

УДК 629.362.2

С.П. Мазін, Г.М. Маренко, І.Л. Страшний, В.М. Франков, В.В. Скраль
Національна академія Національної гвардії України
**ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО КОНСТРУКЦІЇ ВОДОМЕТНОЇ СПЕЦМАШИНИ
ДЛЯ ПІДРОЗДІЛІВ ОХОРОНИ ГРОМАДСЬКОГО ПОРЯДКУ**

Запропонована загальна конструкція водометної спецмашини з електромеханічною трансмісією й двигуном внутрішнього згорання, який забезпечує рух машини й одночасну роботу водяних насосів водомета. Розрахована необхідна потужність двигуна для забезпечення роботи спецмашини у різних режимах використання.

Ключові слова: водометна спецмашина, електромеханічна трансмісія, потужність двигуна.

С.П. Мазін, Г.М. Маренко, І.Л. Страшний, В.М. Франков, В.В. Скраль
Национальная академия Национальной гвардии Украины
**ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО КОНСТРУКЦИИ ВОДОМЕТНОЙ СПЕЦМАШИНЫ
ДЛЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ОХРАНЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ПОРЯДКА**

Предложена общая конструкция водометной спецмашины с электромеханической трансмиссией и двигателем внутреннего сгорания, который обеспечивает движение машины и одновременную работу водяных насосов водомета. Определена необходимая мощность двигателя для обеспечения работы спецмашины в разных режимах использования.

Ключевые слова: водометная спецмашина, электромеханическая трансмиссия, мощность двигателя.

S.P. Mazin, G.M. Marenko, I.L. Strashnyi, V.M. Frankov, V.V. Skral
National Academy of the National Guard of Ukraine
**PROPOSALS FOR THE DESIGN OF THE WATER CANNON SPECIAL MACHINE
FOR UNITS FOR THE PROTECTION OF PUBLIC ORDER**

A general design of the water cannon special machine with an electromechanical transmission and an internal combustion engine is proposed, which ensures the movement of the machine and the simultaneous operation of the water pumps. The required engine power to ensure the operation of the special machine in different modes of use is determined.

Key words: water cannon special machine, electromechanical transmission, engine power.

Постановка проблеми. У розвинених країнах світу підрозділи сил охорони громадського порядку під час припинення масових заворушень або інших групових порушень громадського порядку застосовують різноманітні спеціальні технічні засоби. Незалежно від виду та призначення таких засобів, вони не повинні завдавати суттєвої шкоди здоров'ю, а тим більше призводити до загибелі як порушників громадського порядку, так і особового складу підрозділів, що його охороняють.

Одним з таких технічних засобів є водометні спеціальні машини або водомети. На сьогодні водомети є на озброєнні поліцейських сил багатьох демократичних країн, зокрема й України. Незважаючи на суттєві обмеження, встановлені правилами їх застосування, водомети є досить ефективним засобом припинення масових порушень громадського порядку у випадках, коли без застосування обґрунтованого й обмеженого законом насильства по відношенню до порушників неможливо обійтися, й, що важливо, вони є засобом нелетальної дії і їх застосування не суперечить так званому принципу економного застосування обґрунтованого насильства.

Питанням вдосконалення конструкції, підвищення ефективності застосування й травмобезпечності водометних спецмашин приділяється увага в багатьох країнах світу, що свідчить про актуальність теми даної статті.

Огляд останніх досліджень і публікацій. У 2003 році науково-дослідний інститут спеціальної техніки МВС України й головне управління внутрішніх військ МВС України разом із ЗАТ "Енергосоюз" почали розробку спеціальної водометної машини "Торнадо" на базі вітчизняного автомобіля КраЗ-63321. Проектування й виготовлення водометної спецмашини виконало в 2004-2005 р. конструкторське бюро пожежних і спеціальних машин (м. Прилуки), що входило до складу ЗАТ "Енергосоюз". Надалі, спецмашина під назвою АВС-30 (63221)-305 (див. рис. 1) була офіційно прийнята на озброєння МВС України. У статті [1] вказані основні особливості конструкції АВС-30 й надані основні характеристики іноземних та вітчизняних водометних спецмашин.

У роботі [2] зазначено, що привод спеціального обладнання існуючих водометних спецмашин, як правило, здійснюється з використанням агрегатів трансмісії базових автомобілів,

що є позитивним. В той же час необхідно зазначити, що суттєвим недоліком конструкції існуючих водометних спецмашин, на думку авторів, є наявність двох двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) – основного для руху машини, й додаткового – для приводу основного водяного насоса та іншого додаткового обладнання. Зазначене ускладнює компоновку спеціального обладнання, призводить до збільшення габаритів машини й зниження ефективності її застосування. Таким чином, можна визначити певну проблему – складність конструкції існуючих водометних машин через наявність двох ДВЗ на одній машині.



Рис. 1. Водометна спецмашина АВС-30 на шасі КрАЗ-63221

Аналіз правил використання водометних спецмашин та досвід їх застосування свідчить, що машини у переважній більшості випадків використовуються у міських умовах або переміщуються у складі військових автомобільних колон, що передбачає обмеження швидкості до 60 км/год. Це, в свою чергу, дозволяє зробити припущення, що сучасна водометна спецмашина може мати ДВЗ меншої потужності ніж вантажний автомобіль з аналогічними показниками маси й габаритів.

Не слід залишати поза увагою і той чинник, що під час розосередження натовпу людей водометна спецмашина повинна рухатись з достатньо малою швидкістю тривалий час, що може призвести до роботи основного ДВЗ у перенапруженому тепловому режимі. Крім того, використання у конструкції водометної спецмашини ДВЗ відносно великої потужності, а також шасі вантажного автомобіля підвищеної прохідності з достатньо низькими ККД механічної трансмісії може призвести до значних витрат пального.

Враховуючи вищезазначене, а також результати досліджень, наведені у роботах [3, 4], вважаємо за доцільне застосувати у складі спецмашини електромеханічну трансмісію, яка у порівнянні з механічною трансмісією має наступні переваги: можливість використання одного ДВЗ для приводу всіх агрегатів водометної спецмашини; забезпечує плавну зміну швидкості руху й тяги машини в широкому діапазоні; забезпечує довготривалу й стійку роботу ДВЗ за малих значень кутової швидкості ведучих коліс; забезпечує плавне регулювання передаточного відношення, підвищує надійність теплового двигуна й зв'язаних з ним агрегатів; в трансмісії можуть бути відсутні такі агрегати, як коробка передач, розподільча коробка, коробки відбору потужності і ін.

Мета статті – обґрунтування загальної конструкції і визначення основних параметрів сучасної водометної спецмашини.

Виклад основного матеріалу. У якості прототипу пропонується прийняти водометну машину [4], яка має один ДВЗ, що забезпечує рух машини й одночасний привод насосів водомета.

Загальний вигляд машини, що пропонується приведено на рис. 2.

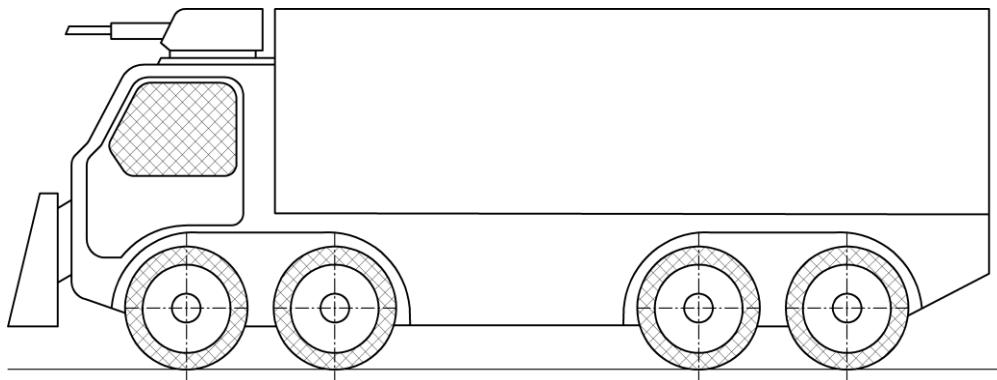


Рис. 2. Загальний вигляд машини, що пропонується

Варіант компоувальної схеми водометної спецмашини на тривісному шасі наведений на рис. 3.

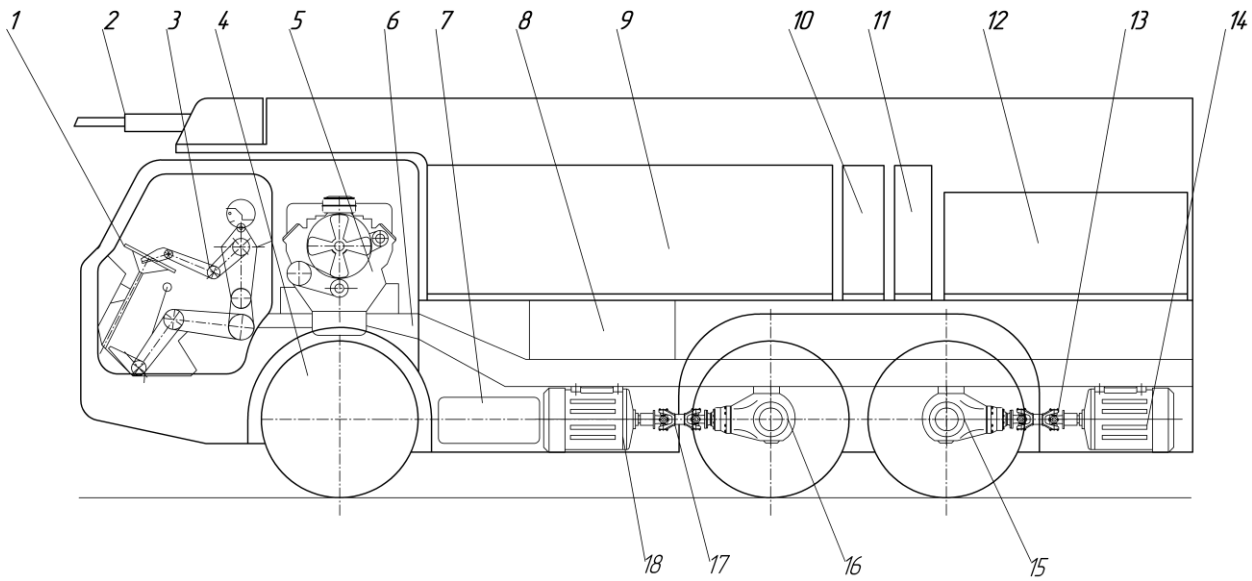


Рис. 3. Компоувальна схема водометної спецмашини: 1 – кермове колесо; 2 – водяна гармата; 3 – водій; 4 – переднє колесо; 5 – дизельний двигун в сполученні з електричним генератором; 6 – рама; 7 – паливний бак; 8 – акумуляторна батарея; 9 – водяний бак; 10 – бак для барвника води; 11 – бак для сльозогінного газу; 12 – водяна насосна установка; 13 – карданний вал заднього моста; 14 – електродвигун заднього моста; 15, 16 – редуктори ведучих мостів; 17 – карданний вал середнього моста; 18 – електродвигун середнього моста

Схема електромеханічної трансмісії для шасі спецмашини з колісною формулою 4×4 наведена на рис. 4.

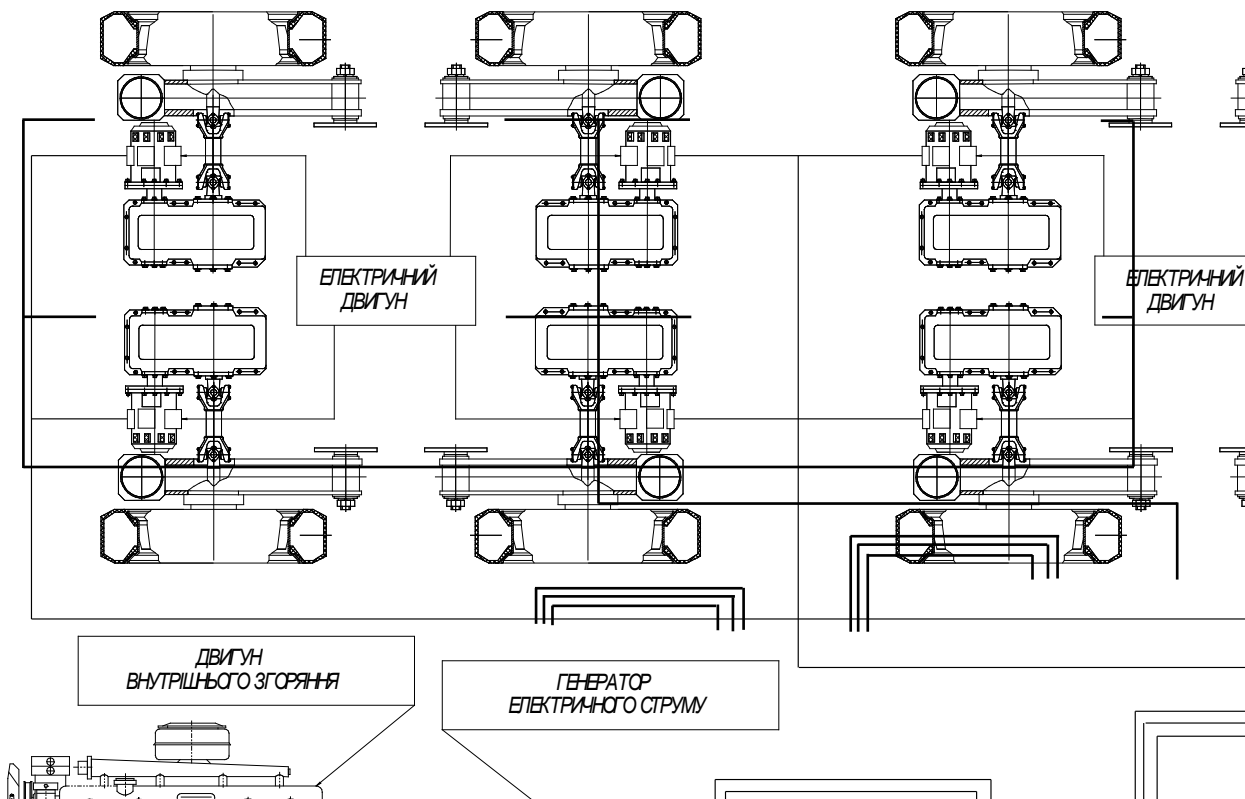


Рис. 4. Схема електромеханічної трансмісії водометної спецмашини

© С.П. Мазін, Г.М. Маренко, І.Л. Страшний, В.М. Франков, В.В. Скраль

Двигун внутрішнього згорання через редуктор обертає генератор електричного струму. Згенерований електричний струм через перетворювач напруги й електронний блок керування подається на електричні двигуни ходових модулів, які через редуктор й карданну передачу обертають ведучі колеса з незалежною підвіскою на поздовжньому важелі. Генератор також приводить у дію й електричний двигун насосної установки водомета та живить інше обладнання.

Запропонована схема трансмісії проста у компонованні й завдяки наявності блоку керування забезпечує можливість зміни крутного моменту на кожному колесі окремо, в залежності від навантаження на колесо і його зчеплення з дорогою, що може суттєво покращити показники керованості, прохідності й стійкості руху спецмашини.

Максимальну потужність двигуна внутрішнього згорання спецмашини визначаємо з умови забезпечення руху з максимальною заданою швидкістю за формулою

$$N_{\text{двз}} = \frac{m \cdot g \cdot \psi \cdot V_{\text{max}}}{3600\eta} + \frac{k \cdot F \cdot V_{\text{max}}^3}{46656\eta} \text{ [кВт]},$$

де m – повна маса машини, кг; g – прискорення вільного падіння, м/с²; ψ – коефіцієнт опору дороги; V_{max} – максимальна швидкість руху, км/год; η – коефіцієнт корисної дії трансмісії, за даними роботи [5] приймаємо для електромеханічної трансмісії $\eta = 0,85$; k – коефіцієнт опору повітря, Н·с²/м⁴; F – лобова площа (площа парусності) спецмашини, м².

Для розрахунків приймаємо: $m_p = 17,836$ т (за технічними характеристиками аналогів); $V_{\text{max}} = 70$ км/год; $\psi = 0,015$ (для горизонтальної дороги з асфальтобетонним покриттям у хорошому стані); $k = 0,7$; $F = 7,5$ м². Тоді

$$N_{\text{двз}} = \frac{17836 \cdot 9,8 \cdot 0,015 \cdot 70}{3600 \cdot 0,85} + \frac{0,7 \cdot 7,5 \cdot 70^3}{46656 \cdot 0,85} = 105,4 \text{ кВт.}$$

Необхідно зазначити, що на водометній спецмашині АВС-30 (див. рис. 1) двигун базового шасі має потужність 330 к.с. (243 кВт), що суттєво перевищує необхідне розрахункове значення.

На водометну спецмашину пропонується встановлювати відцентровий насос продуктивністю 40 л/с, для приводу якого необхідна потужність 62 кВт за створюваного тиску 1 МПа.

Перевірку потужності двигуна за умови роботи водомета під час руху спецмашини виконаємо виходячи з формули

$$N_{\text{двз max}} = N_{\text{вн}} + N_{\text{роз}},$$

де $N_{\text{двз max}}$ – максимальна потужність двигуна, необхідна для забезпечення руху спецмашини у зоні розосередження натопву людей й одночасного приводу насоса водомета (машина рухається – водомет працює), кВт; $N_{\text{вн}}$ – частина потужності двигуна, яка витрачається на привод водометного насоса, кВт; $N_{\text{роз}}$ – частина потужності двигуна, яка витрачається на рух спецмашини зі швидкістю, що необхідна й доцільна під час розосередження натопву людей, кВт.

Частину потужності двигуна, яка витрачається на рух спецмашини зі швидкістю, необхідною під час розосередження натопву людей, визначаємо за формулою

$$N_{\text{роз}} = \frac{V_{\text{роз}}}{3,6\eta} \left(gm\psi_{\text{роз}} + \frac{kFV_{\text{роз}}^2}{13000} \right) \text{ [Вт]},$$

де $V_{\text{роз}}$ – швидкість руху, необхідна під час розосередження натопву людей, $V_{\text{роз}} = 5$ км/год; ψ – коефіцієнт опору дороги у зоні розосередження натопву.

Приймаючи, що максимальний ухил дороги у зоні розосередження відповідає вимогам будівельних норм і становить $i = 9\%$, знаходимо значення коефіцієнта опору дороги

$$\psi_{\text{роз}} = f + i = 0,015 + 0,09 = 0,105,$$

де f – коефіцієнт опору коченню, для сухої асфальтобетонної дороги $f = 0,015 \dots 0,02$.

Тоді

$$N_{\text{роз}} = \frac{5}{3,6 \cdot 0,85} \left(9,8 \cdot 17836 \cdot 0,105 + \frac{0,7 \cdot 7,5 \cdot 5^2}{13000} \right) = 30000 \text{ Вт.}$$

У результаті маємо $N_{\text{двз max}} = N_{\text{вн}} + N_{\text{роз}} = 62,0 + 30,0 = 92 \text{ кВт}$.

Таким чином, можна констатувати, що потужності двигуна $N_{\text{двз}} = 105,4 \text{ кВт}$ достатньо як для руху спецмашини з максимальною швидкістю 70 км/год у разі її переміщення до району використання, так і для руху зі швидкістю 5 км/год у зоні використання за одночасно працюючого водомета.

Висновки

1. Існуючі вітчизняні водометні спецмашини (див. рис. 1) мають занижені експлуатаційні характеристики щонайменше з двох причин: через встановлення спеціального обладнання на шасі великовантажних автомобілів капотного компоновання з завищеною, враховуючи умови використання водометної спецмашини, потужністю основного двигуна й низькою паливною економічністю; через наявність двох ДВЗ на одній машині.

2. З метою спрощення конструкції й покращення експлуатаційних характеристик пропонується перспективні спецмашини створювати на шасі з гібридною силовою установкою. Враховуючи відносно просту конструкцію, в якості трансмісії пропонується прийняти електромеханічну.

3. Проведений аналіз і обґрунтування конструктивної схеми свідчать про можливість створення водометної спецмашини з сучасними показниками надійності, прохідності, стійкості руху і паливної економічності.

Список використаних джерел

1. Нестерчук І.М. Аспекти створення сучасних водометних автомобілів // Сучасна спеціальна техніка. – 2013. – № 2(33). – С. 108-116.
2. Чаус В. Д. Спеціальні водометні автомобілі. / В. Д. Чаус, С. В. Алексєєв // Сучасна спеціальна техніка. – 2004. – № 3. – С. 40-45.
3. Мазін С.П. Пропозиції щодо вдосконалення конструкцій бронетранспортерів Національної гвардії України / Г.М. Маренко, А.Г. Скиба, В.М. Франков // Міжвузівський збірник «НАУКОВІ НОТАТКИ». Луцьк, 2017. Випуск № 60. – С. 156-160.
4. Мазін С.П. Мельніков С. М. Вимоги до характеристик водометної машини для розосередження натовпу під час припинення масових безладь. Честь і закон. – Х. : Військ. ін-т ВВ МВС України, 2005. – № 1. – С. 34-39.
5. Експлуатаційні властивості автомобілів [Текст] : навч. посіб. / І. Л. Страшний, А. П. Горбунов. – Х. : Акад. ВВ МВС України, 2014. – 94 с.

Рецензенти:

Таршин Володимир Анатолійович, професор кафедри Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, доктор технічних наук, професор.

Мазанов Володимир Георгійович, доцент кафедри Національної академії Національної гвардії України, кандидат технічних наук, доцент.