

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК [628.253:692.783.012.35-048.24]

К. І. СОЛДАТОВ^{1*}, Ю. Л. ЗАЯЦЬ^{2*}

^{1*} Кафедра «Мости», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (096) 527 26 01, ел. пошта soldatov.kim@ukr.net
^{2*} Кафедра «Безпека життєдіяльності», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (067) 704 74 33, ел. пошта zyl41@mail.ru, ORCID 0000-0002-9213-1790

ЗАЛІЗОБЕТОННІ КРИШКИ ЛЮКІВ ОГЛЯДОВИХ КОЛОДЯЗІВ

Мета. Досвід експлуатації різного типу кришок люків з різноманітних матеріалів свідчить про те, що більшість з них мають не достатню несучу здатність, тому основною метою даної роботи є конструювання та розрахунок такої кришки люка, яка б була оптимальною з точки зору вартості та несучої здатності. **Методика.** Для дослідження вибрана експериментально-теоретична методика, яка ґрунтується на новій конструкції залізобетонної кришки люка, що запроєктована за спеціальною методикою розрахунку та проведенні експериментів на зразках, які виготовлені на заводі мостових залізобетонних конструкцій з різними параметрами, як по бетонній суміші, так і по армуванню. **Результати.** Результати виконаних розрахунків, проведення випробувань на трьох зразках натуральної величини підтвердили, що даний тип кришки люка має більшу несучу здатність у порівнянні з аналогічними зразками з полімерних матеріалів. **Наукова новизна.** В публікаціях у даному напрямку немає зразків подібних описаним вище саме з конструкції. Сама конструкція та методика розрахунку є новою. **Практична значимість.** Дана конструкція кришки люка придатна для встановлення навіть у зонах високого навантаження. У порівнянні з аналогами з чавуну та полімерів вона є простою з точки зору виготовлення, а головне вона задовольняє вимогам безпечної експлуатації.

Ключові слова: оглядові колодезя; кришки люків; розрахунок; випробування

Вступ

Проблема пошуку альтернативних конструкцій кришок оглядових колодезя з кожним роком стає все гострішою. В першу чергу цьому сприяє значне подорожчання вартості металу і по друге – масове вилучення люків для здачі їх на металобрухт. Як наслідок – утворення значних перепон при русі транспорту, пошкодження транспортних засобів, падіння людей у відкриті колодезя з травмуванням або загибеллю.

Як першу так і другу проблеми намагаються вирішити шляхом заміни металевих кришок кришками з полімерних матеріалів або залізобетону (табл. 1). Кришки з полімерних матеріалів не можуть забезпечити надійність при встановленні їх на проїзній частині вулиць а тим більш на міських автомобільних дорогах та магістральних дорогах з інтенсивним рухом транспорту, а тому придатні тільки в якійсь мірі для встановлення в зоні зелених насаджень (під навантаження від людей).

Окремі типи люків, що пропонуються фірмами у якості альтернативних, не є надійними і не перекривають весь діапазон навантажень на них.

Мета

Дана публікація присвячена розробленому стандарту на залізобетонну кришку люків оглядових колодезя. Стандарт розроблений на основі європейського стандарту EN 124-1994 «Люки стічних і оглядових колодезя для автомобільних і пішохідних районів. Вимоги до конструкції, випробування, маркування, контроль якості» [1] і відповідає йому в частині технічних вимог, в тому числі навантажень, застосовуваних матеріалів, методів випробувань і маркування. Наведені типи люків та кришок, міцнісні навантаження, що повинні витримувати кришки люків і місця установки, ідентичні європейському стандарту. Цей зв'язок відображений в умовній позначці люків: люк Л(А15), С(В125) і т.д.

Таблиця 1

Альтернативні кришки люків різних фірм

	Люк оглядових колодязів А15. Полімерний (полімералюміній) люк призначений для заміни існуючих чавунних та встановлення нових у парках, дитячих майданчиках, тротуарах. Вантажопідйомність – до 5 тон, діаметр пройому – 620 мм, зовнішній діаметр – 750 мм, висота – 100 мм, вага – 14 кг.
	Каналізаційний люк з гуми, армований капроновою ниткою. Люк витримує навантаження до 12 т. Призначений для встановлення на оглядові колодязі різноманітного призначення. Встановлюються в одному рівні з проїжджою частиною дороги. Діаметр кришки 630 мм, зовнішній діаметр корпусу – 880 мм.
	Ремонтні полімер залізобетонні кришки і люки оглядових колодязів виготовляються у відповідності до вимог міждержавного стандарту ГОСТ 3634-99, європейського стандарту EN 124-1994, а також ГОСТ 8591-76 та ГОСТ 3634-89. Гарантійний строк експлуатації ремонтних кришок – 3 роки з моменту відвантаження споживачу.
	ЛЮК В125 «ЗИМ» ГОСТ 3634-99 Сертифікат UA1.002.0037947-09 Для автостоянок легкових автомобілів, тротуарів, проїжджої частини міських парків, дворів, котеджів (без руху вантажного транспорту). Вантажопідйомність – 12,5 тон, діаметр пройому – 600 мм, висота 30 мм, Матеріал легований марганцевистий високоміцний чавун ВЧ80 ГОСТ 7293-85. Вага – 30 кг.
	ЛЮК ЛМ*(А15), Л(А15) – зона зелених насаджень, пішохідна зона, С(В125) – автостоянки, тротуари і проїжджа частина міських парків, Т(С250) – міські автомобільні дороги з інтенсивним рухом, ТМЩ400) – магістральні дороги, СТ(Е600) – зони високих навантажень (аеродроми, доки) Вантажопідйомність від 15кН до 600кН. Матеріал – залізобетон. Вага від 45 до 155 кг. ДСТУ БВ.2.6-2-95, ТУ У 45.2-00292853-006-2003 [2]

Методика

Для дослідження можливості застосування кришок люків з залізобетону були виконані теоретичні розрахунки, виготовлення та випробування декількох зразків до повної їх руйнації.

Розрахунковою схемою кришок люків оглядових колодязів є кругла пластинка, що сперта по контуру. Загальна теорія розрахунку даних типів конструкцій дуже складна і досконало наведена у монографії відомого вченого у галузі будівельної механіки А. Р. Ржаніцина [3].

Скористаємося даною методикою.

Для прогину круглої пластинки в центрі можна записати такий вираз

$$w(o) = \frac{5 + \mu}{1 + \mu} \cdot \frac{q \cdot R^4}{64D} \quad (1)$$

який після підстановки в нього відомого виразу для циліндричної жорсткості

$$D = \frac{E \cdot h_3}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \quad (2)$$

має вигляд

$$w(o) = \frac{5 + \mu}{1 + \mu} \cdot \frac{q \cdot R^4}{64} \cdot \frac{12 \cdot (1 - \mu^2)}{E \cdot h^3} \quad (3)$$

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

де μ – коефіцієнт Пуассона; q – інтенсивність рівномірно-розподіленого навантаження, kH/m^2 ; R – радіус пластинки (кришки), м; E – модуль пружності матеріалу, kPa ; h – товщина пластинки (кришки), м.

Для розрахунку приймаємо наступні параметри, враховуючи, що кришка буде виготов-

лятись з бетону класу В25: $\mu = 0,3$; $R = 0,27$ м.; $E = 27 \cdot 10^3$ Па. Інтенсивність навантаження кришок прийнята у відповідності до ДСТУ Б В.2.5-26:2005 (ГОСТ 3634-99) [4] (табл. 2)

Таблиця 2

Розрахункові навантаження для різних типів кришок люків

Тип (позначення за EN 124)	Найменування	Навантаження номінальне, кН	Повне відкриття D, не менше, мм	Глибина установки кришки в корпусі h, не менше, мм	Маса загальна довідкова, кг	Рекомендоване місце встановлення
ЛМ*(А15)	Легкий малогабаритний люк	15	450	20	45	Зона зелених насаджень, пішохідна зона
Л(А15)	Легкий люк		550		60	
С(В125)	Середній люк	125	550	25	95	Автостоянки, тротуари і проїжджа частина міських парків
Т(С250)	Важкий люк	250	550	35	120	Міські автомобільні дороги з інтенсивним рухом
ТМЩ(400)	Важкий магістральний люк	400	550	50	140	Магістральні дороги
СТ(Е600)	Надважкий люк	600	550	60	155	Зони високих навантажень (аеродроми, доки)

*Для підземних комунікацій із глибиною каналу до 600 мм від зовнішньої поверхні кришки люка

Діаметр кришок люків прийнято стандартний: зовнішній – 640 мм, внутрішній 540 мм. При означених параметрах обчислюємо товщину залізобетонної кришки люка у залежності від типу (див. табл. 2) та приймаючи, що прогин кришки у середині не повинен бути більше ніж 0,1 мм (0,0001 м). Величина інтенсивності навантаження обчислюється за виразом $q = \frac{P}{\pi R^2}$. До даного навантаження введено динамічний коефіцієнт за формулою $1 + \mu' = \frac{10}{20 + \lambda}$ (де $\lambda = 1,0$ м). У такій постановці формула для обчислення товщини кришки буде мати вигляд (4)

$$h = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot (5 + \mu) \cdot (1 - \mu) \cdot P \cdot (1 + \mu') \cdot R^2}{16 \cdot w(\sigma) \cdot \pi \cdot E}} \quad (4)$$

Після підстановки у вираз (4) вихідних даних, він спрощується і має просту залежність товщини кришки тільки від навантаження

$$h = \sqrt[3]{88,28P} \text{ см.} \quad (5)$$

Для основних типів кришок люків обчислені наступні теоретичні товщини без врахування армування:

- легкий люк Л(А15) – 5,10 см;
- середній люк С(В125) – 10,3 см;
- важкий люк Т(С250) – 13,1 см;
- важкий люк ТМЩ(400) – 15,2 см.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Армування незначною кількістю пруткової арматури у даній конструкції не є основним з точки зору несучої здатності. Значний ефект досягається за рахунок встановлення обичайки під кутом 45° . Таке рішення дає можливість працювати саме обичайці на розтяг, а бетону на стиск.

На основі результатів випробувань, врахування арматури (стержні та обичайка) збільшує несучу здатність на 40 %. У цьому випадку формула (5) дає уточнений результат до визначення мінімальної товщини кришки люку $h = \sqrt[3]{52,97P}$ см.

Уточнені значення мінімальних товщин кришок люків будуть наступними з врахуванням незначного армування:

- легкий люк Л(А15) – 4,3 см;
- середній люк С(В125) – 8,7 см;
- важкий люк Т(С250) – 11,0 см;
- важкий люк ТМЩ(400) – 12,8 см;
- надважкий люк СТ(Е600) – 14,8 см.

Результати

Для підтвердження теоретичних розрахунків та спроектованих на їх основі кришок люків, на заводі залізобетонних конструкцій були виготовлені три типи кришок та проведені ви-

пробування до повної їх руйнації. Випробування були виконані у Випробувальній лабораторії рухомого складу Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (відділ «Будівлі та будівельні матеріали»).

Експертний висновок за результатами випробування зразків залізобетонних кришок люків оглядових колодязів базується на даних, що наведені у табл. 3. При випробуваннях люків схема завантаження прийнята у відповідності з діючими на дані вироби ДСТУ 3634 – 89 [5]. Випробування на механічну міцність проводилось на пресі, що забезпечує необхідне зусилля. Прес був обладнаний сталевим пуансоном та монометром класу точності 0,4 за ГОСТ 8340-84.

Для випробувань люк установлювався на станині преса, при цьому його опорні поверхні прилягали до станини по всій опорній поверхні.

Навантаження на кришку люка прикладались точно в середині через м'яку прокладку товщиною не менше 3...4 мм. Зусилля преса рівномірно збільшувались зі швидкістю до 5 кН/с до досягнення номінального навантаження. Випробувальне навантаження витримувалось протягом не менше 30 с.

Таблиця 3

Параметри кришок люків для випробування

№ зразка	Геометричні розміри				Армування	Клас бетону	Руйнівна сила, кН	Характер руйнування
	Зовнішній діаметр, мм	Діаметр по нижній грані, мм	Товщина, мм	Кут нахилу бокової грані				
1	640	460	130	45	Горизонтальні стержні у нульовій зоні	В15	31,5	Миттєве з продавлюванням та відривом бетону від кільця. Тріщини з оборотної сторони у трьох напрямках від центру
2	640	500	127	60	Нахилені стержні та обичайка	В25	237,6	Сітка мілких тріщин по всій нижній грані. Частковий розрив обичайки по шву зварки
3	640	450	126	45	Нахилені стержні та обичайка	В27.5	184,0	Мілкі тріщини по нижній грані
4	640	450	130	45	Нахилені стержні без обичайки	В25	107,0	Руйнування з відривом бетону від кільця

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Бетон, з якого виготовлялись кришки люка, випробувався на міцність, морозостійкість та водонепроникність на стандартних зразках (кубики $100 \times 100 \times 100$) згідно з ДСТУ БВ.2.7-47-96[6], ДСТУ БВ.2.7-48-96[7], ГОСТ 10180-90 та ГОСТ 12730.5-84. 7.8.[8] Міцність зварних з'єднань визначається згідно ГОСТ 10992-90[9].

Задіяні при випробуванні зразки люків мали геометричні та інші характеристики, що наведені вище (див. табл. 3).

Зразок № 1 був виготовлений раніше як пробний. Він армований прямолінійними стержнями у двох перпендикулярних напрямках (по 6 стержнів у кожному напрямку). Стержні розташовані у нульовій зоні по висоті перерізу (тобто не у розтягненій). Армування виконане арматурою класу Ст.3 АІ-АІІ діаметром 8 мм. Міцність бетону за результатами не руйнуючого контролю склала 190 кгс/см^2 , що відповідає класу бетону В15. При випробуваннях величина руйнівної сили становила 31,5 кН, що відповідає значенню для люків типу ЛМ*(А15) та Л(А15) та придатні для встановлення у зонах зелених насаджень та пішохідних зонах.

Для трьох наступних зразків для можливості спрощення та кращого аналізу (що виключає вплив різнопланових факторів) був застосований бетон, що приготовлено з компонентів: щебінь фракції 10...20 мм; пісок річковий M_k – 1,2; цемент Криворізького цементного заводу М400. Склад компонентів на 1 м^3 бетону: цемент (Ц) – 336 кг; щебінь (Щ) – 1170 кг; вода (В) – 184 л; пісок (П) – 657 кг; водо-цементне відношення В/Ц = 0,5.

З даного складу бетону було виготовлено контрольні зразки (кубики) які зберігались разом з забетонованими зразками кришок люків типу № 2, 3 і 4 у нормальних умовах при температурі 18...20 °С протягом 28 діб. Випробування зразків через 28 діб на пресі показали, що бетон має клас В20. Неруйнівний метод контролю безпосередньо кришок люків дав дещо інші результати, а саме:

- для зразка із зміненим розташуванням арматури та без обичайки – В25;
- для зразка з обичайкою та кутом нахилу обичайки близьким до 45° – В27,5;
- для зразка з обичайкою та кутом нахилу обичайки близьким до 60° – В25.

Основні параметри та результати випробувань наведені вище (див. табл. 3).

Результати випробувань свідчать про те, що обичайка сприймає біля 40...55 % навантаження

$$\frac{(184 - 107) \cdot 100}{184} = 41,8 \%;$$

$$\frac{(237 - 107) \cdot 100}{237} = 54,8 \%.$$

Розрив обичайки (зразок № 3) дозволив однозначно вирішити питання, щодо необхідності виконання зварного шва обичайки не в стик, а у нахлист. Обичайка на розрив витримує зусилля (при ширині обичайки 120 мм та товщині – 3 мм) – 75,6 кН. Цей висновок підтверджується результатами випробувань: кришка люка без обичайки витримала зусилля до руйнування 107 кН. Якщо до даного зусилля, додати зусилля, що витримує обичайка (75,6 кН), то маємо 182,6 кН, тобто результат який абсолютно співпадає з даними випробувань (184 кН). Крім того результати випробувань показали, що збільшення кута нахилу обичайки також приводить до збільшення несучої здатності, але цей кут повинен бути у межах $40...60^\circ$.

Дані випробувань дають нам можливість зробити коригування результатів розрахунків (де враховано тільки бетон) і зменшити навантаження на бетон на 40 %.

Висновки

На основі результатів випробувань чотирьох зразків кришок люків можна зробити наступні висновки про те, що зразки 2, 3 і 4 (з обичайкою) різко збільшують несучу здатність (у разі) та придатні для використання їх у серійному виробництві і при дотриманні технологій їх виготовлення задовольняють вимогам ДСТУ Б В.2.5-26:2005 (ГОСТ 3634-99). Цей стандарт поширюється на круглі залізобетонні кришки люків колодязів і камер (далі – люки) підземних інженерних міських комунікацій: теплових, газових і кабельних мереж, водопроводу, каналізації. Основні розміри кришки люка повинні відповідати вказаним на рис. 2. (масштаб 1:5), а сам арматурний каркас зображено на рис. 1.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА



Рис. 1. Первинний варіант армування кришки люка (зразок для випробувань)

Умовна позначка люка повинна складатися зі слова «Люк», його типу, виконання чи декількох виконань, габаритних розмірів лазу в сантиметрах і позначення цього стандарту. Додатково в умовну позначку люка вводиться позначення інженерних мереж, для яких призначений люк: В – водопровід; Г – пожежний гід-

грант; К – побутова і виробнича каналізація; Д – дощова каналізація; ТМ – тепла мережа; ГМ – газова мережа; МКМ – міська кабельна мережа (у т.ч. МТМ – за узгодженням із замовником).

У кришці повинен бути отвір (4), який використовується для відбору проб загазованості колодязів та підйому його за допомогою спеціального пристрою (ключа).

Орієнтовано (оскільки ціни швидко міняються) було виконано розрахунок вартості кришки люка та обчислена трудомісткість виготовлення.

Таблиця підрахунку вартості (матеріали та виготовлення) залізобетонної кришки люків колодязів наведена нижче (табл. 4).

Таблиця 4

Вартості та трудомісткості виготовлення запропонованої кришки люка

№ з/п	Елемент	Розмірність	Трудомісткість одиниці об'єму, ч/д	Об'єм на 10 кришок	Трудомісткість, ч/д	Вартість (грн.)
Вартість матеріалів						
1	Металеve опорне кільце 50×50×2 мм (квадратний профіль)	м/кг	-	20,1/ 60,3	-	503,50
2	Арматура періодичного профілю (кільце та стержні) 10 мм	м/кг	-	20,2/12,46	-	88,46
3	Бетон кришки люка	м ³ /кг	-	0,197/493	-	520,10
4	Трубка діаметром ¾ для відбору проб та підняття	м/кг	-	1,4/1,94	-	16,20
5	Фіксатори положення 60×40×20 мм	шт./кг	-	2/3,76	-	24,84
6	Металева обойма (обичайка) 520×102×20 мм	м/кг	-	16,3/25,63	-	176,85
7	Стержні підтримуючи трубку діаметром 6мм	м/кг	-	8/ 2,21	-	15,69
На 10 кришок: металу – 106,64 кг, бетону – 493 кг, повна вага – 599,64 кг						
Вартість виготовлення						
9	Зварка арматурного каркаса	стик/кг	100 ст/2,57 ч/д	320/10,64	8,224	-
10	Бетонування (з пропаркою)	м ³	100 м ³ - 149 ч/д	0,197	0,294	-
На 10 кришок:					8,518	

Вартість матеріалів на 10 кришок – 1345,78 грн.

Вартість виготовлення 10 кришок (вартість 1 ч/доби прийнята з розрахунку середньої заробітної плати 3000 грн/міс з врахуванням податків та НДС 600 грн/міс) = 267 × 8,518 = 2274,30 грн.

Вартість 10 кришок люків: 3620,08 грн. Вартість однієї кришки – 362 грн.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

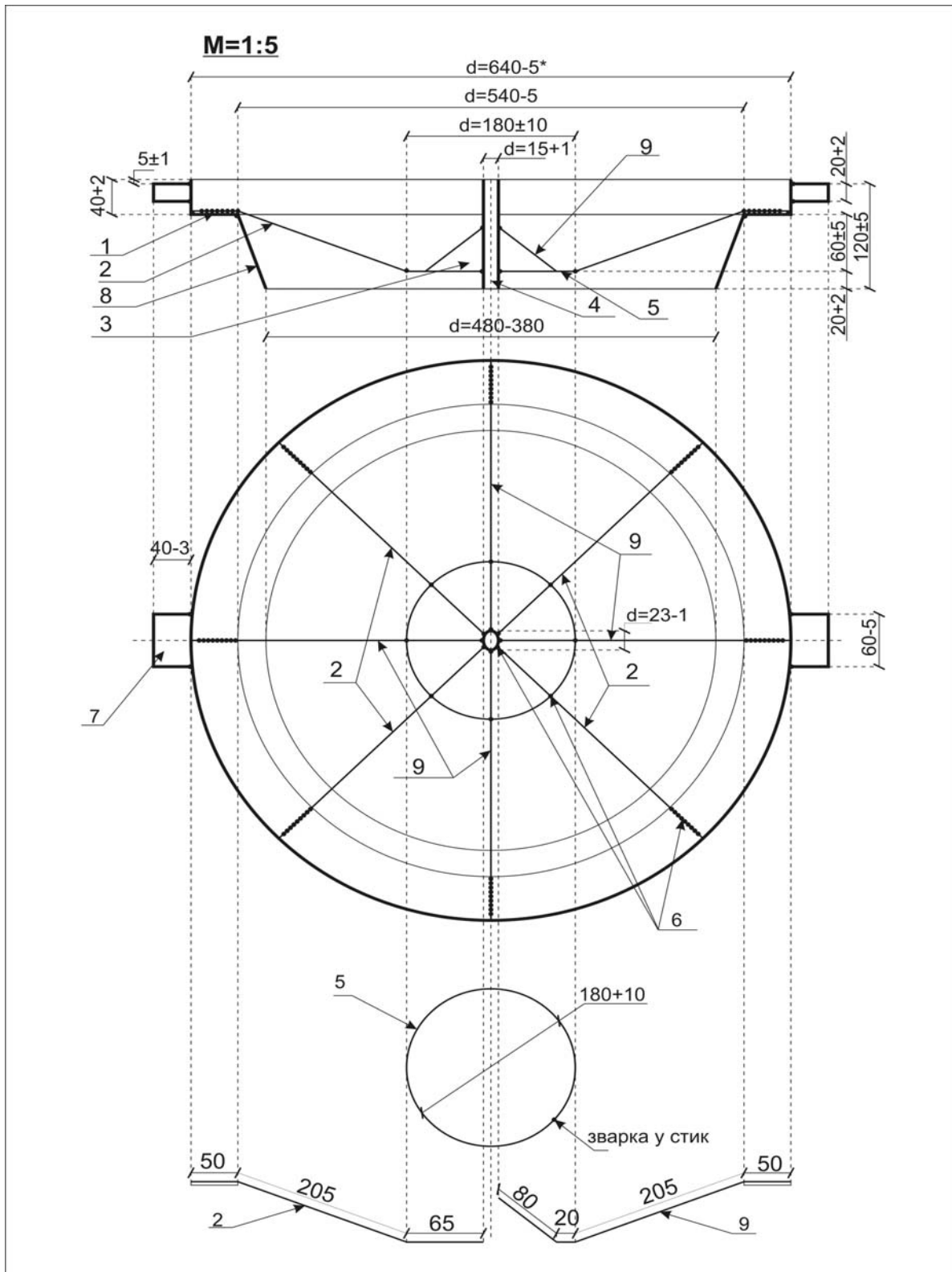


Рис. 3. Схема та основні розміри кришки люків

1 – металеве опорне кільце товщиною не менше 4 мм з Ст3; 2 – арматура періодичного профілю класу А-III; 3 – бетон кришки люка; 4 – трубка діаметром $\frac{3}{4}$ " для відбору проб загазованості та підняття кришки; 5 – кільце з арматури періодичного профілю класу А-III; 6 – зварні з'єднання; 7 – фіксатори положення з Ст3; 8 – металева обойма (обичайка) товщиною 2...4 мм з Ст3; 9 – арматура періодичного профілю класу А-III

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. EN 124-1994. Люки стічних і оглядових колодязів для автомобільних і пішохідних районів. Вимоги до конструкції, випробування, маркування, контроль якості [Текст]. – Надано чинності 1994-08-01.
2. ТУ У 45.2-00292853-006-2003. Кришки люків залізобетонні для оглядових колодязів. Технічні умови [Текст]. – Надано чинності 2003-06-04.
3. Ржаницын, А. Р. Строительная механика [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. Р. Ржаницын. – Москва : Высш. школа, 1982. – 400 с.
4. ДСТУ Б В.2.5-26:2005 Люки оглядових колодязів і дощоприймачі зливостічних колодязів. Технічні умови [Текст]. – На заміну ГОСТ 3634-89, ГОСТ 26008-83 ; надано чинності 2005-20-07. – Київ : Держбуд України, 2005. – 21 с.
5. ДСТУ Б В.2.7-47-96 (ГОСТ 10060.0-95). Бетони. Методи визначення морозостійкості. Загальні вимоги [Текст]. – Надано чинності 1997-04-01. – Київ : Держпоживстандарт України, 1997. – 15 с.
6. ДСТУ Б В.2.7-48-96 (ГОСТ 10060.1-95). Бетони. Базовий (перший) метод визначення морозостійкості [Текст]. – Надано чинності 1997-04-01. – Київ : Держпоживстандарт України, 1997. – 8 с.
7. ГОСТ 8829-94 Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости [Текст]. – Введ. 1998-01-01. – МНТКС, 1994. – 27 с.
8. ГОСТ 12730.5-84. Бетоны. Методы определения водонепроницаемости [Текст]. – Введ. 1985-07-01. – Москва : Стардантинформ, 2007. – 11 с.
9. ГОСТ 13015.1-81. Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные [Текст]. – Введ. 1982-07-01. – Москва : Госкомитет СССР по делам строительства, 1981. – 9 с.
10. ГОСТ 13015.2-81. Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Маркировка [Текст]. – Введ. 1982-07-01. – Москва : Госкомитет СССР по делам строительства, 1981. – 8 с.
11. ГОСТ 13015.3-81. Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Приемка. Документ о качестве [Текст]. – Введ. 1982-07-01. – Москва : Госкомитет СССР по делам строительства, 1981 – 3 с.

К. И. СОЛДАТОВ^{1*}, Ю. Л. ЗАЯЦ^{2*}

^{1*} Кафедра «Мосты», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (096) 527 26 01 эл. почта soldatov.kim@ukr.net

^{2*} Кафедра «Безопасность жизнедеятельности», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (067) 704 74 33, эл. почта zyl41@mail.ru, ORCID 0000-0002-9213-1790

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КРЫШКИ ЛЮКОВ СМОТРОВЫХ КОЛОДЦЕВ

Цель. Опыт эксплуатации разного типа крышек люков из различных материалов свидетельствует о том, что большинство из них имеют недостаточную несущую способность, потому основной целью данной работы является конструирование и расчет такой крышки люка, которая бы была оптимальной с точки зрения стоимости и несущей способности. **Методика.** Для исследования выбрана экспериментально-теоретическая методика, которая основывается на применении новой конструкции железобетонной крышки люка, которая запроектирована по специальной методике расчета и проведении экспериментов на образцах, которые изготовлены на заводе мостовых железобетонных конструкций с разными параметрами, как по бетонной смеси, так и по армированию. **Результаты.** Результаты выполненных расчетов, проведения испытаний, на трех образцах натуральной величины подтвердили, что данный тип крышки люка имеет большую несущую способность в сравнении с аналогичными образцами из полимерных материалов. **Научная новизна.** В публикациях в данном направлении нет образцов подобных, описанным выше, именно по конструкции. Сама конструкция и методика расчета является новой. **Практическая значимость.** Дана конструкция крышки люка пригодная для установления даже в зонах высокой нагрузки. В сравнении с аналогами из чугуна и полимеров она является простой с точки зрения изготовления, а главное она удовлетворяет требованиям безопасной эксплуатации.

Ключевые слова: смотровые колодцы; крышки люков; расчет; испытания

К. I. SOLDATOV^{1*}, Y. L. ZAYAC^{2*}

^{1*} Dept. «Bridges» of Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, 2, Lazaryana Str., Dnepropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (096) 527 26 01, e-mail soldatov.kim@ukr.net

^{2*} Dept. of Safety of life activity, Dnipropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan, 2, Lazaryana Str., Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (067) 704 74 33, e-mail zyl41@mail.ru, ORCID 0000-0002-9213-1790

REINFORCED-CONCRETE HATCHES OF MANHOLES

Purpose. Experience of operation of different type of hatches made of different materials shows that majority of them has not sufficient bearing capacity, that is why the primary purpose of this work is construction and calculation of such a hatch, that would be optimal from point of cost and bearing capacity. **Methodology.** For research experimental and theoretical method was chosen, which is based on application of new design of reinforced-concrete hatch, which is designed with the special method of calculation and experiments on test samples that are manufactured on the bridge reinforced-concrete structures factory with different parameters of both concrete mix and reinforcement. **Findings.** Results of the performed calculations and testing's of three natural size samples confirmed that this type of hatch has larger bearing capacity when compared to analog samples of polymer materials. **Originality.** Publications on this direction do not contain sampled that are similar to described ones in design. The very design and calculation method are new. **Practical value.** This design of the hatch is suitable for installing even in the areas of the high loading. By comparison to analogs made of cast-iron and polymers it is simple in manufacturing, and, most importantly, it satisfies the requirements of operational safety.

Keywords: inspection pits; the manhole covers; calculation; experiment

REFERENCES

1. EN 124-1994. *Liuky stichnykh i ohliadovykh kolodiaziv dlia avtomobilnykh i pishokhidnykh raioniv. Vymohy do konstruksii, vyprovuvannia, markuvannia, kontrol yakosti* [EN 124-1994. Gully tops and manhole tops for vehicular and pedestrian areas. Design requirements, type testing, marking, quality control], 1994.
2. TU U 45.2-00292853-006-2003. *Kryshky liukiv zalizobetonni dlia ohliadovykh kolodiaziv. Tekhnichni umovy* [TU 45.2-00292853-006-2003. Manhole covers for concrete manholes. Specifications], 2003.
3. Rzhantsyn A. R. *Stroitel'naya mekhanika* [Structural mechanics]. Moscow, Vyssh. Shkola Publ., 1982.
4. DSTU B. V.2.5-26-2005. *Liuky ohliadovykh kolodiaziv i doshchopryimachi zlyvostichnykh kolodiaziv. Tekhnichni umovy* [State Standard B. V.2.5-26-2005 Hatchways Storm-water inlets and manholes zlyvostichnykh wells. Specifications]. Kyiv, Derzhbud Ukrayiny Publ., 2005. 21 p.
5. DSTU B V.2.7-47-96. *Betony. Metody vyznachennia morozostiikosti. Zahalni vymohy* [State Standard B V.2.7-47-96. Concrete. Methods for determination of frost. General requirements]. Kyiv, Derzhpozhvstandart Ukrayiny Publ., 1997. 15 p.
6. DSTU B V.2.7-48-96. *Betony. Bazovyi (pershyi) metod vyznachennia morozostiikosti* [State Standard B V.2.7-48-96. Concrete. The base (first) method for determining morozostiikosti]. Kyiv, Derzhpozhvstandart Ukrayiny Publ., 1997. 8 p.
7. GOST 8829-94. *Izdeliya stroitelnye zhelezobetonnye i betonnye zavodskogo izgotovleniya. Metody ispytaniy nagruzeniem. Pravila otsenki prochnosti, zhestkosti i treshchinostoykosti* [State Standard 8829-94. Products for construction of reinforced concrete and concrete prefabrication. Methods of test for loading. Rules evaluate the strength, hardness and fracture toughness], Moscow, MNTKS Publ., 1994. 27 p.
8. GOST 12730.5-84. *Betony. Metody opredeleniya vodonepronitsaemosti* [State Standard 12730.5-84. Concretes. Methods for determination of water resistance]. Moscow, Stardantinform Publ., 2007. 11 p.
9. GOST 13015.1-81. *Konstruksii i izdeliya betonnye i zhelezobetonnye sbornye* [State Standard 13015.1-81. Designs and products, concrete and reinforced concrete prefabricated], Moscow, Goskomitet SSSR po delam stroitelstva Publ., 1981, 9 p.
10. GOST 13015.2-81. *Konstruksii i izdeliya betonnye i zhelezobetonnye sbornye. Markirovka* [State Standard 13015.2-81. Designs and products, concrete and reinforced concrete prefabricated. Marking]. Moscow, Goskomitet SSSR po delam stroitelstva Publ., 1981. 8 p.
11. GOST 13015.3-81. *Konstruksii i izdeliya betonnye i zhelezobetonnye sbornye. Priemka. Dokument o kachestve* [State Standard 13015.3-81. Designs and products, concrete and reinforced concrete prefabricated. Acceptance. the quality of paper], Moscow, Goskomitet SSSR po delam stroitelstva Publ., 1981. 3 p.

Стаття рекомендована до публікації д.т.н, проф. В. Д. Петренко (Україна), д.т.н., проф. Й. Й. Луцко (Україна).

Надійшла до редколегії 20.08.2015.

Прийнята до друку 28.09.2015.