

УДК 629.3.065

С.П. Мазін, Г.М. Маренко, І.Л. Страшний, М.О. Глущенко*Національна академія Національної гвардії України***ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНОЇ
МАШИНИ ДЛЯ РЕМОНТУ АВТОБРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ**

Пропонується нова конструкція підйомно-транспортної машини, основною відзнакою якої є наявність гідравлічного маніпулятора з лебідкою, а також колісного рушія підвищеної маневреності з керуванням по гусеничному і можливістю здійснювати поворот навколо своєї вертикальної осі.

Ключові слова: підйомно-транспортна машина, гідравлічний маніпулятор, автобронетанкова техніка.

С.П. Мазин, Г.Н. Маренко, И.Л. Страшный, Н.А. Глущенко*Национальная академия Национальной гвардии Украины***ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЙ
МАШИНЫ ДЛЯ РЕМОНТА АВТОБРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ**

Предлагается новая конструкция подъемно-транспортной машины, основным отличием которой является наличие гидравлического манипулятора с лебедкой, а также колесного движителя повышенной маневренности с управлением по гусеничному и возможностью осуществлять поворот вокруг своей вертикальной оси.

Ключевые слова: подъемно-транспортная машина, гидравлический манипулятор, автобронетанковая техника.

S.P. Mazin, G.M. Marenko, I.L. Strashnyi, M.O. Glushchenko*National Academy of the National Guard of Ukraine***RATIONALE OF CONSTRUCTION SCHEME OF LIFTING-TRANSPORT MACHINE
FOR REPAIR ARMORED VEHICLES**

The constructive scheme of the new lifting-transport machine is proposed. The main difference of the machine is the presence of a hydraulic manipulator with a winch, as well as a wheel propulsion of increased maneuverability with the ability to rotate around the vertical axis of the machine.

Key words: lifting-car, hydraulic manipulator, auto-armored vehicles.

Постановка проблеми. Під час технічного обслуговування та ремонту автобронетанкової техніки доводиться виконувати значну кількість вантажопідйомних робіт, як правило, силами штатних екіпажів з залученням фахівців ремонтних підрозділів.

Ремонтні роботи найчастіше виконуються на оглядових канавах та естакадах. В той же час слід зазначити, що піднімання і опускання автомобілів для ремонту можливо здійснювати з використання спеціальних підйомників, а для монтажу-демонтажу деяких вузлів і агрегатів, що мають відносно велику вагу (двигун, кабіна, агрегати трансмісії, ведучі мости, тощо) можуть використовуватись кран-балки та крани-укосини.

Однак вказане технологічне обладнання на сьогодні у військових частинах все ще мається у обмеженій кількості. Крім того, використання такого обладнання потребує наявності спеціальних стаціонарних приміщень, що накладає певні обмеження на виконання робіт з відновлення автобронетанкової техніки а польових умовах.

Аналіз свідчить, що під час виконання робіт з монтажу-демонтажу великовантажних вузлів і агрегатів автобронетанкової техніки в польових умовах та у стаціонарних парках військових частин в основному використовують кран-стрілу, встановлювану на колісну машину технічного обслуговування на шасі вантажного автомобіля (рис. 1).



Рис. 1. Машина технічного обслуговування МТО-АТ з кран-стрілою

Кран-стріла призначена для демонтажу, переміщення та монтажу агрегатів та вузлів під час ремонту машин, а також для піднімання інших вантажів [1]. Основним недоліком кран-стріли є те, що переміщення її з вантажем на крюку допускається на відстань не більш 5 метрів по спеціально підготовленій площадці й за умови фіксації вантажу розчалками. Крім того, компонування машини кран-стрілою, яка має нерегульовану довжину й не забезпечує поворот стріли в горизонтальній та вертикальній площинах призводить до ускладнення вантажопідйомних робіт. Також частими є випадки, коли оператор кран-стріли (водій машини технічного обслуговування) не має можливості спостерігати за процесом підйому й опускання агрегату безпосередньо на місце його установки, наведення на яке повинно бути виконане з високою точністю.

Вищезазначене свідчить про наявність проблеми, пов'язаної з відсутністю сучасного самохідного засобу, спеціально призначеного для виконання монтажу-демонтажу вузлів та агрегатів великої маси під час ремонту автобронетанкової техніки.

Огляд останніх досліджень і публікацій. Найбільш розповсюдженим засобом ремонту та монтажу-демонтажу вузлів та агрегатів великої маси під час ремонту автобронетанкової техніки в польових умовах, а також на навчаннях у відриві від місць постійної дислокації є майстерня технічного обслуговування типу МТО-АТ, виконана на шасі вантажного автомобіля [1].

Більш сучасним засобом для виконання підйомно-транспортних робіт, пов'язаних з ремонтом автобронетанкової техніки, є автомобіль ремонтно-евакуаційний КрАЗ-6322-056 [2] на базовому шасі КрАЗ-63221-019 вітчизняного виробництва (рис. 2). Автомобіль має вантажопідйомність 6900 кг, повну масу 23000 кг, вантажний момент маніпулятора 12,1 тм, виліт стріли 8,6 м. На автомобілі встановлені дизельний генератор та повітряний компресор.



Рис. 2. Автомобіль ремонтно-евакуаційний КрАЗ-6322-056

Результати проведеного аналізу свідчать, що вказані технічні засоби мають певні недоліки, пов'язані з їх практичним використанням для ремонту автобронетанкової техніки. Основні недоліки МТО-АТ наведені вище. Основними недоліками ремонтно-евакуаційного автомобіля можна вважати його значні габарити й масу, що обмежують його маневреність, високу потужність двигуна й, відповідно, відносно високі показники витрати палива на одиницю виконаної роботи. Використовувати його тільки на ремонтних роботах і тільки на території військової частини також є недоцільним, оскільки необхідно враховувати, що одним з показників його призначення є транспортування вантажів на відносно велику відстань.

В статті [3] приведено огляд сучасних трансмісій багатовісних машин. В ній особливу увагу приділено машині з гідростатично-механічною трансмісією. Також відзначено, що гідростатична трансмісія має переваги стосовно плавності руху і безступеневого режиму керування рухом, що має важливе значення виходячи з призначення транспортного засобу.

У праці [4] відзначено, що гідростатична передача є регульованою і легко може бути перетворена в автоматичну. У разі використання такої передачі значно спрощується керування машиною. У праці також визначено, що у разі використання гідростатичної передачі маса машини може зменшитись на 15...20% у порівнянні з механічною трансмісією, а також суттєво скорочується кількість механізмів і деталей, що швидко зношуються. Про доцільність використання гідростатичної передачі також свідчить статті [6, 7].

Мета статті – обґрунтування конструктивної схеми і визначення основних параметрів підйомно-транспортної машини для ремонту автобронетанкової техніки на території військової частини і в польових умовах. Слід зазначити, що машина, яка пропонується, не призначена для заміни МТО-АТ і ремонтно-евакуаційного автомобіля, а повинна доповнити їх можливості.

Виклад основного матеріалу. Для обґрунтування конструктивної схеми та параметрів машини, що пропонується, розглянемо операції які потребують монтажу-демонтажу агрегатів відносно великої маси. До таких операцій під час ремонту автобронетанкової техніки відносяться монтаж-демонтаж: двигунів бронетранспортерів (БТР) (маса від 275 до 850 кг); коробок передач БТР (маса від 60 до 743 кг); роздавальних коробок БТР (маса від 55 до 350 кг); ведучих мостів БТР (маса близько 110 кг); лебідки БТР та вантажних автомобілів КраЗ, МАЗ (маса близько 120 кг); двигунів та коробок передач автомобілів КраЗ, МАЗ (маса від 360 до 880 кг) ведучі мости КраЗ, МАЗ (маса близько 880 кг).

Слід зазначити, що часто з використанням мускульної сили, вручну транспортуються (переміщуються, навантажуються на різноманітні візки) агрегати та механізми автомобілів ГАЗ, ЗИЛ (маса до 480 кг); автомобільні колеса (маса до 220 кг) та деякі інші деталі й механізми, що може призводити до порушення правил техніки безпеки під час виконання робіт.

Враховуючи результати проведеного аналізу, параметри штатної автобронетанкової техніки підрозділів силових структур держави та особливості технології військового ремонту, пропонується до складу машини, що розробляється, включити такі агрегати: колісний рушій підвищеного рівня маневреності з гідростатичною трансмісією і поворотом по гусеничному; маніпулятор з канатною лебідкою; вантажну платформу; кабіну. Машина повинна мати, вантажопідйомність на крюку лебідки 1000 кг. Конструктивна схема машини, що пропонується, наведена на рис. 3. Машина має дві основні частини: колісний рушій та гідравлічний маніпулятор.

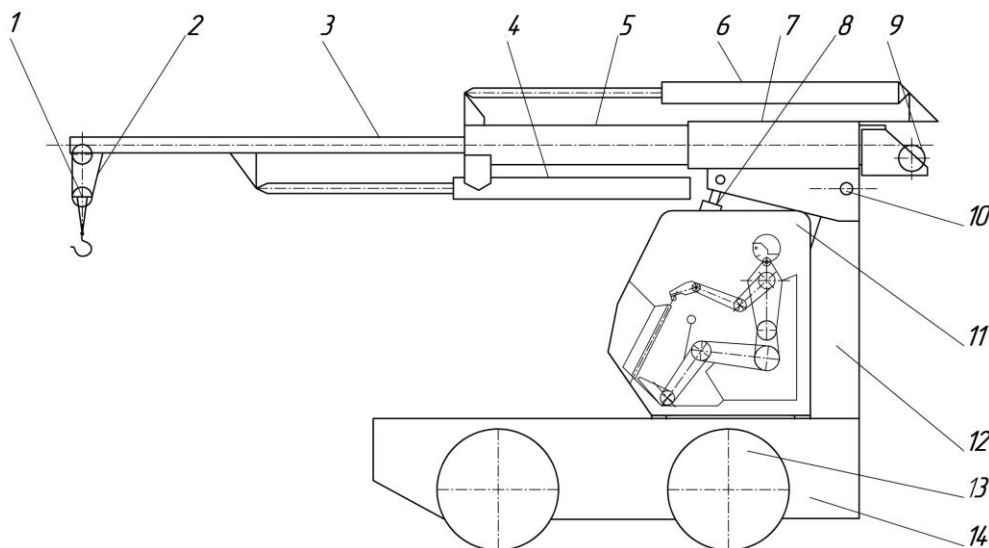


Рис. 3. Конструктивна схема машини:

1 – поліспаст; 2 – канат; 3 – балка телескопічна; 4 – гідравлічний циліндр; 5 – телескопічна балка; 6 – циліндр гідравлічний; 7 – напрямна балка; 8 – силові гідравлічні циліндри; 9 – лебідка; 10 – вісь; 11 – кабіна; 12 – кронштейн; 13 – колеса; 14 – рама

Колісний рушій складається з рами 14, з боків якої розташовано по два колеса 13, двигуна внутрішнього згорання й гідростатичної трансмісії. На передній частині рами виконана вантажна платформа, на задній частині встановлена кабіна 11 й виконана ніша для розміщення баластного вантажу.

Напрямна балка 7 маніпулятора віссю 10 приєднана до кронштейну 12 рами 14. Поворот напрямної балки навколо осі 10 виконується двома силовими гідравлічними циліндрами 8. У внутрішній частині напрямної балки 7 рухливо встановлена перша телескопічна балка 5, на задньому кінці якої закріплена лебідка 9. Поступальний рух телескопічної балки 5 виконується гідравлічним циліндром 6. У внутрішній частині телескопічної балки 5 також рухливо встановлена друга телескопічна балка 3. Поступальний рух телескопічної балки 3 виконується гідравлічним циліндром 4. Канат 2 лебідки 9 проходить через поліспаст 1 й приєднаний до телескопічної балки 3 за допомогою коуша.

Технологічна схема монтажу-демонтажу й транспортування на прикладі силового агрегату бронетранспортера з використанням машини запропонованої конструкції наведена на рис. 4.

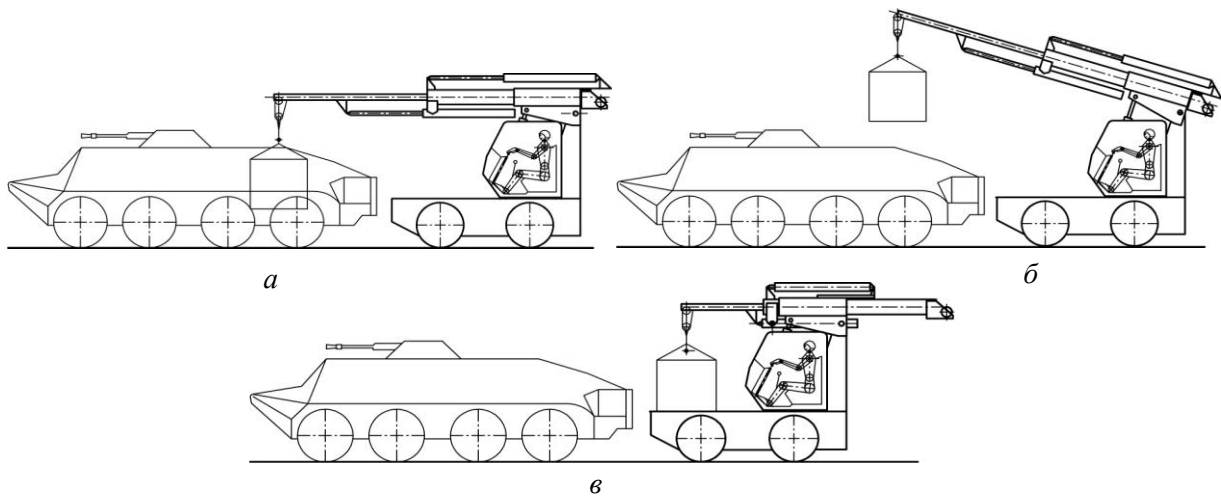


Рис. 4. Технологічна схема монтажу-демонтажу й транспортування агрегату:
***a* – закріплення вантажу; *б* – піднімання (опускання) силового агрегату з (до) моторного відсіку БТР; *в* – встановлення вантажу на платформі для транспортування**

Основними розрахунковими параметрами машини є конструктивні параметри маніпулятора та гідростатичної трансмісії. Розрахунки конструктивних параметрів гідроциліндрів маніпулятора виконуємо за схемою, наведеною на рис. 5.

Сила, яку повинен створювати гідроциліндр 4 (рис. 5) визначається за формулою

$$F_{ц4} = (G_{б3} + G_{в}) \cdot (\sin \alpha + f \cos \alpha),$$

де $G_{б3} = m_{б3}g$ – вага телескопічної балки 3, Н; $G_{в}$ – вага вантажу, Н; f – коефіцієнт опору коченню металевих роликів; α – максимальний кут повороту маніпулятора ($\alpha = 17^\circ$); $m_{б3} = S_{б3}l_3m_{ст$ – маса балки 3, кг; $S_{б3}$ – площа перерізу балки 3, см^2 ; l_3 – довжина балки 3, см; $m_{ст}$ – питома маса сталі ($0,0078 \text{ кг/см}^2$); g – прискорення вільного падіння.

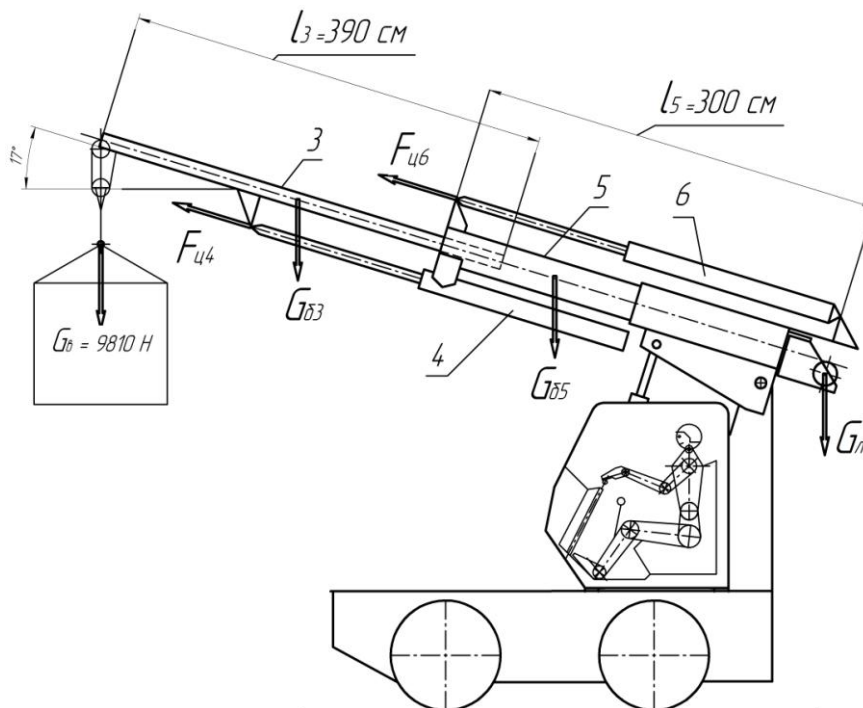


Рис. 5. Розрахункова схема для визначення параметрів гідроциліндрів маніпулятора

Виконавши відповідні розрахунки для сталеві балки прямокутного профілю 20×10 см з товщиною стінки 0,5 см, отримуємо

$$F_{ц4} = (895 + 9810) \cdot (0,292 + 0,07 \cdot 0,956) = 3842 \text{ Н.}$$

Сила, яку повинен створювати гідроциліндр 6 визначається за формулою

$$F_{ц6} = (G_{63} + G_{65} + G_B + G_L) \cdot (\sin \alpha + f \cos \alpha),$$

де $G_{65} = m_{65}g$ – вага телескопічної балки 5; $m_{65} = S_{65}l_5m_{\text{нит}}$ – маса балки 5, кг; S_{65} – площа перерізу балки 5, см²; l_5 – довжина балки 5, см; G_L – вага лебідки (за аналогом приймаємо 2000 Н).

Виконавши відповідні розрахунки для сталеві балки прямокутного профілю 26×16 см з товщиною стінки 0,8 см, отримаємо

$$F_{ц2} = (895 + 1542 + 9810 + 2000) \cdot (0,292 + 0,07 \cdot 0,959) = 5114 \text{ Н.}$$

Сила, яку повинен створювати гідроциліндр 8 (рис. 6) визначається з рівняння суми моментів відносно точки повороту стріли маніпулятора

$$F_{ц8} \cdot l_8 + G_L \cdot l_9 = G_B \cdot l_1 + G_{63} \cdot l_3 + G_{ц4} \cdot l_4 + G_{65} \cdot l_5 + G_{ц6} \cdot l_6 + G_{67} \cdot l_7,$$

звідки

$$F_{ц8} = (G_B \cdot l_1 + G_{63} \cdot l_3 + G_{ц4} \cdot l_4 + G_{65} \cdot l_5 + G_{ц6} \cdot l_6 + G_{67} \cdot l_7 - G_L \cdot l_9) / l_8,$$

де $G_{67} = m_{67}g$ – вага напрямної балки 7 (див. рис. 3); $m_{67} = S_{67}l_{67}m_{\text{нит}}$ – маса балки 7, кг; S_{67} – площа перерізу балки 7, см²; l_{67} – довжина балки 7.

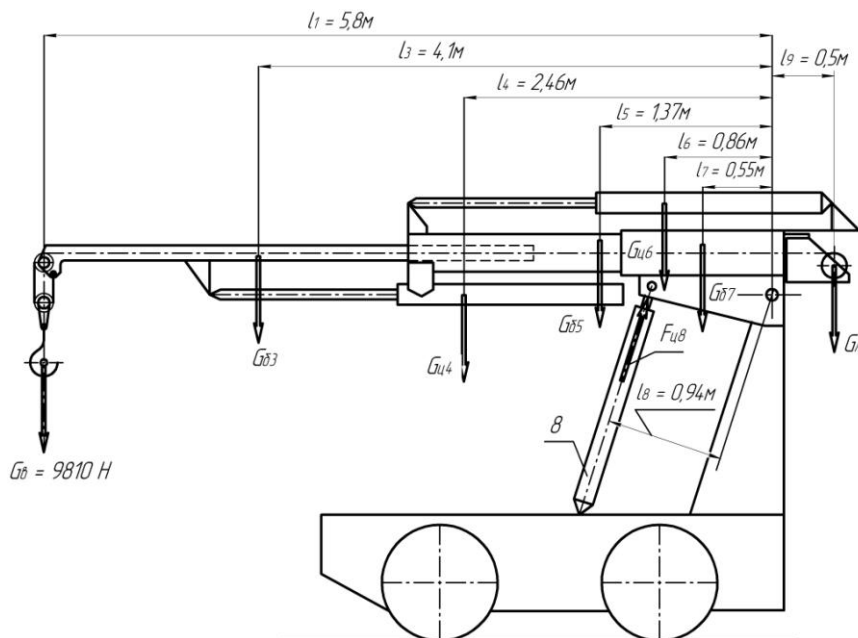


Рис. 6. Розрахункова схема для визначення параметрів гідроциліндра повороту маніпулятора

Виконавши розрахунок ваги сталеві балки 7 (рис. 3) прямокутного профілю 30×20 см, довжиною 100 см й з товщиною стінки 1,2 см, отримаємо

$$F_{ц8} = (9810 \cdot 5,8 + 895 \cdot 4,1 + 620 \cdot 2,46 + 1542 \cdot 1,37 + 620 \cdot 0,86 + 735 \cdot 0,55 - 2000 \cdot 0,5) / 0,94 = 68854 \text{ Н.}$$

Виходячи з технічних характеристик аналогів, для подальших розрахунків приймаємо масу машини 4500 кг, максимальну швидкість 5 км/год, радіус колеса 0,462 м.

Максимальну потужність двигуна за умов руху визначаємо за формулою

$$N_e = \frac{V_{\text{max}}}{3,6\eta_{\text{тр}}} \left(gm_{\text{м}}\psi + \frac{k_{\text{в}}A_{\text{в}}V_{\text{max}}^2}{13000} \right) [\text{кВт}],$$

де V_{max} – максимальна швидкість машини, км/год; $\eta_{\text{тр}}$ – ККД трансмісії; $m_{\text{м}}$ – маса машини, т; ψ – коефіцієнт опору дороги; $k_{\text{в}}$ – коефіцієнт опору повітря, Н с²/м⁴; $A_{\text{в}}$ – площа лобового опору, м².

Для розрахунків приймаємо $m_{\text{м}} = 4,5$ т; $V_{\text{max}} = 5$ км/год; $k_{\text{в}} = 0,7$ Н с²/м⁴; $A_{\text{в}} = 7,5$ м²; $\eta_{\text{тр}} = 0,6$; $\psi = 0,1$. Тоді

$$N_e = \frac{5}{3,6 \cdot 0,6} \left(9,81 \cdot 4,5 \cdot 0,1 + \frac{0,7 \cdot 7 \cdot 25}{13000} \right) = 10,24 \text{ кВт.}$$

З урахуванням додаткових затрат потужності на рух автомобіля з вантажем для подальших розрахунків доцільно прийняти потужність двигуна 12 кВт. Слід зазначити, що потужність двигуна може бути уточнена з урахуванням енергетичних затрат на привод гідравлічного обладнання маніпулятора й лебідки.

Розрахунки параметрів гідростатичної трансмісії машини й гідроприводу маніпулятора можуть бути виконані за методикою, наведеною у працях [4-7].

Висновки

1. Основними перевагами підйомно-транспортної машини пропонуваної конструкції у порівнянні зі штатними вантажопідйомними засобами підрозділів силових структур держави є: відносно невеликі габарити й маса; висока маневреність, що забезпечується конструкцією колісного рушія й дозволяє використовувати машину на обмеженій території як у парку військової частини, так і в польових умовах; зручність роботи й високий рівень оглядовості для оператора, що скорочує час на виконання робіт, підвищує їх безпечність та якість; суттєве зниження витрат пального за рахунок використання двигуна внутрішнього згоряння меншої потужності.

2. Завдяки наявності гідростатичного приводу машину технічно не складно обладнати системою дистанційного керування, використавши для цього гідравлічні розподільвачі з електричним приводом. У цьому випадку машина може використовуватись у якості військового робота для виконання інженерних робіт.

Список використаних джерел

1. Руководство по унифицированным мастерским техническому обслуживанию и текущего ремонта автомобилей и гусеничных машин МТО-АТ, МТО-40С, МТО-АТГ. Военное издательство Министерства обороны СССР. Москва – 1974. – 198 с.
2. Автомобіль ремонтно-евакуаційний КрАЗ-6322-056 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://autoinvest.com.ua/shop/gruzovaja-tehnika/avtomobil-remontno-jevakuacionnyj-k/>. 25.04.2019. – Назва з екрану.
3. Самородов В.Б. Обзор современных трансмиссий многоосных транспортных средств. [Текст] В.Б. Самородов, О.И. Деркач, И.В. Яловол и др. // Вісник НТУ "ХП". – Харків : НТУ "ХП", 2012. – № 64 (970). – С. 31–35. – (Серія "Автомобіле- та тракторобудування").
4. Гидрообъемные передачи транспортных и тяговых машин. Антонов А.С., Запрягаев М.М. – Л.: "Машиностроение", 1968 г. – 212 с., ил. 108.
5. Автомобили: Конструкция, конструирование и расчет. Трансмиссия: [Учеб. пособие для спец. «Автомобили и тракторы»]/А. И. Гришкевич, В. А. Вавуло, А. В. Карпов и др.]; Под ред. А. И. Гришкевича. – Минск: Выш. шк., 1985.– 240с.
6. Мазін С.П. Обґрунтування нової конструкції спецмашини для блокування і витіснення натовпу під час масових заворушень в умовах обмеженої території / С.П. Мазін, Г.М. Маренко, О.П. Пархомчук, І.Л. Страшний, В.М. Франков // Міжвузівський збірник «НАУКОВІ НОТАТКИ». Луцьк, 2018. Випуск № 61. – С. 136 – 141.
7. Нова конструкція шасі військового робота і визначення його основних параметрів. [Текст] / С.В. Клішин, С.П. Мазін, І.Л. Страшний // Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України. – Харків : НАНГ України, 2018. – Вип. 1 (31). – С. 35–40.

Рецензенти:

Герасимов Сергій Вікторович, заступник начальника кафедри Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, доктор технічних наук, старший науковий співробітник.

Горбунов Андрій Петрович, начальник навчального відділу навчально-методичного центру Національної академії Національної гвардії України, кандидат технічних наук, доцент.

Стаття надійшла до редакції 01.05.2019