

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи

**«Застосування операції «Рецикл»
у схемі роботи двоступінчастого компресора»**

з курсу

«Проектування комп'ютерно-інтегрованих систем хімічних технологій»

для студентів спеціальностей

151.03 «Комп'ютерно-інтегровані енергоефективні системи

і програмне забезпечення»

та 161 «Хімічна технологія та інженерія»

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 3 від 06.11.2019 р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2019

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Застосування операції «Рецикл» у схемі роботи двоступінчастого компресора» з курсу «Проектування комп'ютерно-інтегрованих систем хімічних технологій» для студентів спеціальностей 151.03 «Комп'ютерно-інтегровані енергоефективні системи і програмне забезпечення» та 161 «Хімічна технологія та інженерія» / уклад. А.М. Миронов, М.В. Ільченко. – Харків : НТУ «ХП». – 16 с.

Укладачі А.М. Миронов
М.В. Ільченко

Рецензент К.О. Горбунов

Кафедра інтегрованих технологій, процесів та апаратів

ВСТУП

Імітаційне моделювання є одним з найбільш сучасних інструментів навчання та дослідження виробництв, який дозволяє втілювати та перевіряти великий обсяг проектних рішень у пошуках найбільш оптимального. Доцільність його використання перш за все полягає у максимальній наочності процесу проектування та можливості розгляду варіантів без їхнього фізичного втілення. Це означає значне скорочення коштів, потрібних для виконання фізичних експериментів та дослідів, а також радикальне пришвидшення пошуку збалансованих результатів.

Завдяки використанню програмного забезпечення UniSim Design є можливим проектування не тільки комплексних імітаційних моделей технологічних схем, але й їхніх окремих ділянок. Особливо важливим для навчальних цілей у цьому контексті є можливість фрагментарного дослідження схеми та автоматизації певних вузлів. Зокрема, найбільш цікавим видається використання логічних та математичних операцій з того функціоналу, який пропонує UniSim Design. Подібні питання у виробничих умовах не тільки можна, але й потрібно вміти вирішувати безвідносно загальної схеми виробництва.

Оперативний контроль над експлуатаційними характеристиками обладнання та параметрами виробничого процесу є запорукою стабільної роботи підприємства та належної якості продукції. Завдяки використанню операцій автоматизованого регулювання та рециклінгу вдається не тільки більш гнучко керувати процесом, але й звільнити операторів від монотонної праці, доручивши їм тільки ту роботу, з якою ще не може впоратися сучасна автоматика. Одним з найбільш поширених прикладів схем, які неодмінно потребують використання рециклових потоків, є ділянка двостадійного компресування матеріальних потоків, побудова якої й буде розглянута надалі.

1 ОПИС ЗАВДАННЯ

Наведений далі приклад ділянки технологічної схеми демонструє типове застосування логіко-математичної операції «Рецикл». В реальних умовах рецикл є одним з постійних компонентів процесів промислового виробництва на підприємствах харчової, переробної та нафтохімічної галузей.

Сировинний газ надходить до компресорної станції при температурі 35 °C та з тиском 1725 кПа. Стоїть завдання підвищити тиск цього газу до величини у 6900 кПа шляхом двостадійного компресування.

Кожна стадія складається з сепаратора, компресора та охолоджувача. Рідини з кожного сепаратора повертаються на попередню стадію після зменшення робочого тиску.

Загальний вигляд схеми наведено на рис. 1.

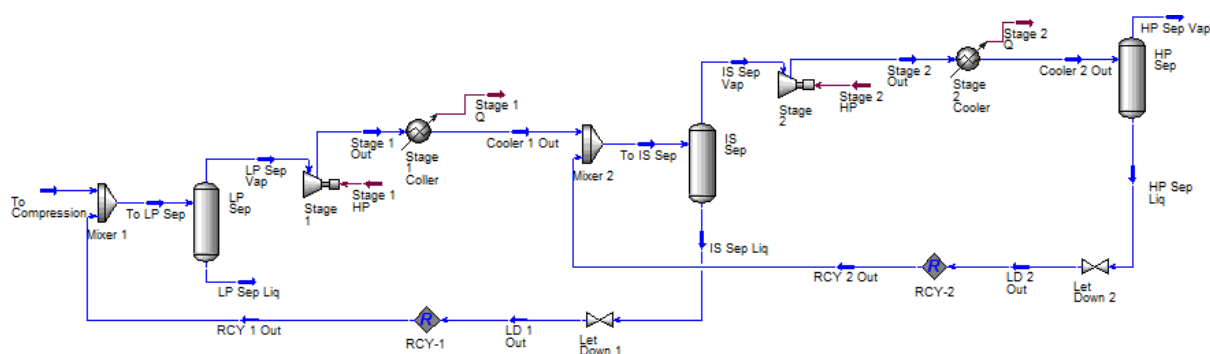


Рисунок 1 – Технологічна схема компресорної станції

Мета навчання

Після завершення цього розділу ви навчитесь:

- використовувати операцію «Рецикл» у UniSim Design;
- обирати місця на потоках, придатні для використання розривів;
- поєднувати матеріальні потоки з логічними операціями.

Передумови

Перед початком даного завдання потрібно знати процедури додавання компонентів, встановлення пакету властивостей, інсталяції потоків, завдання їхніх характеристик, встановлення операцій та окремих параметрів регулювання.

2 ЗАВДАННЯ КОМПОНЕНТІВ

2.1 Початок розрахунку

Оберіть наступні речовини для формування списку компонентів (**Component List**): N₂, CO₂, C₁, C₂, C₃, i-C₄, n-C₄, i-C₅, n-C₅, C₆.

На відповідній вкладці оберіть пакет властивостей **Peng Robinson**. Цей пакет використовують для розрахунку задач, які відносяться до нафтопереробної, газової та нафтохімічної промисловості. Завдяки ньому можна розрахувати більшість однофазних, двофазних та трифазних систем з високою мірою ефективності.

2.2 Додавання матеріального потоку

Додайте новий потік з наступними значеннями:

Параметр	Значення
Ім'я	To Compression
Температура, °C	35
Тиск, kPa	1725
Молярна витрата, kgmole/h	5000
Компонент	Значення
N ₂	0.0075
CO ₂	0.0147
C ₁	0.5069
C ₂	0.1451
C ₃	0.0725
i-C ₄	0.0652
n-C ₄	0.0578
i-C ₅	0.0515
n-C ₅	0.0431
C ₆	0.0357

Надалі потрібно інсталиувати та повністю охарактеризувати усе технологічне обладнання, яке є необхідним для роботи даного вузла.

3 ІНСТАЛЯЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

3.1 Встановлення змішувача з наступними параметрами

З'єднання	
Ім'я	Mixer 1
Вхідний потік	To Compression
Вихідний потік	To LP Sep
Параметри	
Параметри тиску	Equalize All

3.2 Встановлення сепаратора з наступними параметрами

З'єднання	
Ім'я	LP Sep
Вхідний потік	To LP Sep
Вихідний потік (парова фаза)	LP Sep Vap
Вихідний потік (рідка фаза)	LP Sep Liq

3.3 Встановлення компресора з наступними параметрами

З'єднання	
Ім'я	Stage 1
Вхідний потік	LP Sep Vap
Вихідний потік	Stage 1 Out
Енергетичний потік	Stage 1 HP
Параметри	
Адіабатична ефективність, %	75
Робочий зошит	
Stage 1 Out, тиск, kPa	3450

3.4 Встановлення охолоджувача з наступними параметрами

З'єднання	
Ім'я	Stage 1 Cooler
Вхідний потік	Stage 1 Out
Вихідний потік	Cooler 1 Out
Енергетичний потік	Stage 1 Q
Параметри	
Перепад тиску, kPa	0
Робочий зошит	
Cooler 1 Out, температура, °C	50

3.5 Встановлення змішувача з наступними значеннями

З'єднання	
Ім'я	Mixer 2
Вхідний потік	Cooler 1 Out
Вихідний потік	To IS Sep
Параметри	
Параметри тиску	Equalize All

3.6 Встановлення сепаратора з наступними параметрами

З'єднання	
Ім'я	IS Sep
Вхідний потік	To IS Sep
Вихідний потік (парова фаза)	IS Sep Vap
Вихідний потік (рідка фаза)	IS Sep Liq

3.7 Встановлення клапана з наступними параметрами

З'єднання	
Ім'я	LetDown 1
Вхідний потік	IS Sep Liq
Вихідний потік	LD1 Out
Робочий зошит	
LD1 Out, тиск, kPa	1725

3.8 Встановлення компресора з наступними параметрами

З'єднання	
Ім'я	Stage 2
Вхідний потік	IS Sep Vap
Вихідний потік	Stage 2 Out
Енергетичний потік	Stage 2 HP
Параметри	
Адіабатична ефективність, %	75
Робочий зошит	
Stage 2 Out, тиск, kPa	6900

3.9 Встановлення охолоджувача з наступними параметрами

З'єднання	
Ім'я	Stage 2 Cooler
Вхідний потік	Stage 2 Out
Вихідний потік	Cooler 2 Out
Енергетичний потік	Stage 2 Q
Параметри	
Перепад тиску, kPa	0
Робочий зошит	
Cooler 2 Out, температура, °C	50

3.10 Встановлення сепаратора з наступними параметрами

З'єднання	
Ім'я	HP Sep
Вхідний потік	Cooler 2 Out
Вихідний потік (парова фаза)	HP Sep Vap
Вихідний потік (рідка фаза)	HP Sep Liq

3.11 Встановлення клапана з наступними параметрами

З'єднання	
Ім'я	LetDown 2
Вхідний потік	HP Sep Liq
Вихідний потік	LD2 Out
Робочий зошит	
LD2 Out, тиск, kPa	3450

4 ЗАСТОСУВАННЯ ЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ «РЕЦИКЛ»

4.1 Опис операції «Рецикл»

Операція Рецикл є логіко-математичною операцією блоку. Він має вхідний (розрахований) потік та вихідний (передбачуваний) потік. Операція викликається/обчислюється, коли зміни вхідного потоку виходять за межі допустимого відхилення.

Інсталяція Рециклу додає розрахунковий блок безпосередньо у матеріальний потік. Вхід до блоку називається розрахованим потоком рециклу, а продукт є передбачуваним потоком рециклу. Під час процесу пошуку збіжностей відбуваються наступні кроки.

1. Програма задає значення вихідного потоку рециклу та проводить розрахунок технологічної схеми до тих пір, поки не буде визначено вхідний потік рециклу.

2. Порівнює параметри вхідного та вихідного потоків операції.

3. Аналізуючи різницю між параметрами цих потоків, змінює значення вихідного потоку на нові.

4. Процес повторюється до тих пір, поки значення параметрів технологічного потоку у вхідному та у вихідному потоках Рециклу не співпадуть з заданою точністю.

На закладці **Параметри** є дві сторінки: **Змінні** та **Розрахунки**. На сторінці **Змінні** можна задавати значення фактору чутливості для кожної змінної. Ці величини використовуються як множники на внутрішні значення допусків. На сторінці **Розрахунки** задаються величини, що описують метод збіжності Вегстайна, який використовується для обчислення параметрів вихідного потоку на основі параметрів вхідного потоку.

На закладці **Робоча таблиця** виводиться інформація про пов'язані з операцією потоки.

На закладці **Монітор** розташовані три сторінки: **Налаштування**, **Таблиці** та **Графіки**. На сторінці **Налаштування** можна вказати, за якими змінними потрібно стежити. На сторінках **Таблиці** та **Графіки** виводиться інформація про хід проведення ітераційного розрахунку у табличному та графічному вигляді відповідно. Значення змінних на вході та виході Рециклу відображаються разом з номером ітерації.

4.2 Встановлення операції RCY 1

Додайте перший елемент Resycle, двічі натиснувши на піктограмі Resycle у касі об'єктів. Задайте інформацію, як показано на рис. 2.

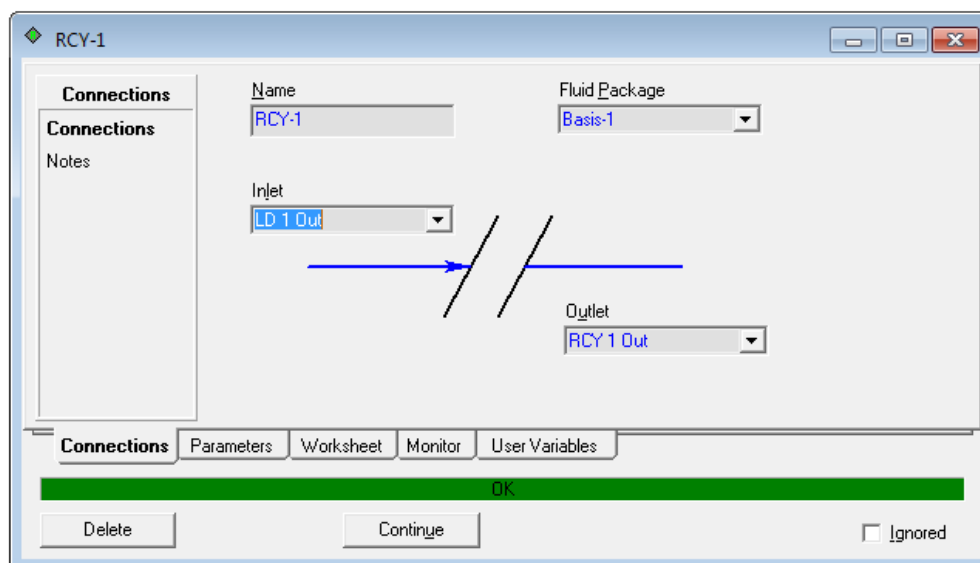


Рисунок 2 – Спеціалізоване вікно Рециклу 1

Приєднайте RCY 1 Out у якості живлення для Мішер 1.

4.3 Встановлення операції RCY 2

Додайте перший Resycle, двічі клацнувши на піктограмі Resycle у касі об'єктів. Задайте інформацію, як показано на рис. 3.

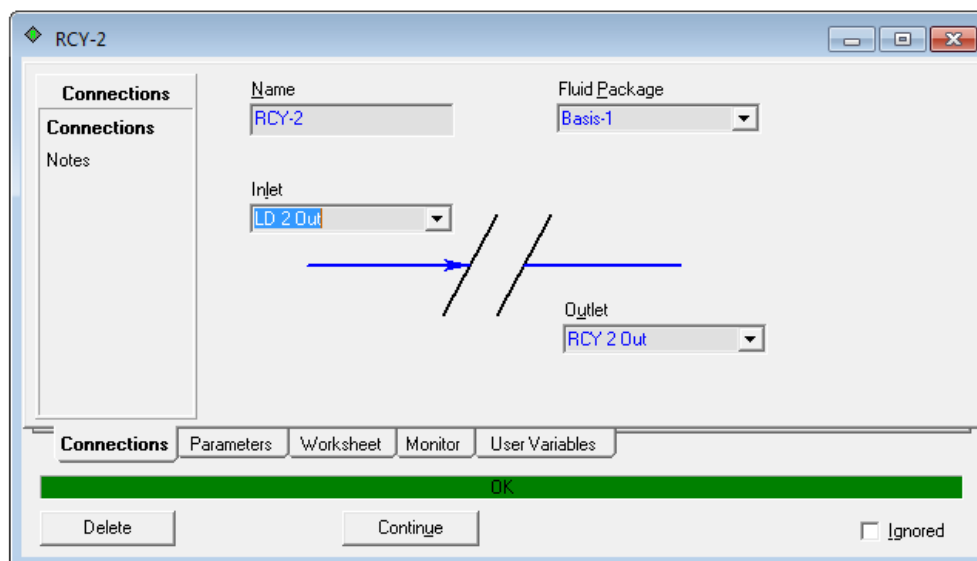


Рисунок 3 – Спеціалізоване вікно Рециклу 2

Приєднайте RCY 1 Out у якості живлення для Мішер 2.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Загальна характеристика принципу роботи двоступінчатого компресора.
2. Опис та призначення пакету властивостей Peng Robinson.
3. Призначення логіко-математичної операції Рецикл.
4. Принцип роботи логіко-математичної операції Рецикл.
5. Характеристика параметрів логіко-математичної операції.

ПЛАН ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ ТА НАПИСАННЯ ЗВІТУ

1. Ознайомитися з методикою проведення роботи.
2. Виконати послідовність дій, викладених у методичних вказівках.
3. Продемонструвати викладачу працюючу імітаційну модель у програмі UniSim Design.
4. Сформувати звіт.

Зміст звіту

1. Титульний аркуш.
2. Ціль роботи.
3. Завдання.
4. Набір знімків екрану (скріншотів) з базовими робочими вікнами програми та короткими поясненнями до них.
5. Висновки.

Звіт оформлюється з використанням текстового редактора LibreOffice Writer (або Microsoft Word). Обсяг звіту – до 10 сторінок.

Титульний аркуш до пояснювальної записки наведений у Додатку А.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. UniSim Design user guide. April R390 release / Honeywell / London-Ontario – 2009. – 482 p.
2. HYSYS. Версія 2006 / AspenTech // Руководство пользователя – International edition – 2006. – 235 с.
3. Introduction to OLI Engine in Unisim Design. A getting started guide / OLI Systems, Inc. – 2016. – 60 p.
4. Pannocchia G. On the use of dynamic process simulators for the quantitative assessment of industrial accidents / G. Pannocchia, G. Landucci // Chemical Engineering Transactions – 2014. – № 36. – P. 505–510.
5. Conroy R. J. Successful multivariable control without plant tests: First-principles dynamic simulation models can be used instead / R. J. Conroy, U. Mathur // Hydrocarbon Processing – 2003. – 82(4). – P. 55–58.

ДОДАТОК А
ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОГО АРКУША ЗВІТУ

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Навчально-науковий інститут хімічної технології та інженерії

Кафедра інтегрованих технологій, процесів і апаратів

Лабораторна робота
на тему
«Застосування операції «Рецикл» у схемі роботи двоступінчастого
компресора»
з дисципліни
«Проектування комп'ютерно-інтегрованих систем хімічних технологій»

Студент

Група

Викладач

Оцінка

Харків 2019

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1 Опис завдання.....	4
2 Завдання компонентів.....	5
3 Інсталяція технологічного обладнання.....	6
4 Застосування логічної операції «Рецикл».....	9
Контрольні запитання.....	11
План виконання лабораторної роботи та написання звіту.....	12
Список джерел інформації.....	13
Додаток А Зразок оформлення титульного аркуша звіту.....	14

Навчальне видання

МИРОНОВ Антон Миколайович
ІЛЬЧЕНКО Марія Володимирівна

Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи

«Застосування операції «Рецикл»
у схемі роботи двоступінчастого компресора»

з курсу

«Проектування комп'ютерно-інтегрованих систем хімічних технологій»

для студентів спеціальностей

151.03 «Комп'ютерно-інтегровані енергоефективні системи

і програмне забезпечення»

та 161 «Хімічна технологія та інженерія»

Відповідальний за випуск проф. *В.Є. Ведь*
Роботу до видання рекомендував проф. *О.М. Рассоха*
В авторській редакції

План 2019 р., п. 285

Підписано до друку 25.11.2019 р. Формат 60×84 1/16. Папір офсет.

Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 0,7

Наклад 10 прим. Зам. № Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХП».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК №5478 від 21.08.2017 р.

61002, Харків, вул. Кирпичова, 2.

Копіювальний центр «Моделіст»,
вул. Мистецтв, 3