- модернизированная кабина с улучшенной эргономикой и большим люком для эвакуации водителя и пассажиров при опрокидывании автомобиля;
- за счет герметизации агрегатов и оборудования удалось достичь глубины преодолеваемого брода в 1,75 м;
- высокий уровень унификации автомобилей семейства (более 80 %) позволяет сократить затраты на приобретение запасных частей и материалов, а также номенклатуру оборудования для ремонта и технического обслуживания.

Основными недостатками автомобилей КАМАЗ 5350 являются:

- из-за большой нагрузки передний мост, при полной загрузке автомобиля, склонен к застреванию на грунтах с пониженной несущей способностью;
- рулевая тяга расположена таким образом, что ее можно повредить о камни или пни деревьев;
- выдача троса лебёдки только назад;
- применение привода лебёдки от коробки отбора мощности, что не позволяет пользоваться ей при неработающем двигателе.

Эксплуатация автомобилей КАМАЗ-4310 и его модификаций выявила ряд недостатков:

1. Нерациональное распределение нагрузки по осям машины с полной загрузкой, приводит к застраиванию на бездорожье, особенно в песках и грунтах с пониженной несущей способностью.
2. Отсутствие блокировки межколёсных дифференциалов и блокировки дифференциала среднего и заднего моста резко снижает проходимость автомобиля по бездорожью, что снижает подвижность в целом.
3. Регулятор-включатель гидромuffты привода вентилятора системы охлаждения двигателя установлен на патрубке, подводящем жидкость к правому блоку цилиндров, что затрудняет доступ к нему. Для переключения режима работы вентилятора системы охлаждения двигателя необходимо поднять кабину. Кроме того, на работу гидромuffты конструкторы задействовали одну секцию двухсекционного масляного насоса, что приводит к потере мощности двигателя.
4. Сравнительно малая мощность двигателя снижает динамику разгона, что в свою очередь приводит к снижению подвижности автомобиля.
5. Применение непрозрачного расширительного бачка системы охлаждения двигателя затрудняет контролировать уровень охлаждающей жидкости.

6. Шинные краны системы регулирования давления воздуха в шинах (СРДВШ) выполнены в виде резьбовых кран-букс, что увеличивает время их открытия и закрытия.

7. Конструкция кабины затрудняет эвакуацию водителя и пассажиров при опрокидывании автомобиля.

Опыт, накопленный при эксплуатации автомобилей КАМАЗ-4310 и их модификаций, показал правильность принятых при его проектировании решений и был использован при совершенствовании конструкции в следующих семействах полноприводных автомобилей. В тоже время, сохранялся запрос на увеличение проходимости полноприводных автомобилей марки КАМАЗ.

Проходимость – свойство машины, относящееся одновременно к среде и к машине, к их взаимодействию. Это характеристика комплексная, которая включает в себя ряд факторов, среди которых основными являются: физико-механические свойства полотна пути, конструкционные параметры движителя машины, её технические характеристики. Проходимость рассматривается как одно из свойств подвижности, характеризующее способность машины преодолевать заданное расстояние кратчайшим путем, т.е. считается, что произошла потеря проходимости, если машина остановилась [7].

Проходимость автомобиля можно увеличить за счет изменения:

1. Компоновки автомобиля.
2. Конструкции движителя.
3. Конструкции подвески колёс.
4. Конструкции трансмиссии.

Алгоритм выбора автомобилей по проходимости базируется на выборе критериев оценки проходимости. Таковыми критериями являются

- комплексный критерий сравнительной эффективности по проходимости;

- эмпирический показатель проходимости;
- общее сопротивление движению полноприводной колёсной машины [6].

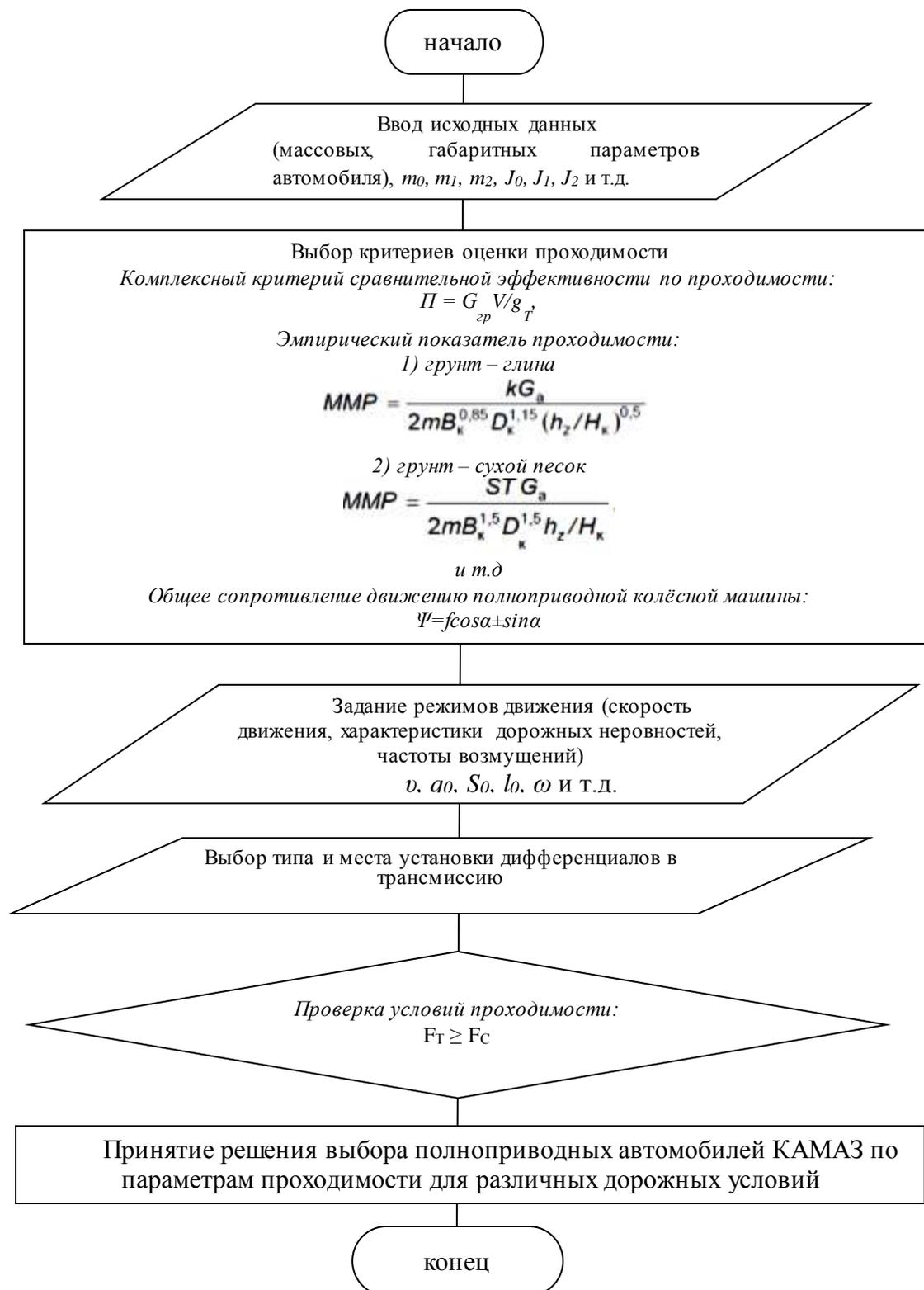


Рис. 5. Алгоритмическая схема методики выбора автомобиля по проходимости

Комплексным критерием сравнительной эффективности по проходимости для транспортных средств может служить выражение:

$$\Pi = G_{zp} V/g_T, \quad (1)$$

где G_{zp} – полезная нагрузка; V – скорость; g_T – расход топлива [6].

Эмпирический показатель проходимости, ММР (Mean Maximum Pressure) [8]:

$$MMP = \frac{kG_a}{2mB_k^{0,85} D_k^{1,15} (h_z/H_k)^{0,5}}, \quad (2)$$

где G_a – вес автомобиля, кН; m – число осей; B_k – ширина профиля шины, м; D_k – диаметр колеса, м; h_z/H_k – относительный прогиб шин на твёрдой поверхности при нагрузке G_a , %; k – опытный коэффициент.

$$MMP = \frac{STG_a}{2mB_k^{1,5} D_k^{1,5} h_z/H_k}, \quad (3)$$

где G_a – вес автомобиля, кН; m – число осей; B_k – ширина профиля шины, м; D_k – диаметр колеса, м; h_z/H_k – относительный прогиб шин на твёрдой поверхности при нагрузке G_a , %; для песка $S = 0,6$; для протектора с рисунком высокой проходимости $T = 3,3$.

При наличии в трансмиссии блокируемых дифференциалов значение ММР уменьшают на 2...3%.

По результатам испытаний полноприводных автомобилей в табл. 4 приведены рекомендуемые значения ММР. Для колёсных машин, у которых масса свыше 6 т, рекомендуется $MMP < 350$ кПа.

Таблица 4

Рекомендуемые значения MMP для машин высокой проходимости

Грунтовые условия	MMP , кПа		
	для многократных проходов (идеальное значение)	удовлетворительное значение	приемлемо для одного прохода
Влажный мелкозернистый грунт	150	200	300
Торфяники	30	50	60
Тундра и европейские болота	5	10	15
Снег	10	25	30

Общее сопротивление движению полноприводного автомобиля оценивают с помощью коэффициента ψ по следующей формуле:

$$\Psi = f \cos \alpha \pm \sin \alpha, \quad (4)$$

где f – коэффициент сопротивления качению; α – угол подъема (спуска) [8].

Согласно алгоритму, определяем проходимость по основным типичным грунтовым условиям.

Принятие решения выбора полноприводных автомобилей КАМАЗ по параметрам проходимости для различных дорожных условий

Предлагается методика выбора полноприводных автомобилей КАМАЗ по параметрам проходимости, расчета и для различных дорожных условий, позволяющая прогнозировать соответствие образцов предъявляемым требованиям и модернизировать их с целью повышения проходимости.

Конструкторы КАМАЗ для увеличения проходимости, выбрали наиболее рациональное, экономически обоснованное изменения конструкции уже существующей трансмиссии. Трансмиссия оказывает большое влияние на проходимость автомобиля. В первую очередь на проходимость оказывает степень использования сцепления колёс с грунтом; плавность изменения момента, подводимого к ведущим колесам; затраты мощности на буксование. Определяющим является характер связи между ведущими колёсами, что зависит от схемы трансмиссии, а также свойствами и местом размещения дифференциалов в ней. В третьем поколении полноприводных автомобилей колёсной формулы 6Х6 семейства «Мустанг» для повышения проходимости конструкторы установили принудительно блокируемые межколёсные дифференциалы на среднем и задних мостах и принудительно блокируемый межосевой дифференциал среднего и заднего моста. Модернизация трансмиссии показана в табл. 5.

Таблица 5

Модернизация трансмиссии автомобилей колёсной формулы 6Х6 семейства «Мустанг»

Дифференциал, тип	марка автомобиля (поколение)		
	КАМАЗ-4310 (первое поколение)	КАМАЗ-43114 (второе поколение)	КАМАЗ-5350 (третье поколение)
межосевой между переднем мостом и задней тележкой	несимметричный, блокируемый	несимметричный, блокируемый	несимметричный, блокируемый
межосевой между средним и заднем мостом	симметричный, неблокируемый	симметричный, неблокируемый	симметричный, блокируемый
межколёсный переднего моста	симметричный, неблокируемый	симметричный, неблокируемый	симметричный, неблокируемый
межколёсный среднего моста	симметричный, неблокируемый	симметричный, неблокируемый	симметричный, блокируемый
межколёсный заднего моста	симметричный, неблокируемый	симметричный, неблокируемый	симметричный, блокируемый

Заключение

Конструкция автомобилей семейства «Мустанг», разработанная инженерами ОАО «КАМАЗ», позволяет проводить её модернизацию. В первую очередь необходимо установить новый современный двигатель более мощный и в тоже время более лёгкий, что позволит улучшить тягово-скоростные свойства машины и проходимость за счёт распределения сбалансированной нагрузки по осям. Так же напрашивается установка лебёдки с электроприводом, что позволит проводить самовытаскивание даже с неработающим двигателем. По опыту применения машин семейства «Мустанг» в зоне проведения Специальной военной операции, необходимо внести изменения в конструкцию автомобиля для повышения защищённости и живучести.

Список источников

1. Автомобили КАМАЗ-4350, -5350, -6350. Руководство по устройству, эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту. – Набережные Челны, 2004.

2. Руководство по эксплуатации автомобилей КамАЗ 6х6. – Москва : Воениздат, 1987.
3. Учебное пособие «Автомобили КАМАЗ-5320, КАМАЗ-4310, Урал-4320». – Москва : Издательство ДОСААФ СССР, 1987 г.
4. Устройство автомобиля КАМАЗ-5350 : учебное пособие для студентов военных центров, обучающихся по специальностям автомобильного профиля в 2-х частях / В. С. Добровольский, П. Н. Квасов, Н. С. Подольский [и др.]. Том Часть 1. – Москва : Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2021. – 210 с. – EDN BGZSSU.
5. Устройство автомобиля КАМАЗ-5350 : Учебное пособие для студентов военных центров, обучающихся по специальностям автомобильного профиля в 2-х частях / В. С. Добровольский, П. Н. Квасов, В. И. Соловьев [и др.]. Том Часть 2. – Москва : Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2022. – 340 с. – EDN KWQJMD.
6. Гладов, Г. И. Специальные транспортные средства : проектирование и конструкции : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Многоцелевые гусенич. и колес. машины" направления подготовки дипломир. специалистов "Трансп. машины и трансп.-технол. комплексы" / Г. И. Гладов ; Г. И. Гладов, А. М. Петренко ; под ред. акад. Рос. акад. проблем качества, д.т.н., проф. Г. И. Гладова. – Москва : Академкнига, 2004. – ISBN 5-94628-134-8. – EDN QNSERL.
7. Агейкин, Я. С. Проходимость автомобиля / Я. С. Агейкин, Н. С. Вольская, И. В. Чичекин. – Москва : МГИУ, 2010. – 275 с. – ISBN 978-5-276-01741-1. – EDN SDSQUJ.
8. Котович, С. В. Двигатели специальных транспортных средств : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Многоцелевые гусеничные и колёсные машины" направления подготовки дипломированных специалистов "Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы" / С. В. Котович ; С. В. Котович ; Московский автомобильно-дорожный ин-т (гос. технический ун-т). – Москва : Московский автомобильно-дорожный ин-т (гос. технический ун-т), 2008. – 160 с. – EDN QNVOPP.

References

1. *Avtomobili KAMAZ-4350, -5350, -6350. Rukovodstvo po ustroystvu, ekspluatatsii, tekhnicheskomu obsluzhivaniyu i remontu* (KAMAZ-4350, -5350, -6350 vehicles. Manual for the device, operation, maintenance and repair), Naberezhnyye Chelny, 2004.
2. *Rukovodstvo po ekspluatatsii avtomobiley KamAZ 6x6* (Operation Manual for KAMAZ 6x6 vehicles), Moscow, Voenizdat, 1987.

3. Uchebnoye posobiye «Avtomobili KAMAZ-5320, KAMAZ-4310, Ural-4320» (Textbook "KAMAZ-5320, KAMAZ-4310, Ural-4320 Vehicles"), Moscow, Izdatel'stvo DOSAAF SSSR, 1987.
4. Dobrovolskiy V.S., Kvasov P.N., Solov'yev V.I., Podol'skiy N.S., Abramov S.A. *Ustroystvo KAMAZ-5350. Chast' 1. Obshcheye ustroystvo, dvigateli, elektrooborudovaniye* (KAMAZ-5350 Device. Part 1), Moscow, MADI, 2021, 210p.
5. Dobrovolskiy V.S., Kvasov P.N., Solov'yev V.I., Podol'skiy N.S., Abramov S.A. *Ustroystvo KAMAZ-5350. Chast' 2. Transmissiya, khodovaya chast', mekhanizmy upravleniya* (KAMAZ-5350 Device. Part 2. Transmission, Chassis, Control Mechanisms"), Moscow, MADI, 2021, 340 p.
6. Gladov G.I., Petrenko A.M. *Spetsial'nyye transportnyye sredstva* (Special vehicles), Moscow, Akademkniga, 2004.
7. Ageykin YA.S., Vol'skaya N.S., Chichekin I.V. *Prokhodimost' avtomobilya* (Vehicle cross-country ability), Moscow, MGIU, 2010, 275 p.
8. Kotovich S.V. *Dvizhiteli spetsial'nykh transportnykh sredstv* (Propellers of special vehicles), Moscow, MADI, 2008, 160 p.

Рецензент: Н.И. Баурова, д-р тех. наук, проф., МАДИ

Информация об авторах

Абрамов Сергей Алексеевич, канд. техн. наук, доц., МАДИ.

Соловьев Виктор Иванович, канд. техн. наук, доц., МАДИ.

Information about the authors

Abramov Sergey A., candidate of sciences (technical), associated professor, MADI.

Soloviev Viktor I., candidate of sciences (technical), associated professor, MADI.

Статья поступила в редакцию 24.09.2024; одобрена после рецензирования 27.09.2024; принята к публикации 30.09.2024.

The article was submitted 24.09.2024; approved after reviewing 27.09.2024; accepted for publication 30.09.2024.