

3. *Технологія-2011* : Матеріали XIV Всеукр. наук.-практ. конф. студ., асп. та молод. вчен. з між нар. участю, / [Тюльпинов К.А., Олейник Ю.А., Тюльпинов А.Д., Захаров И.И.] Ч. I / Северодонецьк: ТІ СНУ ім. В. Даля (м. Северодонецьк), 2011. – с. 120–121.
4. Захарова О.И. Квантовая химия азотной кислоты. / *Захарова О.И., Захаров И.И.* – Saarbrücken: LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co., Germany, 2011. – 124 с.
5. *Patent*. 6793903 B1 USA, C01B 21/36. High temperature decomposition of hydrogen peroxide / Clybe F. Parrish, Randall M. Heald, Gary G. Borda, Guy Miller – The USA as represented by the Administrator of the NASA Washington, DC, filed date 12. 08. 2004, published date 18. 10. 2005, Appl. No.: US 10/923152
6. *Красицкий В. А.* Взаимодействие азотной кислоты с металлами / *Химия и химики.*– 2009. – № 6 – с. 45–62.

МОДЕЛЮВАННЯ ПАРОГЕНЕРАТОРА У СКЛАДІ АЕС ІЗ РЕАКТОРОМ ТИПУ ВВЕР-1000 ЗАСОБАМИ МОДЕЛЮЮЧОЇ СИСТЕМИ UNISIM

Медведев Р.Б., Сангінова О.В., Мердух С.Л.

Національний технічний університет України «КПІ», merdukh.svetlana@yandex.ru

Комп'ютерні системи моделювання широко використовуються для дослідження хіміко-технологічних процесів, у тому числі, для дослідження процесів атомної енергетики. Проведення модельних експериментів дозволяє підвищити надійність та стабільність експлуатаційних характеристик та досягти оптимальних режимів технологічних процесів із мінімальними ризиками [1].

Метою даної роботи є створення комп'ютерної моделі парогенератора (ПГ), що входить до складу реакторної установки атомної електростанції (АЕС) із реактором типу ВВЕР-1000. За допомогою цієї моделі можуть бути досліджені та оцінені технологічні ситуації, що виникають у другому контурі АЕС за умови, що такі ситуації є нетиповими, тому інформація про поводження процесу при їх виникненні відсутня.

ПГ виробляє «сировину» для другого контуру АЕС, тому від різних властивостей цієї сировини залежить режим роботи технологічного устаткування. Дана установка представляє собою горизонтальний теплообмінний апарат поверхневого типу. Принципова технологічна схема апарату представлена на рис. 1.

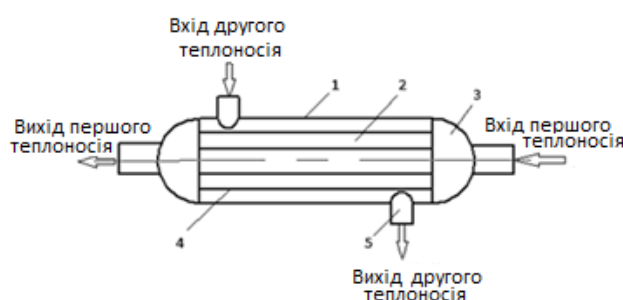


Рис. 1 – Схема поверхневого теплообмінника

- 1 – корпус теплообмінника; 2 – поверхня теплообміну;
3 – камери (підводу та відводу одного із теплоносіїв); 4 – трубні дошки; 5 – патрубки

Розглянемо моделювання технологічного процесу утворення насиченого пару у ПГ. У відповідності до законів термодинаміки, для однозначного опису потоку окрім витрат та складу необхідно та достатньо задати лише температуру та тиск.

Нехай відомі температура та тиск першого і другого теплоносіїв. Необхідно розрахувати витрати потоків.

Для моделювання було обрано середовище UniSimDesignSuite, так як у майбутньому, при керуванні процесом, передбачається використання засобів фірми Honeywell [2].

На першому етапі потрібно задати набір одиниць вимірювань та хімічні компоненти, що присутні у процесі (рис. 2).

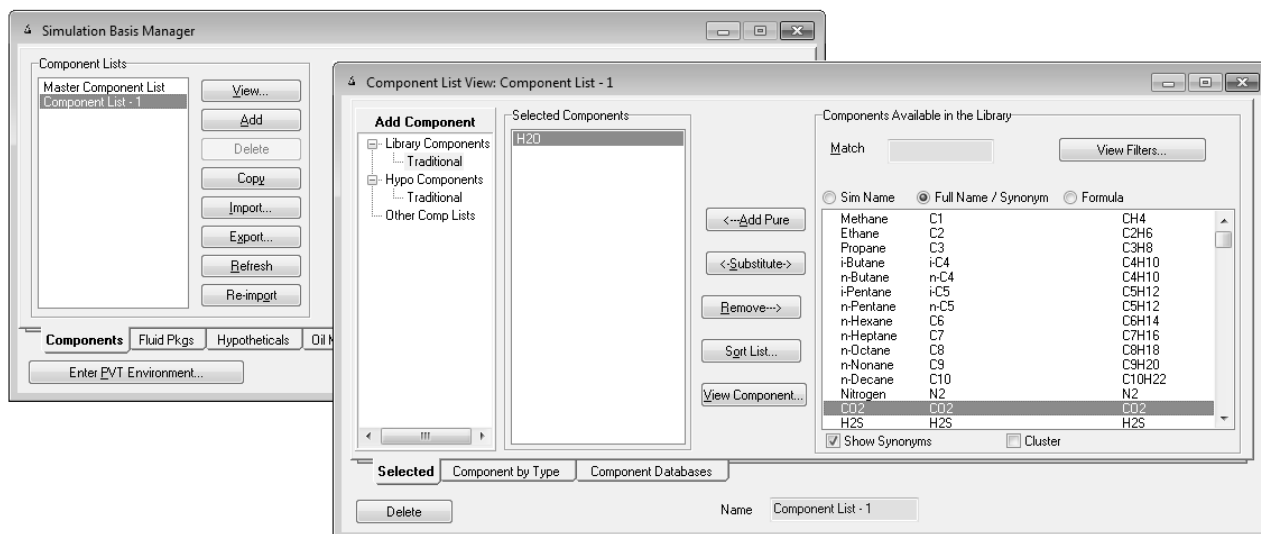


Рис. 2 – Вікно вибору та перегляду компонентів

Наступним етапом є вибір термодинамічного пакету, у відповідності до якого будуть розраховуватись фізико-хімічні властивості компонентів (рис. 3). У даному випадку був обраний пакет Пенга-Робінсона, так як він застосовується при наявності газорідних сумішей.

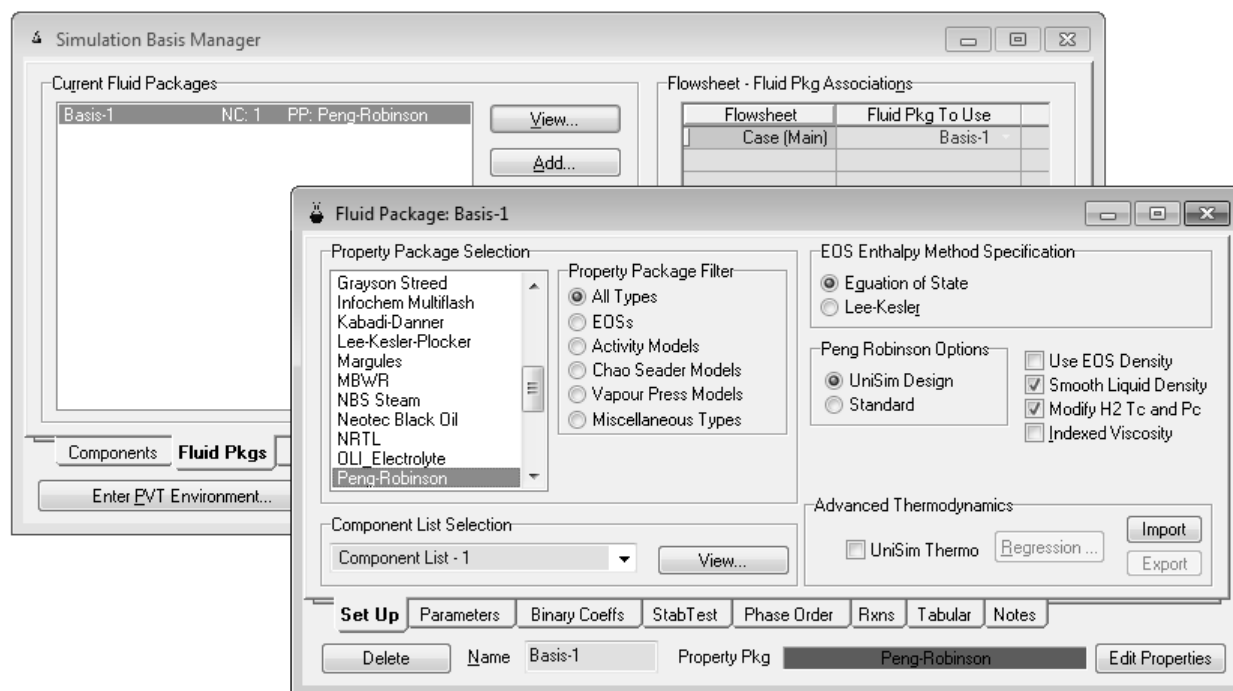


Рис. 3 - Вікно вибору термодинамічного пакету властивостей

Третій етап включає вибір модульної операції (додавання необхідного апарату). Skorистaємось вкладкою Flowsheet->AddOperation, оберемо категорію теплообмінного обладнання та вкажемо теплообмінний апарат або відповідний апарат із палітри об'єктів (HeatExchanger).

Спеціалізоване вікно апарату представлено на рис. 4. Дане вікно містить уся інформацію, необхідну для того, щоб задати апарат.

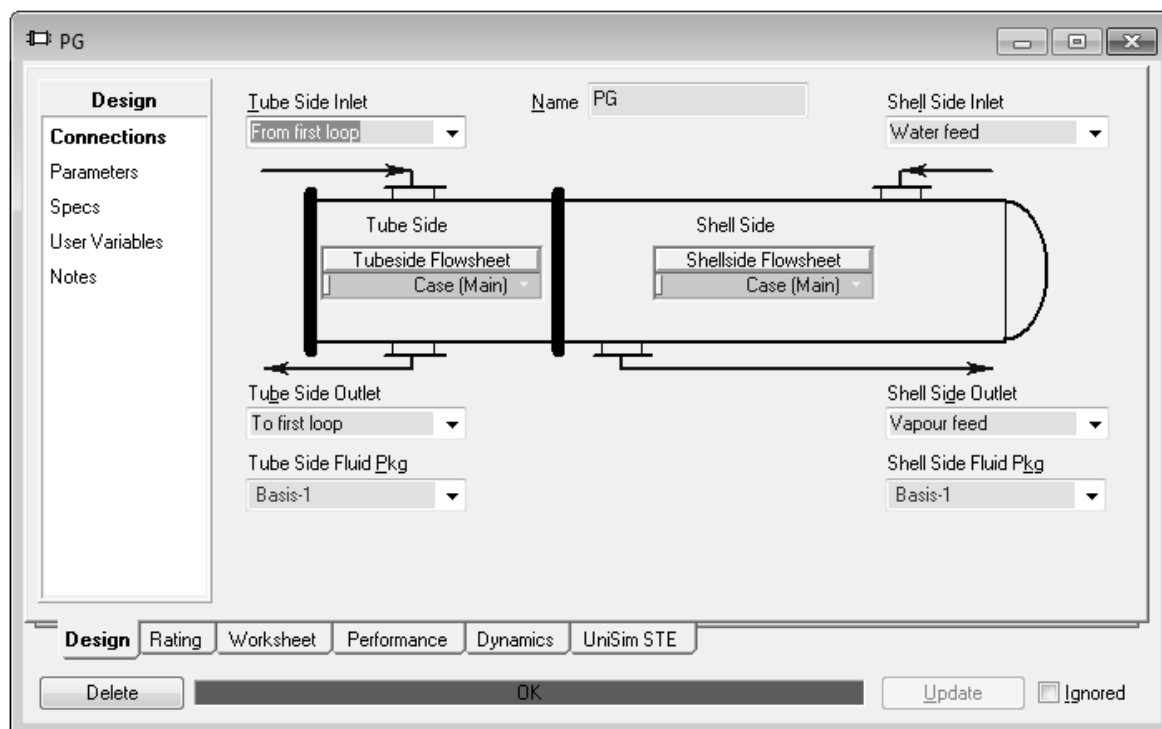


Рис. 4 – Спеціалізоване вікно теплообмінного апарату

Принципова технологічна схема, створена у середовищі UniSimDesign, наведена на рис. 5.

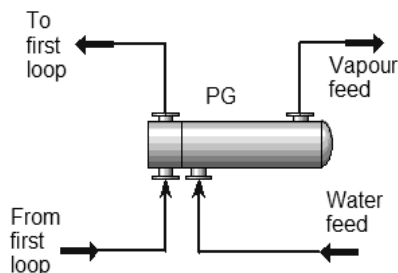


Рис. 5 – Апаратна схема процесу у середовищі UniSimDesign

Теплоносій першого контуру підводиться та відводиться із ПГ через вертикальні циліндричні колектори – вхідний (Fromfirstloop) та вихідний (Tofirstloop). Між вхідним та вихідним колекторами розміщені горизонтальні теплообмінні трубки.

Вода підживлення (Waterfeed) подається через нижній патрубок та рівномірно розподіляється уздовж ПГ. Пар (Vapourfeed) відводиться із ПГ через паровідвідний патрубок у паропровід. Результати моделювання за потоками представлені на рис.6.

Name	From first loop	To first loop	Water feed	Vapour feed
Vapour Fraction	0.0000 *	0.0000 *	0.0000	1.0000 *
Temperature (C)	320.0 *	289.0 *	220.0 *	278.0 *
Pressure (kPa)	1.569e+004 *	1.765e+004 *	7845 *	6276 *
Molar Flow (kgmole/h)	6.991e+005	6.991e+005	8.157e+004	8.157e+004
Mass Flow (tonne/h)	1.259e+004	1.259e+004	1469	1469
Std Ideal Liq Vol Flow (m3/h)	1.262e+004	1.262e+004	1472	1472
Heat Flow (kJ/h)	-1.817e+011	-1.845e+011	-2.204e+010	-1.925e+010
Molar Enthalpy (kJ/kmole)	-2.600e+005	-2.640e+005	-2.702e+005	-2.360e+005

Рис. 6 – Звіт про стан потоків парогенератора

У даній роботі реалізовано комп'ютерне моделювання статичного режиму ПГ із застосуванням системи UniSimDesignSuite. Також обґрунтовано вибір термодинамічного пакету властивостей потоків та математичної моделі ПГ.

Перевірку адекватності моделі виконано із застосуванням даних реальної експлуатації АЕС із реактором типу ВВЕР-1000. Отримані результати дозволяють зробити висновок, що розроблена модель із достатнім ступенем адекватності описує реальні дані та може бути використана у складі математичної моделі другого контуру АЕС[3].

1. *Гартман, Т.Н.* Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов [Текст] / Т.Н. Гартман, Д.В. Клушин – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006 – 416 с.
2. *Бугаєва, Л.М.* Аналіз та синтез хіміко-технологічних систем: Навч. посіб. [Текст] / Л.М. Бугаєва, Ю.О. Безносик, Г.О. Статюха – Київ.: Політехніка, 2006 – 104 с.
3. *Медведев, Р.Б.* Программно-технический комплекс для управления водно-химическим режимом второго контура АЭС [Текст] / Р.Б. Медведев, О.В. Сангинова, А.А. Евтушенко, С.Л. Мердух // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – №2/10 (44) – 2010. – С. 33-36.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОТОЧНОЇ ЧАСТИНИ ПНЕВМОКЛАСИФІКАТОРА МЕТОДОМ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Стороженко В.Я., Смирнов В.А., Білодід А.В.

Сумський державний університет, Суми, smirnov@pohnp.sumdu.edu.ua

Найпоширенішими методами розділення є механічні, гідравлічні і пневматичні, кожний з яких має свою область застосування. Пневматичний метод заснований на різниці швидкостей витання частинок різних фракцій в потоці повітря, що дозволяє розділяти суміші з частинками від 0,06 до 5 мм, що часто зустрічаються в технології виробництва мінеральних добрив, електродної, харчової, зернопереробної та ін.

Проведені раніше дослідження показали, що раціональним є принцип організації процесу гравітаційної класифікації - переведення процесу на несталий режим руху пило-повітряної суміші за рахунок розміщення усередині каналу сепарації каскаду контактних елементів спеціальної конструкції.

В ході дослідження було розроблено декілька 3D моделей проточних частин апарата за допомогою САПР SolidWorks 2012 (<http://www.solidworks.com>). Комп'ютерне моделювання гідродинаміки руху повітря й руху твердих частинок проводилося в програмних комплексах ANSYS 14 (<http://www.ansys.ru>) та FlowVision 2.3 (<http://www.flowvision.ru>). По кожній з моделей були отримані значення основних параметрів (швидкість руху газу, твердих частинок та гідравлічний опір). Шляхом порівняння та аналізу, було обрано оптимальну конструкцію серед розроблених 3D моделей, котра забезпечувала формування потоку, в котрому виникають стабільні великомасштабні вихори.

Отримано модель класифікатора (рис. 1) поличної конструкції з коробчастою проточною частиною, що розширюється догори, в котрому розділовий повітряний потік створюється за допомогою газодувки шляхом протягування повітря крізь апарат. Матеріал подається через камеру нижньої подачі 3. Дрібнодисперсна фракція підхоплюється потоком повітря, що обтікає похилі перфоровані полки 5, осаджуючись на їх поверхню і відводиться з апарату через бічні відводи 4. Полиці встановлюються під кутом, що регулюється. Крупнодисперсна фракція не підхоплюється потоком повітря, тому падає в нижню частину і через розділовий пристрій виводиться з апарату.

Результатом моделювання є епюри тиску та профілі швидкостей, що дозволили зробити висновок про можливість інтенсивної дії на полідисперсний матеріал на зрізах кромek полиць в центральній частині і організації низхідного потоку крупної фракції уздовж стінок. Встановлено можливість використання додаткових ввідів для забезпечення стабілізації вихорів з твердих частинок з найменшим гідравлічним опором. Був визначений характер розподілу швидкості руху потоку повітря в перерізі проточної частини апарата.