

М.С. Скоромний, Ю.М. Сидоренко
Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ФЛАНЦЕВОГО З'ЄДНАННЯ ГІДРОЄМНОСТІ СИСТЕМИ АВАРІЙНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ АКТИВНОЇ ЗОНИ ВІД ТОВЩИНИ КРИШКИ ПРИ СТАТИЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

На сьогоднішній день фланцеві з'єднання часто застосовуються в трубопроводах системи водопостачання, нафто-газопостачання та магістральних опаленнях. Вони повинні забезпечувати міцність зібраних конструкцій, а також герметичність при високих внутрішніх тисках. Немаловажна є роль якісного з'єднання, адже неякісне кріплення може призводити до великих втрат і загрожувати небезпекою обслуговуючому персоналу [1], проте при використанні великогабаритних кришок витрачається більше матеріалу та зростає ціна.

В роботі розглядається верхнє фланцеве з'єднання системи аварійного охолодження активної зони. Фланцеве з'єднання складається з кришки, яка кріпиться до фланця за допомогою шпильок в кількості 16шт. та болтів із шайбами в кількості 32шт., а також наплаки товщиною 7мм з внутрішньої сторони фланця і кришки.

Метою роботи було визначення напружено-деформованого стану (НДС) фланцевого з'єднання із використанням кришки фланця трьох різних товщин: 120мм; 100мм; 80мм.

Конструкційні матеріали, що використовуються для виготовлення елементів фланцевого з'єднання, наведені в таблиці 1 [2].

Таблиця 1. Матеріали, використані при виготовленні елементів фланцевого з'єднання.

Елементи фланцевого з'єднання	Матеріал	Характеристика $\sigma_{0.2}$, МПа	ГОСТ / ТУ
Корпус	Сталь 22К + 08Х18Н10Т	215.0+196.0	ТУQ-1028
Кришка	Сталь 22К + 08Х18Н10Т	215.0+196.0	ТУ108-11-543-80
Шпильки	38ХНЗМФА (КП 685)	685.0	ГОСТ 4543-71
Гайки	25Х1МФ (КП 670)	670.0	ГОСТ 20072-74
Шайби	25Х1МФ (КП 640)	670.0	ГОСТ 4543-74
Прокладка фланцевого з'єднання	Нікель НП-2		ГОСТ 13548-77

Для проведення розрахунку чисельним методом з використанням тривимірних скінченних елементів було створено комп'ютерну тривимірну геометричну модель в САД-системі КОМПАС-3D, яку далі було імпортовано в програмний пакет ANSYS. У подальшому була побудована скінчено-елементна модель (рис. 1), що має наступну кількість скінченних елементів різного типу:

Orthogonal quality – 0,79193; Skewness – 0,29582.

Оскільки фланцеве з'єднання є конструкцією з круговою симетрією, для полегшення розрахунків досить розглянути лише її частину – сектор, вирізаний з повної моделі. Відкинута частина моделі замінюється для сектора кінематичними граничними умовами симетрії. Нижче наведені накладені на сектор кінематичні і силові граничні умови (рис. 2):

- на бічних гранях вирізаної частини корпусу САОЗ - нульові переміщення нормально до цих площина (умова симетрії). Дана умова необхідно щоб коректна змодельовати НДС вирізаного сектора, тобто врахувати вплив відкинutoї частини моделі;

- на нижній межі вирізаної частини корпусу - відсутність переміщення у вертикальному напрямку (вздовж осі корпусу САОЗ). Це закріплення необхідно для виконання розрахунків, для "фіксації моделі" від переміщення як твердого тіла;

Секція "ДИНАМІКА І МІЦНІСТЬ МАШИН"

- до шпильок докладено зусилля затяжки;
- до внутрішній поверхні задавалася тиск [3].

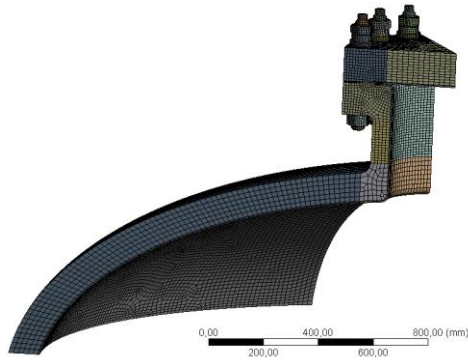


Рис. 1 Скінчено-елементна модель.

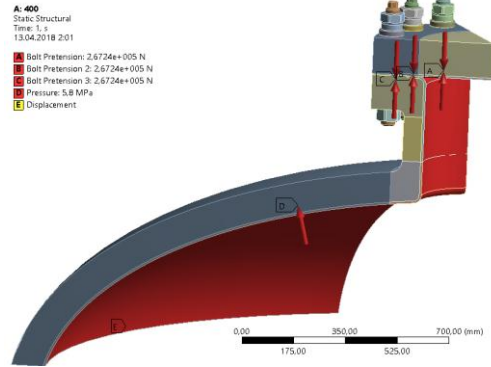


Рис. 2 Приклад з граничними умовами

За результатами розрахунку отримано розподіл напружень, які виникають кришці. На рис. 3-5 показані розрахункові поля еквівалентних напружень за критерієм Мізеса [4-6].

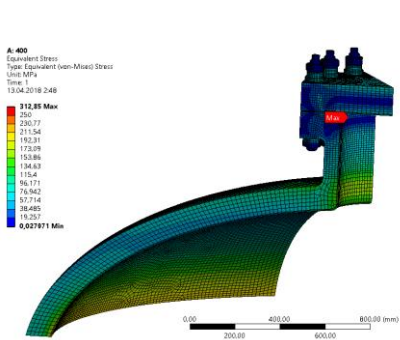


Рис. 3. Приведені напруження при товщині кришки 120мм, МПа

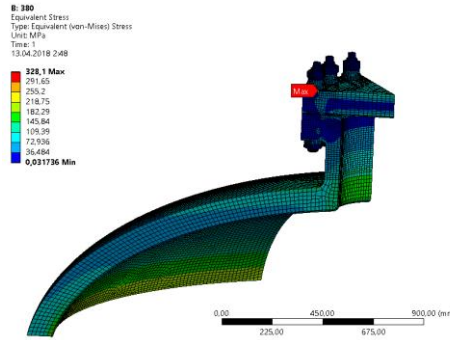


Рис. 4. Приведені напруження при товщині кришки 100мм, МПа

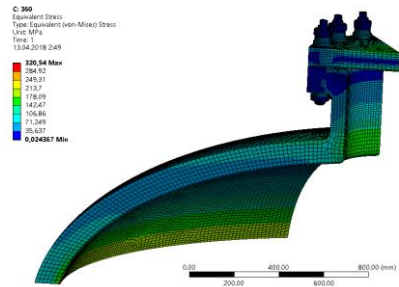


Рис. 5. Приведені напруження при товщині кришки 80мм, МПа

Результати розрахунку наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Результати розрахунку

Товщина кришки, мм	Кришка		
	σ , МПа	$[\sigma]$, МПа	Коефіцієнт запасу, n
120	81	215	2,65
100	112		1,92
80	166		1,29

За результатами проведених розрахунків напруженого стану трьох розглянутих варіантів виготовлення фланцевого з'єднання можна зробити висновок, що його умова статичної міцності виконується. У подальшому це дає можливість використовувати кришку меншої товщини.

Список використаних джерел

1. <http://faqkr.ru>
2. <https://mc.ru>
3. ПНАЭ Г -7-002-86 Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок, 1989.
4. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки Изд. 3-е - М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2009. – 640 с.
5. Биргер И.А., Иосилевич Г.Б. Резьбовые и фланцевые соединения. – М.: Машиностроение, 1990. – 368 с.
6. Русьянов В.Г. и др.: Уплотнительные устройства разъемных соединений оборудования реакторных установок ВВЭР, ОКБ Гидропресс, 2004.