

УДК 629.113.014.5

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ УТРИМАННЯ ДОРОЖНІХ ЗНАКІВ НА ДОРОГАХ КАР'ЄРІВ**А. П. Солтус, Е. С. Клімов**Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39000. E-mail: avtotr@kdu.edu.ua**О. Л. Кіріченко**

ТОВ ВК «Укрспецкомплект»

вул. Володарського, 1, м. Дніпропетровськ, 49000, Україна. E-mail: skad1771@i.ua

В. В. Жолоб

ВАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат»

вул. Будівників, 16, м. Комсомольськ Полтавської обл., Україна. E-mail: vladislav.zholob@ferrexpo.poltava.ua

Наведено результати експериментальних досліджень взаємодії вітрового потоку з дорожніми знаками.

Отримано значення сили вітрового потоку залежно від форми (трикутник, коло, квадрат, прямокутник, восьмикутник), розмірів дорожнього знаку та швидкості вітрового потоку. Запропоновано вплив форми та розмірів дорожнього знаку, температури, тиску та густини повітря на величину сили вітрового потоку враховувати коефіцієнтом опору вітровому потоку. Встановлено, що коефіцієнт опору вітровому потоку набуває максимального значення для дорожнього знаку форми трикутник, а мінімального значення для форми знаку прямокутник. Збільшення площі знаку зменшує величину коефіцієнту опору вітровому потоку для всіх форм знаків. Визначено масу вантажу, яка забезпечить пристрою стійкість проти перекидання та ковзання. За результатами проведених досліджень розроблено конструкцію пересувного пристрою для утримання дорожніх знаків на дорогах кар'єрів.

Ключові слова: пристрій для утримання дорожніх знаків, вітровий потік, кар'єр.**РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ УДЕРЖАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ НА ДОРОГАХ КАРЬЕРОВ****А. П. Солтус, Э. С. Климов**Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39000, Украина. E-mail: avtotr@kdu.edu.ua**О. Л. Кириченко**

ООО ПК «Укрспецкомплект»

ул. Володарского, 1, г. Днепропетровск, 49000, Украина. E-mail: skad1771@i.ua

В. В. Жолоб

ОАО «Полтавский горно-обогатительный комбинат»

ул. Строителей, 16, г. Комсомольск, Полтавская обл., Украина. E-mail: vladislav.zholob@ferrexpo.poltava.ua

Приведены результаты экспериментальных исследований взаимодействия ветрового потока с дорожными знаками. Получены значения силы ветрового потока в зависимости от формы (треугольник, круг, квадрат, прямоугольник, восьмиугольник), размеров дорожного знака и скорости ветрового потока. Предложено влияние формы и размеров дорожного знака, температуры, давления и плотности воздуха на величину силы ветрового потока учитывать коэффициентом сопротивления ветровому потоку. Установлено, что коэффициент сопротивления ветровому потоку принимает максимальное значение для дорожного знака формы треугольник, а минимальное значение – для знака формы прямоугольник. Увеличение площади знака уменьшает величину коэффициента сопротивления ветровому потоку для всех форм знаков. Определена масса груза, обеспечивающая устройству устойчивость против опрокидывания и скольжения. По результатам проведенных исследований разработана конструкция передвижного устройства для содержания дорожных знаков на дорогах карьеров.

Ключевые слова: устройство для установки дорожных знаков, ветровой поток, карьер.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Технологічний процес роботи великовантажних автомобілів-самоскидів у кар'єрах, де видобуток корисних копалин ведеться відкритим способом, передбачає постійну зміну їх маршрутів руху, що, в свою чергу, викликає зміну місця розташування дорожніх знаків. Необхідність постійної зміни місця розташування дорожніх знаків потребує витрат на виготовлення пересувних пристроїв для утримання дорожніх знаків, їх транспортування та встановлювання на дорогах кар'єрів. Для мінімізації витрат, пов'язаних із транспортуванням і безпосередньо встановленням дорожніх знаків на дорогах кар'єрів, необхідно виконати дві вимоги:

– габаритні та масові параметри пересувних пристроїв для утримання дорожніх знаків повинні забезпечити їх транспортування на легкових автомобілях підвищеної прохідності;

– встановлення знаків на дорогах кар'єрів повинно здійснюватись однією особою.

Мета роботи – розробка пристрою для утримання дорожніх знаків на дорогах кар'єрів.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. На дорожні знаки, що встановлюються на пересувних пристроях у кар'єрах, діє сила вітрового потоку, величина якої залежить від площі знаку, його форми, швидкості вітрового потоку, густини, температури та тиску повітря. У зв'язку з цим конструкція пристрою повинна забезпечити йому стійкість проти перекидання та ковзання по опорній поверхні при максимально можливих поривах вітрового потоку, а габарити та місця встановлення дорожніх знаків повинні задовольняти вимогам [1].

Згідно з [1] дорожні знаки виготовляють у формі п'яти фігур: рівносторонній трикутник (далі трикутник), квадрат, коло, прямокутник, восьмикутник.

Кожна фігура має чотири типорозміри. Вибір типорозміру знака залежить від умов його застосування. Враховуючи, що знаки типорозміру IV застосовують тільки за наявності ремонтних робіт на автомагістралях, місць концентрації дорожньо-

транспортних пригод, небезпечних ділянок, то цей типорозмір при дослідженнях нами розглядатись не буде. Характеристики дорожніх знаків типорозмірів I–III наведено в табл. 1 [1].

Таблиця 1 – Характеристики дорожніх знаків типорозмірів I–III

Форма дорожнього знаку	Найменування параметру	Габаритні розміри, мм	Площа знаку, $S, \text{м}^2$	Типорозмір
Рівносторонній трикутник	Сторона трикутника, A	700	0,2122	I
		900	0,3507	II
		1200	0,6235	III
Прямокутник	Висота, H , ширина, B	$H=900, B=600$	0,54	I
		$H=1050, B=700$	0,735	II
		$H=1350, B=900$	1,215	III
Восьмикутник	Висота, H , ширина, B	$B=H=700$	0,4	I
		$B=H=900$	0,66	II
		$B=H=1200$	1,174	III
Квадрат	Сторона квадрату, A	600	0,36	I
		700	0,49	II
		900	0,81	III
Коло	Діаметр кола, D	600	0,2826	I
		700	0,3866	II
		900	0,6358	III

З аналізу табл. 1 видно, що різні за формою дорожні знаки навіть в межах одного типорозміру мають різну площу. Так, для типорозміру I площа знаків змінюється від 0,2122 до 0,54 м^2 , що відповідає їй збільшенню в 2,54 рази.

Щодо висоти встановлення дорожнього знаку, то відстань від нижнього краю знака до поверхні дорожнього покриття, крім спеціально обумовлених випадків, повинна становити від 1,5 до 2,2 м – у разі встановлення збоку від дороги поза населеними пунктами, від 2,0 до 4,0 м – у населених пунктах [1]. Оскільки в кар'єрах дорожні знаки встановлюють збоку від дороги, тому всі подальші розрахунки будемо вести за умови, що відстань від дороги до початку знака становить 2,0 м.

Розрахунковою величиною пристроїв для утримання дорожніх знаків є сила вітрового потоку, величину якої рекомендується визначати за емпіричним виразом [2]

$$W = 623,01S, \quad (1)$$

де W – сила вітрового потоку, Н; S – площа знаку, м^2 .

Залежність (1) є наближеною, оскільки враховує тільки площу знаку та не враховує його форму. При цьому невідомо, при якій швидкості вітрового потоку визначалась його сила.

Силу вітрового потоку можна також визначити за залежністю, що використовують при розрахунках максимальної сили вітрового потоку, що діє на рекламні щити [3]

$$W = \frac{\rho V^2 S n c}{2g}, \quad (2)$$

де W – сила вітрового потоку, кгс; ρ – густина повітря, приймається $\rho = 1,225 \text{ кгс/м}^3$; V – швидкість вітрового потоку, що діє на поверхню рекламного щита на висоті 10 м над поверхнею землі, м/с;

S – площа знаку, м^2 ; $n=1,5$ – коефіцієнт, що враховує динамічну складову вітрового потоку; $c=1,2$ – аеродинамічний коефіцієнт поверхні.

Аналіз залежності (2) свідчить, що на відміну від залежності (1) при визначенні сили вітрового потоку окрім площі поверхні щитів враховується густина та швидкість вітрового потоку. Однак залежність (2) не дозволяє враховувати форму щита.

Державні будівельні норми України ДБН В.1.2–2:2006 [4] рекомендують визначати граничне розрахункове значення вітрового навантаження (тиск, Па) для будівель і споруд простої геометричної форми за формулою

$$P_m = \gamma_{fm} P_0 c, \quad (3)$$

де P_0 – характеристичне значення вітрового тиску, Па. Його значення дорівнює середній (статистичній) складовій тиску вітру на висоті 10 м над поверхнею землі, який може бути перевищений у середньому один раз за 50 років, залежить від вітрового району та визначається по карті [4, рис. 9.1]. Для Полтавської області характеристичне значення вітрового тиску складає 500 Па; γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження. Згідно з [4] приймаємо $\gamma_{fm} = 1,5$; c – коефіцієнт, що враховує аеродинамічний фактор, висоту споруди, географічну висоту, рельєф, напрям, динамічність, являє собою добуток коефіцієнтів, кожний із яких враховує окремий фактор. Згідно з [4] приймаємо $c = 1,25$.

Для Полтавської області граничне розрахункове значення вітрового навантаження, визначене за виразом (3), складає

$$P_m = 500 \cdot 1,25 \cdot 1,5 = 937,5 \text{ Па.}$$

Знаючи вітрове навантаження P_m та площу знаку S , сила вітрового потоку визначиться за виразом

$$W = P_m S. \quad (4)$$

Аеродинамічний опір руху автомобілів включає п'ять складових: лобовий опір; опір внутрішніх потоків, які проходять через радіатор, гальмівні механізми, вихлопну систему та відводять тепло від них; опір виступів та впадин; індуктивну складову, яка викликана зміною положення кузова при значних швидкостях; поверхневу складову.

Враховуючи викладене, сила аеродинамічного опору автомобіля згідно [5] визначається за виразом

$$W = k_n S V^2, \quad (5)$$

де k_n – коефіцієнт опору вітровому потоку, який для конкретного автомобіля визначається експериментально; S – лобова площа автомобіля, м²; V – швидкість руху автомобіля, м/с.

Прирівнявши праві частини рівнянь (2) і (5), отримаємо

$$k_n = \frac{\rho n c}{2g}. \quad (6)$$

Якщо підставити до залежності (6) значення $\rho = 1,225$ кг/м³, $n = 1,5$, $c = 1,25$, то отримаємо, що для рекламних щитів незалежно від їх форми приймається постійне значення коефіцієнта опору вітровому потоку $k_n = 1,1026$ Н·с²/м⁴.

У загальному випадку силу вітрового потоку, що діє на дорожній знак, будемо розраховувати за формулою (5), у якій коефіцієнт опору вітровому потоку для дорожніх знаків будемо визначати експериментально.

У табл. 2 наведено розраховані за формулами (1), (2) і (4) значення сили вітрового потоку, що діє на дорожні знаки при швидкості вітрового потоку $V = 30$ м/с, яку прийнято граничною для центральної частини України, та граничному значенні вітрового навантаження $P_m = 937,5$ Па.

Таблиця 2 – Розрахункові значення сили вітрового потоку, що діє на дорожні знаки типорозмірів І–ІІІ

Форма дорожнього знаку, параметр	Розміри знаку, мм	Площа знаку, S, м ²	Сила вітрового потоку W, Н		
			При швидкості вітрового потоку V=30 м/с		При тиску P _m =937,5 Па
			За (1)	За (2)	За (4)
Трикутник, сторона	A=700	0,2122	132,2	214,66	198,9
	A=900	0,3507	218,49	354,77	328,8
	A=1200	0,6235	388,45	630,73	584,5
Прямокутник, висота, ширина	H=900, B=600	0,54	336,43	546,26	506,2
	H=1050, B=700	0,735	457,91	743,53	689,1
	H=1350, B=900	1,215	756,96	1229,09	1139,1
Восьмикутник, висота, ширина	H=B=700	0,4	249,2	404,64	375
	H=B=900	0,66	411,18	667,66	618,7
	H=B=1200	1,174	731,41	1187,62	1100,6
Квадрат, сторона	B=600	0,36	224,28	364,18	337,5
	B=700	0,49	305,27	495,68	459,4
	B=900	0,81	504,64	819,4	759,4
Коло, діаметр	D=600	0,2826	176,06	285,88	264,9
	D=700	0,3866	240,86	391,08	362,4
	D=900	0,6358	396,11	643,17	596,1

З аналізу табл. 2 видно, що дані, розраховані за залежностями (1), (2) і (4) суттєво різняться. У зв'язку з цим виникає необхідність провести експериментальні дослідження та визначити фактичну силу вітрового потоку, що діє на дорожній знак.

Для проведення експериментальних досліджень сили вітрового потоку, що діє на дорожній знак, було створено установку, загальний вигляд якої наведено на рис. 1. З аналізу рис. 1 видно, що установка включає автомобіль-пікап Great Wall Wingle, пристрій для визначення сили вітрового потоку, який встановлюється в кузові автомобіля, анемометр DIGITAL GM816 для визначення швидкості вітрового потоку, п'ять дорожніх знаків.

Пристрій для визначення сили вітрового потоку (рис. 2) складається з рами 1, кронштейна 2, конструкція якого дозволяє закріплювати його на рамі 1 під різними кутами відносно її поздовжньої осі, стійки 3, нижній кінець якої з'єднано через вісь з кронштейном 2, динамометра 4, один кінець якого закріплено до кронштейну 2, а інший – до середньої

частини стійки 3. Дорожній знак закріплюється до верхньої частини стійки.

Силу вітрового потоку, що діє на дорожній знак під час руху автомобіля та прикладена в центрі парусності знака, будемо визначати за показниками динамометра з урахуванням пліч дії сили вітрового потоку та сили, що діє на стійку через динамометр з боку кронштейна.

На рис. 3 наведено розрахункову схему для експериментального визначення сили вітрового потоку, що діє на знак форми квадрат. Із аналізу схеми видно, що плече дії сили вітрового потоку W (відстань між віссю повороту стійки та центром парусності знака, яким будемо вважати геометричний центр квадрата) складає $h_1 = 1428$ мм. Плече сили A , що діє на стійку з боку кронштейну, дорівнює $h_2 = 643$ мм.

У такому випадку силу вітрового потоку, що діє на знак, визначимо за виразом

$$W = \frac{643}{1428} \cdot A = 0,45028 A. \quad (7)$$



Рисунок 1 – Загальний вид експериментальної установки

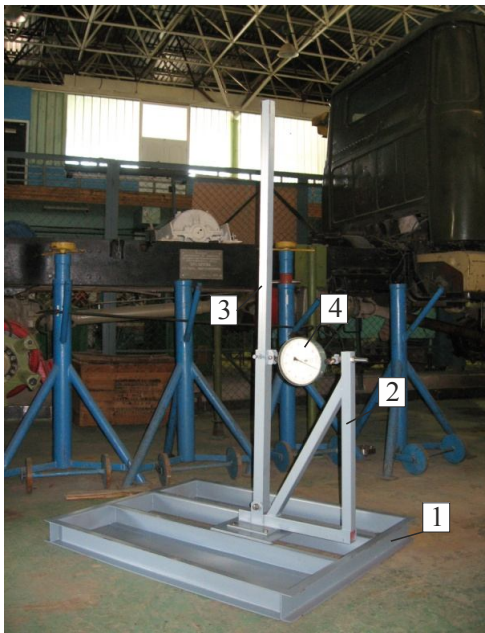


Рисунок 2 – Пристрій для визначення сили вітрового потоку

Експериментальне значення коефіцієнту опору вітровому потоку визначимо за виразом

$$k_n = \frac{W}{SV_n^2}, \quad (8)$$

де S – площа знаку, m^2 ; V_n – швидкість вітрового потоку, що визначається за показниками анемометра, m/s ; W – сила вітрового потоку, що розраховується за виразом (7), N .

Експериментальне визначення сили вітрового потоку проводилось для дорожніх знаків форми коло, трикутник, квадрат, прямокутник, восьмикутник I типорозміру. Знаки закріплювались почергово у верхній частині стійки пристрою.

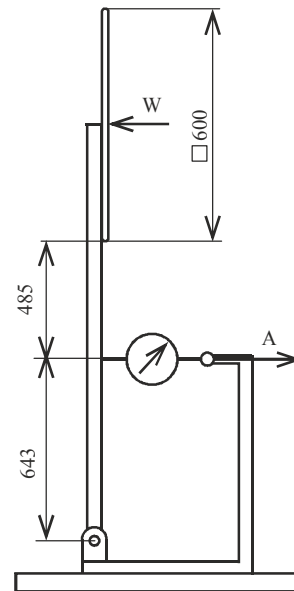


Рисунок 3 – Розрахункова схема визначення сили вітрового потоку для дорожнього знаку форми квадрат на автомобілі

Дослідження проводились за межами населеного пункту на прямолінійній горизонтальній ділянці дороги з асфальтобетонним покриттям при температурі навколишнього середовища $+15^{\circ}C$ та атмосферному тиску $99,6$ kPa . Швидкість руху автомобіля задавалась водієм і контролювалась за показниками спідометра.

Під час проведення експерименту швидкість вітрового потоку вимірювалась анемометром на відстані витягнутої руки збоку від автомобіля. Величину сили A вимірювали динамометром при зміні швидкості руху автомобіля від 30 до 100 km/h з інтервалом 10 km/h . Виміри проводились при русі автомобіля у прямому та зворотному напрямках. Усі розрахунки велись за середніми значеннями швидкості та сили вітрового потоку. Результати експериментальних досліджень для знаку форми квадрат наведено у табл. 3. За даними цієї таблиці було визначено середнє значення коефіцієнту опору вітровому потоку $k_n = 1,212$ Nc^2/m^4 .

У табл. 4 наведено зведені результати експериментальних досліджень всіх форм дорожніх знаків першого типорозміру при швидкості вітрового потоку $V = 30$ m/s . З аналізу табл. 4 видно, що для розглянутих форм знаків коефіцієнт опору вітровому потоку змінюється в межах від $1,07$ до $1,66$ Nc^2/m^4 . Максимальне значення сила вітрового потоку набуває для знаку форми прямокутник. При цьому визначальним параметром, що впливає на величину сили вітрового потоку, що діє на знак, є площа знаку. Виходячи з вищенаведеного, подальші розрахунки пересувного пристрою для утримання дорожніх знаків на дорогах кар'єрів будемо вести для знаку форми прямокутник та величини сили вітрового потоку $W = 520$ N .

За результатами проведених досліджень та враховуючи вимоги, що наведені на початку статті, було розроблено та виготовлено конструкцію пересувного пристрою для утримання дорожніх знаків, загальний вигляд якого наведено на рис. 4 [6].

Таблиця 3 – Форма знаку – квадрат. Площа знаку $S=0,36 \text{ м}^2$

Швидкість автомобіля, м/с	8,3	11,1	13,9	16,7	19,4	22,2	25	27,2
Показник динамометра, Н	45	85	130	200	245	305	355	450
Швидкість вітрового потоку V_n , м/с	7,25	9,25	11,25	13,75	15	17,75	20,25	22,5
Коефіцієнт опору вітровому потоку k_n , $\text{Н}\cdot\text{с}^2/\text{М}^4$	1,071	1,242	1,285	1,326	1,36	1,21	1,08	1,114

Таблиця 4 – Експериментальні значення сил, що діють на знаки першого типорозміру

Форма знаку (розміри в мм)	Площа знаку S , м^2	Коефіцієнт опору вітровому потоку k_n , $\text{Н}\cdot\text{с}^2/\text{М}^4$	Сила вітрового потоку при $V = 30 \text{ м/с}$, Н
Трикутник ($A = 700$)	0,2122	1,66	316,9
Коло ($D = 600$)	0,2826	1,25	317,9
Квадрат ($A = 600$)	0,36	1,212	392
Восьмикутник ($H = B = 700$)	0,4	1,24	446,4
Прямокутник ($H = 900, B = 600$)	0,54	1,07	520



Рисунок 4 – Пересувний пристрій для установки дорожніх знаків

Маса пристрою без вантажу складає 33 кг. Габаритна довжина пристрою (відстань l від центру пристрою до опори) змінюється у межах 0,8...1,1 м. Співвідношення ширини B та висоти H основи до її довжини L складають відповідно $B/L=0,57...0,65$; $H/L=0,25...0,3$.

Розрахункову схему для дослідження стійкості пристрою проти перекидання та ковзання наведено на рис. 5.

Враховуючи, що G – вага пристрою разом з вантажем; P – сила вітрового потоку, яка експериментально визначалась за показниками динамометра; R_{z1} , R_{z2} – приведені до одного борту реакції, що діють на опори пристрою; l – відстань від центру мас пристрою до приведеної реакції (довжина важеля); h – плече дії сили P , яку прикладено в центрі

парусності знаку, перекидання пристрою відбудеться при виконанні наступних умов

$$\begin{aligned} R_{z1} &= 0, \\ Ph &\geq Gl, \\ (R_{z1} + R_{z2})f_{mp} &\geq P, \end{aligned} \quad (9)$$

де f_{mp} – коефіцієнт тертя між опорами пристрою та опорною поверхнею, який визначається експериментально.

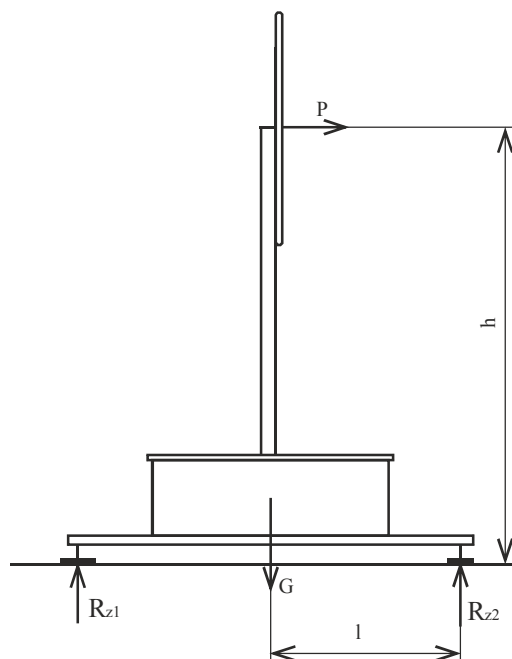


Рисунок 5 – Розрахункова схема для визначення стійкості пристрою проти перекидання

Ковзання пристрою по опорній поверхні без подальшого перекидання відбудеться, якщо останню умову не буде виконано. Рівняння (9) дозволяють визначити масу вантажу, яка забезпечить конструкції пристрою стійкість проти перекидання та ковзання.

У табл. 5 наведено мінімальні значення маси вантажу для забезпечення стійкості пристрою проти перекидання, визначені за рівняннями (9). Розрахунки проводились для всіх форм знаків типорозміру I при швидкості вітрового потоку 30 м/с та відстані від центра ємності до опори $l = 1$ м.

Таблиця 5 – Мінімальна маса вантажу для забезпечення стійкості пристрою проти перекидання

Форма знаку (розміри в мм)	Площа, м ²	Швидкість вітрового потоку, м/с	Сила вітрового потоку, Н	Коефіцієнт опору вітровому потоку k_n , Нс ² /м ⁴	Вага пристрою, G, Н	Коеф-т тертя f_{mp}	Маса вантажу, кг
Трикутник (A=700)	0,2122	30	316,56	1,66	804,2	0,393	48,4
Коло (D=600)	0,2826		317,9	1,25	844,3	0,376	52,5
Квадрат (B=600)	0,36		392	1,212	1041,1	0,376	72,6
Восьмикутник (H=B=700)	0,4		446	1,24	1210,3	0,368	89,8
Прямокутник (H=900, B=600)	0,54		520	1,07	1471	0,354	116,3

За таких мас вантажу необхідний коефіцієнт тертя між опорами пристрою та опорною поверхнею складає 0,354...0,393, що забезпечать гумові прокладки, закріплені до опор пристрою.

Проведені додаткові дослідження дорожніх знаків форми трикутник (A=400 мм, A=800 мм) і форми квадрат (B=400 мм, B=800 мм) при температурі навколишнього середовища +5 °С у похмурий день на асфальтобетонній дорозі, що проходить через лісовий масив, засвідчили збільшення величини коефіцієнта опору вітрового потоку порівняно з вищенаведеними. При цьому встановлено, що більші значення коефіцієнта опору вітровому потоку має трикутник, а збільшення площі знаку, незалежно від його форми та стану навколишнього середовища, призводить до зменшення його значення.

ВИСНОВКИ. З аналізу проведених досліджень випливають наступні висновки:

1. Коефіцієнт опору вітровому потоку дорожнього знаку залежить від форми та розмірів знаку, температури, тиску, густини повітря і для конкретних умов визначається експериментально за наведеною методикою.

2. Для розглянутих п'яти форм дорожніх знаків типорозміру I (трикутник – сторона 700 мм, коло – діаметр 600 мм; квадрат – сторона 600 мм; восьмикутник висота і ширина 700 мм; прямокутник – висота 900 мм, ширина 600 мм) при температурі навколишнього середовища +15 °С, тиску 99,6 кПа коефіцієнт опору вітровому потоку дорожнього знаку приймає наступні значення: трикутник – 1,66 Нс²/м⁴, коло – 1,25 Нс²/м⁴, квадрат – 1,212 Нс²/м⁴, восьмикутник – 1,24 Нс²/м⁴, прямокутник – 1,07 Нс²/м⁴.

3. Збільшення площі знаку, незалежно від його форми, призводить до зменшення коефіцієнта опору вітровому потоку. Враховуючи, що найменшу пло-

щу мають знаки типорозміру I, то за відсутності значень коефіцієнтів опору вітровому потоку для знаків типорозміру II і III із достатньою для практичних розрахунків точністю можна приймати значення коефіцієнтів типорозміру I.

4. Розрахунок пристрою для утримання дорожніх знаків на дорогах кар'єрів проти перекидання та ковзання вести за максимальним значенням сили вітрового потоку, яка виникає для дорожнього знаку форми прямокутник, при швидкості вітрового потоку 30 м/с. Для забезпечення стійкості пристрою проти ковзання до його опор закріпити гумові накладки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування: ДСТУ 4100–2002 – ДСТУ 4100–2002. – [Чинний від 2003–01–01]. – К.: Держстандарт України, 2002. – 74 с.
2. Опоры деревянные дорожных знаков. Технические условия: ГОСТ 25458–82 – ГОСТ 25458–82. – [Чинний від 1984–01–01]. – М.: Издательство стандартов, 1994. – 14 с.
3. Расчет ветровой загрузки на поверхность рекламного щита. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.highexpert.ru.
4. Навантаження і впливи. Норми проектування: ДБН В.1.2–2:2006 – ДБН В.1.2–2:2006. – [Чинний від 2007–01–01]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 75 с.
5. Солтус А.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля. – К.: Арістей, 2006. – 176 с.
6. Пат. 59873 Україна, МПК E01F9/00. Пристрій для розміщення дорожніх знаків на дорогах кар'єрів / Кіріченко О.Л., Жолоб В.В., Солтус А.П., Клімов Е.С.; власник Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського. – № u201411388, заявл. 20.10.2014; опубл. 10.06.2011, Бюл. № 11.

DEVELOPMENT OF THE DEVICE FOR MAINTENANCE OF ROAD SIGNS IN QUARRIES

A. Soltus, E. Klimov

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: avtotr@kdu.edu.ua

O. Kyrychenko

Limited Manufacturing Company "Ukrspetscomplex"
vul. Volodarskogo, 1, Dnipropetrovsk, 49000, Ukraine. E-mail: skad1771@i.ua

V. Zholob

Ferrexpo Poltava Mining
vul. Stroiteley, 16, Komsomolsk, Poltava Region, Ukrain. E-mail: vladislav.zholob@ferrexpo.poltava.ua

The article deals with the results of experimental studies of the interaction of the wind flow with the road signs. The values of the wind flow forces depending on the shape (triangle, circle, square, rectangle, octagon), the size of road signs and speed of the wind flow have been obtained. It has been suggested the influence of the shape and size of a road sign, temperature, pressure and air density on the wind flow to determine resistance coefficient of the wind flow. It has been found that the wind flow resistance coefficient reaches the maximum value for a triangle road sign and the minimum value for the rectangle road sign. The increasing of the road sign square reduces the value of the wind flow resistance coefficient for all shapes of the signs. The load weight to ensure the device stability against overturning and sliding has been determined. According to the obtained results of the research the design of removable device for quarry roads signs has been developed.

Keywords: removable device for road sign, wind flow, quarry.

REFERENCES

1. *Znaky dorozhni. Zahalni tekhnichni umovy. Pravylyla zastosuvannia* [Road signs. General specifications. Terms of use] DSTU 4100-2002, (2002), Dergspgivstandart Ukrainu Kyiv, Ukraine.
2. *Opory dereviannyie dorozhnykh znakov. Tekhnycheskye uslovyia*. [Wooden (timber) posts for road signs. Specifications], Standart of USSR 25458-82, (1984), Moscow, USSR.
3. "Calculation of wind load on the surface of the billboard" (2013), available at: www.highexpert.ru (accessed October 15, 2014).
4. *Navantazhennia i vplyvy. Normy proektuvannia DBN B.1.2-2:2006* [Loads and effects. design standards SBS B.1.2-2:2006], (2006), Kyiv, Ukraine.
5. Soltus, A.P. (2006), *Teoriia ekspluatatsiinykh vlastyvostei avtomobilia* [Theory of Operative Abilities of Automobile], Aristey, Kyiv, Ukraine.
6. Soltus, A.P. et al. (2015), "Machine for hydrojet cutting of functionally oriented materials", Patent for invention no. 101432 UA, dated 25 March, 2013..

Стаття надійшла 10.03.2015.