

УДК 623.9: 623.4.01

DOI: 10.22213/2413-1172-2023-2-69-75

Методика оценки влияния характеристик дизельного двигателя на показатели подвижности военной гусеничной машины

А. Л. Ахтулов, доктор технических наук, профессор, Омский автобронетанковый инженерный институт, Омск, Россия

К. А. Чутков, доктор технических наук, Новосибирское высшее военное командное училище, Новосибирск, Россия

Д. С. Агафонов, кандидат технических наук, Новосибирское высшее военное командное училище, Новосибирск, Россия

Опыт проведения Специальной военной операции подтверждает необходимость улучшения характеристик отечественных образцов вооружения и военной техники с целью результативного противодействия западным образцам вооружения. Эффективное противодействие может быть обеспечено улучшением основных боевых характеристик образцов вооружения и военной техники. Учитывая высокий потенциал применяемых противником средств разведки, позволяющих быстро определить местонахождение используемых Вооруженными силами Российской Федерации комплексов вооружения и военной техники, а также использование высокоточного оружия с системами спутникового наведения на цель, особую роль приобретает такое свойство боевой эффективности, как подвижность.

Военные гусеничные машины, являющиеся основным средством обеспечения подвижности войск, представлены большим многообразием, что связано с их функциональным назначением. Независимо от функционального назначения основным оценочным показателем военных гусеничных машин являются их боевые рабочие характеристики, одним из важнейших свойств которых является подвижность.

Улучшение основных показателей подвижности необходимо начинать с пересмотра тактико-технических требований к комплексам вооружения и военной техники, после чего необходимо провести поиск путей достижения вновь сформированных тактико-технических требований. На данном этапе особую важность имеют методики оценки влияния применения того или иного технического решения на показатели вооружения и военной техники в целом.

Для сравнительной оценки гусеничных машин различных конструкций, а также для оценки влияния применения новых технических решений на основные показатели характеристик подвижности необходима методика оценки влияния работы дизельного двигателя на показатели подвижности военной гусеничной машины.

Представлена методика оценки влияния характеристик дизельного двигателя на показатели подвижности военных гусеничных машин, которая позволяет рассчитать среднюю скорость военной гусеничной машины на основании вероятностных режимов работы двигателя. Разработанная методика реализована в программном комплексе для электронных вычислительных машин.

Ключевые слова: быстроходная гусеничная машина, подвижность, показатели подвижности, средняя скорость.

Введение

Военные гусеничные машины, являющиеся основным средством обеспечения подвижности войск, представлены большим многообразием, что связано с их функциональным назначением. Независимо от функционального назначения основным оценочным показателем характеристик военных гусеничных машин является их боевая эффективность, одним из важнейших свойств которой является подвижность [1]. Рассматривая влияние подвижности на боевую эффективность, необходимо различать тактическую [2] и оперативную подвижность [3]. Под тактической подвижностью понимается способность военных

гусеничных машин передвигаться как непосредственно перед боем, так и в ходе боя, при этом движение, как правило, осуществляется в колоннах подразделений [4]. Под оперативной подвижностью понимается способность военных гусеничных машин совершать марш до столкновения с противником из района сосредоточения в зону боевых действий и осуществляется, как правило, в составе колонн частей и соединений.

Таким образом, для тактической подвижности характерны кратковременные пробеги с большим количеством разгонов и торможений, а для оперативной подвижности характерны достаточно продолжительные марши с большой вариацией дорожных условий, совершенствование кото-

рых неразрывно связано с улучшением энергетических характеристик дизельного двигателя военной гусеничной машины. С этой целью проводятся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, в ходе которых изыскиваются новые и перспективные конструктивные решения и базовые технологии создания новых и модернизации существующих военных гусеничных машин [5]. На данном этапе широкое применение находят методики оценки целесообразности внедрения конкретных конструктивных решений [6].

Для сравнительной оценки гусеничных машин различных конструкций [7], а также для оценки влияния применения новых технических решений на основные показатели подвижности необходима методика оценки влияния характеристик дизельного двигателя на показатели подвижности военной гусеничной машины (см. Ахтулов А. Л., Агафонов Д. С., Шелпаков С. Ю. Методика процесса формирования тактико-технических требований к бронетанковому вооружению и технике при организации производства // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2020. № 4. С. 22–28).

Анализ состояния вопроса

В настоящее время наибольшее распространение получили два типа методик:

- когда показатели подвижности определяются с помощью математического моделирования физического процесса взаимодействия системы «среда – машина – водитель»;
- когда показатели подвижности определяются с помощью моделирования процесса взаимодействия системы «среда – машина – водитель» на основании полученных статистически устойчивых закономерностей.

Первый тип методик нашел свое применение и получил дальнейшее развитие в математической модели подвижности военной техники НАТО [8]. При своем достаточно высоком уровне точности оценки подвижности машин, которая уже в 80-х годах достигала [9] порядка 85 % [10], эта методика имеет большое количество входных данных, что делает ее весьма громоздкой. Указанную методику предпочтительно использовать при прогнозировании скорости движения военных гусеничных машин в местах конкретного театра военных действий.

Второй тип методик основан на определении функции распределения вероятности скорости движения военных гусеничных машин и базируется на обобщенных статистических данных [11]. По результатам анализа статистических данных, полученных экспериментальным пу-

тем, были выявлены эмпирические зависимости динамических характеристик режимов работы моторно-трансмиссионной установки от условий эксплуатации военных гусеничных машин. Статистические данные были получены экспериментальным путем в ходе эксплуатации военных гусеничных машин на территории Российской Федерации и бывших республик Советского Союза.

Для оценки оперативной и тактической подвижности военных гусеничных машин необходимо выбрать статистическую модель условий эксплуатации. В процессе формирования данной модели рационально выбрать условия, позволяющие предельно полно оценить влияние характеристик дизельного двигателя на основные показатели оперативной и тактической подвижности в наиболее обобщенных условиях эксплуатации [12].

Таким образом, возникает потребность в методическом аппарате для наиболее рационального расчета и обоснования внедрения новых технических решений в проектируемые дизельные двигатели.

Цель исследования – разработка методики, позволяющей оценить влияние характеристик дизельного двигателя на показатели подвижности военной гусеничной машины на стадии проектирования или глубокой модернизации.

Решение поставленной задачи

Для оценки влияния характеристик дизельного двигателя на показатели подвижности военной гусеничной машины необходимо определить характер движения машины в условиях эксплуатации [13]. Эти данные позволят сформировать таблицу режимов работы двигателя по показателям частоты вращения коленчатого вала двигателя и нагрузки. В расчетах за основу принималось движение по типовой трассе, включающей в себя: участки с препятствиями и крутыми поворотами; движение по синусоидальной траектории с предопределенной длиной полуволны; участки, на которых движение ограничивается системой подрессоривания; участки, на которых движение осуществляется в предельном тяговом режиме; участки, на которых движение осуществляется в режиме «разгон – торможение».

В существующих методиках оценки подвижности военных гусеничных машин одним из показателей исходных данных является удельная мощность образца. Удельная мощность представляет собой максимальную мощность дизельного двигателя, отнесенную ко всей массе образца. При этом стоит отметить, что макси-

мальную мощность двигатель развивает на определенном интервале частот вращения коленчатого вала при нагрузке 70...90 %. Данные режимы работы составляют менее 20 % работы двигателя [14]. Таким образом, использование в качестве исходных данных указанного выше показателя позволяет упростить методику расчета [15], но не дает возможности сформировать объективные данные по показателям подвижности [16].

В связи с этим в разработанной методике в качестве исходных данных удельную мощность образца целесообразно заменить средней мощностью двигателя, определенной исходя из данных таблицы вероятностных режимов работы дизельного двигателя, включающей данные частот вращения коленчатого вала двигателя при принятии различной нагрузки, полученной по результатам ходовых испытаний военных гусеничных машин (см. таблицу).

Распределение вероятности режимов работы дизельного двигателя военной гусеничной машины
Probability distribution of operating modes of a diesel engine of a military tracked vehicle

Нагрузка	Частота вращения коленчатого вала, x1000 мин ⁻¹											
	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9
$a (N_e = 0,9N_{e\text{вн}})$	$x_{2,0}^a$	$x_{1,9}^a$	$x_{1,8}^a$	$x_{1,7}^a$	$x_{1,6}^a$	$x_{1,5}^a$	$x_{1,4}^a$	$x_{1,3}^a$	$x_{1,2}^a$	$x_{1,1}^a$	$x_{1,0}^a$	$x_{0,9}^a$
$b (N_e = 0,8N_{e\text{вн}})$	$x_{2,0}^b$	$x_{1,9}^b$	$x_{1,8}^b$	$x_{1,7}^b$	$x_{1,6}^b$	$x_{1,5}^b$	$x_{1,4}^b$	$x_{1,3}^b$	$x_{1,2}^b$	$x_{1,1}^b$	$x_{1,0}^b$	$x_{0,9}^b$
$c (N_e = 0,7N_{e\text{вн}})$	$x_{2,0}^c$	$x_{1,9}^c$	$x_{1,8}^c$	$x_{1,7}^c$	$x_{1,6}^c$	$x_{1,5}^c$	$x_{1,4}^c$	$x_{1,3}^c$	$x_{1,2}^c$	$x_{1,1}^c$	$x_{1,0}^c$	$x_{0,9}^c$
$d (N_e = 0,6N_{e\text{вн}})$	$x_{2,0}^d$	$x_{1,9}^d$	$x_{1,8}^d$	$x_{1,7}^d$	$x_{1,6}^d$	$x_{1,5}^d$	$x_{1,4}^d$	$x_{1,3}^d$	$x_{1,2}^d$	$x_{1,1}^d$	$x_{1,0}^d$	$x_{0,9}^d$
$e (N_e = 0,5N_{e\text{вн}})$	$x_{2,0}^e$	$x_{1,9}^e$	$x_{1,8}^e$	$x_{1,7}^e$	$x_{1,6}^e$	$x_{1,5}^e$	$x_{1,4}^e$	$x_{1,3}^e$	$x_{1,2}^e$	$x_{1,1}^e$	$x_{1,0}^e$	$x_{0,9}^e$
$f (N_e = 0,4N_{e\text{вн}})$	$x_{2,0}^f$	$x_{1,9}^f$	$x_{1,8}^f$	$x_{1,7}^f$	$x_{1,6}^f$	$x_{1,5}^f$	$x_{1,4}^f$	$x_{1,3}^f$	$x_{1,2}^f$	$x_{1,1}^f$	$x_{1,0}^f$	$x_{0,9}^f$
$g (N_e = 0,3N_{e\text{вн}})$	$x_{2,0}^g$	$x_{1,9}^g$	$x_{1,8}^g$	$x_{1,7}^g$	$x_{1,6}^g$	$x_{1,5}^g$	$x_{1,4}^g$	$x_{1,3}^g$	$x_{1,2}^g$	$x_{1,1}^g$	$x_{1,0}^g$	$x_{0,9}^g$
$k (N_e = 0,2N_{e\text{вн}})$	$x_{2,0}^k$	$x_{1,9}^k$	$x_{1,8}^k$	$x_{1,7}^k$	$x_{1,6}^k$	$x_{1,5}^k$	$x_{1,4}^k$	$x_{1,3}^k$	$x_{1,2}^k$	$x_{1,1}^k$	$x_{1,0}^k$	$x_{0,9}^k$
Торможение двигателя	$x_{2,0}^T$	$x_{1,9}^T$	$x_{1,8}^T$	$x_{1,7}^T$	$x_{1,6}^T$	$x_{1,5}^T$	$x_{1,4}^T$	$x_{1,3}^T$	$x_{1,2}^T$	$x_{1,1}^T$	$x_{1,0}^T$	$x_{0,9}^T$

Примечание: $N_{e\text{вн}}$ – максимальная мощность при данной частоте вращения по внешней скоростной характеристике.

По результатам ходовых испытаний определяется средняя мощность дизельного двигателя по внешней характеристике N_{cy}^{cp} как

$$N_{cy}^{cp} = \sum_{i=0,9}^{i=2,0} N_i x_i^n, \tag{1}$$

где N_i – мощность двигателя на i -м вероятностном режиме работы; x_i^n – величина вероятности работы двигателя на i -м режиме.

На режиме торможения большое значение имеет показатель относительной тормозной мощности \bar{N}_m , который определяется по формуле

$$\bar{N}_m = \frac{N_{\tau}^{дв} + \Delta N_{арг}^{cp}}{N_{cy}^{cp} (\eta_{\tau}^H \eta_{хч}^H)^2}, \tag{2}$$

где $N_{\tau}^{дв} = \bar{N}_{\tau}^{дв} N_{cy}^{cp}$ – средняя тормозная мощность двигателя;

$\Delta N_{арг}^{cp}$ – приращение средней мощности, затрачиваемой на привод агрегатов;

$\bar{N}_{\tau}^{дв}$ – относительная тормозная мощность двигателя;

η_{τ}^H – КПД тормоза, учитывающий потери мощности при торможении;

$\eta_{хч}^H$ – КПД ходовой части, учитывающий потери мощности в зацеплении ведущего колеса с гусеницей.

Дорожные условия задаются в виде статистических распределений по пути следующих параметров:

- обобщенного коэффициента сопротивления движению f_c ;
- высота неровностей h ;
- длины неровностей L_n ;
- количество c препятствий по трассе;
- коэффициента сопротивления повороту μ_{max} .

Расчет суммарной удельной потери мощности холостого хода $f_{\text{пот}}$ производится суммированием потерь в трансмиссии $f_{\text{пот}}^{тп}$, гусеничном движителе $f_{\text{пот}}^{\Gamma-д}$ и системе поддрессоривания $f_{\text{пот}}^a$ и определяются по формуле

$$f_{\text{пот}} = f_{\text{пот}}^{\text{тп}} = f_{\text{пот}}^{\text{г.д}} + f_{\text{пот}}^{\text{а}}. \quad (3)$$

Средняя скорость при движении по трассе $v_{\text{сп}}$ определяется согласно формуле в [17] как

$$v_{\text{сп}} = \frac{1}{\omega_S^{\text{пп}}/v_{\text{пп}} + \omega_S^{\text{h}}/v_{\text{h}} + \omega_S^{\text{f}}/v_{\text{т}} + \omega_S^{\text{н}}/v_{\text{ц}}}, \quad (4)$$

где $\omega_S^{\text{пп}}$ – относительная протяженность участка с препятствиями и крутыми поворотами; ω_S^{h} – относительная протяженности участков с ограничениями скорости по системе подрессоривания; ω_S^{f} – относительная протяженность участка при движении в предельном тяговом режиме; $\omega_S^{\text{н}}$ – относительная протяженность участка при движении в цикле «торможение перед препятствием – разгон»; $v_{\text{пп}}$ – средняя скорость движения на участках с препятствиями; v_{h} – средняя скорость движения по участку с ограничением скорости по системе подрессоривания; $v_{\text{т}}$ – средняя скорость движения по участку в предельном тяговом режиме; $v_{\text{ц}}$ – средняя скорость на участке при движении в цикле «торможение перед препятствиями – разгон».

Относительная протяженность участка с препятствиями и крутыми поворотами [18] определяется по формуле

$$\omega_S^{\text{пп}} = \sum_i \omega_{Si}^{\text{пп}}, \quad (5)$$

где

$$\omega_{Si}^{\text{пп}} = \frac{n_{\text{пр}i} S_{\text{пр}i}}{1000}. \quad (6)$$

Относительная протяженность участков с ограничениями скорости по системе подрессоривания ω_S^{h} определяется по функции распределения неровностей [19] $F_S(h)$ как

$$\omega_S^{\text{h}} = 1 - F_S(h_0). \quad (7)$$

Высота проходной неровности h_0 определяется по скоростной характеристике системы подрессоривания [20].

Относительная протяженность участка при движении в предельном тяговом режиме ω_S^{f} определяется исходя из распределения препятствий и крутых поворотов на трассе по закону Пуассона, по среднему количеству препятствий на участке трассы протяженностью $l = 1$ км

$$\omega_S^{\text{f}} = P_{k=0}(\lambda)(1 - \omega_S^{\text{h}}), \quad (8)$$

где $P_{k=0}(\lambda)$ – вероятность протяженности участков трассы при отсутствии препятствий;

$$P_{k=0}(\lambda) = e^{-\lambda}, \quad (9)$$

$$\lambda = \sum_i n_{\text{пр}i} l, \quad (10)$$

где $n_{\text{пр}i}$ – количество препятствий на 1 км трассы.

Средняя скорость движения на участках с препятствиями $v_{\text{пп}}$ определяется по формуле

$$v_{\text{пп}} = \frac{\sum_i \omega_{Si}^{\text{пп}}}{\sum_i (\omega_{Si}^{\text{пп}} / v_{\text{пр}i})}. \quad (11)$$

Средняя скорость при движении в предельном тяговом режиме определяется по формуле

$$v_{\text{т}} = \frac{3,6 N_{\text{сy}}^{\text{ср}} \eta_{\text{тп}}^{\text{н}} \eta_{\text{хч}}^{\text{н}}}{G((f_c)_{\text{ср}} + f_{\text{пот}})} 9,8. \quad (12)$$

Средняя скорость при движении в предельном тяговом режиме по бетонному шоссе принимается равной максимальной скорости движения.

Средняя скорость при движении образца в колонне $v_{\text{к}}$ определяется по формуле

$$v_{\text{к}} = A v_{\text{сп}}, \quad (13)$$

где A – эмпирический коэффициент, зависящий от типа колонны.

Разработанная методика, позволяющая наиболее точно определить влияние характеристик дизельного двигателя на показатели подвижности военной гусеничной машины, реализована в программе для ЭВМ (Свидетельство Российской Федерации о государственной регистрации программ для ЭВМ RU 2022615026 от 29.03.2022. Оценка военно-технического уровня подвижности военных гусеничных машин года / Е. А. Юдников [и др.]).

Заключение и выводы

Таким образом, представленная методика оценки влияния характеристик дизельного двигателя на показатели подвижности быстроходной гусеничной машины позволяет на стадии проектирования и модернизации оценить целесообразность применения того или иного технического решения, тем самым ускоряя процесс принятия решения.

Разработанная на основании предложенной методики программа для ЭВМ может функцио-

нировать как отдельный программный комплекс, так и в составе системы автоматизированного проектирования, являясь его составным модулем.

Дальнейшее направление работы необходимо направить на формирование базы статистических данных режимов работы дизельного двигателя военных гусеничных машин в условиях войсковой эксплуатации и в ходе применения по назначению.

Библиографические ссылки

1. Анипко О. Б., Борисюк М. Д., Бусяк Ю. М. Концептуальное проектирование объектов бронетанковой техники : монография. Харьков : ХПИ, 2008. 196 с.
2. Малаховецкий А. А., Ивахненко Т. А., Солодов М. А. Улучшение подвижности военной гусеничной машины легкой категории по массе // Наука и военная безопасность. 2021. № 3 (26). 14–18.
3. Усов О. А. Расчетная оценка оперативной подвижности военных гусеничных машин // Наука и образование. 2016. № 11. С. 1–14. DOI: 10.7463/116/0850365; EID: 185878236
4. Шабалин Д. В., Иванов В. В. Теоретические аспекты проблемы экономичности танковых силовых установок. Омск : Омский автобронетанковый инженерный институт. 2022. 212 с. ISBN 978-5-6048085-5-9
5. Akhtulov A.L. The algorithm of numerical calculation of constraints reactions in a dynamic system of transport machine. AMSD, IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, 944, 2018, 012002, pp. 1-12. DOI: 10/1088/1742-6596/944/1/012002; EID: 2-s2.0-85042282003
6. Rogozin D. O., Rogozin O. K., Rogozin A. D. Война и мир в терминах и определениях: военно-политический словарь. М. : АТС, 2023. 304 с.
7. Жилина И. Ю. Мировой рынок вооружений и военной техники // Социальные и гуманитарные науки: Отечественная и зарубежная литература. Сер. 2: Экономика. 2018. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mirovoy-rynok-vooruzheniy-i-voennoy-tehniki> (дата обращения: 19.05.2023).
8. Головачёв Г. И., Соколенко В. Н., Родин А. А. Направления развития зарубежных машин огневой поддержки танковых и пехотных подразделений // Военная мысль. 2020. № 7. С. 142–156.
9. Подберезкин А. И. Состояние и долгосрочные военно-политические перспективы развития России в XXI веке. М. : Международные отношения, 2018. 1596 с.
10. Исследование путей увеличения уровня подвижности образцов БТВТ / М. Г. Гранкин, Р. В. Якимускин, И. И. Малахов, И. В. Бояркина // Наука и военная безопасность. 2018. № 2 (13). С. 16–21.
11. Павлов В. В. Проектировочные расчеты транспортных средств специального назначения (ТССН). М. : МАДИ, 2014. 116 с.
12. Формирование требований к силовым установкам с дизельными двигателями образцов БТВТ /

Д. С. Агафонов, А. Л. Ахтулов, В. Р. Эдигаров, Н. И. Прокопенко // Наука и военная безопасность. 2019. № 4 (19). С. 5–9.

13. Шелтаков С. Ю., Ахтулов А. Л., Агафонов Д. С. Математическое моделирование динамических характеристик дизельных двигателей военных гусеничных машин с устройством регулирования наддува // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2021. № 11-12 (61-62). С. 46–53.

14. Шабалин Д. В. Исследование проблем создания и путей совершенствования танковых силовых установок. Омск : ОАБИИ, 2020. 336 с. ISBN 978-5-6041595-2-1

15. Лепешинский И. Ю., Погодаев Д. В., Крюков К. С. Устройство базовых машин бронетанковой техники : в 2 ч. Омск : Изд-во ОмГТУ, 2021. 334 с. ISBN 978-5-8149-3285-3; 978-5-8149-3286-0

16. Расчетные исследования динамических качеств дизельного двигателя и гусеничной машины / В. А. Марков, Ф. Б. Барченко, В. А. Неверов, А. А. Савастенко, Ш. Р. Лотфуллин // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2022. № 3 (744). С. 3152. DOI: 10.18698/0536-1044-2022-3-31-52

17. Савочкин В. А., Дмитриев А. Л. Статистическая динамика транспортных и тяговых гусеничных машин. М. : Машиностроение, 1993. 320 с.

18. Алешечкин Н. Д. Методика определения средней скорости движения гусеничной машины при обучении вождению // Образование и наука в России и за рубежом. 2022. Т. 89, № 1.

19. К вопросу оценки управляемости гусеничных поездов на этапе проектирования с использованием комплекса натурноматематического моделирования / К. Б. Евсеев, Б. Б. Косицын, Г. О. Котиев, А. А. Стадудин // Труды НАМИ. 2022. № 1. С. 35–51.

20. Павлов В. В. Тяговый расчет транспортных средств специального назначения. М. : МАДИ, 2017. 76 с.

References

1. Anipko O.B., Borisyuk M.D., Busyak Yu.M. (2008) *Konceptual'noe proektirovanie ob'ektov bronzetankovoj tehniky : monografija* [Conceptual design of objects of armored vehicles: monograph]. Kharkov, NTU "KhPI", 2008. 196 p. (in Russ.).
2. Malakhovetsky A.A., Ivakhnenko T.A., Solodov M.A. (2021) [Improving the mobility of military tracked vehicles of light category by weight]. *Nauka i voennaja bezopasost'*, 2021, no. 3 (26), pp. 14-18. (in Russ.).
3. Usov O.A. (2016) [Estimated assessment of the operational mobility of military tracked vehicles. Science and Education]. *Nauka i obrazovanie*, 2016, № 11, pp. 1-14. DOI: 10.7463/116/0850365; EID: 185878236 (in Russ.).
4. Shabalin D.V. Ivanov V.V. (2022) *Teoreticheskie aspekty problemy jekonomichnosti tankovyh silovyh ustanovok* [Theoretical aspects of the problem of efficiency of tank power plant]. Omsk: OABII, 2022, 212 p. ISBN 978-5-6048085-5-9

5. Akhtulov A.L. (2018) [The algorithm of numerical calculation of constraints reactions in a dynamic system of transport machine]. *AMSD: IOP Publishing: Journal of Physics: Conference Series*, 944, 012002, pp. 1-12. DOI: 10/1088/1742-6596/944/1/012002; EID: 2-s2.0-85042282003
6. Rogozin D.O., Rogozin O.K., Rogozin A.D. (2023) [War and peace in terms and definitions: a military-political dictionary]. Moscow: ATS, 2023, 304 p. (in Russ.).
7. Zhilina I.Yu. (2018) [The world market of armaments and military equipment]. *Social'nye i gumanitarnye nauki: Otechestvennaja i zarubezhnaja literature*, Ser. 2: Jekonomika Abstract journal, 2018, no. 3 (in Russ.).
8. Golovachev G.I. Sokolenko V.N., Rodin A.A. (2020) [Directions of development of foreign fire support vehicles for tank and infantry units]. *Voennaja mysl'*, 2020, no. 7, pp. 142-156 (in Russ.).
9. Podberezkin A.I. (2018) *Sostojanie i dolgosrochnye voenno-politicheskie perspektivy razvitiya Rossii v XXI veke* [The state and long-term military-political prospects of Russia's development in the XXI century]. Moscow: Mezhdunarodnye otnoshenija Publ., 2018, 1596 p. (in Russ.).
10. Grankin M.G., Akimushkin R.V., Malakhov I.I., Boyarkina I.V. (2018) [Investigation of ways to increase the level of mobility of samples ATAE]. *Nauka i voennaja bezopasnost'*, 2018, no. 2 (13), pp. 16-21 (in Russ.).
11. Pavlov V.V. (2014) *Proektirovochnye raschety transportnyh sredstv special'nogo naznachenija (TSSN)* [Design calculations of special purpose vehicles (SPV)]. Moscow: MADI, 2014, 116 p. (in Russ.).
12. Agafonov D.S., Akhtulov A.L., Edigarov V.R., Prokopenko N.I. (2019) [Formation of requirements for power plants with diesel engines of BTVT samples]. *Nauka i voennaja bezopasnost'*, 2019, no. 4 (19), pp. 5-9 (in Russ.).
13. Shelpakov S.Yu., Akhtulov A.L., Agafonov D.S. (2021) [Mathematical modeling of the dynamic characteristics of diesel engines of military tracked vehicles with a boost control device]. *Voprosy oboronnoj tehniki. Serija 16: Tehnicheskie sredstva protivodejstvija terrorizmu*, 2021, no. 11-12(61-162), pp. 46-53 (in Russ.).
14. Shabalin D.V. (2020) *Issledovanie problem sozdaniya i putej sovershenstvovanija tankovyh silovyh ustanovok* [Research of problems of creation and ways of improvement of tank power plants]. Omsk: OABII, 2020, 336 p. (in Russ.).
15. Lepeshinsky I.Yu., Pogodaev D.V., Kryukov K.S. (2021) *Ustrojstvo bazovyh mashin bronetankovoj tehniki* [The device of basic armored vehicles]. Omsk: OmSTU Publ., 2021, 334 p. ISBN 978-5-8149-3285-3; 978-5-8149-3286-0 (in Russ.).
16. Markov V.A., Barchenko F.B., Neverov V.A., Savastenko A.A., Lotfullin Sh.R. (2022) [Computational studies of the dynamic qualities of a diesel engine and a tracked vehicle]. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Mashinostroenie*, 2022, no. 3(744), p. 3152. DOI: 10.18698/0536-1044-2022-3-31-52 (in Russ.).
17. Savochkin, V.A., Dmitriev A.L. (1993) [Statistical dynamics of transport and traction tracked vehicles]. Moscow: Mashinostroenie Publ., 1993, 320 p. (in Russ.).
18. Aleshechkin N.D. (2022) [Methodology for determining the average speed of a tracked vehicle when learning to drive]. *Obrazovanie i nauka v Rossii i za rubezhom*, 2022, vol. 89, no. 1, URL: <https://www.gymnal.ru/statyi/ru/2754/> (accessed: 19.05.2023).
19. Evseev K.B., Kositsyn B.B., Kotiev G.O., Stadukhin A.A. (2022) [On the issue of assessing the controllability of tracked trains at the design stage using a complex of full-scale mathematical modeling]. *Trudy NAMI*, 2022, no. 1, pp. 35-51. URL: <https://doi.org/10.51187/0135-3152-2022-1-35-51> (accessed: 19.05.2023).
20. Pavlov V.V., Kuvshinov V.V. (2016) *Tjagovyy raschet transportnyh sredstv special'nogo naznachenija* [Traction calculation of special purpose vehicles with a hydromechanical transmission]. Moscow: MADI, 2016, 76 p. (in Russ.).

The Method of Process of Formation of the Tactical and Technical Requirements for Armored Armament and Technology at the Organization of Production

A.L. Akhtulov, DSc in Engineering, Professor, Omsk Armored Engineering Institute, Omsk, Russia

K.A. Chutkov, DSc in Engineering, Novosibirsk Higher Military Command School, Novosibirsk, Russia

D.S. Agafonov, PhD in Engineering, Novosibirsk Higher Military Command School Novosibirsk, Russia

The experience of conducting a Special military operation confirms the need to improve the characteristics of domestic weapons and military equipment in order to effectively counter Western weapons. Effective counteraction can be provided by improving the basic properties of the combat effectiveness of weapons and military equipment. Taking into account the high level of effectiveness of the intelligence means used by the enemy, which make it possible to quickly determine the location of weapons and military equipment complexes used by the Armed Forces of the Russian Federation, as well as the use of high-precision weapons with satellite guidance systems on the target, a special role is played by such a property of combat effectiveness as mobility.

Military tracked vehicles, which are the main means of ensuring the mobility of troops, are represented by a large variety, which is associated with their functional purpose. Regardless of the functional purpose, the main evaluation indicator of military tracked vehicles is their combat effectiveness, one of the most important properties of which is mobility.

The improvement of the main mobility indicators should begin with a revision of the tactical and technical requirements for weapons and military equipment complexes, after which it is necessary to search for ways to achieve

the newly formed tactical and technical requirements. At this stage, methods of assessing the impact of the use of a particular technical solution on the characteristics of weapons and military equipment in general are of particular importance.

For a comparative assessment of tracked vehicles of various designs, as well as to assess the impact of the use of new technical solutions on the main indicators of mobility characteristics, a methodology is needed to assess the impact of diesel engine characteristics on the mobility indicators of a military tracked vehicle.

The article presents a methodology for assessing the influence of diesel engine characteristics on the mobility indicators of military tracked vehicles, which allows calculating the average speed of a military tracked vehicle depending on the obtained characteristics of a diesel engine based on the probabilistic operating modes of the engine. The developed technique is implemented in a software package for electronic computers.

Keywords: high-speed tracked vehicle, mobility, mobility indicators, average speed.

Получено 27.03.2023

Образец цитирования

Ахтулов А. Л., Чутков К. А., Агафонов Д. С. Методика оценки влияния энергетических характеристик дизельного двигателя на показатели подвижности военной гусеничной машины // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2023. Т. 26, № 2. С. 69–75. DOI: 10.22213/2413-1172-2023-2-69-75.

For Citation

Akhtulov A.L., Chutkov K.A., Agafonov D.S. (2023) [The Method of Process of Formation of the Tactical and Technical Requirements for Armored Armament and Technology at the Organization of Production]. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova*, 2023, vol. 26, no. 2, pp. 69-75 (in Russ.). DOI: 10.22213/2413-1172-2023-2-69-75.