

Досвід автоматизації розрахунків при виконанні курсової роботи «Балочна клітка»

В статті обговорюються методичні аспекти автоматизації розрахунків при виконанні курсової роботи «Балочна клітка» курсу «Металеві конструкції» за допомогою розрахунково-обчислювального програмного комплексу SCAD for Windows
сталі, сортамент, профілі, гнучкість, болти

В даний час росте попит на фахівців, діяльність яких пов'язана з проектуванням, виготовленням і монтажем металевих конструкцій. Для оволодіння цією спеціальністю необхідно володіти базовими знаннями, відповідними вимогам робочих програм таких учбових дисциплін як математика, фізика, теоретична механіка, опір матеріалів, будівельна механіка.

Курси опору матеріалів, будівельної механіки, металевих і залізобетонних конструкцій обов'язково повинні включати вивчення сучасних розрахункових комплексів, що дозволяють розрахувати складні металеві або залізобетонні конструкції, вибрати металопрокат або армування відповідно до вітчизняних або зарубіжних стандартів, випустити необхідні робочі креслення і специфікації. Проте, скорочення аудиторного годинника, відведеного на вивчення даних дисциплін утрудняє освоєння інформаційних технологій через зниження об'єму теоретичних знань. Проблематично навчити студента користуватися спеціальними комп'ютерними програмами для розрахунку каркаса будівлі, якщо він не знає методу кінцевих елементів, закладеного в основу роботи цих програм. Інженеру необхідно мати уявлення про те, як математично формулюється задача і що є

© Г.Д. Портнов, А.П. Дворніченко, 2010

чисельними методами їх рішення. Без цього важко обґрунтувати вибір розрахункової схеми і правильно оцінити достовірність отриманих результатів.

Майбутнім фахівцям-проектувальникам необхідно опанувати навиками застосування проблемно-орієнтованих програмних комплексів, що дозволяють швидко і ефективно вирішувати практичні задачі. На кафедрі «Будівельні, дорожні машини і будівництво» КНТУ в учбовому процесі використовуються програмні комплекси «ЛПРА», «SCAD», «Avtocad», «Компас». У міру входження в конкретну практику проектування або наукових досліджень необхідно освоювати і інші програмні продукти, що становлять основу сучасних комп'ютерних технологій, обслуговуючих будівельну індустрію.

Складніші комплекси (ANSYS, ABACUS, COSMOS) вивчаються при підготовці магістрів і аспірантів.

Вища освіта в нашій країні, увійшовши до болонської угоди по подальшому розвитку системи освіти, переходить від принципу «навчати» до принципу «забезпечення можливостей для вивчення». Особливого значення набувають активність і цілеспрямованість студентів. Майбутнім фахівцям-проектувальникам необхідно багато часу уділяти самостійній підготовці, опанувати навиками застосування програмних комплексів.

В цих умовах велике значення має методичне забезпечення процесу навчання, що поєднує базу теоретичну підготовку з освоєнням програмних продуктів.

В програмі вивчення курсу «Металеві конструкції» проектування робочого майданчика є класичним способом придбання досвіду проектування. При проектуванні складових балок, вузлів сполучення балок, монтажних стиків виконується розрахунок

практично всіх основних видів напруженого стану елементів і їх з'єднань. Визначення оптимальних параметрів балочного майданчика і що входять в неї елементів пов'язано з необхідністю вибору рішень, оптимальність яких не очевидна, виникають ситуації, коли вимагається змінювати раніше ухвалені рішення.

На кафедрі «Будівельні, дорожні машини і будівництво» КНТУ змістовний модуль «Балочна клітка» припускає створення розрахункових схем, виконання розрахунків і розробку ескізів без застосування програмних комплексів в час, відведений на проведення практичних занять, а також індивідуальної роботи з викладачем. Виконання розрахунку уручну входить обов'язковою складовою в курсове проектування і сприяє розвитку творчого підходу майбутнього інженера-конструктора до процесу проектування.

Отримані матеріали є основою для розробки записки пояснювальної і графічної частини проекту.

Наш досвід показує, що для початкового оволодіння навиками при виконанні даної курсової роботи доцільно використовувати програму - калькулятор «Кристал», що входить в пакет розрахунково-обчислювального програмного комплексу SCAD for Windows.

Сталеві конструкції характеризуються великою різноманітністю поперечних перетинів. Для сталевих конструкцій зміна несучої здатності пов'язана із зміною геометрії перетину, а також із стійкістю елементів і їх окремих частин. Калькулятор «Кристал» призначений для виконання перевірок елементів і з'єднань сталевих конструкцій на відповідність вимогам СНиП П-23-81* «Стальные конструкции». Розробка орієнтована не тільки на досвідченого проектувальника, але і на користувача не дуже високої кваліфікації, який не обов'язково розбирається у всій тонкості застосування досить складного нормативного документа, яким є СНиП П-23-81* і той набір документів, на які в СНиП даються зовнішні посилання. Такий користувач повинен бути упевнений, що застосування спеціалізованої програми позбавить його від сумнівів щодо повноти і якості всіх перевірок конструкції на відповідність вимогам норм. тобто програма повинна повною мірою виконувати функції кваліфікованої експертизи. Об'єктами розгляду в програмі «Кристал» є тільки стрижньові конструкції. Калькулятор орієнтований на використання достатнього для проектування робочого майданчика набору можливих поперечних перетинів елементів. Передбачається п'ятнадцять типів поперечних перетинів суцільної і крізної конструкції (чотири типи прокатних профілів, три типи перетинів, зварених з листів, і вісім типів складових перетинів, що набирають з прокатних профілів). Калькулятор автоматично забороняє роботу з конструктивно невдалими перетинами або з конфігураціями вузлових з'єднань. З цією метою передбачається вхідний контроль даних, що задаються, де виконуються перевірки на виконання конструктивних обмежень СНиП (наприклад, правил розстановки болтів) і конструктивних обмежень, введених в калькулятор розробниками (неприпустиме зближення гілок крізної перетину, дуже круті або дуже пологі сполучні грати і т.п.).

В загальному випадку Кристал виконує тільки перевірки запропонованих йому конструктивних рішень стрижньових елементів і з'єднань, але не створює такі рішення самостійно. Проте для таких конструктивних елементів, що часто використовуються, як прості балки, колони і деякі типи ферм є можливість вибору режимів підбору перетинів з елементів сортаменту.

Проектувальнику надається можливість гнучко і оперативно реагувати на результати виконаних перевірок на основі що представляються йому відомостей про результати всіх виконаних перевірок. Вводиться поняття про коефіцієнт використання обмеження (K), а критерій перевірки представляється у формі $\max K < 1$.

Саме значення K при цьому визначає для елемента (вузла, з'єднання, перетину і т.п.) наявний запас міцності, стійкості або іншого нормованого параметра якості (чинника). Якщо вимога норм виконується із запасом, то коефіцієнт K рівний відносній величині вичерпання нормативної вимоги. При невиконанні вимог норм значення $K > 1$,

що свідчить про порушення тієї або іншої вимоги, тобто характеризує ступінь перевантаження.

Для випадку роботи калькулятора в режимі аналізу стрижньового елемента, а також для режимів перевірки балок, колон і ферм значення всіх отриманих коефіцієнтів K виводяться на екран у формі наочної діаграми чинників. Це дає можливість коректувати невелику конструкцію з урахуванням всіх чинників, що враховуються. Окрім цього, для найважливішого випадку роботи калькулятора, коли розглядається конструкція стрижня довільного призначення з одним з вказаних вище типів поперечних перетинів є можливість побудувати області несучої здатності даного перетину при дії на нього різних пар зусиль, які можуть бути прикладені до даного перетину. За допомогою курсора можна обстежувати всю представлену на графіку область зміни зусиль.

Калькулятор має шістнадцять режимів роботи, їх функціональне призначення стисло описано нижче. Перші п'ять режимів є допоміжними. Вони повинні забезпечити користувачу допомогу при пошуку інформації.

Сталі — основною задачею є реалізація рекомендацій СНиП по вибору марок сталі (табл.50*). Крім того, видаються довідки про відповідність класів сталі по СНиП (по ГОСТ 27771-88) марках сталі по ГОСТ або ТУ (табл. 51.6) і довідкові дані про механічні характеристики (табл.51*).

Сортамент металопрокату — режим дає можливість проглядання сортаментів і відбору профілів прокату в базу даних користувача.

Болти — режим повинен дати можливість проглядання сортаменту болтів з вказівкою їх класу.

Граничні гнучкості — режим призначений для перегляду і вибору значень граничних гнучкостей по рекомендаціях СНиП (табл.19* і 20*).

Коефіцієнти умов роботи — режим призначений для перегляду і вибору значень коефіцієнтів умов роботи елементів і з'єднань по рекомендаціях СНиП (табл. 6*, 35*, 44*, 46 і 48).

Геометричні характеристики — цим режимом реалізується обчислення всіх геометричних характеристик поперечного перетину.

Розрахункові довжини — тут реалізовані рекомендації з табл. 11. 12. 13* і 17.а з СНиП (рис.5.).

Опір перетинів — в цьому основному режимі роботи калькулятора режимі визначаються коефіцієнти використання обмежень для будь-якого з п'ятнадцяти типів поперечних перетинів. Перевірки виконуються по всіх пунктах розділу 5 СНиП. по плоскій і просторовій схемах навантаження при дії довільних зусиль. Окрім розрахунку на цілком певне навантаження є можливість побудувати криві взаємодії для будь-яких допустимих комбінацій пар зусиль.

Болтові з'єднання — для певного числа конструктивних рішень болтових з'єднань, що часто використовуються, визначаються коефіцієнти використання обмежень і будуються криві взаємодії для будь-яких допустимих комбінацій пар зусиль.

Фрикційні з'єднання — аналогічний попередньому режиму, але з набором конструктивних рішень, характерним для з'єднань цього типу.

Елементи ферм — цей режим реалізує всі необхідні перевірки елементів балочних ферм з ґратами різних конфігурацій

Балки — режим орієнтований на розгляд двотаврових (зварних і прокатних) однопролітних балок з різними умовами спирається (шарнірні, із затисканнями, консольні). Передбачаються двотаврові поперечні перетини з прокату або складові, будуються епюри моментів і поперечних сил. реалізується побудова огинаючих. Виконуються всі перевірки міцності і стійкості, включаючи перевірки стійкості плоскої форми вигину і місцевої стійкості стінок і полиць. Для балок з прокатних двутаврів є можливість реалізувати підбір перетинів за таким же способом, як і для елементів ферм.

Стійки — режим аналогічний попередньому, але орієнтований на розгляд колон і стійок різного поперечного перетину.

Місцева стійкість — цей режим реалізує перевірки місцевої стійкості стінок і поясних листів елементів, що згинаються і стислих, для двотаврових стрижнів без ребер або з поперечними ребрами жорсткості.

Опорні плити — розглядаються частини пластини бази колони при різних варіантах їх оздоблення ребрами, є можливість підібрати необхідну товщину плити.

Огинаючі — для балок з різними умовами спирається будуються огинаючі епюри моментів і поперечних сил при дії постійних і тимчасових навантажень.

Користувачу представляється можливість набудувати калькулятор, вибираючи деякі загальні параметри:

- одиниці вимірювань;
- каталоги металопрокату, що використовуються (за нині діючими стандартами, по скороченому сортаменту, за стандартами 30-х — 50-х років і т.п.);
- мова видачі спілкування, на якому будуть представлені всі тексти в управляючих вікнах і оформлені результати роботи;
- формат представлення даних (кількість значущих цифр при представленні даних у формі з десятковою крапкою або експоненціальному уявленні);
- стиль відображення результатів (повне документування з видачею всіх розрахункових формул, що використовуються, або короткий текст в якому виводяться тільки результати розрахунку і посилання на використані пункти СНиП);

Є можливість проглянути текст створюваного звіту на екрані і відредагувати його. для цього використовується додаток, асоційований з форматом RTF файлу (наприклад. WORDPAD або WORD).

Таким чином, використання калькулятора «Кристал» при виконанні курсової роботи «Балочна клітка» дозволяє обґрунтувати вибір прокатних балок, конструкцію головної балки, її з'єднань, опорних частин, стиків і вузлів сполучень.

Виконання курсової роботи «Балочна клітка» в два етапи: уручну і з подальшою перевіркою отриманих результатів за допомогою пограммно обчислювального комплексу дозволяє студенту придбати знання, необхідні при виконанні проектних робіт, навички роботи з нормативною документацією, досвід автоматизації розрахунків.

Список літератури

1. Карпиловский В.С. Вычислительный комплекс SCAD/Карпиловский В.С., Крискунов Э.З., Маляренко А.А., Перельмутер А.В., Перельмутер М.А. – М.: АСВ, 2004. – 529 с.

Одержано 16.08.10