

**ТРИЩИНОСТІЙКІСТЬ СТАЛЕФІБРОБЕТОННИХ ЛОТКІВ
ПРИ ДІЇ ОДНОРАЗОВИХ КОРОТКОЧАСНИХ
НАВАНТАЖЕНЬ**

**CRACK STEEL FIBER CONCRETE TRAYS UNDER
INFLUENCE OF LOADINGS**

Ясюк І.М., аспірант (Луцький НТУ, м. Луцьк)

I. Yasyuk, PhD student (Lutsk National Technical University, Lutsk)

У статті описано дослідження тріщиностійкості дисперсно-армованих лотків для систем придорожного водовідведення. Представлені отримані результати дослідження при дії одноразових короткочасних навантажень.

The article describes research crack dispersed-reinforced trays roadside sewage systems. To study the characteristics of strength and deformation characteristics, stress-strain state trays were made party trays of different materials. In the process of testing samples is compared between a work of concrete, reinforced concrete, steel fiber concrete (SFC) and combined steel fiber reinforced concrete trays (SFRC). Analyzing the results of the test we can estimate that the trays of SFC at the same percentage reinforcement under the influence of single load have high strength and crack compared to SFRC samples, and much higher compared with concrete and reinforced concrete samples.

Ключові слова: залізобетон, сталеві фібробетон, фібра, водовідведення, лоток.

Keywords: reinforced concrete, steel fiber concrete, fiber, sewage, tray.

Результати досліджень тріщиностійкості залізобетонних елементів і конструкцій, що були проведені вітчизняними та зарубіжними вченими показують, що в теорії тріщиностійкості основними питаннями є: механізм утворення (появи) першої тріщини; послідовність утворення та розвитку подальших тріщин; розвиток та розкриття найнебезпечніших тріщин.

Під час експлуатації залізобетонних елементів та конструкцій в дорожньому будівництві під впливом погодно-кліматичних факторів та вібраційних коливань від руху транспортних засобів на їх поверхні відбувається руйнування, що призводить до утворення тріщин, вибоїн, вилущування бетону, руйнування захисного шару бетону та ін. Варто відмітити, що такі елементи сприймають динамічні та температурні впливи. Це стосується і дорожніх лотків притрасового водовідведення. Низька тріщиностійкість матеріалів з яких вони виготовлені ставить завдання пошуку способів її підвищення.

Одним з варіантів вирішення проблеми тріщиностійкості в придорожніх лотках є застосування дисперсно-армованого бетону в конструкції водовідвідних лотків. Експериментальні дослідження лотків систем придорожного водовідведення виготовлених із сталевібробетону (СФБ), порівняння отриманих даних із результатами випробувань типових лотків і виявлення переваг та недоліків при застосуванні дисперсно-армованого бетону в конструкції лотків є актуальною та доцільною задачею.

Останні дослідження СФБ конструкцій проводились в різних галузях будівництва таких як: дорожнє будівництво; гідроспоруди: причали, дамби, греблі, труби; просторові споруди; злітно-посадкові смуги аеродромів; будівництво мостів та інше.

На сьогодні дослідження лотків систем водовідведення з дисперсно-армованого бетону від дії одноразових навантажень проведені в Росії – в ГОУ ВПО "Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова" [1]. Загальний аналіз останніх досліджень і публікацій, та їх результати подано в [2].

Завданням дослідження є вивчення особливостей міцнісних та деформаційних характеристик, напружено-деформівного стану придорожніх лотків зі СФБ, а також роботи цих елементів при короткочасних та повторних навантаженнях.

З метою вивчення особливостей міцнісних та деформаційних характеристик, напружено-деформівного стану лотків було виготовлено партію лотків із різних матеріалів. У процесі випробувань зразків порівнюється між собою робота бетонних, залізобетонних, СФБ і сталевіброзалізобетонних лотків (СФЗБ).

Випробування дослідних зразків (лотків) виконується шляхом прикладання за допомогою металевої траверси зосередженого навантаження. Нижня частина елемента спирається на жорстку

основу (рис. 1). Для цього буде використано гідравлічний прес ПСУ - 125. Для підвищення точності вимірювання діючого зусилля використовується зразковий протестований динамометр, що є можливість виміряти навантаження з точністю 50 Н. У цьому випадку навантаження створюється гідравлічним домкратом.

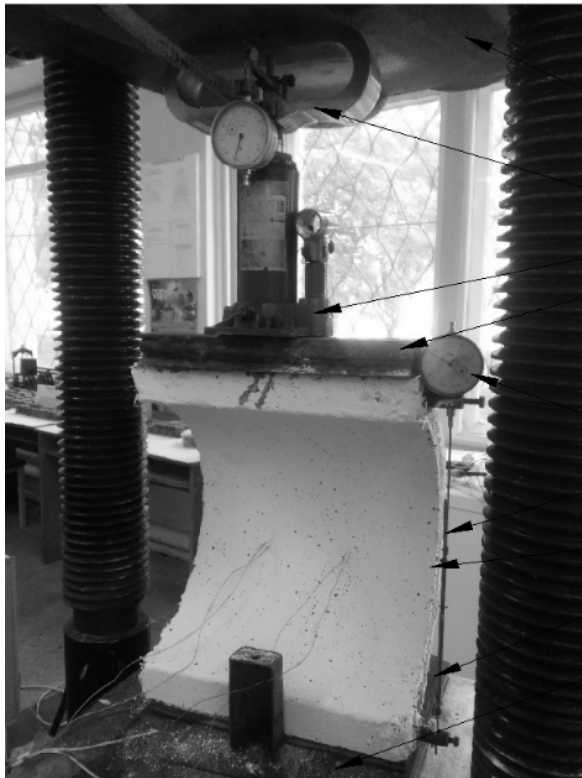


Рис. 1. – Загальний вигляд дослідження водовідвідного лотка:

- 1- металева траверса;
- 2-дослідний водовідвідний лоток;
- 3- нерухома основа;
- 4- гідравлічний домкрат;
- 5-зразковий динамометр;
- 6- верхня плита пресу ПСУ-125;
- 7- нижня плита пресу ПСУ-125;
- 8- датчик визначення переміщення;
- 9- штанга переміщення

Для вимірювання переміщень стінок дослідних зразків, що виникатимуть внаслідок відповідного завантаження лотка, використовується індикатор годинникового типу МИГ-1, з ціною поділки 0,01 мм, який прикріплюється за допомогою металевих тримачів, що в свою чергу приклеюватимуться до поверхні бетону епоксидним клеєм.

Ширина розкриття тріщин визначатиметься за допомогою мікроскопа МПБ-3 з ціною поділки 0,05 мм. З метою покращення візуального спостереження за тріцноутворенням лотки фарбуються вапняним розчином.

Більш детальніше методика дослідження описана в [3].

В табл. 1 представлені отримані результати по тріщиностійкості дослідних лотків виготовлених із бетону, залізобетону, сталевібробетону та сталевіброзалізобетону.

Випробування бетонних зразків. Дослідження проводилось на лотках І серії: 1Б–1, 1Б–2 і 1Б–3; без армування.

Таблиця 1

Зведена таблиця розкриття тріщин дослідних зразків (мм)

№ з/п	F, кН	Б, $a_{сгс}$	ЗБ, $a_{сгс}$	СФБ, $a_{сгс}$	СФЗБ, $a_{сгс}$
1	0,83	-	-	-	-
2	1,67	-	0,1	-	-
3	2,50	-	0,2	-	-
4	3,33	-	0,3	-	-
5	4,17	-	0,45	-	-
6	5,00	-	0,5	-	-
7	5,83	-	0,55	-	-
8	6,67	-	0,65	-	-
9	7,50	-	0,75	-	-
10	8,33	-	0,8	-	-
11	9,17	-	0,85	-	0,05
12	10,00	-	0,9	-	0,1
13	10,83	<i>руйнув.</i>	0,95	-	0,2
14	11,67		1	-	0,3
15	12,5		1,05	-	0,35
16	13,33		1,15	-	0,4
17	14,17		1,5	-	0,41
18	15			-	0,45
19	15,83			<i>руйнув.</i>	0,5
20	16,67				0,6
21	17,5				0,7
22	18,33				0,81
23	19,17				0,825
24	20				0,85
25	20,83				0,95
26	21,67				1
27	22,5				1,02
28	23,33				1,05
29	24,17				1,1
30	25				

Під час дослідження 1Б–1...3 навантаження подавалося ступенями через 0,83 кН (10 % від середнього руйнівного навантаження зразків серії 13Б). Середнє руйнівне навантаження склало $F_u = 10,83$ кН, а саме для зразка 1Б–1 воно становило $F=10,00$ кН, для зразка 1Б–2 $F=10,83$ кН і для зразка 1Б–3 $F=11,67$ кН.

Перші видимі тріщини в елементах 1Б–1...3 не виникали до руйнівного навантаження $F = 10,83$ кН. Після руйнування зразок просто розпадався на дві частини по зоні з максимальним згинальним моментом (рис. 2). Ширина розкриття тріщин в такому випадку не фіксувалася.

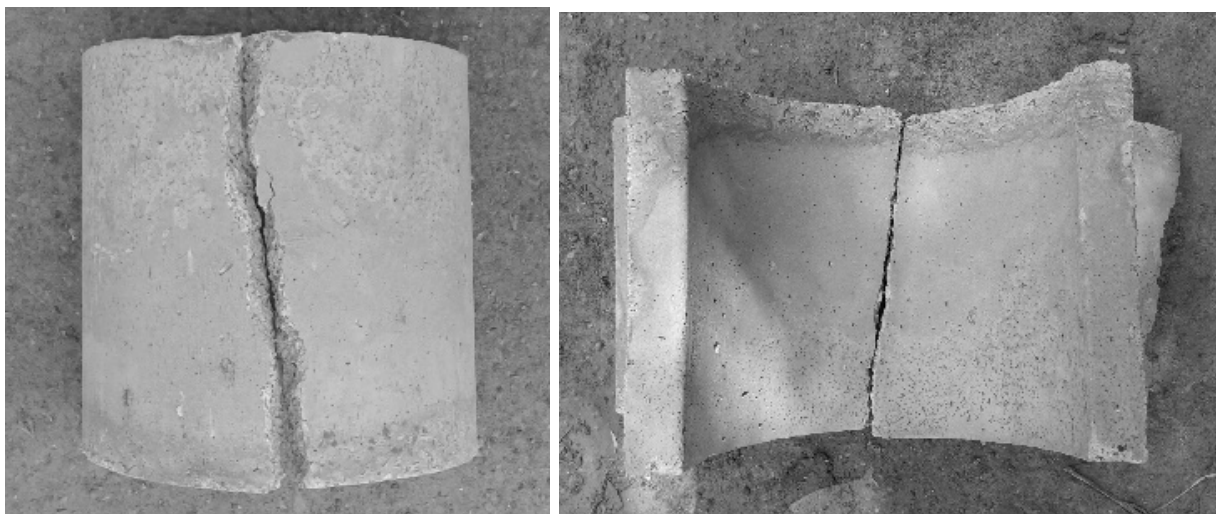


Рис. 2. Процес тріщиноутворення в бетонних лотках

Випробування залізобетонних зразків. Дослідження проводилися на з/б водовідвідних лотках першої серії: 13Б–1, 13Б–2 і 13Б–3, із відсотком армування сталевими каркасами $\mu = 2$.

Середнє руйнівне навантаження склало $F_u = 14,17$ кН, а саме, для зразка 13Б–1 воно становило $F = 15,00$ кН, для зразка 13Б–2 $F = 13,33$ кН, а для зразка 13Б–3 $F = 14,17$ кН. У зразках 13Б–1...3 перші видимі тріщини виникли при навантаженні $F = 1,67 \dots 2,50$ кН з шириною $a_{\text{сгс}} = 0,1$ мм. При навантаженні $F = 9,17$ кН виникло ще 2 тріщини, їх ширина не встановлювалася. Лотки зразків 13Б–1...3 втрачають свою несучу здатність при $a_{\text{сгс}} = 0,4$ мм. Вигляд тріщиноутворення та розкриття тріщин лотка 13Б–1...3 (рис. 3, 4). Зведені результати розкриття тріщин подані в таблиці 1.

Випробування сталеві фібробетонних зразків. Дослідження проводилось на СФБ водовідвідних лотках I серії: 1СФБ–1, 1СФБ–2 і 1СФБ–3, виготовлених із СФБ із відсотком армування сталевими анкерними фібрами $\mu = 2$.

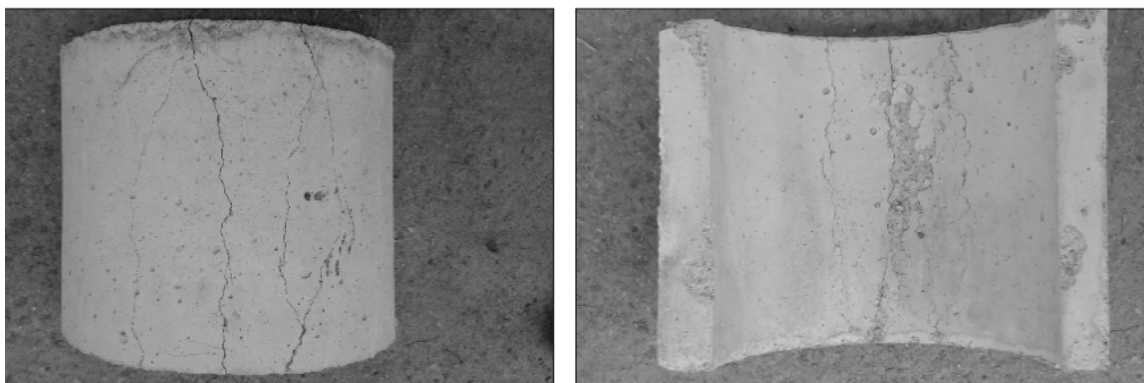


Рис. 3. Вигляд тріщиноутворення зразків ЗБ: зона розтягу та стиску

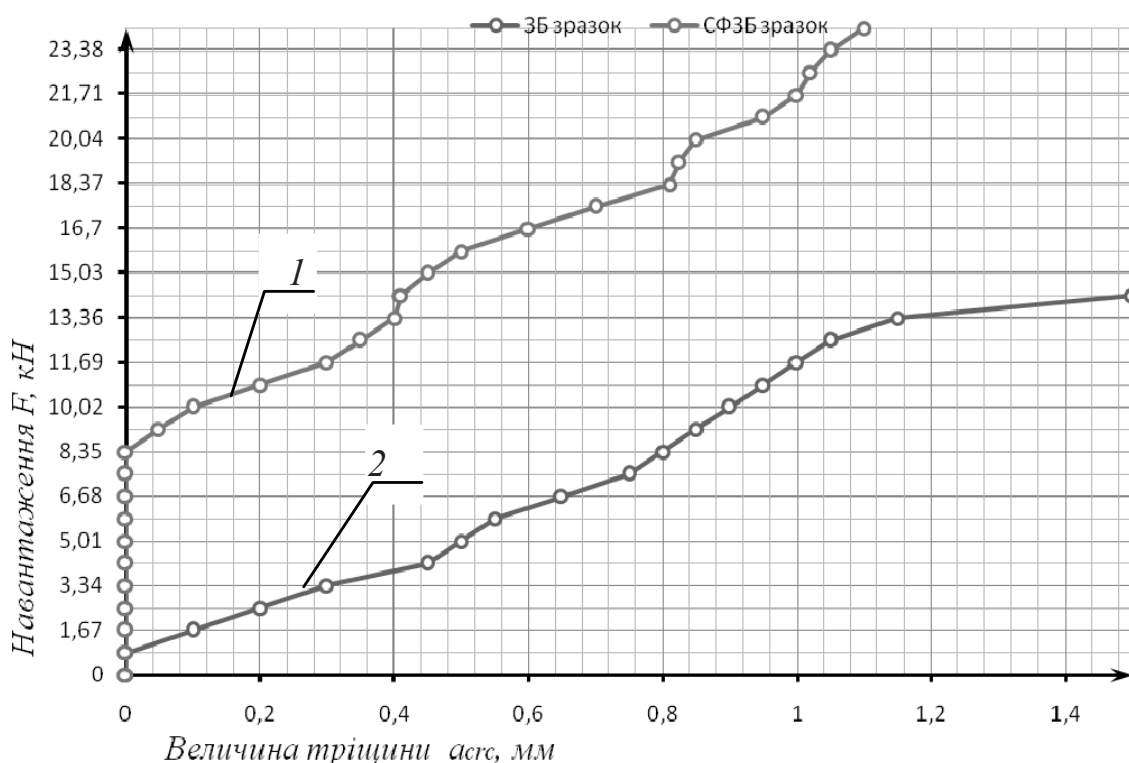


Рис. 4. Залежність розкриття тріщин від навантаження:
1 – СФЗБ; 2 – ЗБ зразки

Середнє руйнівне навантаження склало $F_u = 15,83$ кН. Для 1СФБ–1 воно становило $F = 15$ кН, для зразка 1СФБ–2 $F = 16,67$ кН, а для 1СФБ–3 $F = 15,83$ кН.

Перші видимі тріщини в елементах 1СФБ–1...3 почали з'являтися дуже різко в зоні максимального згинального моменту при навантаженні близькому до руйнівного ($F = 14,17$ кН) з шириною розкриття $a_{сгс} = 0,2$ мм, а при завантаженні $F = 15$ кН вони розкривалися до $a_{сгс} = 0,28$ мм. Вигляд тріщиноутворення випробувального лотка 1СФБ–1...3 (рис. 5).

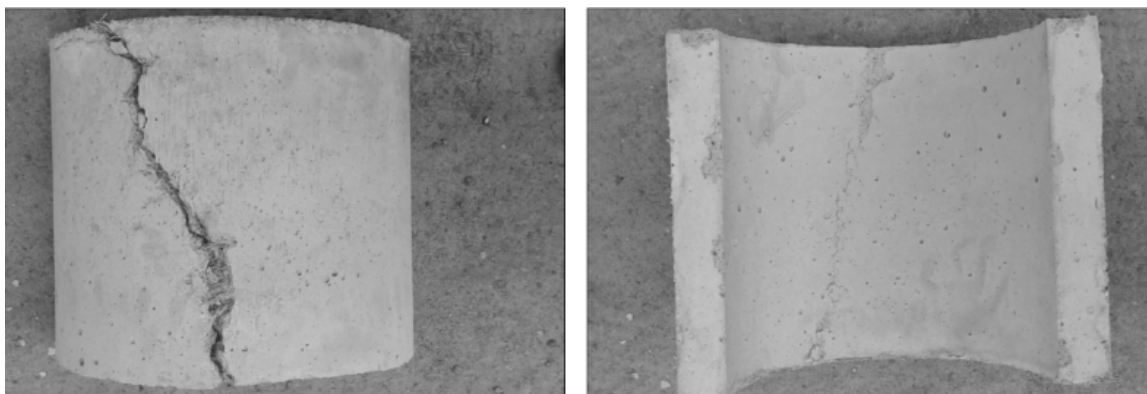


Рис. 5. Вигляд тріщиноутворення зразків СФБ: зона розтягу та стиску

Тріщини мали значно виражену плетінчастість, у порівнянні зі зразками 1ЗБ–1...3. Подальшого збільшення навантаження до $F = 15,83$ кН дослідні елементи не сприймали та відбувався процес їхнього руйнування. Зведені результати розкриття тріщин подані в табл. 1.

Випробування сталевіброзалізобетонних зразків. Дослідження проводилось на СФЗБ водовідвідних лотках І серії: 1СФЗБ–1, 1СФЗБ–2 і 1СФЗБ–3 із відсотками армування сталевим каркасом $\mu = 1$ і сталевими анкерними фібрами $\mu = 1$. Загальний відсоток армування $\mu = 2$.

Середнє руйнівне навантаження склало $F_u = 24,17$ кН, а саме, для зразка 1СФЗБ–1 воно становило $F = 24,17$ кН, для зразка 1СФЗБ–2 $F = 23,3$ кН, а для зразка 1СФЗБ–3 $F = 25$ кН.

Видимі тріщини виникли при $F = 9,17$ кН, при цьому виникала одна тріщина в перерізі із максимальним згинальним моментом ($a_{сгс} = 0,05$ мм). Лотки 1СФЗБ–1...3 втрачають свою несучу здатність при $a_{сгс} = 0,4$ мм, при середньому руйнівному навантаженні $F_u = 24,17$ кН (рис. 4 і 6). Зведені результати розкриття тріщин подані в таблиці 1.

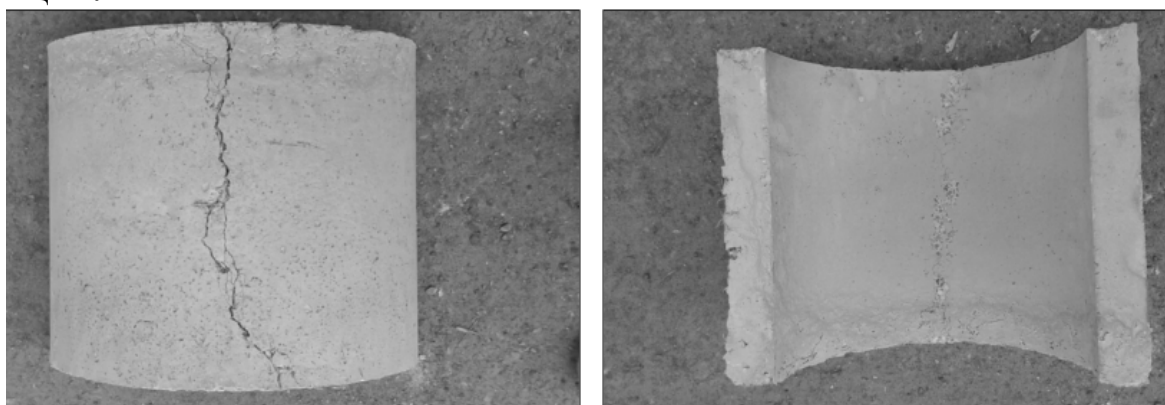


Рис. 6. Вигляд тріщиноутворення зразків СФЗБ: зона розтягу та стиску

Аналізуючи результати випробування можна оцінити, що лотки із СФБ при однаковому відсотку армування при дії одноразового навантаження мають високу міцність і тріщиностійкість порівняно із СФЗБ зразками, і набагато вищу порівняно із Б і ЗБ зразками.

Тріщини у випробувальних зразках виникали в зоні з максимальним згинальним моментом. У ЗБ і СФЗБ зразках тріщини мали прямолінійний характер, а в зразках із СФБ їх утворення відбувалося плетінчасто.

Утворення тріщин в сталевібробетонних зразках виникали перед втратою несучої здатності, в усіх інших порівнювальних видах розкриття тріщин спостерігалось при навантаженні $F = 1,67 \dots 9,17$ кН.

Бетонні зразки показали найменше сприйняття навантаження. Руйнування відбувалося без процесу тріщиноутворення.

В ході цього дослідження встановлено, що СФБ, як ефективний матеріал, доцільно використовувати для виготовлення лотків систем водовідведення. Застосування СФБ дозволяє: повністю відмовитися від використання арматури; знизити матеріалоемність конструкції, і як наслідок, їх вагу; знизити витрати праці під час виготовлення конструкцій і значно підвищити довговічність конструкцій.

1. Талантова К.В. Строительные конструкции с заданными свойствами на основе сталефибробетона: Дис... докт. техн. наук: 05.23.01 – Барнаул., 2009. – 476 с.

2. Андрійчук О.В. Виготовлення придорожніх лотків водовідводу зі сталевібробетону / О.В. Андрійчук, І.М. Ясюк// Наукові нотатки: збірник наукових праць – Луцьк: Луцький НТУ, 2014. – Випуск 45. – С. 7 – 14.

3. Андрійчук О.В. Методика експериментального дослідження придорожніх лотків водовідведення із сталевібробетону / О.В. Андрійчук, І.М. Ясюк// Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: науковий збірник №30 – Рівне, НУВГП, 2015. – С. 86-95.