

кретних вирішень для одного фізичного процесу в одне узагальнююче і неперервне математичне рівняння може мати застосування також і для розв'язку багатьох інших завдань теорії проектування.

Таблиця - Напруження в сталі з умовною межею текучості

$\varepsilon_s$	$K_{01SP}$	$K_{11SP}$	$K_{02SP}$	$K_{12SP}$	$\sigma_s, МПа$	
					за формулою (7)	точне значення
0,0005	0,99972	0,00028	0,99974	0,00026	-94,7	-95,0
-0,0005	-0,9997	0,0003	0,99972	0,00027	-95,3	-95,0
-0,00321	0,5	0,5	0,99967	0,00033	-609,9	-610,0
-0,00461	0,00033	0,99967	0,5	0,5	-680,0	-680,0
-0,01903	0,00021	0,99979	0,00021	0,99979	-782,1	-782,0

УДК 624.012.35

## **ПОПЕРЕДНЬО ОБТИСНЕНІ ЗАЛІЗОБЕТОННІ ЕЛЕМЕНТИ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДОРСТВА**

**М.Г. ЧЕКАНОВИЧ** – к.т.н., доцент,  
Херсонський ДСГІ

За прогнозами фахівців на найближче майбутнє залізобетон в сільському будівництві буде залишатися одним з основних будівельних матеріалів. Його попереднє обтиснення, як відомо, сприяє поліпшенню якості і ефективності елементів будівель та споруд. В сільському господарстві до таких відносяться елементи бункерів і силосів для зберігання сипучих матеріалів, резервуарів в системі забезпечення водою тваринницьких ферм, підпірних стін зерно- і картоплесховищ, господарських будівель та багато інших.

Серед можливих методів попереднього напруження залізобетону є й такий, що підвищує не тільки тріщиностійкість, але й значно збільшує його міцність, морозостійкість, і водонепроникненність. Останнє досягається завдяки обтисканню незатверділої бетонної суміші. Внаслідок обтискання бетону суміш ущільнюється, з неї видаляється надлишок води, повітря, усуваються макро- і частково мікродефекти структури бетону. Автором розроблена технологія виготовлення залі-

зобетонних елементів, де таке обтиснення здійснюється за рахунок зусилля натягу арматури (Авторські свідоцтва №№ 1330284, 1548389, 1678618, 1799970). При цьому технологічно вдалося подолати в достатній для виробництва мірі опір тертя в процесі обтискання свіжоукладеної бетонної суміші і досягти відносно рівномірного ущільнення бетону в конструкції. Стиск незатверділого бетону здійснюється тут вздовж робочої напруженої арматури з торців елемента. Саме торець елемента має порівняно невелику площу поверхні, а тому сила, що потрібна для обтиснення незатверділого бетону відносно невелика і за своєю величиною лежить в межах попереднього напруження арматури.

Експериментальні дослідження лабораторних зразків і промислових залізобетонних елементів показали, що попередньо обтиснені за запропонованим методом елементи мають міцність бетону до 100 МПа, марку за водопроникністю до W10 і марку за морозостійкістю до F 400. Несуча здатність таких залізобетонних елементів вища ніж звичайних на 50-75 відсотків при позцентровому їх стисненню і на 25-35 відсотків при згинанні. За тріщиностійкістю запропоновані обтиснені залізобетонні елементи не поступаються традиційним. Все це досягається при звичайних витратах матеріалів.

Технологія запропонованого обтиснення в значній мірі вже розроблена і використовувалася у промисловому виробництві. Разом з тим проблема розрахунку міцності обтисненого бетону з врахуванням специфіки технології потребує висвітлення і подальшого уточнення.

З огляду на вищезазначене запропоновано апарат розрахунку міцності попередньо обтисненого бетону каркасної структури з щільним розміщенням зерен заповнювача. Розрахунковий апарат для практичного використання складено на базі двокомпонентної моделі бетону : цементно-пісчаний розчин і крупний заповнювач.

Для виведення математичних виразів розрахунку міцності обтисненого бетону враховувалися наступні передумови:

- зусилля попереднього обтиснення сприймається цементно-пісчаним розчином і крупним заповнювачем відповідно до величини їх модулів деформації, при цьому модуль деформації обтисненого розчину має меншу величину, ніж відповідний модуль для крупного заповнювача;

- різниця напружень між крупним заповнювачем і розчином при дії зовнішнього навантаження на бетон передається з одного зерна заповнювача на інше зосереджено в точках контакту;

- руйнування бетону прийнятої каркасної структури відбувається внаслідок розколювання зерен крупного заповнювача під дією внутрішніх розтягуючих напружень;

- величина руйнівного навантаження залежить від дробильності суміші крупного заповнювача як інтегральної характеристики його міцності;

- зусилля попереднього напруження арматури сприймається переважно каркасом з зерен крупного заповнювача (з урахуванням контракції, усадки та повзучості в розчині);

- адгезійне і механічне зчеплення зерен крупного заповнювача з цементно-пісчаним розчином враховується величиною міцності обтисненого розчину при розтяганні і значеннями коефіцієнтів форми, рельєфу та мікрорельєфу зерен заповнювача.

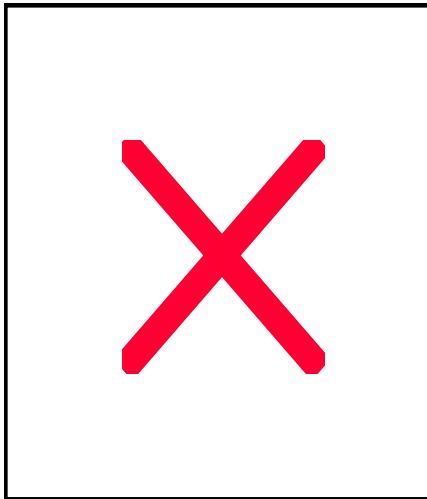


Рис.1 – Схема навантаження зерна крупного заповнювача

Для прийнятої двокomпонентної моделі бетону на рисунку 1 показана схема навантаження зерна крупного заповнювача при дії зовнішніх сил на бетон. В точках контакту крупного заповнювача на зерно діють зосереджені сили  $N_i$ , а по поверхні контакту його з роз-

чином - розподілене навантаження  $q$ . Дія навантажень на зерно крупного заповнювача враховується як тривимірне.

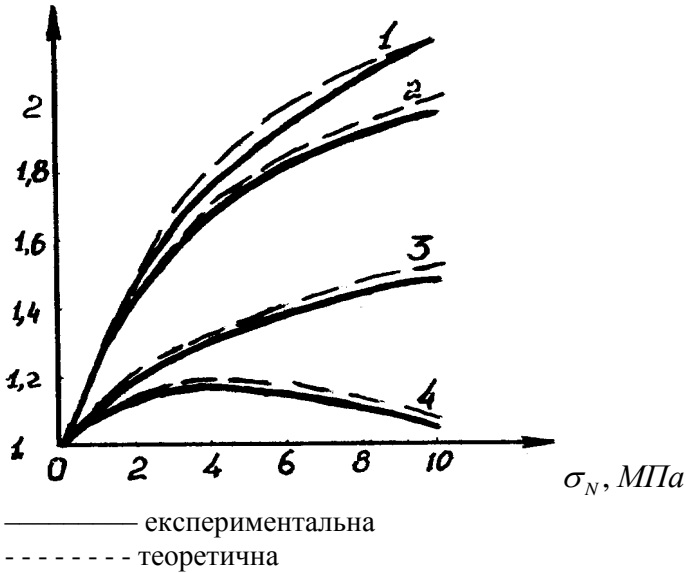
Враховуючи все вище наведене і виходячи з загальновідомих припущень, одержана формула міцності попередньо обтисненого бетону матрично-каркасної структури:

$$R_b^* = \left[ K_n \frac{g}{K_{dp}} + K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot R_{bt} (i + \alpha \ln 9.8 p) - c \sigma_N \right] \cdot \left( \frac{i}{i - K_E \cdot n} - K_v \frac{V_p}{V_b} \right)$$

Тут  $q$  - величина стандартного навантаження при визначенні дробильності (11,32 МПа);  $K_{др}$  - коефіцієнт дробильності зерен крупного заповнювача, укладених як в бетоні, тобто в насипному стані, ущільненому вібрацією, динамічним впливом з навантаженням;  $K_n$  - коефіцієнт, що враховує зміну структури при дробильності (0,2-0,36);  $K_1$ ,  $K_2$  і  $K_3$  - коефіцієнти відповідно форми, рельєфу і мікрорельєфу зерен заповнювача;  $R_{bt}$  - міцність розчину при розтягненні;  $p$  - величина тиску, що діє на розчин;  $c \sigma_N$  - величина попереднього напруження, що стискає зерна крупного заповнювача;  $K_e$  - коефіцієнт підвищення модуля початкових деформацій внаслідок обтиснення,  $n$  - відношення модулів початкових деформацій розчину (матриці) матеріалу крупного заповнювача;  $K_v$  - коефіцієнт ущільнення розчину;  $V_p, V_b$  об'єми відповідно розчину і бетону до обтиснення.

Підсумовуючи, можна відзначити, що запропонована формула міцності обтисненого бетону матрично-каркасної структури дає задовільні (рис.2) для практики користування результати. Вона дозволяє врахувати передачу зусилля попереднього обтиснення на бетонну суміш, як у разі його збереження, так і зняття. Попередньо обтиснені залізобетонні елементи пройшли необхідний цикл лабораторних випробувань і застосовувалися у промисловому виробництві. Набутий досвід експлуатації попередньо обтиснених за методом "на суміш" залізобетонних елементів дозволяє рекомендувати їх застосування в сільському господарстві як збірних складових бункерів, силосів, резервуарів, підпірних стін, а також прогонів, фундаментних балок,

балок покриття та колон для будівель сільськогосподарського призначення.



- 1.- обтиснення з динамічним впливом і наступним його знятті;
- 2.- те саме, при збереженні обтиснення;
- 3.- обтиснення без динамічного впливу і наступному його знятті
- 4.- те саме, при збереженні обтиснення

Рис.2 – Залежність зміцнення бетону від величини і режиму прикладання попереднього обтиснення