

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ДЕТАЛЕЙ НАФТОГАЗОВИХ АПАРАТІВ

Становський О. Л., Савельєва О. С., Швець П. С., Бодєл С. М.

Метою роботи є підвищення ефективності проектування циліндричних корпусних елементів та електрообладнання нафтогазових та хімічних апаратів, яка полягає в зменшенні термінів процесу проектування та зниженні металоемності об'єкта проектування при збереженні надійності основних деталей та вузлів останнього, шляхом розробки та впровадження підсистеми квазірівнонапружених вузлів корпусних елементів, яка базується на розроблених методах та моделях.

Об'єктом дослідження є процеси автоматизованого проектування корпусних елементів нафтогазових і хімічних апаратів із максимально наближеним до рівномірного станом механічного напруження.

Предметом дослідження є моделі та методи, які використовуються в підтримці прийняття проектних рішень під час автоматизованого проектування корпусних елементів нафтогазових і хімічних апаратів із максимально наближеним до рівномірного станом механічного напруження.

Проаналізовані проблеми моделювання та розрахунку напруженого стану елементів нафтогазових та хімічних апаратів. Розглянуті існуючі нафтогазові та хімічні апарати та засади їхньої економічності і надійності, закладені на етапі проектування. Виявлені проблеми проектування конструкцій корпусних циліндричних вузлів апаратів та існуючі методи проектування рівнонапружених деталей машин. Запропоновані моделі напруженого стану елементів нафтогазових та хімічних апаратів.

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 металомісткості, 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 проекті, – мова може йти лише про деяку «квазірівнонапруженість» із оцінкою її наближеності до ідеальної рівнонапруженості та граничного стану.

Із врахуванням викладеного можна стверджувати, що створення ефективної системи підтримки прийняття розрахункових рішень в процесі автоматизованого проектування квазірівнонапружених корпусних деталей циліндричних апаратів мінімальної маси для нафтогазової та хімічної промисловості, заснованої на нових моделях та методах робить цей шлях до підвищення міцності та зниження металоемності останніх вельми актуальним.