

**Видання засновано у 2003 р.**

**Засновник і видавець –**  
Національна академія  
Національної гвардії України

**Головний редактор –** Олександр  
Олександрович Морозов, доктор  
технічних наук, професор

Свідоцтво про державну реєстрацію  
друкованого ЗМІ КВ № 21024-10824 ПР  
від 22.09.2014 р.

Збірник внесено до Переліку  
наукових фахових видань України  
у галузі “Технічні науки”  
(наказ Міністерства освіти і науки  
України від 16.05.2016 № 515).

Виходить двічі на рік

**Адреса редакції:**  
Національна академія Національної  
гвардії України,  
майдан Захисників України, 3,  
м. Харків, 61001

Тел./факс: (057) 732-75-12;  
тел.: (057) 739-26-68.  
E-mail: nov\_nangu@ukr.net

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ  
ПРАЦЬ НАЦІОНАЛЬНОЇ  
АКАДЕМІЇ  
НАЦІОНАЛЬНОЇ  
ГВАРДІЇ УКРАЇНИ**

**Випуск 1 (27)**

**2016**

*Розроблення і модернізація  
спеціальної техніки та озброєння*

*Інженерні, технічні, програмно-  
апаратні, програмні засоби,  
комплекси та системи*

*Загальні питання експлуатації  
спеціальної техніки, озброєння,  
технічних засобів, комплексів  
та систем*

*Актуальні проблеми фізики,  
математики, механіки,  
машинознавства*

**Харків  
2016**

УДК 050.066

*Рекомендовано до друку та розміщення у мережі Інтернет вченою радою  
Національної академії Національної гвардії України  
(протокол № 11 від 10.06.2016 р.)*

### **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

*Олександр Олександрович Морозов, доктор технічних наук, професор  
(головний редактор);*

*Олександр Павлович Кондратенко, доктор технічних наук, професор  
(заступник головного редактора);*

*Олександр Михайлович Крюков, доктор технічних наук, професор;*

*Валерій Петрович Пісарев, доктор технічних наук, професор;*

*Геннадій Володимирович Певцов, доктор технічних наук, професор;*

*Валентин Андрійович Сало, доктор технічних наук, професор;*

*Владислав Євгенович Карпусь, доктор технічних наук, професор;*

*Ігор Костянтинів Шаша, доктор технічних наук, професор;*

*Олександр Іванович Біленко, кандидат технічних наук, доцент;*

*Валентин Євгенович Козлов, кандидат технічних наук, доцент;*

*Валерія Павлівна Раківненко, кандидат технічних наук, доцент;*

*Станіслав Анатолійович Горєлишев, кандидат технічних наук, доцент;*

*Людмила Дмитрівна Алфімова, кандидат хімічних наук, доцент;*

*Геннадій Миколайович Маренко, кандидат технічних наук, доцент;*

*Руслан Олегович Кайдалов, кандидат технічних наук, доцент;*

*Сергій Олексійович Воробйов (відповідальний секретар).*

Збірник містить матеріали з актуальних питань розроблення, модернізації та експлуатації спеціальної техніки, озброєння, технічних засобів, комплексів та систем сил охорони правопорядку, інших військових формувань та правоохоронних органів, а також науково-дослідні матеріали за рубриками.

Для фахівців Національної гвардії України, правоохоронних органів, інших військових формувань, науковців, викладачів, ад'юнктів, курсантів та студентів вищих навчальних закладів України.

## З М І С Т

<i>Розроблення і модернізація спеціальної техніки та озброєння</i>		<i>Development and modernization of special equipment and armaments</i>	
<b>Крюков О. М.</b>		<b>Kriukov O. M.</b>	
Перспективний метод вимірювального контролю геометричних характеристик поверхонь каналів стволів вогнепальної зброї.....	5	The perspective method of measuring control of the geometric characteristics of firearms barrel channels surface.....	5
<b>Майборода І. Н., Кокодий Н. Г., Тиманюк В. А., Бабенко В. П.</b>		<b>Mayboroda I. M., Kokodyi M. H., Tymaniuk V. O., Babenko V. P.</b>	
Ефект сильного поглинання мікрохвильового електромагнітного випромінювання в тонких провідних волокнах і створення захисних екранів на цій основі.....	9	Effect of powerful absorption of microwave electromagnetic radiation in thin conducting fibres and creation, on this basis, protective screens.....	9
<i>Інженерні, технічні, програмно-апаратні, програмні засоби, комплекси та системи</i>		<i>Engineering, hardware, firmware, software, complexes and systems</i>	
<b>Глушченко В. В., Подригало М. А., Абрамов Д. В.</b>		<b>Hlushchenko V. V., Podrigalo M. A., Abramov D. V.</b>	
Оцінювання стійкості автомобілів-цистерн проти перекидання в поперечній площині.....	13	Evaluation of tank-truck sustainability to prevent tipping in the transverse plane.....	13
<b>Шаша І. К., Гончар Р. О., Темніков В. О.</b>		<b>Shasha I. K., Gonchar R. A., Temnikov V. A.</b>	
Удосконалення системи транспортно-екологічного моніторингу автомобільного транспорту Національної гвардії України....	20	The improvement of the transport system-environmental monitoring of road transport the National Guard of Ukraine.....	20
<b>Козлов В. Є., Козлов Ю. В., Новикова О. О.</b>		<b>Kozlov V. Ye., Kozlov Yu. V., Novikova O. O.</b>	
Система моніторингу службово-бойової діяльності підрозділів сил охорони правопорядку.....	25	Monitoring system service and combat activities units of the security forces.....	25
<b>Тютюник В. В., Іванець Г. В., Горєлишев С. А.</b>		<b>Tyutyunik V. V., Ivanets G. V., Gorelyshev S. A.</b>	
Методика оцінювання рівня техногенно-природно-соціальної небезпеки адміністративно-територіальних одиниць України.....	30	Method of assessment level of technogenic-natural-social threats administrative-territorial units of Ukraine.....	30
<b>Флорін О. П., Власов К. В., Аркушенко П. Л.</b>		<b>Florin O. P., Vlasov K. V., Arkushenko P. L.</b>	
Методика обґрунтування структури обмінного фонду засобів вимірювальної техніки військового призначення.....	38	The methodology of the substantiation of structure of exchange fund of measurement equipment for military use.....	38

**З М І С Т**

**C O N T E N T S**

**Майборода І. М., Стороженко І. П.,  
Бабенко В. П., Кайдаш М. В.**

Огляд досягнень в терагерцових  
комунікаційних системах..... 45

**Сальник С. В.**

Методика оцінювання функціонування  
підсистеми забезпечення безпеки мобільних  
радіомереж класу MANET..... 49

*Зазальні питання експлуатації спеціальної  
техніки, озброєння, технічних засобів,  
комплексів та систем*

**Морозов О. О.**

Формування плану обслуговування техніки.. 55

**Морозов О. О.**

Визначення необхідної кількості запасних  
агрегатів для ремонту озброєння і військової  
техніки..... 61

**Ковтун А. В., Кудімов С. А., Цебриук І. В.,  
Маренко Г. М.**

Прогнозування виходу автобронетанкової  
техніки з ладу з експлуатаційних причин..... 67

*Актуальні проблеми фізики, математики,  
механіки, машинознавства*

**Соколовский С. А., Кириченко А. Н.,  
Ракивненко В. П., Гребеник Л. А.**

Определение статической и динамической  
прочности усеченных конических оболочек  
путем комплексных преобразований  
дифференциальных уравнений задач  
строительной механики..... 72

Наші автори..... 78

**Mayboroda I. M., Storozhenko I. P.,  
Babenko V. P., Kaydash M. V.**

Review of the achievements in the  
terahertz communication systems..... 45

**Salnik S. V.**

Methodology estimation functioning of  
subsystem providing safety of mobile radio  
networks class MANET..... 49

*General problems of operation of special  
equipment, armaments, technology,  
complexes and systems*

**Morozov O. O.**

The formation of the maintenance plan of  
machinery..... 55

**Morozov O. O.**

Determining the required number spare  
unit for repair weapons and military  
equipment..... 61

**Kovtun A. V., Kudimov S. A., Tsebriuk I. V.,  
Marenko H. M.**

Forecast of possible failure of armored  
vehicles by operational reasons..... 67

*Topical problems of physics, mathematics,  
mechanics, theoretical engineering*

**Sokolovskyi S. A., Kirichenko O. M.,  
Rakivnenko V. P., Grebenik L. A.**

Determination static and dynamic durable-  
sti truncated conical shells through complex  
governmental preobrozovany equations for  
dudh structural mechanics..... 72

Our authors..... 78

УДК 629.114.2

В. В. Глущенко, М. А. Подригало, Д. В. Абрамов

## ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛІВ-ЦИСТЕРН ПРОТИ ПЕРЕКИДАННЯ В ПОПЕРЕЧНІЙ ПЛОЩИНІ

Наведені результати дослідження з підвищення стійкості автомобілів-цистерн проти перекидання в поперечній площині шляхом визначення діапазону допустимих значень коефіцієнта заповнення цистерн рідиною.

*К л ю ч о в і с л о в а:* автомобіль-паливозаправник, бічне прискорення, коефіцієнт заповнення об'єму цистерни, стійкість положення, енергія удару рідини, енергія стабілізації положення.

**Постановка проблеми.** Найбільш частим випадком втрати автомобілем-цистерною стійкості положення є перекидання в поперечній площині.

У цій статті, використовуючи раніше запропонований критерій – енергетичний коефіцієнт динамічної стійкості положення автомобіля, проведено дослідження умов стійкості автомобілів-цистерн в поперечній площині. На прикладі автомобіля-паливозаправника АПЗ-8-531605 (на шасі автомобіля МАЗ-531605) визначено, що у разі заправлення різними рідинами останній зберігає стійкість положення в поперечній площині, якщо ступінь заповнення об'єму цистерни  $\eta_0$  більше 0,35 або менше 0,03.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженню стійкості проти перекидання автомобілів-цистерн присвячено значну кількість наукових праць [1–5]. Досліджено динамічну навантаженість і стійкість автомобілів для перевезення рідких вантажів при гальмуванні [1, 3] і рівномірному русі [2]. Фундаментальні дослідження динамічного навантаження автомобілів-цистерн і їх стійкості руху наведені у праці [4]. Однак у зазначених дослідженнях [1–4] не запропоновано прості критеріальні вирази для оцінювання стійкості положення автомобілів-цистерн.

Для оцінювання курсової стійкості автомобіля проти заносу в статті [5] запропоновано критерій – коефіцієнт стійкості, що є відношенням моменту  $M_{стаб}$ , стабілізуючого занос, до моменту  $M_{зб}$ , що занос збурює

$$K_{уст} = \frac{M_{стаб}}{M_{зб}}. \quad (1)$$

У статті [6] поняття коефіцієнта стійкості узагальнено на стійкість положення автомобіля. Проте коефіцієнт стійкості використовувався у статтях [5, 6] для оцінювання стійкості автомобілів, що перевозять тверді вантажі. Він непридатний для оцінювання стійкості автомобілів-цистерн, оскільки не враховує енергії удару рідини, що має свободу переміщення відносно цистерни. З урахуванням цього у праці [7] запропоновано енергетичний коефіцієнт динамічної стійкості положення автомобіля цистерни

$$K_{едсн} = \frac{W_{стаб}}{W_{уд}}, \quad (2)$$

де  $W_{стаб}$  – енергія стабілізації автомобіля при перекиданні, визначається збільшенням потенційної енергії машини до моменту втрати стійкості проти перекидання;  $W_{уд}$  – енергія удару рідини об стінки цистерни.

$$W_{уд} = W_{кін} - W_{ном}, \quad (3)$$

де  $W_{кін}$ ,  $W_{ном}$  – зміни кінетичної і потенційної енергії рідини при розгоні або гальмуванні автомобіля.

Однак у праці [7] не розглянуті умови стійкості автомобіля-цистерни проти перекидання в поперечній площині.

**Метою статті** є дослідження підвищення стійкості автомобілів-цистерн проти перекидання в поперечній площині шляхом визначення діапазону допустимих значень коефіцієнта заповнення цистерн рідиною.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

- визначити енергію удару рідини об стінки цистерни при дії на автомобіль бічних прискорень;
- визначити енергію стабілізації положення автомобіля в поперечній площині при дії бічних прискорень;
- на прикладі автомобіля-паливозаправника АПЗ-8-531605 визначити зону допустимих значень коефіцієнта заповнення об'єму цистерни, за яких  $K_{едсн} \geq 1$ .

**Виклад основного матеріалу.** На рис. 1 наведено вихідні розрахункові схеми для визначення положення центра мас рідини у разі появи і дії бічного прискорення на автомобіль при не повністю заповненій цистерні. Варіанти заповнення рідиною об'єму цистерни у випадку дії бічного прискорення, представлені на рис. 1, б; 1, в; 1, з, відрізняються від варіантів заповнення цистерни у разі дії поздовжнього прискорення [7], оскільки  $H \approx B$ . У праці [7] розглянуто варіант, при якому  $A > H$  (розглянута поздовжня площина перетину цистерни).

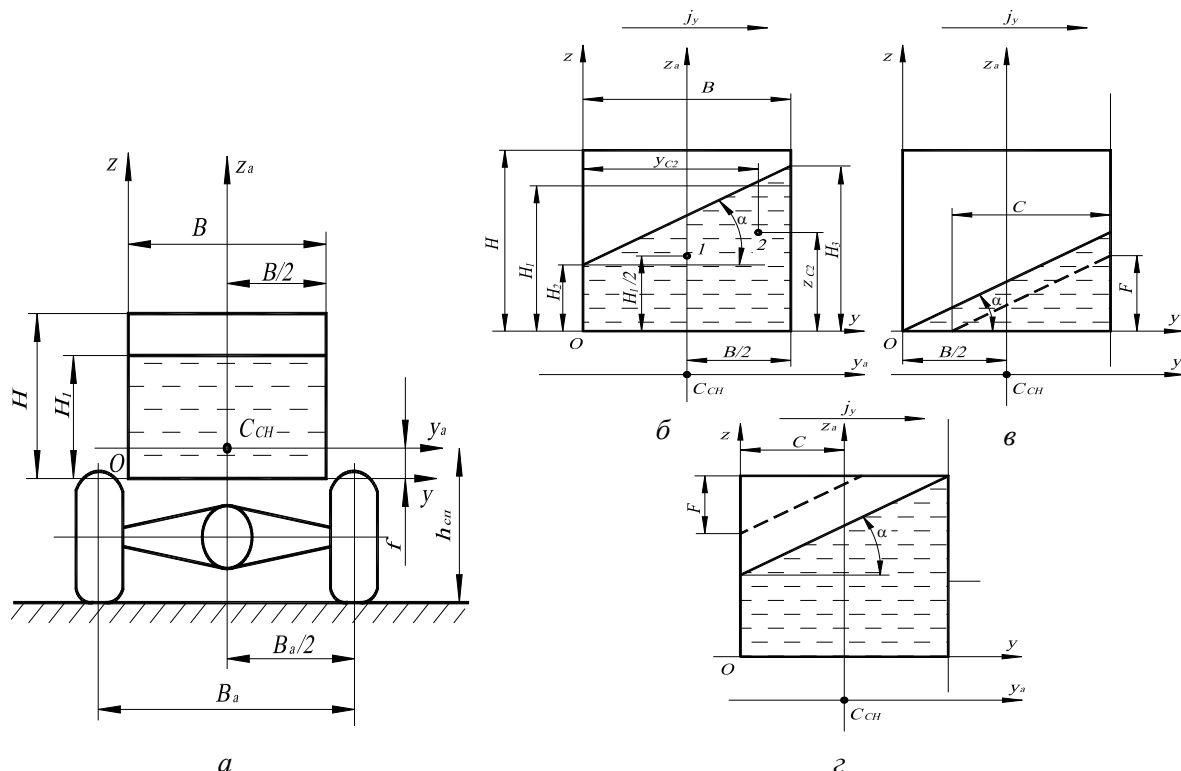


Рис. 1. Визначення центра мас рідини при виникненні бокового прискорення: а – розрахункова схема автомобіля; б – при  $H_2 > 0$ ; в – при  $H_2 = 0$ ; з – при  $F = H$

Розглянемо варіант 1, б і визначимо координати центра мас рідини. При появі бічного прискорення центр мас рідини переміщується з точки 1 у точку 2 на такі величини:

$$\Delta y_p = \frac{B^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{12 \cdot \eta_0 \cdot H} \text{ – у горизонтальній площині;} \quad (4)$$

$$\Delta z_p = \frac{B^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha}{24 \cdot \eta_0 \cdot H} \text{ – у вертикальній площині,} \quad (5)$$

де  $B$  – поперечний внутрішній розмір прямокутної цистерни;  $H$  – вертикальний внутрішній розмір прямокутної цистерни;  $\alpha$  – кут нахилу поверхні рідини до поверхні горизонту при появі прискорення (уповільнення) [3, 7].

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{j_y}{g}, \quad (6)$$

де  $j_y$  – прискорення (уповільнення) автомобіля в поперечній площині;  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  – прискорення вільного падіння.

Маса рідини в цистерні може бути визначена з рівняння

$$M_1 = \eta_0 \cdot \gamma \cdot V_0 = \eta_0 \cdot \gamma \cdot A \cdot B \cdot H, \quad (7)$$

де  $\eta_0$  – коефіцієнт заповнення об'єму цистерни;  $\gamma$  – густина рідини;  $A$  – поздовжній внутрішній розмір прямокутної цистерни;  $V_0$  – об'єм цистерни.

Швидкість руху рідини відносно цистерни в момент удару [7]

$$V_p = \sqrt{2 \cdot j_y \cdot \Delta y_p}. \quad (8)$$

Зміна потенційної енергії рідини

$$W_{nom} = \gamma \cdot V_0 \cdot g \cdot \frac{B^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha}{24 \cdot H} \quad (9)$$

Зміна кінетичної енергії рідини з урахуванням виразів (7) та (8)

$$W_{kin} = \gamma \cdot V_0 \cdot g \cdot \frac{B^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha}{12 \cdot H} \quad (10)$$

Енергія удару рідини об стінки цистерни, яка визначається за рівнянням (3) і з урахуванням співвідношення (6),

$$W_{y\delta} = \gamma \cdot V_0 \cdot g \cdot \frac{B^2}{24 \cdot H} \cdot \frac{j_y^2}{g^2} \quad (11)$$

Аналіз залежності (11) показує, що для варіанта, представленого на рис. 1, б, енергія удару рідини об стінки цистерни не залежить від коефіцієнта наповнення об'єму  $\eta_0$ .

Розглянемо випадок, поданий на рис. 1, в. Такий варіант заповнення об'єму цистерни можливий при виконанні умови

$$\eta_0 \cdot \gamma \cdot V_0 \leq \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot A \cdot B \cdot F; \quad (12)$$

$$F = B \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (13)$$

Енергія удару рідини об стінки цистерни

$$W_{y\delta} = W_{kin} - W_{nom} = \frac{1}{2} \cdot \eta_0 \cdot \gamma \cdot V_0 \cdot g \cdot \left( B \cdot \frac{j_y}{g} + H \cdot \eta_0 - \frac{4}{3} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot V_0 \cdot \eta_0 \cdot j_y}{A \cdot g}} \right) \quad (14)$$

Випадок, представлений на рис. 1, з, можливий при виконанні умови

$$\eta_0 \geq 1 - \frac{B \cdot \operatorname{tg} \alpha}{2 \cdot H} \quad (15)$$

Енергія удару рідини об цистерну

$$W_{y\delta} = W_{kin} - W_{nom} = \frac{1}{2} \cdot (1 - \eta_0) \cdot \gamma \cdot V_0 \cdot g \cdot \left( B \cdot \frac{j_y}{g} + H \cdot (1 - \eta_0) - \frac{4}{3} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot V_0 \cdot (1 - \eta_0) \cdot j_y}{A \cdot g}} \right) \quad (16)$$

Перекидання автомобіля можливе, коли лінія дії сили тяжіння буде перетинати опорну поверхню за крайньою опорною точкою  $K$  (рис. 2, а). При появі бічної сили (у даному випадку – бічної відцентрової сили) нестійке положення виникає раніше, оскільки автомобілю буде достатньо повернутися в поперечній площині на менший кут (рис. 2, б).

Радіус поворотання центра мас автомобіля в поперечній площині

$$R_c = \sqrt{h^2 + \left( \frac{B_a}{2} - a_y \right)^2} \quad (17)$$

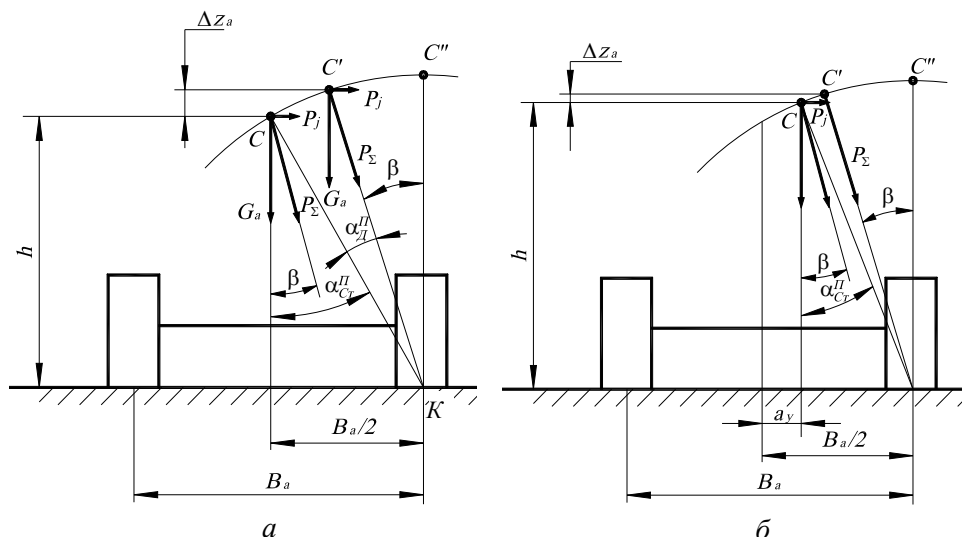


Рис. 2. Розрахункова схема для визначення вертикального переміщення центра мас автомобіля при перекиданні в поперечній площині: а – при  $a_y = 0$ ; б – при  $a_y \neq 0$

Зміна висоти центра мас автомобіля при повертанні на кут  $\alpha'_D$

$$\Delta z_a = R_c \cdot \cos \beta - h = \sqrt{\frac{h^2 + \left(\frac{B_a - a_y}{2}\right)^2}{1 + \frac{j_y^2}{g^2}}} - h, \quad (18)$$

де  $B_a$  – колія коліс автомобіля;  $h$  – висота центра мас автомобіля;  $\beta$  – кут між напрямками векторів сили тяжіння  $G_a$  та сумарної сили  $P_\Sigma$ .

$$\beta = \arctg \frac{P_j}{G_a} = \arctg \frac{j_y}{g}. \quad (19)$$

Зміна потенційної енергії автомобіля, що є енергією стабілізації положення

$$W_{cma\bar{o}} = (m_{cn} + M_1) \cdot g \cdot \Delta z_a, \quad (20)$$

де  $m_{cn}$  – маса спорядженого автомобіля.

З урахуванням співвідношень (7), (18) вираз (20) перетвориться на такий:

$$W_{cma\bar{o}} = (m_{cn} + \eta_0 \cdot \gamma \cdot V_0) \cdot g \cdot \left( \sqrt{\frac{h^2 + \left(\frac{B_a - a_y}{2}\right)^2}{1 + \frac{j_y^2}{g^2}}} - h \right). \quad (21)$$

Висота центра мас автомобіля  $h$  та його бічне зміщення визначаються положенням центра мас рідини  $C_p$  при появі бічного прискорення  $j_y$  автомобіля. Параметри  $a_y$  та  $h$  можуть бути визначені таким чином (див. рис. 1, а):

$$\left. \begin{aligned} & \frac{\frac{B^2}{12 \cdot H \cdot \eta_0} \cdot \frac{j_y}{g}}{1 + \frac{m_{cn}}{\eta_0 \cdot \gamma \cdot V_0}} \quad \text{-- за умови } \frac{B \cdot j_y}{2 \cdot H \cdot g} \leq \eta_0 \leq 1 - \frac{B \cdot j_y}{2 \cdot H \cdot g}; \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

$$a_y = \left. \begin{aligned} & \frac{\frac{B}{2} - \frac{1}{3} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \eta_0 \cdot B \cdot H}{j_y}} \cdot g}{1 + \frac{m_{cn}}{\eta_0 \cdot \gamma \cdot V_0}} \quad \text{-- за умови } \eta_0 \leq \frac{B \cdot j_y}{2 \cdot H \cdot g}; \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

$$\left. \begin{aligned} & \frac{\frac{1 - \eta_0}{\eta_0} \cdot \left( \frac{B}{2} - \frac{1}{3} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (1 - \eta_0) \cdot B \cdot H}{j_y}} \cdot g \right)}{1 + \frac{m_{cn}}{\eta_0 \cdot \gamma \cdot V_0}} \quad \text{-- за умови } \eta_0 \geq 1 - \frac{B \cdot j_y}{2 \cdot H \cdot g}; \end{aligned} \right\} \quad (24)$$

$$h = \left. \begin{aligned} & \frac{h_{cn} \cdot \frac{m_{cn}}{\eta_0 \cdot \gamma \cdot V_0} - f + \frac{H}{2} \cdot \eta_0 + \frac{B^2}{24 \cdot H \cdot \eta_0} \cdot \frac{j_y^2}{g^2}}{1 + \frac{m_{cn}}{\eta_0 \cdot \gamma \cdot V_0}} \quad \text{-- за умови } \frac{B \cdot j_y}{2 \cdot H \cdot g} \leq \eta_0 \leq 1 - \frac{B \cdot j_y}{2 \cdot H \cdot g}; \end{aligned} \right\} \quad (25)$$

$$h = \left. \begin{aligned} & \frac{h_{cn} \cdot \frac{m_{cn}}{\eta_0 \cdot \gamma \cdot V_0} - f + \frac{1}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot \eta_0 \cdot B \cdot H} \cdot \frac{j_y}{g}}{1 + \frac{m_{cn}}{\eta_0 \cdot \gamma \cdot V_0}} \quad \text{-- за умови } \eta_0 \leq \frac{B \cdot j_y}{2 \cdot H \cdot g}; \end{aligned} \right\} \quad (26)$$

$$h = \left. \begin{aligned} & \frac{h_{cn} \cdot \frac{m_{cn}}{\eta_0 \cdot \gamma \cdot V_0} - f + \frac{H}{2 \cdot \eta_0} \cdot (2 \cdot \eta_0 - 1) + \frac{1 - \eta_0}{3 \cdot \eta_0} \cdot \sqrt{2 \cdot (1 - \eta_0) \cdot B \cdot H} \cdot \frac{j_y}{g}}{1 + \frac{m_{cn}}{\eta_0 \cdot \gamma \cdot V_0}} \quad \text{-- за умови } \eta_0 \geq 1 - \frac{B \cdot j_y}{2 \cdot H \cdot g}. \end{aligned} \right\} \quad (27)$$



Вихідні розрахункові дані, необхідні для оцінювання стійкості автомобіля-паливозаправника АПЗ-8-531605 з цистерною у формі паралелепіпеда: об'єм цистерни  $V_0 = 8000 \text{ м}^3$ ; маса спорядженого автомобіля  $m_{cn} = 11150 \text{ кг}$ ; база автомобіля  $L = 4,6 \text{ м}$ ; колія  $B_a = 1,97 \text{ м}$ ; горизонтальна координата центра мас спорядженого автомобіля  $a_{cn} = 2,168 \text{ м}$ ; вертикальна координата центра мас спорядженого автомобіля  $h_{cn} = 1,22 \text{ м}$ ; довжина, ширина, висота цистерни відповідно  $A = 4,377 \text{ м}$ ,  $B = 1,34 \text{ м}$ ,  $H = 1,364 \text{ м}$ ;  $f = -0,372 \text{ м}$ .

На рис. 3 наведено графіки залежностей  $a_y(\eta_0)$  та  $h(\eta_0)$ , побудовані з використанням формул (22–24) та (25–27), для випадків перевезення води ( $\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3$ ), моторної оливи ( $\gamma = 910 \text{ кг/м}^3$ ), дизельного пального ( $\gamma = 830 \text{ кг/м}^3$ ) та бензину ( $\gamma = 710 \text{ кг/м}^3$ ) при  $\frac{J_y}{g} = 0,8$ .

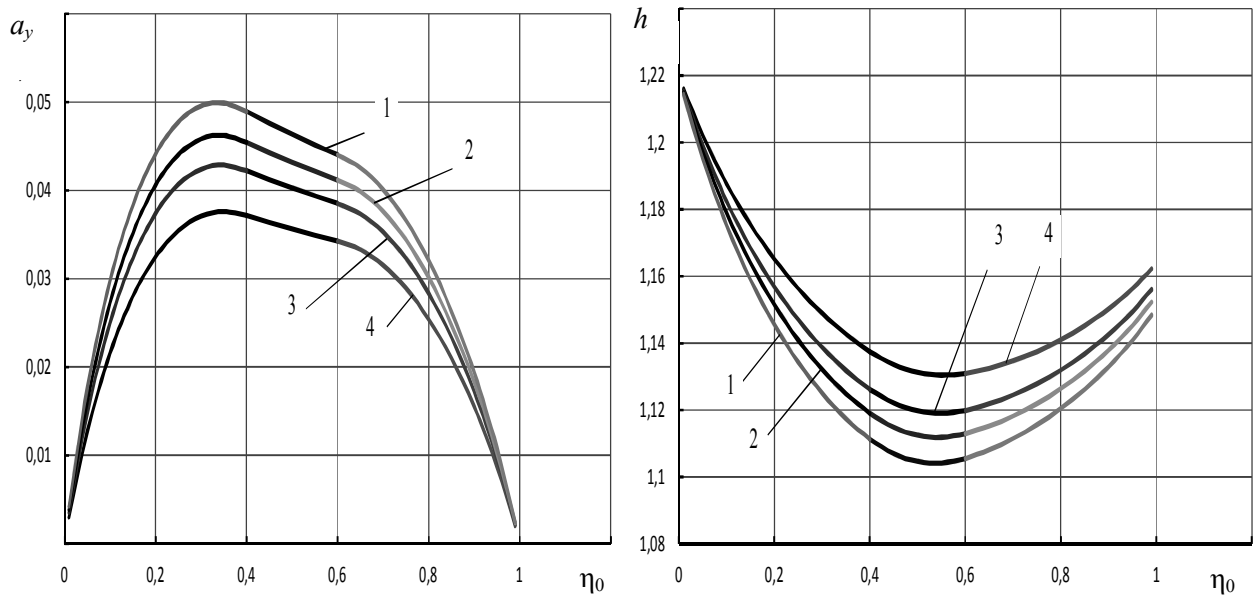


Рис. 3. Графіки залежностей  $a_y(\eta_0)$  та  $h(\eta_0)$  для АПЗ-8-531605 при перевезенні різних рідин: 1 – вода; 2 – моторна олива; 3 – дизельне пальне; 4 – бензин

На рис. 4 наведено графіки залежності  $W_{y\partial}(\eta_0)$ , отримані за допомогою виразів (11), (14), (16), та графіки залежності  $W_{stab}(\eta_0)$ , отримані з використанням співвідношень (21–27).

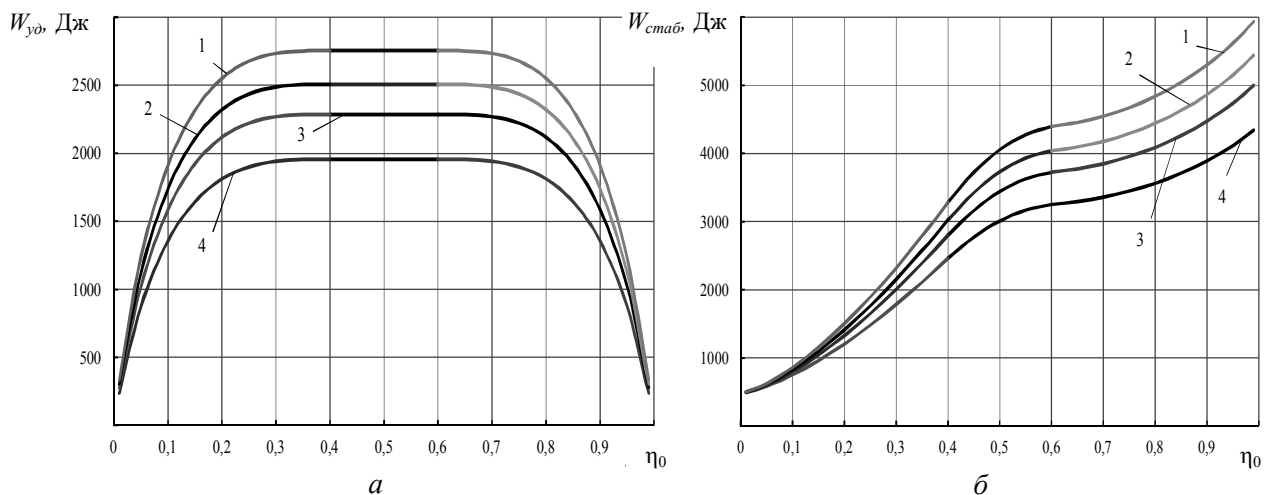


Рис. 4. Графіки залежності енергії удару (а) та енергії стабілізації (б) від ступеня заповнення цистерни: 1 – вода; 2 – моторна олива; 3 – дизельне пальне; 4 – бензин

У таблиці наведено результати розрахунку, а на рис. 5 графіки залежності енергетичного коефіцієнта динамічної стабільності положення  $K_{едсн}$  від коефіцієнта заповнення цистерни  $\eta_0$ .

Значення коефіцієнта енергетичної динамічної стійкості положення для різних видів рідини, що перевозиться, та для різного ступеня заповнення цистерни

$\eta_0$	Коефіцієнт енергетичної динамічної стійкості положення $K_{едсп}$			
	вода, $\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3$	моторна олива, $\gamma = 910 \text{ кг/м}^3$	дизельне пальне, $\gamma = 830 \text{ кг/м}^3$	бензин, $\gamma = 710 \text{ кг/м}^3$
0,1	0,45	0,48	0,50	0,55
0,2	0,59	0,61	0,63	0,67
0,3	0,85	0,87	0,88	0,92
0,4	1,19	1,21	1,22	1,26
0,5	1,47	1,49	1,50	1,53
0,6	1,60	1,61	1,63	1,66
0,7	1,66	1,68	1,70	1,73
0,8	1,90	1,91	1,93	1,97
0,9	2,77	2,80	2,82	2,87

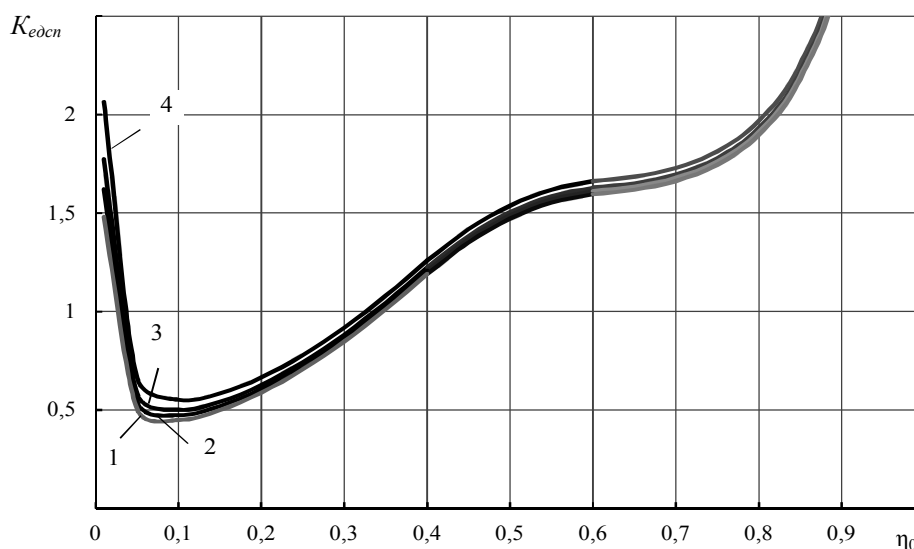


Рис. 5. Графіки залежності коефіцієнта енергетичної динамічної стійкості положення від ступеня заповнення цистерни: 1 – вода; 2 – моторна олива; 3 – дизельне пальне; 4 – бензин

### Висновки

1. Отримані аналітичні вирази дозволяють оцінювати динамічну стійкість положення автомобілів-цистерн у поперечній площині.

2. Виконані для автомобіля-паливозаправника АПЗ-8-531605 розрахунки при максимальному значенні бокового прискорення  $j_{y\max} = 0,8g$  дозволили визначити таке:

- при коефіцієнті заповнення об'єму цистерни  $\eta_0$ , що знаходиться у межах від 0,4 до 0,6, величина енергії удару  $W_{уд}$  є постійною та становить 1960 Дж;
- при значеннях коефіцієнта  $\eta_0$  у межах  $[0,03; 0,35]$  енергетичний коефіцієнт динамічної стабільності положення автомобіля АПЗ-8-531605  $K_{едсп} < 1$ , що свідчить про відсутність стійкості його положення.

### Список використаних джерел

1. Шимановский, А. О. Динамическая нагруженность конструкции цистерны при торможении [Текст] / А. О. Шимановский, Г. М. Куземкина // Автомобильный транспорт : сб. науч. тр. – Х. : ХНАДУ, 2006. – Вып. 19. – С. 32–34.

2. Власов, Ю. Л. Динамическая модель равномерного движения автоцистерны без перегородок с частичным заполнением [Текст] / Ю. Л. Власов, Н. А. Морозов, А. А. Гаврилов // Вестник ОГУ. – Оренбург : ОГУ, 2013. – № 9 (158). – С. 227–231.

3. Ходырев, С. Я. Оценка эффективности торможения автомобилей-шлаковозов [Текст] / С. Я. Ходырев // Автомобильный транспорт : респ. межвед. науч.-техн. сб. – К. : Техніка, 1981. – Вып. 18. – С. 99–100.

4 Kang X. D. Optimal tank design and directional dynamic analysis of liquid cargo vehicle under steering and braking. P.D. thesis department of Mechanical and Industrial Engineering, Concordia University, 2001. – 323 p.

5. Подригало, М. А. Устойчивость автомобиля против заноса в тяговом режиме движения [Текст] / М. А. Подригало, Д. М. Клец // Автомобильная промышленность. – 2009. – № 12. – С. 23–26.

6. Влияние расположения груза в кузове грузового автомобиля на устойчивость автомобиля в поворотах [Текст] / Ю. Л. Власов, Н. А. Морозов, И. А. Бочаров, А. А. Гаврилов // Вестник ОГУ. – Оренбург : ОГУ, 2011. – № 4/123. – С. 152–156.

7. Энергетический подход к оценке устойчивости автомобилей-цистерн против опрокидывания [Текст] / В. В. Глушенко, Р. О. Кайдалов, М. А. Подригало, С. А. Соколовский // Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України. – Х. : НА НГУ, 2015. – Вип. 2 (26). – С. 32–38.

*Стаття надійшла до редакції 05.04.2016 р.*

**УДК 629.114.2**

**В. В. Глушенко, М. А. Подригало, Д. В. Абрамов**

### **ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ-ЦИСТЕРН ПРОТИВ ОПРОКИДЫВАНИЯ В ПОПЕРЕЧНОЙ ПЛОСКОСТИ**

*Приведены результаты исследования по повышению устойчивости автомобилей-цистерн против опрокидывания в поперечной плоскости путем определения диапазона допустимых значений коэффициента заполнения цистерны жидкостью.*

*К л ю ч е в ы е с л о в а: автомобиль-топливозаправщик, боковое ускорение, коэффициент заполнения объема цистерны, устойчивость положения, энергия удара жидкости, энергия стабилизации положения.*

**UDC 629.114.2**

**V. V. Hlushchenko, M. A. Podrigalo, D. V. Abramov**

### **EVALUATION OF TANK-TRUCK SUSTAINABILITY TO PREVENT TIPPING IN THE TRANSVERSE PLANE**

*The results of the study to improve the stability of tank-car to prevent tipping in the transverse plane by defining the acceptable range of the duty ratio of the tank liquid are presented.*

*К e y w o r d s: car-fueller, lateral acceleration, the filling factor of the tank volume, stability of position, energy of impact of fluid, energy of stabilization.*

**Глушенко Віталій Володимирович** – заступник начальника Національної академії Національної гвардії України з тилу – начальник відділу тилового забезпечення.

**Подригало Михайло Абович** – доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник науково-дослідного центру службово-бойової діяльності НГУ Національної академії Національної гвардії України.

**Абрамов Дмитро Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент, докторант Харківського національного автомобільно-дорожнього університету.

- Абрамов Дмитро Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент, докторант Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (с. 13–19)
- Аркушенко Павло Леонідович** – начальник відділення з наукових досліджень і випробувань вимірювальних систем та метрологічного забезпечення Державного науково-випробувального центру ЗС України (с. 38–44)
- Бабенко Валерій Павлович** – кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри управління діями підрозділів із засобами військового зв'язку Національної академії Національної гвардії України (с. 9–12, 45–48)
- Власов Костянтин Валерійович** – старший викладач кафедри управління повсякденною діяльністю Національної академії Національної гвардії України (с. 38–44)
- Глуценко Віталій Володимирович** – заступник начальника Національної академії Національної гвардії України з тилу – начальник відділу тилового забезпечення (с. 13–19)
- Гончар Роман Олександрович** – кандидат військових наук, заступник начальника кафедри експлуатації та ремонту автомобілів та бойових машин Національної академії Національної гвардії України (с. 20–24)
- Горелишев Станіслав Анатолійович** – кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник науково-дослідного центру службово-бойової діяльності НГУ Національної академії Національної гвардії України (с. 30–37)
- Гребеник Лариса Анатоліївна** – старший викладач кафедри інженерної механіки Національної академії Національної гвардії України (с. 72–77).
- Іванець Григорій Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри піротехнічної та спеціальної підготовки Національного університету цивільного захисту України (с. 30–37)
- Кайдаш Марина Валеріївна** – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики Національного фармацевтичного університету (с. 45–48)
- Кириченко Олександр Миколайович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інженерної механіки Національної академії Національної гвардії України (с. 72–77)
- Ковтун Анатолій Васильович** – кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри експлуатації та ремонту автомобілів та бойових машин Національної академії Національної гвардії України (с. 67–71)
- Козлов Валентин Євгенович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформатики та прикладних інформаційних технологій Національної академії Національної гвардії України (с. 25–29)
- Козлов Юрій Валентинович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри метрології та вимірювальної техніки Харківського національного університету радіоелектроніки (с. 25–29)
- Кокодій Микола Григорович** – доктор фізико-математичних наук, професор, професор Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (с. 9–12)
- Крюков Олександр Михайлович** – доктор технічних наук, професор, професор кафедри озброєння та спеціальної техніки Національної академії Національної гвардії України (с. 5–8)
- Кудімов Сергій Анатолійович** – викладач кафедри експлуатації та ремонту автомобілів та бойових машин Національної академії Національної гвардії України (с. 67–71)

- Майборода Ігор Миколайович** – кандидат військових наук, доцент, завідуючий кафедрою управління діями підрозділів із засобами військового зв'язку Національної академії Національної гвардії України (с. 9–12, 45–48)
- Маренко Геннадій Миколайович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри та ремонту автомобілів та бойових машин Національної академії Національної гвардії України (с. 67–71)
- Морозов Олександр Олександрович** – доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник науково-дослідного центру службово-бойової діяльності НГУ Національної академії Національної гвардії України (с. 55–60, 61–66)
- Новикова Олена Олександрівна** – доцент кафедри інформатики та прикладних інформаційних технологій Національної академії Національної гвардії України (с. 25–29)
- Подригало Михайло Абович** – доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник науково-дослідного центру службово-бойової діяльності НГУ Національної академії Національної гвардії України (с. 13–19)
- Раківненко Валерія Павлівна** – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри інженерної механіки Національної академії Національної гвардії України (с. 72–77)
- Сальник Сергій Васильович** – ад'юнкт Військового інституту телекомунікацій та інформатизації (с. 49–54)
- Соколовський Сергій Анатолійович** – кандидат технічних наук, доцент, перший заступник начальника Національної академії Національної гвардії України з навчально-методичної та наукової роботи (с. 72–77)
- Стороженко Ігорь Петрович** – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри фізики Національного фармацевтичного університету, провідний науковий співробітник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (с. 45–48)
- Темніков Віктор Олексійович** – кандидат військових наук, начальник кафедри експлуатації та ремонту автомобілів та бойових машин Національної академії Національної гвардії України (с. 20–24)
- Тиманюк Володимир Олександрович** – кандидат фізико-метематичних наук, професор, завідуючий кафедрою фізики Національного фармацевтичного університету (с. 9–12)
- Тютюнник Вадим Володимирович** – доктор технічних наук, старший науковий співробітник, начальник НДІ кафедри піротехнічної та спеціальної підготовки Національного університету цивільного захисту України (с. 30–37)
- Флорін Олександр Павлович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри управління діями підрозділів із засобами військового зв'язку Національної академії Національної гвардії України (с. 38–44)
- Цебрюк Іван Вікторович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри та ремонту автомобілів та бойових машин Національної академії Національної гвардії України (с. 67–71)
- Шаша Ігор Костянтинович** – доктор технічних наук, професор, професор кафедри експлуатації та ремонту автомобілів та бойових машин Національної академії Національної гвардії України (с. 20–24)

Наукове видання

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ  
НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ

Випуск 1 (27) / 2016

Відповідальний за випуск: *І. Є. Морозов*

Редактор *Ф. М. Сирнєв*

Коректор *Г. М. Підлозна*

Комп'ютерне макетування: *А. О. Теплова, С. А. Малишкін*

---

Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Ум. друк. арк. 9,3

Тираж 100 прим. Зам. № 14

---

Видавець і виготовлювач Національна академія Національної гвардії України.

Майдан Захисників України, 3, м. Харків-1, 61001.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4794 від 24.11.2014 р.