

системи. Планетарій являється спеціалізованим суспільним будинком, призначеним для проведення роботи з штучним зоряним небом, лабораторіях, оснащених спеціальним обладнанням. В будівництві планетаріїв використовуються численні конструктивні рішення, які залежать від планування, форми діаметра купола і функціональних характеристик будівлі. Незважаючи на те, що в планетаріях обмежені архітектурні рішення через суворі форми і розміри купола і залів, можна знайти світові шедеври, які вражають своєю красою і незвичайними формами.

Література

1. <http://kidpassage.com/activity/ispaniya/valensiya/emisferik-planetariy-valensii>
2. <http://www.interfax.ru/world/536281>
3. <http://www.novate.ru/blogs/110714/26946/>
4. <https://www.tourister.ru/world/>
5. <https://vokrugsveta.ua/sights/>
6. <https://www.popmech.ru/technologies/249582-10-samykh-krasivykh-planetariyev-mira/>
7. <https://econet.ru/articles/17042-10-samyh-neobychnyh-planetariyev-mira>

УДК 624.012

ЕТАПИ РОЗВИТКУ ТЕОРІЇ ОПОРУ СКЛАДНО ЗАВАНТАЖЕНИХ СТЕРЖНЕВИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Драгобецький Б.В.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Картюк В.М.

У діючих вітчизняних та зарубіжних національних нормах проектування закладені методи розрахунку міцності похилих перерізів далекі від досконалості за точністю та надійністю прогнозу і значно «відстають» у цьому відношенні від методів розрахунку міцності нормальних перерізів. Накопичені в останні десятиліття експериментальні та теоретичні дані не дозволяють розв'язати цю задачу до кінця тому, що вони носять, в цілому, вибірковий характер. При цьому, розрахунок міцності нормальних та похилих перерізів виконується, як правило, роздільно.

Для достовірного прогнозу міцності, тріщиностійкості та

деформативності прогінних залізобетонних конструкцій при складному напружено-деформованому стані при опорних ділянках наявних рекомендацій в опублікованих літературних джерелах достатньо, що й зумовлює **актуальність** даної роботи.

Мета даної роботи полягає у вивченні та систематизації усталеної теорії розрахунку міцності при опорних ділянках прогінних залізобетонних конструкцій.

Основними завданнями роботи є:

- розкриття та висвітлення сучасних уявлень про несучу здатність похилих перерізів та при опорних ділянках вказаних конструкцій;
- вивчення та аналіз впливу конструктивних чинників та факторів зовнішньої дії на міцність похилих перерізів елементів;
- визначення напрямку подальших досліджень.

Методи досліджень: збір та аналіз літературних джерел, синтез, індукція та дедукція.

Проблема опору залізобетонних елементів сумісній дії згинальних та крутних моментів, поперечних та поздовжніх сил є однією із найважливіших у теорії розрахунку залізобетону. Вона займає дослідників понад сто років, але не розв'язана до кінця ще й досі.

На початку ХХ сторіччя сформувалися два основних напрямки розрахунку залізобетонних конструкцій.

Одні дослідники пішли шляхом поширення теоретичних рішень теорії пружності на пластичну область, що призвело до створення теорії пластичності. Основою цього напрямку стала відмова від простої форми закону Гука і заміна його складнішою залежністю. Головна мета цього напрямку – спрогнозувати поведінку конструкції на усіх етапах навантаження: від початкового стану до граничного, тобто аж до руйнування. У цьому напрямку найбільш відомі праці Надаї, Прагера, Мізеса, Генкі, Льюшина та ін.

Другий шлях заснований на розгляді лише граничного стану без урахування попередньої історії навантаження, що дозволяє визначити руйнівне навантаження для тієї нової схеми, що її конструкція набуває у граничному стані.

Відкривачем другого напрямку став А.Ф. Лолейт, який ще у 1905 році запропонував розглядати миттєву рівновагу граничних зусиль перед руйнуванням. Визнання ця ідея отримала тільки через чверть століття, коли спеціалісти переконалися у недоречності оцінювати залізобетон лише з позицій теорії пружності.

Як відомо, руйнування приопорної ділянки прогінного залізобетонного елемента при правильному його армуванні може відбутися:

- за похилою тріщиною від розриву поперечної арматури та роздроблення бетону над вершиною похилої тріщини від переважаючої дії поперечної сили. При цьому, напруження у поздовжній арматурі на початку похилої тріщини досягають 60...90% від граничних;

- за похилою тріщиною при досягненні поздовжньою арматурою межі текучості (розриву) на її початку та від розриву (текучості) поперечної арматури при переважаючій дії згинального моменту. При цьому, похила тріщина, фактично, розділює приопорну ділянку на два блоки і робить бетон стиснуто - зігнутої зони неспроможним сприймати поперечну силу;

- за стислою смугою від роздроблення бетону між похилими тріщинами або між вантажем та опорою в елементах з малим прогоном зрізу при переважаючій дії поперечної сили;

- одночасно за нормальною та похилою тріщинами при переважаючій дії згинального моменту, поперечної та поздовжньої сил;

- за просторовим перерізом при сумісній дії крутного та згинального моментів, поперечної та поздовжньої сил.

Випадок руйнування приопорної ділянки внаслідок недостатнього анкерування поздовжньої робочої арматури, як правило, виключають завдяки відповідним конструктивним заходам.

Очевидно, що останній випадок руйнування залізобетонних елементів (за просторовим перерізом) є одним із найбільш складних у теорії розрахунку складно завантажених залізобетонних конструкцій.

Складних деформацій зазнають, практично, усі зігнуті, стиснуті та закручені елементи [1], [2], [3], [4], [5], [6], а також просторові системи [7].

Складні деформації виникають у елементах не тільки від силового навантаження, але й від інших за природою впливів: нерівномірного розподілення температури, технологічних неточностей при виготовленні та монтажу конструкцій, механічних та технологічних пошкоджень, зміни перерізів у ході реконструкції.

У зв'язку з недосконалістю існуючих методів розрахунків при проектуванні складно навантажених елементів, як правило, спрощують розрахункові схеми, що суттєво може віддалити їх від реального напружено-деформованого стану.

Проблеми розрахунку міцності, тріщинотійкості та деформативності нормальних і похилих перерізів складно завантажених елементів привертали до себе увагу вчених з моменту

зародження залізобетону як конструкційного матеріалу. Але перші фундаментальні роботи у цьому напрямку з'явилися у 30-х роках минулого сторіччя. Вони собою характеризують *перший етап* розвитку теорії опору складно навантаженого залізобетону. У основу цих робіт були покладені: механічна концепція міцності з класичними принципами будівельної механіки, передумова роботи бетону як пружного тіла, лінійна залежність між напруженнями та деформаціями бетону й арматури. Розрахунок міцності елементів споруд виконували за допустимими напруженнями з використанням залежностей опору матеріалів. Серед робіт цього етапу особливої уваги заслуговують праці К.Н. Ратушинського [8], Е. Г. Ратца та І.І. Гольденблатта [9], М.С. Боришанського [10].

До першого етапу розвитку теорії складно-завантаженого залізобетону також відносяться роботи Бауера [11], Вернера і Клінгберга [12], Фішера [13], А. Пухера [14], В. Зюгера [15], Б. Лозера [16].

Перший етап розвитку теорії складно навантажених залізобетонних елементів в силу закладених передумов мав суттєві недоліки, що характеризувалися, насамперед, значною розбіжністю між розрахунковим та дійсним їхнім напружено-деформованим станом, громіздкістю розрахункового апарату. Розроблені на цьому етапі розрахункові моделі напружено-деформованого стану прийнято відносити до механічних, оскільки вони ґрунтуються на класичних принципах теорії пружності з використанням лінійних залежностей між напруженнями та деформаціями бетону й арматури.

З метою зближення розрахункових та дослідних даних основних параметрів працездатності залізобетонних конструкцій у 1932 році А. Ф. Лолейт запропонував нову концептуальну методологію розрахунку за руйнівними зусиллями, яка пізніше на II-ій Всесоюзній конференції з бетону та залізобетону, що відбулася у кінці 1932 року у м. Ленінграді, була схвалена й рекомендована до застосування у практику проектування. Прийняття цієї методології ознаменувало виникнення *другого етапу* розвитку теорії залізобетону.

Підняте на конференції питання про перегляд "застарілої" теорії залізобетону і заміну її на принципово нову, яка б більш повно урахувувала і відображала пластичні властивості бетону, поставило перед дослідниками завдання негайного проведення фундаментальних експериментально-теоретичних досліджень, котрі незабаром й були виконані у лабораторії залізобетонних конструкцій ЦНІПБ у м. Москві, яка згодом переросла у Науково-Дослідний Інститут Бетону і Залізобетону. Експериментально апробована нова теорія у 1938 році знайшла своє відображення у "Нормах и технических условиях" (НиТУ -

38) проектування залізобетонних конструкцій, якими регламентувався розрахунок залізобетонних елементів на основі їхнього напружено-деформованого стану за стадією руйнування з криволінійною епюрою напружень стиснутого бетону, котра у 1944 році за пропозицією П.Л. Пастернака [17] була замінена на прямокутну.

Неоцінним вкладом у розвиток теорії розрахунку залізобетонних конструкцій того періоду стали фундаментальні праці О.О. Гвоздева та М. С. Боришанського [18], [19], Я. В. Столярова [20].

Виконані експериментальні дослідження на початку другого етапу, в основному, були присвячені вивченню роботи залізобетонних елементів при плоскому поперечному згині чи плоскому позацентровому стиску, що не давало відповіді на багато запитань, пов'язаних зі складним навантаженням елементів. Тому у цей період почали виконувати експериментально-теоретичні дослідження, присвячені більш складному силовому деформуванню.

Розв'язок задач жорсткості залізобетонних елементів, дозволив одночасно частково розв'язати задачі урахування гнучкості елементів при позацентровому стиску, міцності нормальних перерізів на дію температурних зусиль, в тому числі усадки, нерівномірних осідань опор, а також при сумісній дії декількох вказаних факторів.

В останні десятиліття активно розповсюджується закладений у нормативні документи більшості розвинених Європейських держав, запозичений у свій час в СРСР, деформаційний метод розрахунку залізобетонних конструкцій, який можна віднести до *третього етапу* його розвитку.

Розвитку нового напрямку моделювання напружено-деформованого стану складно навантажених залізобетонних конструкцій на шляху побудови загальної теорії залізобетону сприяють роботи Т.Н. Азізова, С. В. Александровського, Є. М. Бабича, В. М. Байкова, А. Я. Барашикова, А. Я. Берга, В. М. Бондаренка, В. Я. Бачинського, О. В. Войцехівського, Б. Г. Гнідця, В. О. Гришина, А. В. Гришина, О. Б. Голишева, О. В. Горика, О. С. Городецького, О. І. Давиденка, Б. Г. Демчини, В. С. Дорофєєва, Ю. В. Зайцева, О. С. Залєсова, О. І. Звєздова, М. І. Карпенка, В. Г. Кваші, Ю. А. Климова, Є. В. Клименка, С. Ф. Клованича, В. І. Корсуна, О. П. Кричевського, Й. Й. Лучка, І. Я. Лучковського, В. П. Митрофанова, В. В. Михайлова, В. І. Мурашева, Т. А. Мухамедієва, В. Г. Назаренка, Ю. І. Немчинова, А. М. Павлікова, С. Ф. Пічугіна, І. С. Прокоповича, В. М. Ромашка, М. В. Савицького, О. В. Семка, Л. І. Стороженка, С. Л. Фоміна, Л. М. Фомиці, Е. А. Чистякова, Е. Д. Чихладзе, В. С. Шмуклера, В. Г. Щелкунова, О. Ф. Яременка, Є. А. Яценка, О. В. Яшина, В. О. Ящука, Е. Hognestad, Н. Kypfer, A. D. Ross та інших.

Висновки

1. Виконані дослідження по вивченню міцності приопорних ділянок з використанням різних методик, в основному, не носять узагальнюючого характеру. І хоча багато з них досить оригінальні і по-своєму цікаві, все ж вони не в змозі дати остаточної відповіді на запитання про спільний вплив основних факторів на міцність приопорних ділянок залізобетонних елементів. Пошуки розв'язків даної проблеми значно ускладнені у зв'язку з відсутністю системного підходу до її вивчення, впливом чисельних конструктивних чинників та факторів зовнішньої дії. При цьому, значимість окремих факторів, наприклад, сил зчеплення по довжині небезпечної похилої тріщини не завжди вдається оцінити експериментально. В діючих вітчизняних та зарубіжних нормах відсутні чіткі вказівки щодо вибору та практичного застосування розрахункових моделей стержневих залізобетонних конструкцій, на приопорних ділянках яких виникає загальний випадок напружено-деформованого стану.

2. У дослідників ще не склалася єдина думка про вплив багатьох конструктивних чинників та факторів зовнішньої дії на характер деформування, тріщиноутворення та руйнування приопорних ділянок прогінних залізобетонних елементів. Зокрема, недостатньо вивченим є перерозподіл внутрішніх сил на цих ділянках перед руйнуванням вказаних елементів, величина «нагельного» ефекту поздовжньої арматури, сил зчеплення по берегах небезпечної похилої тріщини, залежність форми чи схеми їх руйнування від співвідношення конструктивних чинників та факторів зовнішнього впливу тощо.

Література

17. Барашиков А. Я., Залізобетонні конструкції: [Підручник] / Барашиков А. Я., Будникова Л. М., Кузнецов Л. В. та ін.; за ред. А. Я. Барашикова. – К.: Вища школа, 1995. – 242 с.
18. Барашиков А. Я., Надежность зданий и сооружений: учебное пособие / А. Я. Барашиков, М. Д. Сирота. – К.: УМК ВО, 1993. – 212 с.
19. Проектирование железобетонных конструкций: справочное пособие / [Гольшев А. Б., Бачинский В. Я., Полищук В. П. и др.]; под ред. А. Б. Гольшева. – К.: Будівельник, 1985. – 496 с.
20. Гольшев А. Б. и др. Железобетонные конструкции / Гольшев А. Б., Полищук В. П., Бачинский В. Я.; под ред. А. Б. Гольшева. – К.: Логос, 2001. – 420 с.
21. Голишев О. Б. Курс лекцій з основ розрахунку будівельних конструкцій і з опору залізобетону / О. Б. Голишев, А. М. Бамбура. – К.: Логос, 2004. – 340 с.

22. Торяник М. С. Состояние и дальнейшее направление исследований железобетонных элементов, находящихся в сложном напряженном состоянии / М. С. Торяник, П. Ф. Вахненко // Совершенствование железобетонных конструкций, работающих на сложные виды деформаций, и их внедрение в сельскохозяйственное строительство : [республиканская конференция]. – Полтава, 1982. – С. 6–9.
23. Проектирование и расчет многоэтажных гражданских зданий и их элементов : [учеб. пособие для вузов] / Дроздов П. Ф., Додонов М. И., Панышин Л. Л., Сарухян Р. Л.; под ред. П. Ф. Дроздова. – М. : Стройиздат, 1986. – 351 с.
24. Ратушинский К. Н. Расчет железобетонных стоек, подверженных одновременному действию продольного усилия и изгиба в двух плоскостях / К. Н. Ратушинский // Строительная промышленность. – 1932. – №8. – С. 21–24.
25. Ратц Э. Г. Определение напряжений в стойках прямоугольного сечения при косом изгибе со сжатием / Э. Г. Ратц, И. И. Гольденблатт // Соціалістична індустрія. – 1932. – №12. – С.18–21.
26. Боришанский М. С. Исследование работы внецентренно сжатых железобетонных элементов / М. С. Боришанский // Проект и стандарт. – 1936. – №6. – С. 10–26.
27. Bauer. Doppelt ausermittigt beanspruchte Eisenbetonguerschnitte bei Ausschuss der Betonzugspannungen / Bauer // Bauingenier. – 1935. – №16. – P. 20–23.
28. Werner und Klingberg. Berechnung von rechteckigen Eisenbetonguerschnitten, die von nicht-axialen Biegemomenten beansprucht sind / Werner, Klingberg // Beton und Eisen. – 1938. – № 37. – P. 15–19.
29. Fischer. Über der Bemessung des Eisenbetonrechteckguerschnittes im Falle schiefer Biegung / Fischer // Beton und Eisen. – 1939. – № 38. – P. 18–20.
30. Pucher A. Über die schiefer Biegung von Eisenbetonstaben / A. Pucher // Bauingenier. – 1940. – № 21. – P. 10–13.
31. Säger W. Ein Verfahren zur Bemessung rechteckigen Eisenbetonguerschnitten bei schiefer Biegung mit und ohne Langskraft / W. Säger // Der Bauingenier. – 1941. – P. 217.
32. Loser B. Die Bemessung der Bewehrung Recteckguerschnitten bei zweiachsiger Biegung / B. Loser // Beton und Eisen. – 1941. – № 6. – P. 16–20.
33. Пастернак П. Л. Замечания к проекту норм проектирования железобетонных конструкций / П. Л. Пастернак // Строительная промышленность. – 1944. – №7. – С. 21–22.
34. Гвоздев А. А. О пересмотре способов расчета железобетонных конструкций и о первых его результатах / Алексей Алексеевич Гвоздев. –

М.–Л. : Госстройиздат, 1934. – 51 с.

35. Гвоздев А. А. К вопросу о расчете изгибаемых элементов по стадии разрушения / А. А. Гвоздев, М. С. Боришанский // Проект и стандарт. – 1934. – №6. – С. 20–24.

36. Столяров Я. В. Теория железобетона на экспериментальной основе / Я. В. Столяров. – К. : Гостехиздат Украины, 1934. – 224 с.

УДК- 727.1

СОВРЕМЕННАЯ АРХИТЕКТУРА ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Дубс А.Р., гр. А-493.

Научный руководитель – асс. Колесникова Н.Ю.

В статье рассматривается и анализируется современная архитектура школьных зданий.

Цель работы: изучения и анализ архитектурных особенностей проектирования школ на современном этапе.

Школа – это объект, в котором изначально заложена специфическая функция, но говорить о том, что архитектура в данном случае вторична, было бы неправильно.

Во-первых, школы в основном расположены в городе, а значит есть контекст, адресность, узнаваемость. Во-вторых, это объекты, в которых постоянно присутствует большое количество дети, которые находятся как раз в том возрасте, когда они чрезвычайно восприимчивы к окружающей среде.

Исторический анализ архитектуры школьных зданий и тенденций развития процессов общеобразовательной школы позволил выявить и сформулировать наиболее важные социально-педагогические предпосылки изменений современного школьного строительства:

- изменение содержания образования;
- необходимость структурной организации ученических коллективов;
- ограниченность в составе общешкольных помещений;
- внедрение достижений науки и техники в образовательный процесс;
- неэффективное использование участков школ.

В архитектуре школьных зданий Европы и США прослеживается тенденция функционального разделения блоков школы на «деловую часть», в состав которой входит административный, спортивный и