

## РОЗРАХУНОК ОПОРУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗА ПОХИЛИМИ ПЕРЕРІЗАМИ НА ДІЮ ПОПЕРЕЧНОЇ СИЛИ

В сучасних конструктивних системах будівель і споруд широко застосовуються згинальні залізобетонні конструкції. Тому проблема уточненого й обґрунтованого визначення їх несучої здатності має одне із ключових значень. Результати чисельних експериментальних досліджень засвідчують, що руйнування балкових залізобетонних конструкцій на ділянках біля опор відбувається шляхом зрізу бетону стиснутої зони над небезпечною похилою тріщиною. При цьому несуча здатність конструкцій визначається граничними величинами зусиль, які сприймаються як бетоном стиснутої зони, так і поперечною або відігнутою арматурою, котра перетинає похилу тріщину.

В чинних нормах [1] передбачається окреме врахування впливу бетону й арматури на несучу здатність. При розрахунку поперечного зусилля, котре сприймає конструкція, не розглядається робота стиснутої зони бетону над небезпечною похилою тріщиною, котра спостерігається в дослідах, що приводить до недооцінювання несучої здатності.

На основі варіаційного методу в теорії пластичності бетону розв'язана задача опору бетонного зрізаного клину (рис. 1), що моделює стиснуту зону над небезпечною похилою тріщиною [2]. Застосовується принцип віртуальних швидкостей та концепція жорстко-пластичного тіла. Пластична деформація вважається локалізованою в тонкому шарі на поверхні зрізу. Інші частини клину приймаються абсолютно жорсткими.

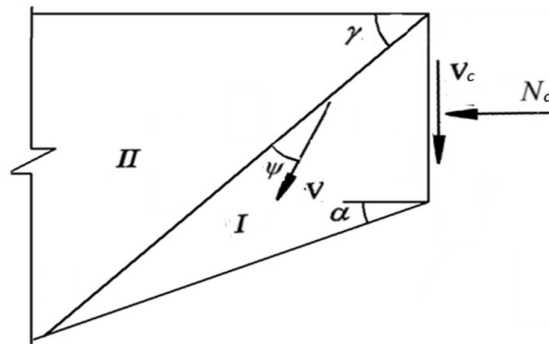


Рис. 1. Кінематична схема руйнування клиноподібної бетонної зони над небезпечною похилою тріщиною

Граничне значення навантаження відповідає мінімуму потужності пластичної деформації на поверхні зрізу.

Задача розв'язується відносно величини вертикального зусилля, що сприймає клиноподібний елемент, за формулою:

$$\frac{V_c}{f_c A_c} = \frac{\tan(\gamma' + \psi') - \tan \gamma'}{\tan \gamma' - \tan \alpha} \left( \frac{\bar{d} \sqrt{1 + 4 \tan^2 \psi'}}{\tan \psi'} - \bar{m} \right) \frac{\tan \beta}{1 + \tan(\gamma' + \psi') \tan \beta}, \quad (1)$$

де  $A_c = bx$  – площа зрізаної грані клину, тут  $b$  – товщина клину (ширина поперечного перерізу стиснутої зони),  $x$  – висота зрізаної грані (стиснутої зони);  $\psi'$  і  $\gamma'$  – кут між напрямком руху жорсткого диска  $I$  відносно диска  $II$  і кут поверхні руйнування до горизонтальної грані клину – параметри варіювання;  $\bar{d} = \sqrt{(1 - \chi + \chi^2)/3}$ , тут  $\chi = f_{ct}/f_c$ ,  $f_c$  і  $f_{ct}$  – міцність бетону при стиску та розтязі;  $\alpha$  – кут клину;  $\beta$  – кут напрямку рівнодійної навантаження до горизонтальної грані.

Варіюючи крім кутів  $\psi'$  і  $\gamma'$  також кут  $\beta'$  при застосуванні обмеження  $P_c/(f_{cd} A_c) = 1$ , де  $P_c$  – рівнодійна зусиль в стиснутій зоні, отримано кут  $\beta$  і визначено поперечне зусилля, котре сприймається бетоном стиснутої зони на ділянках біля опор. Встановлена залежність опору бетонного клиноподібного елемента від кута клину  $\alpha$ , відношення горизонтальної стискальної  $N_c$  та вертикальної  $V_c$  складових зусилля, що сприймає стиснута зона. Кут клину  $\alpha$  і висота стиснутої зони  $x$  зменшуються зі збільшенням прольоту зрізу.

Теоретичне рішення знайшло підтвердження в експериментальних дослідженнях [3].

**Висновок.** Опір клиновидної стиснутої зони бетону залежить від кута клину та кута прикладання навантаження, який визначає відношення поперечного зусилля  $V_c$  до зусилля стиску  $N_c$ . Поперечне зусилля, що сприймає залізобетонний елемент за похилим перерізом, необхідно визначати як суму зусиль, котрі сприймає поперечна (відігнута) арматура та бетон стиснутої зони над похилою тріщиною.

#### Література

1. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування / Мінрегіонбуд України. – К., 2011. – 118 с.

2. Dovzhenko O. Strength calculation of risers near the supports of reinforced concrete three-hinged frames based on the concrete plasticity theory/O. Dovzhenko, V. Pohribnyi, Ye. Klymenko, M. Oreškovič and O. Maliovana // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 708 (2019) 012046.

3. Довженко О.О. Експериментальні дослідження роботи бетону стиснутої зони над небезпечною похилою тріщиною / О.О. Довженко, В.В. Погрібний, Т.Ю. Качан, О.О. Куриленко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. – Рівне, 2009. – Вип. 18. – С. 186-193.