

находится новое НДС пластины с новым распределением усилий  $p(x)$ . Итерации продолжаются до схождения с заданной наперед точностью. Имея окончательно полученное напряженно-деформированное состояние, следует по существующим критериям прочности определить несущую способность рассматриваемой зоны.

#### **Выводы.**

Использование метода Файлона позволяет достаточно просто определять НДС железобетонных балок с нормальными трещинами при действии изгиба с кручением. Методика расчета позволяет без труда учитывать пластические свойства бетона сжатой от изгиба зоны.

В перспективе следует провести экспериментальные исследования жесткости и прочности железобетонных балок после образования в них нормальных трещин, с целью проверки предложенной методики.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Азизов Т.Н. Определение крутильной жесткости железобетонных элементов с трещинами // Дороги і мости: Зб. Наук. праць. - Київ: ДерждорНДІ, 2007. – Вип. 7. Том 1.- С. 3-8.
2. Гибшман М.Е. Прочность элементов при совместном действии изгиба с кручением / М.Е. Гибшман, Е.А. Шагин. – 1979. – 33 с. (Бетон и железобетон, №11).
3. Азизов Т.Н., Срібняк Н.М. Експериментальні дослідження крутильної жорсткості та міцності залізобетонних елементів з нормальними тріщинами при крученні// Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури.– Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2009. – Вип. 34 – С. 4-14.
4. Айвазов Р.Л. Сборное панельное перекрытие, опёртое по контуру: Сб.тр. МИСИ. – М., 1971. – Вип. 90. – Пространственная работа железобетонных конструкций.
5. Байков В.Н. Исследование совместной работы сборных железобетонных элементов в системах плоских и пространственных конструкций: Дис ... докт. техн. наук. – М., 1967.
6. Бамбура А.Н. К построению деформационной теории железобетона стержневых систем на экспериментальной основе / А.Н. Бамбура, А.Б. Гурковский // Будівельні конструкції. Міжвідомчий науково-технічний збірник.– Київ: НДІБК, 2003. – Вип. 59 – С. 121-130.
7. Верещага А.И. Напряженно-деформированное состояние и прочность сборных железобетонных перекрытий. Дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Сумский национальный аграрный ун-т. – Сумы, 2002. – 248 с.
8. Горнов В.Н. Исследование прочности и жесткости индустриальных конструкций жилых домов. – М.: Госстройиздат, 1954. – 240 с.
9. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. – М.: Стройиздат, 1996. – 416 с.
10. Карпенко Н.И. Теория деформирования железобетона с трещинами. – М.: Стройиздат, 1976. – 208 с.
11. Папкович П.Ф. Теория упругости. – М.: Оборонгиз, 1939.
12. Пространственные расчёты мостов / [Б.Е. Улицкий, А.А. Потапкин, В.И. Руденко, И.Д. Сахарова, Ю.М. Егорушкин]. – М.: Транспорт, 1967. – 404 с.
13. Фомичев В.И. Прочность железобетонных элементов, подверженных изгибу с кручением, при учете пространственной работы внутренних сил и сложного напряженного состояния арматуры: автореф. дис. на соискание научн. ступеня канд. техн. наук:05.23.01 – М.,1978 – 21 с.
14. Марио Исидоро Андраде Ираола. Прочность железобетонных элементов прямоугольного сечения при поперечном изгибе с кручением: Дис. ... канд. техн. наук. – Киев, 1993. – 158 с.

УДК 624.012.2.003.12:620.1

### **МАТЕМАТИЧНА ОБРОБКА ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖИ МІЦНОСТІ СТАРОЇ ЦЕГЛЯНОЇ КЛАДКИ**

**Андрух С.Л.**

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** При розрахунку кам'яних конструкцій на міцність кладки за діючими нормами ДСТУ Б В.2.7-61-97 в яких не враховується такий чинник, як вплив розмірів поперечного перетину. У діючих нормах

використовується емпірична залежність, яка базується на експериментальних даних 50-ти річної давності і зразках, які були виконані з сировини одного регіону.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій:** в області старої цегляної кладки слабо вивчено. Уточнювався коефіцієнт А по формулах проф. Л.І. Онищика залежно від виду каменя, міцності цеглини на стиснення і міцності цегли на згин.

**Формулювання цілей статті.** Отримання значення коефіцієнта А по формулі і уточнення значення 2 в знаменнику для можливого забезпечення запасу міцності для цегляної кладки.

**Виклад основного матеріалу.** Багато явищ у природі, будівельній галузі та інших сферах життя, де є випадковий характер, тобто неможливо прогнозувати, як вони будуть змінюватися в часі. Але, якщо спостерігати такі явища в одних і тих же умовах багато разів, то їх можна описати як кількісно, так і якісно.

Спеціальні дослідження старої цегляної кладки в Україні давно не проводилися. Норми проектування не включають розділ про значення граничних опорів старої кладки. Тому дослідники, які займаються пам'ятниками архітектури - старовинними будівлями з цегли і вапняного розчину, обмежуються тим, що відомими методами визначають міцність цегли і розчину, а міцність кладки визначають за допомогою відомої формули професора Л.І. Онищика, яка використовується для нової кладки. Такий підхід нам уявляється не цілком коректним, мабуть для старої кладки по формулі Л.І. Онищика, повинні використовуватися корегуючі коефіцієнти. Для заповнення вказаного пропуску були заплановані експериментальні дослідження старої цегляної кладки. В м. Суми і Сумській області, де є для цього відповідна база:

- будівля колишньої чоловічої гімназії, нині школа № 4 по вул. Петропавлівський у м. Суми - вік 127 років. Для досліджень було узяті зразки 150 шт. повнотілої цегли;

- будівля школи № 8 у м. Суми по вул. Дзержинського № 5 - вік більше 100 років. Для досліджень було узяті зразки 120 шт. повнотілої цегли;

- будівля районної поліклініки у м. Ромни (колишня будівля військового штабу) по вул. Щучки, 8 - вік 120 років. Для досліджень було узяті зразки 75 шт. повнотілої цегли;

- будівля колишньої пошти, нині банк Володимирський по вул. Воскресенській, 13 у м. Суми - вік 127 років. Для досліджень було узяті зразки 125 шт. повнотілої цегли;

- будівля старого ринку у м. Суми по вул. Кооперативна, 2 - вік більше 100 років. Для досліджень було узяті зразки 151 шт. повнотілої цегли;

- стара будівля у м. Суми по вул. Воскресенської, 12 - вік більше 100 років. Для досліджень було узяті зразки 142 шт. повнотілої цегли;

- нова будівля у м. Суми, вік 7 років. Для досліджень було узяті зразки 22 шт. повнотілої цегли.

Для реалізації поставлених завдань необхідно:

- вилучення зразків для дослідження цегли і розчину із старої цегляної кладки;
- визначення міцностних характеристик цегли і розчину методом свердління;
- виконання стандартних випробувань цегли і розчину, згідно [1, 2];
- порівняльний аналіз неруйнівного методу свердління з даними, отриманими по [1, 2];

- при обробці статистичних випробувань були отримані тарувальні залежності для цегли і розчину, зв'язавши швидкість свердління з міцністю зразка;

- використовуючи отримані дані по формулі Л.І. Онищика, обчислити міцність цегляної кладки;

- встановити залежність параметрів деформації експериментальних зразків від величини діючого рівня напруги.

З кожного з перерахованих об'єктів були узяті зразки старої полнотілої цегли і вапняного розчину. Відбір з кладки старої глиняної полнотелого цегли проводився так, щоб не пошкодити механічно цеглу та розчин.

Істотним параметром у формулі (1) є величина конструктивного коефіцієнта  $A$ , який показує, яку частину від міцності цегли складатиме міцність кладки. Важливим чинником впливу на значення конструктивного коефіцієнту  $A$ , є міцність цегли на згин і зріз. У 1939 р. Л.І. Оніщиком були виведені такі емпіричні формули для визначення коефіцієнта  $A$  залежно від міцності цегли на згин  $R_{ub}$  і зріз  $R_{usg}$ .

$$R_{кл} = A \cdot R_k \cdot \left( 1 - \frac{a}{b + \frac{1}{2 \bar{R}}} \right), \quad (1)$$

$$A = \frac{1,2}{1 + \frac{R_k}{3 \cdot R_{ub}}}, \quad (2)$$

$R_{ub}$  – міцність цегли на згин.

$$A = \frac{2,2}{1 + \frac{R_k}{R_{usg}}}, \quad (3)$$

$R_{usg}$  – міцність цегли на зріз.

Для підстановки значення коефіцієнту  $A$  до формули (1) приймається менша величина конструктивного коефіцієнту з двох значень обчислених за формулами (2) і (3), оскільки руйнування кладки відбувається при недостатній міцності цегли на згин або на зріз. У 50-х роках проф. Л.І. Оніщиком була запропонована формула для визначення конструктивного коефіцієнту  $A$ .

Для полнотілої цегли, яка не відповідала стандарту, коефіцієнт  $A$  приймався по найменшому значенню з формул (2) і (3).

Визначаємо емпіричні коефіцієнти  $A$  по формулі (2) з експериментальних даних і підставляємо у формулу (1), при цьому уточнюємо значення  $n$  для старої цегляної кладки. Нижче представлена обробка статистичних даних в таблицях 1 - 2 при різних значеннях  $n$ .

Таблиця 1

При $n = 1$			
$R_{кл}$ теор.	$R_{кл}$ екс.	Різниця	Запас в %
1.67	1.78	0.11	6.060
1.26	1.81	0.54	30.152
1.02	1.62	0.60	37.252
1.26	1.88	0.62	32.943
1.26	1.89	0.63	33.504
1.64	1.65	0.02	0.919
1.66	1.91	0.26	13.428
1.27	1.87	0.60	32.307
1.51	1.92	0.41	21.263
Середнє значення $M =$			23.092
Середнє квадр. відх. $S =$			13.319
Забезпеченність $P =$			<b>0.959</b>

Таблиця 2

При $n = 2$			
$R_{кл}$ теор.	$R_{кл}$ екс.	Різниця	Запас в %
1.39	1.78	0.39	21.829
1.05	1.81	0.76	41.842
0.85	1.62	0.77	47.419
1.05	1.88	0.82	43.808
1.05	1.89	0.84	44.291
1.36	1.65	0.29	17.429
1.38	1.91	0.53	27.809
1.06	1.87	0.81	43.084
1.26	1.92	0.66	34.376
Середнє значення $M =$			35.765
Середнє квадр. відх. $S =$			10.951
Забезпеченність $P =$			<b>0.999</b>

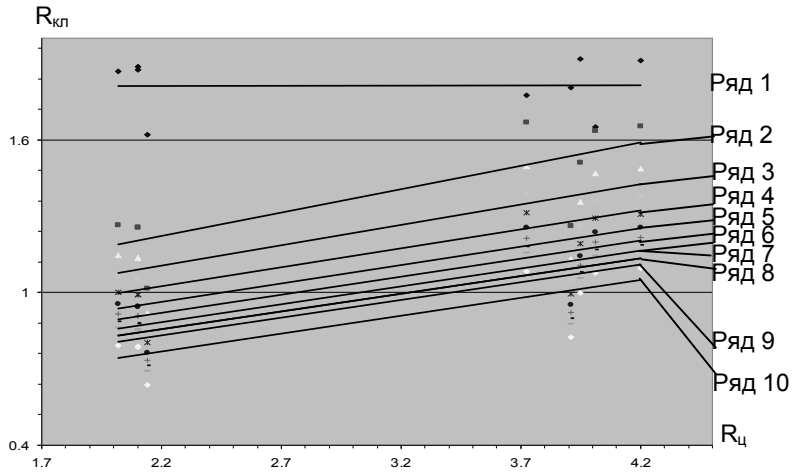


Рис. 1 Дослідні дані для  $R_{\text{ц}}$  і  $R_{\text{кп}}$  за формулою Л.І. Онищика з різними коефіцієнтами  $n$  і коефіцієнтом  $A$  по формулі (2)

Примітка:

- ряд 1    Експериментальні значення  $R_{\text{ц}}$  та  $R_{\text{кп}}$
- ряд 2    Теоретичні значення  $R_{\text{ц}}$  та  $R_{\text{кп}}$  при  $n = 1$
- ряд 3    Теоретичні значення  $R_{\text{ц}}$  та  $R_{\text{кп}}$  при  $n = 1.5$
- ряд 4    Теоретичні значення  $R_{\text{ц}}$  та  $R_{\text{кп}}$  при  $n = 2$
- ряд 5    Теоретичні значення  $R_{\text{ц}}$  та  $R_{\text{кп}}$  при  $n = 2.5$
- ряд 6    Теоретичні значення  $R_{\text{ц}}$  та  $R_{\text{кп}}$  при  $n = 3$
- ряд 7    Теоретичні значення  $R_{\text{ц}}$  та  $R_{\text{кп}}$  при  $n = 3.5$
- ряд 8    Теоретичні значення  $R_{\text{ц}}$  та  $R_{\text{кп}}$  при  $n = 4$
- ряд 9    Теоретичні значення  $R_{\text{ц}}$  та  $R_{\text{кп}}$  при  $n = 4.5$
- ряд 10  Теоретичні значення  $R_{\text{ц}}$  та  $R_{\text{кп}}$  при  $n = 6.5$

Визначаємо емпіричні коефіцієнти  $A$  по формулі (3) із з урахуванням коефіцієнта  $A$  по формулі (2) експериментальних даних і підставляємо у формулу (1) проф. Л.І. Онищика на підставі отриманих даних уточнюємо значення  $n$  для старої цегляної кладки. Нижче представлена обробка статистичних даних при різних значеннях  $n$ .

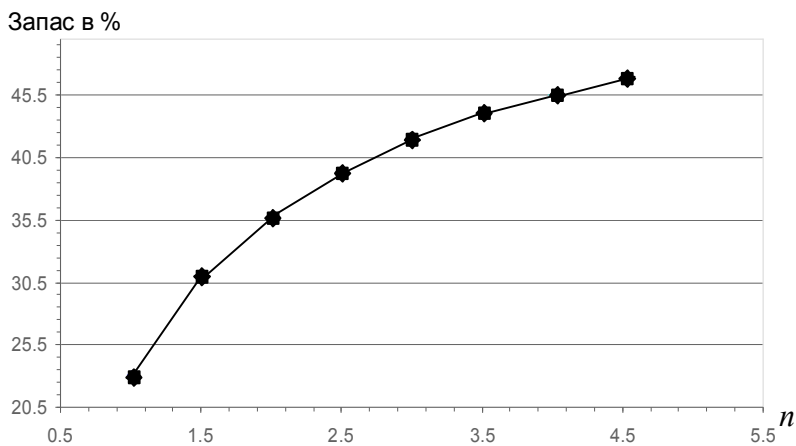


Рис. 2 Середній запас за формулою Л.І. Онищика

Визначаємо емпіричні коефіцієнти  $A$  за формулою (3) із урахуванням коефіцієнта  $A$  по формулі (2) експериментальних даних і підставляємо до формули (1) проф. Л.І. Онищика уточнюємо значення  $n$  для старої цегляної кладки. Нижче представлена обробка статистичних даних при різних значеннях  $n$ .

Таблиця 3

При $n = 1$			
$R_{кп}$ теор.	$R_{кп}$ екс.	Різниця	Запас в %
0.39	1.78	1.38	77.830
0.41	1.81	1.40	77.346
0.25	1.62	1.37	84.317
0.25	1.88	1.62	86.602
0.25	1.89	1.64	86.714
0.41	1.65	1.24	75.162
0.42	1.91	1.50	78.261
0.25	1.87	1.62	86.743
0.40	1.92	1.52	79.013
Середнє значення $M =$			81.332
Середнє квадр. відх. $S =$			4.690
Забезпеченість $P =$			1.000

Таблиця 4

При $n = 2$			
$R_{кп}$ теор.	$R_{кп}$ екс.	Різниця	Запас в %
0.33	1.78	1.45	81.552
0.34	1.81	1.47	81.138
0.21	1.62	1.41	86.858
0.21	1.88	1.66	88.773
0.21	1.89	1.68	88.869
0.34	1.65	1.31	79.301
0.35	1.91	1.57	81.872
0.21	1.87	1.66	88.853
0.34	1.92	1.58	82.508
Середнє значення $M =$			84.414
Середнє квадр. відх. $S =$			3.868
Забезпеченість $P =$			1.000

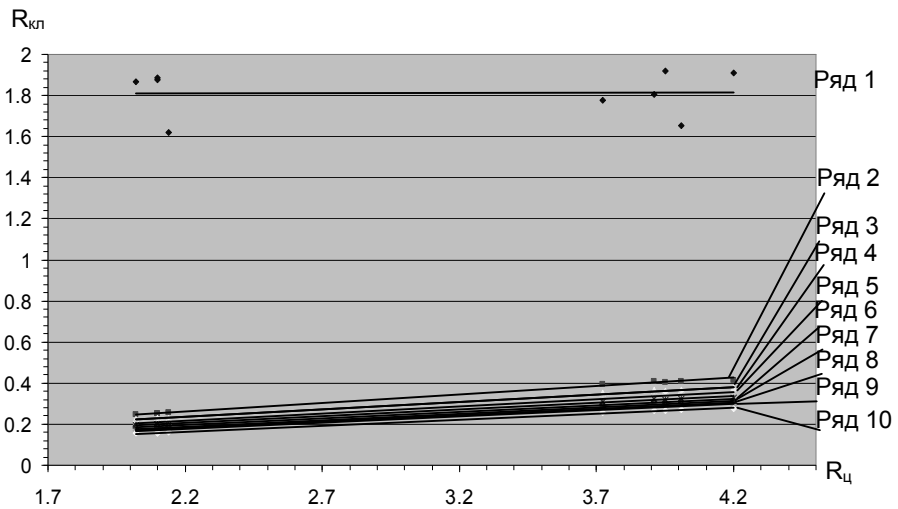


Рис. 3 Дослідні дані для  $R_{ц}$  і  $R_{кп}$  за формулою Л.І. Онищика з різними коефіцієнтами  $n$  і коефіцієнтом  $A$  за формулою (3)

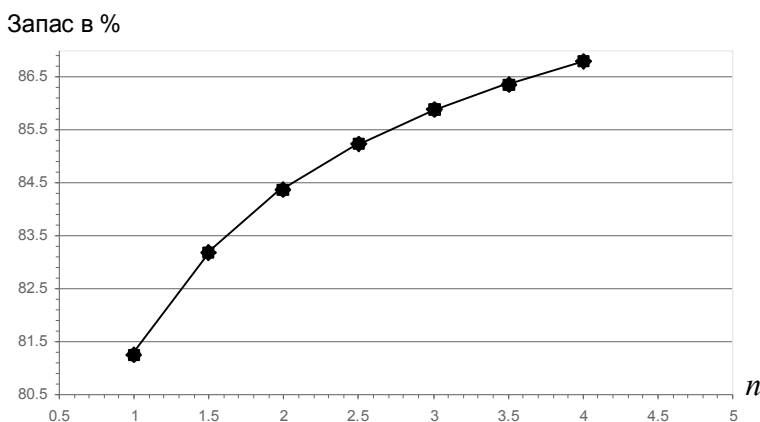


Рис. 4 Середній запас за формулою Л.І. Онищика з урахуванням коефіцієнту А за формулою (3)

Обчислення конструктивного коефіцієнту за формулою з норм, в якому значення А залежить тільки від межі міцності цегли на стиснення і коефіцієнтів (які враховуються від виду кладки), не правильно тому, що при одній і тій же самій міцності цегли і розчину можна отримати міцність кладки, яка відрізнятиметься між собою в 3 рази.

#### ВИСНОВКИ

1. Уточнено значення коефіцієнта  $n$ , який входить до виразу знаменника формули проф. Л.І. Онищика, для старої цегляної кладки.
2. Уточнений конструктивний коефіцієнт А, який враховується при визначенні міцності цегляної кладки при дії короточасного стискаючого навантаження.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Андрух С.Л. Методы по определению прочности и обследованию каменных конструкций / С.Л. Андрух // Вісник Сумського національного аграрного університету (серія Будівництво). – Суми, 2003. – Вип. 9. – С. 5 – 6.
2. ДСТУ Б В.2.7-61-97. Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови. – К.: Держкоммістобудування, 1997. – 33 с.
3. Пат. 27391 Україна, МПК51 G01N 3/08 Спосіб визначення міцності цегляної кладки: Пат. 27391 Україна, МПК51 G01N 3/08 / Андрух С.Л.; Заявн. Андрух С.Л. – u200707523; Заяв. 04.07.2007; Опубл. 10.01.2008, Бюл. № 1. – 4 с.
4. Рекомендации по обследованию и оценке технического состояния крупнопанельных и каменных зданий // ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М.: 1988. – 57 с.

УДК 624.042:624.016

### МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ БЕЗКАПІТЕЛЬНИХ ВУЗЛІВ МОНОЛІТНОГО ЗАЛІЗОБЕОННОГО ПЕРЕКРИТТЯ ІЗ СТАЛЕБЕТОННИМИ КОЛОНАМИ

Гасенко А.В., Пігуль О.В., Маган І.В.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** У останні роки сталобетонні колони все більш частіше застосовуються як конструктивний стиснутий елемент у збірному монолітних залізобетонних каркасах цивільних та промислових будівель. Це можна пояснити вдалим поєднанням сталі та бетону так як виникають взаємовигідні умови для їх роботи під навантаженням [7]. Бетонне ядро підвищує місцеву стійкість і несучу здатність металевої оболонки та відпадає необхідність захищати її від корозії з