

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ РІВНОНАПРУЖЕНИХ ВУЗЛІВ КОРПУСНИХ ЕЛЕМЕНТІВ «DEQUS»

Є. О. Науменко, М. Л. Герганов

Область застосування результатів даного дослідження відноситься до автоматизованого проектування спеціальних посудин – корпусів нафтогазових та хімічних апаратів – в яких при високих тисках (сотні МПа) та температурах (до 1000 °С) містяться великі об'єми хімічно активних речовин. Для збереження необхідної міцності подібних апаратів збільшують товщину їхніх стінок та, особливо, днищ, які є найбільш напруженими елементами конструкції в цілому. Але такий шлях має суттєві недоліки, які впливають з того, що днище апарату, як правило, плоске, напруження в ньому вкрай нерівномірні, сягаючи в деяких зонах днища до нуля.

Таким чином, мова йде про зміну ідеології проектування – від створення рівностінних елементів конструкції із нерівномірним напруженням під час роботи до рівнонапружених, але нерівностінних. Для розрахунку таких конструкцій вже не можна використовувати існуючі САПР, одним з базових модулів яких є підсистема моделювання рівностінних елементів об'єкта проектування. Аналізом наукових та технічних джерел встановлено, що існуючі наразі підсистеми моделювання не забезпечують розв'язання проблеми зайвої металоміцності, оскільки не мають для цього відповідних математичних моделей НДС конструкцій. Адже існуючі моделі не дозволяють відтворювати днища апаратів змінної у радіальному напрямку товщини та здійснювати сумісне моделювання стінок посудини та її днищ, особливо зони стикування останніх.

Таким чином, врахування напруженого стану об'єкта на етапі проектування останнього необхідно здійснювати в двох напрямках. По-перше, необхідно забезпечити таку конструкцію, в якій при її експлуатації в жодній точці внутрішнє механічне напруження не виходить за межі припустимих значень, – це проблема виживання об'єкта в цілому. По-друге, – необхідно забезпечити приблизно рівний і наближений до граничного напружений стан у всіх точках конструкції, і це вже, скоріше, проблема металоемності апарата в цілому, тобто техніко-економічна. Звернемо увагу також на те, що напружений стан елементів систем в експлуатації є проявом двох основних чинників: внутрішньої будови та зовнішнього навантаження системи. Але, якщо внутрішня будова повністю «в руках» розробника, то зовнішні впливи на неї, як правило, неможливо передбачити повністю і заздалегідь. В цих умовах рівнонапруженість як характеристика системи втрачає сенс, – при одних навантаженнях деякий її елемент може мати однаково напружений стан відносно будь-якого іншого, а при інших навантаженнях – вельми далеким від такого стану. Отже реальна динамічна система може лише наближатися до однакового напруженого стану у всіх точках (*рівнонапруженості*), ніколи його не досягаючи.

Якщо до цих міркувань додати такі стохастичні фактори, як технологічні похибки виготовлення апаратів, нерівномірність (анізотропність) матеріалу деталей або розкид властивостей готових вузлів, тощо, то стає очевидним, що в

будь-якому, навіть отриманому за допомогою найсучаснішої САПР проєкту, – мова може йти лише про деяку «квазірівнонапруженість» із оцінкою її наближеності до ідеальної рівнонапруженості та граничного стану.

Теоретично доведена і практично підтверджена можливість зменшення термінів проєктування та металоємності циліндричних апаратів за рахунок використання підсистеми САПР, яка забезпечує розрахунок параметрів конструкції елементів нафтогазових і хімічних апаратів мінімальної маси за допомогою нових математичних методів та моделей. Розроблено підсистему САПР «DEQUS» проєктування рівнонапружених вузлів корпусних елементів, яка базується на запропонованих методах та моделях. В ПАТ «БМЗ «Прогрес»» були проведені випробування методу проєктування рівнонапружених вузлів корпусних деталей, який входить до підсистеми САПР «DEQUS». В якості об'єкта проєктування була обрана металева ємність «Бак БСК 16», призначена для прийому, зберігання та видачі концентрованих сірчаної та азотної кислот на складах водопідготовчих установок. В результаті виробничих випробувань встановлено, що застосування нової підсистеми САПР «DEQUS» дозволило зменшити строки проєктування на 14,3 % та знизити металоємність бака на 7,15 % при збереженні надійності апарата в цілому.