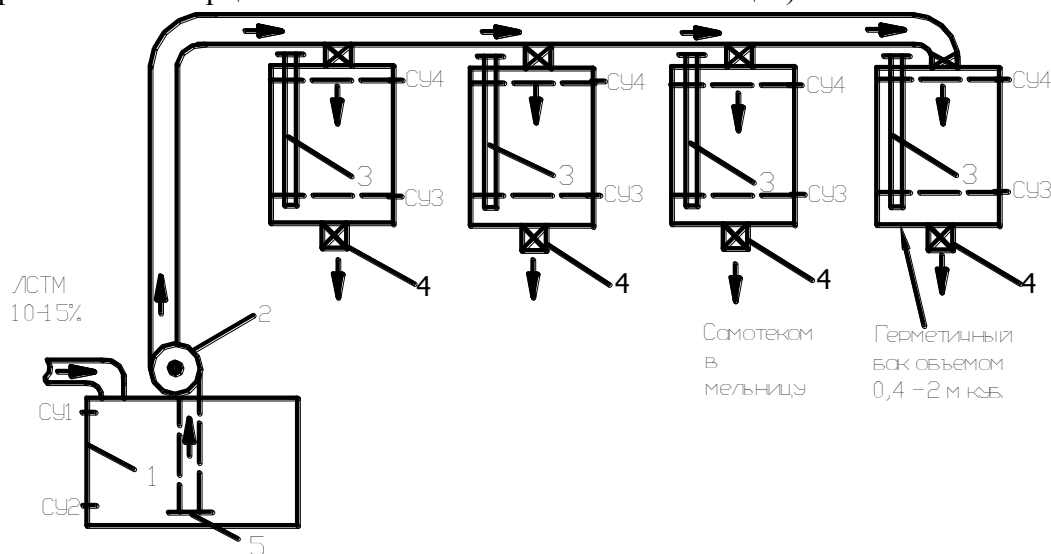


до и после подачи ПАВ с целью ликвидации зарастания ее торца пылью измель-

чаемого материала (особенно в цементных мельницах).



1- бак; 2 – центробежный насос; 3 – трубка Мариотта; 4 – вентиль.

Рис.3 – Схема подачи ПАВ в мельницы

### Выводы

Дальнейшие исследования целесообразно направить на поиск новых высокоэффективных дешёвых ПАВ малой вязкости и желательного из отходов различных производств.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ребиндер П. А. Физико-химическая механика — новая отрасль науки. — М.: Знание, 1958. — 64 с.

2. Ребиндер П. А. Поверхностно активные вещества. -М. Знание:-1961.-46с.

3. Иванов А.Н., Чудный А.Ю. Использование отходов производств в качестве интенсификаторов помола.11 Международная н/т конференция. «Экология: образование, наука, промышленность и здоровье». - Белгород: - БГТУ,14-16.04.2004.- Вестник БГТУ.2004.- № 8, Часть VI.- С.153-159.

4. Иванов А.М.Шляхи інтенсифікації процесу подрібнення.// Вісник НТУ «ХП». Хімія, хімічна технологія та екологія.- Харків: НТУ «ХП».2006.- Вип. 44. – С.151-157.

УДК 624.012.464

Бова Я.О., канд. техн. наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

## ТРИЩИНОСТІЙКІСТЬ ПЛИТ ЗІ ЗМІШАНИМ АРМУВАННЯМ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЇХ РОЗРАХУНКУ

**Вступ.** Плити напружені у двох напрямках мають ряд переваг у порівнянні з балочними плитами. Перш за все, двовісне напруження сприяє підвищенню міцності, тріщиностійкості та, особливо, зменшенню деформативності при дії поперечного навантаження. Враховуючи низку переваг та специфіку виготовлення таких конструкцій, їх можна застосувати у конструкціях, що мають погіршені умо-

ви експлуатації: у сейсмостійкому будівництві, у збірних великопрольотних (прольотом більше 9 м) перекриттях промислових, житлових і громадських будівель, у фундаментних ростверках, у гідротехнічному будівництві при спорудженні стінок та днищ доків, причальних і підпірних стінок, днищ резервуарів тощо; у покриттях шляхів, злітно-посадочних смуг та в інших випадках. Пере-

важна більшість конструкції, які перелічені вище, відносяться до 1-ї та 2-ї категорії тріщиностійкості, тому важливим питанням залишається збереження властивостей двовісно напружених плит зі змішаним армуванням з точки зору появи перших тріщин. Під час аналізу останніх літературних джерел [1,2,3,4,5,6,7] виявлено недостатність вивчення впливу змішаного армування на тріщиностійкість двовісно напружених плит.

**Мета і завдання.** Двовісно напружені плити, як зазначено вище, мають низку переваг у порівнянні зі звичайними плитами, але з точки зору виготовлення вони більш складні. Тому постає питання збереження експлуатаційних властивостей таких конструкції при зменшенні кількості напруженої арматури та заміни її на ненапружену. Виникла необхідність порівняння отриманих експериментальних даних із загальною теорією розрахунку залізобетонних конструкції за тріщиностійкістю [3]. Для вирішення поставленої задачі виготовили 3 серії зразків-плит для визначення впливу способу армування на тріщиностійкість у двовісно обтиснених плитах. За основу прийняті пропорціонально зменшені плоскі безбалкові плити розміром 800×800 мм, товщиною 75 мм із використання арматури Ø12 класу А500С та А800С (рис. 1). Кожна серія мала по 4

зразка, які розділені за коефіцієнтом змішаного армування (табл. 1).

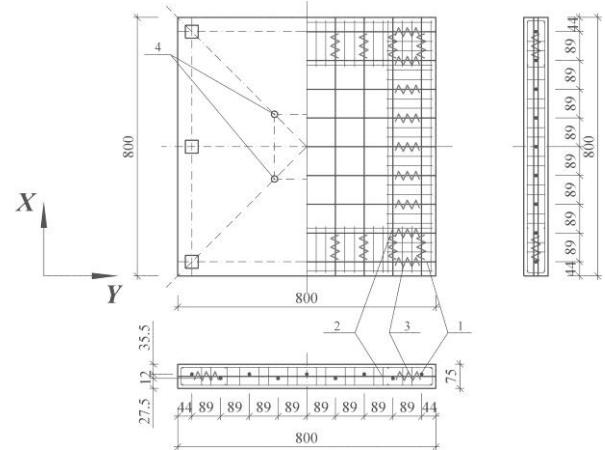


Рис. 1 - Армування випробувальних плит-зразків: 1 – арматурні стержні; 2 – “П” - подібні арматурні сітки; 3 – спіралі; 4 – круглі марки.

Виготовлення випробувальних зразків виконували на спеціально запроєктованій та виготовленій установці (рис. 2). Напруження арматури здійснювали у два етапи за допомогою гідравлічного домкрата. На першому етапі стержні в плитах напружували до зусиль, що перевищують розрахункові на 15-20%, і витримували 4-5 днів, а потім розвантажували; на другому – повторно напружували до розрахункових зусиль.

Таблиця 1 - Об’єм та характеристики плит-зразків

№ серії та шифр зразка	Розміри плит-зразків, мм			Коефіцієнт змішаного армування $K_p = \frac{A_{sp}}{A_{s,tot}}$	Клас та кількість арматури		К-сть зразків, шт.
	h	l	b		напруженої	ненапруженої	
П-1 (ненапружене армування)	75	800	800	0	-	По 9 стержнів вздовж осей X та Y класу А500С	4
П-2 (змішане армування)	75	800	800	0,65	По 5 стержнів вздовж осей X та Y класу А800С	По 5 стержнів вздовж осей X та Y класу А500С	4
П-3 (попередньо напружене армування)	75	800	800	1	По 9 стержнів вздовж осей X та Y класу А800С	-	4

На кожному етапі зусилля в стержнях контролювали зразковим манометром насосної станції та одночасно знімали деформації за допомогою компаратора.



Рис. 2 - Експериментальна установка для виготовлення двовісно напружених плит

Випробування плит виконали на спеціально запроєктованій установці, що створює поперечний згин (рис. 3). Зосереджене навантаження на зразки передається за допомогою двох траверс, через 4 зосереджені сили. Обпирання плити прийнято як вільно оперті згідно з ДСТУ [9]. Завантаження здійснюють за допомогою двох гідравлічних домкратів потужністю 250 кН.



Рис. 3 - Експериментальна установка для випробування зразків на поперечний згин.

**Результати досліджень.** В процесі випробування експериментальні зразки-плити доведені до руйнування. Випробування проводили у віці від 245 до 274 діб від початку їх виготовлення, що сприяє

встановленню напружень у напруженій арматурі. Руйнування зразків відбувалось внаслідок роздроблення бетону в стиснутій зоні та значним розкриттям тріщин в розтягнутій зоні в центрі прольоту плити між зосередженими силами. Експериментально встановлено, що характер розвитку тріщин на нижній та верхній поверхнях для зразків-плит кожної серії має практично однаковий характер. Перші тріщини з'являються в зоні дії максимального моменту. Отримали наступні дані про тріщиностійкість: у серії П-1 (з ненапруженою арматурою) – перша тріщина з'явилась при навантаженні в 19,5 кН, що становить 24,5 % від руйнівного; в плитах серії П-2(зі змішаним армуванням) – поява першої тріщини відмічено при навантаженні в 44,4 кН, що становить 49,3 % від руйнівного зусилля; в плитах серії П-3 (із попередньо напруженим армуванням) – поява першої тріщини зафіксована при навантаженні в 51,5 кН, що складає 52,4 % від руйнівного зусилля. Розвиток тріщин після збільшення навантаження у серіях П-1 та П-2 однаковий і відбувається по контуру, який окреслює зовнішні поперечні сили, що свідчить про початок продавлювання. В плитах серії П-3 зафіксовано тріщин менше у порівнянні з серіями П-1 та П-2. Загальний вид плит серії П-1, П-2 та П-3 після руйнування зображено на рис. 4.

Для визначення моменту тріщиноутворення у двовісно напружених плитах зі змішаним армуванням, застосована загально відома методика. Вона ґрунтується на припущенні про те, що плита оперта по контуру, працює, як попередньо-напружена балка, але з внесенням поправочного коефіцієнта з огляду на двовісний обтиск.

Сумарний момент, який виникає під дією навантаження слід визначати як для балки, тоді пропорційно до жорсткості плити можна розподілити його для кожного з напрямків:

$$M_x = \sum M \frac{EI_x}{EI_x + EI_y}; \quad (1)$$

$$M_y = \sum M - M_x, \quad (2)$$

а) П-1 (ненапружене армування);



б) П-2 (змішане армування);



в) П-3 (попередньо напружене армування)

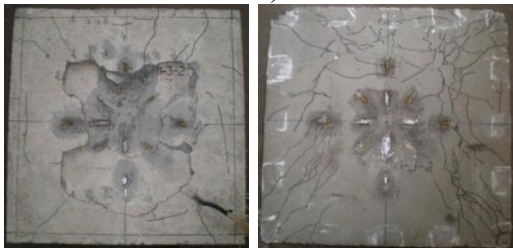


Рис. 4 - Розвиток тріщин у випробувальних зразках-плитах з нижньої та верхньої площини.

де  $E_{Ix}$ ,  $E_{Iy}$  – жорсткість плити у відповідному напрямку;  $\sum M$  – сумарний момент від дії поперечної сили, що діє на плиту, його обчислюють як для балки на двох опорах;  $M_x$ ,  $M_y$  – поперечні моменти відповідно в напрямку осей  $X$  та  $Y$ .

Враховуючи, що в плитах діє двовісний обтиск, пропонується внести поправочний коефіцієнт, який враховує вплив змішаного армування на двовісний обтиск:

$$M_{cr} = \eta_{kr} f_{ctk} W_{pl} + M_{rp} \quad (3)$$

де  $\eta_{kr}$  – коефіцієнт, який враховує вплив змішаного армування на рівень двовісного обтиску і дорівнює:

$$\eta_{kr} = \left( 1 + \frac{k_p}{\eta_{x(y)}} \right) \gamma_z, \quad (4)$$

де  $k_p$  – коефіцієнт змішаного армування, що дорівнює: для ненапружених плит – 0; для плит зі змішаним армуванням – 0,65; для попередньо напружених плит – 1,0;  $\eta_{x(y)}$  – фактичний максимальний рівень обтиску від дії попереднього напруження відносно осей  $X$  або  $Y$ , він дорівнює:

$$\eta_x = \frac{\sigma_{c(x)}}{f_{cd}}; \eta_y = \frac{\sigma_{c(y)}}{f_{cd}}, \quad (5)$$

де  $\sigma_{c(x)}$ ,  $\sigma_{c(y)}$  – максимальні фактичні напруження в напрямку осі  $X$  та  $Y$ ;  $f_c$  – фактичний опір бетону на стиск на момент випробування;  $\gamma_z$  – коефіцієнт, що враховує геометрію та спосіб опирання плит, прийнятий для розглядуваного випадку 0,35.  $W_{pl}$  – пружньопластичний момент опору залізобетонного перерізу в розтягнутій зоні, при умові, що поздовжня сила відсутня;  $M_{rp}$  – момент зусилля обтиску відносно вісі, що проходить через умовну ядрову точку, найбільш віддалену від розтягнутої зони.

Співставлення експериментальних та теоретичних значень наведені в табл. 2.

Таблиця 2 - Порівняння експериментального та теоретичного моменту тріщиноутворення зразків-плит

Шифр зразка	Момент тріщиноутворення $M_{cr}$ , кН·м <sup>2</sup>	
	Експериментальний	Теоретичний
П-1	4,87	4,15
П-2	11,10	9,90
П-3	12,87	12,33

В результаті теоретичних розрахунків моменту тріщиноутворення, отримали задовільне співпадіння з експериментальними даними. За рахунок використання коефіцієнта  $\eta_{kr}$  різниця між експериментальними та теоретичними складає не більше 17 %.

**Висновки.** Випробування показали, що використання змішаного армування у двовісно напружених плитах задовольняє усім вимоги, які застосовуються для та-

ких типів конструкції. Розрахунок плит можна виконувати за загально прийнятою методикою, але з необхідністю введення додаткового коефіцієнту для урахування впливу способу армування. З економічної точки зору, такі конструкції дозволяють зменшити собівартість за рахунок зниження витрат на матеріали та енерговитрат.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Журавський О.Д. Напряженно – деформированное состояние железобетонных плит при двухосном предварительном обжатий// Автореферат. Киев, 1988 – с. 25.
2. Данилина Т.К. Панели перекрытий, предварительно напряженные в двух направлениях/ Т.К.Данилина, Ф.Е.Гитман// Жилищное строительство. – 1982 – №1 – с. 17 – 19.
3. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення //Вид-во – ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ – Київ, 2011. – 71 с.
4. Карчемский М.Ю. Железобетонные плиты, предварительно напряженные в двух направлениях/ М.Ю. Карчемский. – К.: Госстройиздат, 1958 – с. 121.
5. Лисицин Б.М. Теоретическое и экспериментальное исследование предварительно напряженных в двух направлениях железобетонных плит и шатровых панелей: автореф. канд. дисс./ Б.М.Лисицин // – Киев, 1961 – с. 20.
6. Бабич Є.М. Залізобетонні балки і плити зі змішаним армуванням/Є.М. Бабич, О.П. Борисюк, П.П. Коцебчук // Вид-во – Рівне, 1998 – с. 134.
7. Светов А.А. Ребристые плиты покрытий с экономичным смешанным армированием // Бетон и железобетон №1 – 1981 – с. 7 – 9.
8. Чалкатрян Д.А. Трещиностойкость многослойных панелей со смешанным армированием // Совершенство технологий и расчета железобетонных конструкций. – Москва, 1984 – с. 114 – 118.
9. ДСТУ Б В.2.6-7-95 Вироби будівельні бетонні та залізобетонні збірні. Методи випробувань навантаженням. Правила оцінки міцності, жорсткості та тріщиностійкості// Вид-во – ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ – Київ, 1997.

УДК 697.34

**Малявина О.Н., канд. техн. наук**

*Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова*

### АНАЛИЗ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

В настоящее время надежная работа систем централизованного теплоснабжения (СЦТ) является одним из основных составляющих жизнеобеспечения населенных пунктов. Надежность СЦТ во многом определяется надежностью тепловых сетей, важнейшей составляющей которых являются магистральные тепловые сети.

Изучение повреждаемости трубопроводов магистральных тепловых сетей необходимо для оценки их надежности и планирования материально-технических и трудовых ресурсов.

Из литературного обзора следует, что в различных источниках приведены данные по повреждаемости трубопроводов тепловых сетей за различные периоды

эксплуатации, с различным интервалом значений срока эксплуатации [1-4].

Количественные данные по параметру потока отказов для тепловых сетей различных городов СССР и соответственных периодов их эксплуатации отличаются [5-8].

Динамика изменений повреждаемости трубопроводов тепловых сетей для рассматриваемых литературных данных различна, но, в основном, наблюдается увеличение количества повреждений с увеличением срока эксплуатации [1-4, 9-12].

Данные по повреждаемости трубопроводов магистральных тепловых сетей, практически отсутствуют.

В результате литературного обзора тепловых сетей в зависимости от их