

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ТА ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТУ З ДИСЦИПЛІНИ
«КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ»
ЗА ОСВІТНІМ РІВНЕМ «МАГІСТР»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ
«151 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ»,
161 «ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРІЯ»

Затверджено на засіданні
кафедри комп'ютерно-
інтегрованих технологій та
автоматизації
Протокол № 9 від 26.06.2019

Методичні вказівки та тематика курсового проекту з дисципліни «Комп'ютерне моделювання» за освітнім рівнем «Магістр» для студентів спеціальностей «151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», 161 «Хімічні технології та інженерія» / Укл.: О.П. Мисов, М.О. Савченко. – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2020. – 30 с.

Укладачі: О.П. Мисов, канд. техн. наук
М.О. Савченко, канд. техн. наук

Відповідальний за випуск О.П. Мисов, канд. техн. наук

Навчальне видання

Методичні вказівки та тематика курсового проекту з дисципліни «Комп'ютерне моделювання» за освітнім рівнем «Магістр» для студентів спеціальностей «151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», 161 «Хімічні технології та інженерія»

Укладачі: МИСОВ Олег Петрович
САВЧЕНКО Марія Олегівна

Технічний редактор В.П. Синицька
Комп'ютерна верстка В.П. Синицька

Підписано до друку 25.09.2020. Формат 60×841/16. Папір ксерокс. Друк різнограф. Умов. друк. арк. 1,36. Обл.-вид. арк. 1,42. Тираж 100 прим. Зам. № 72. Свідоцтво ДК № 5026 від 16.12.2015

ДВНЗ УДХТУ, просп. Гагаріна, 8, м. Дніпро, 49005

Редакційно-видавничий відділ

ЗМІСТ

1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ	5
1.1 Мета і завдання курсової роботи	5
1.2 Загальні положення та вимоги	5
1.3 Обсяг і структура курсової роботи	6
1.4 Вказівки з оформлення курсової роботи	7
2 ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ	8
2.1 Вихідні дані	8
2.2 Введення і постановка задачі	8
2.3 Побудова математичної моделі	9
2.4 Розробка і використання програмного забезпечення	9
ПЕРЕЛІК ДОДАТКІВ	10
Додаток А – Зразок титульного аркуша курсового проекту;.....	10
Додаток Б – Бланк завдання;.....	10
Додаток С – Приклад виконання курсового проекту.....	10
Курсовий проект (робота)	11
Курсовий проект (робота)	14
1 Параметричний аналіз процесу синтезу ацетилену	15
РЕФЕРАТ	18
ВСТУП	19
1 Моделювання технологічного процесу синтезу ацетилену з етилену	19
1.1 Опис технологічного процесу	19
1.2 Імітаційне моделювання процесу синтезу ацетилену	22
2 Створення проекту синтезу ацетилену з етилену в SCADA Simp Light ...	25
2.1 Підключення OPC сервера ПІК Chemcad до SCADA Simp Light	25
2.2 Програмування технологічного процесу в SCADA Simp Light	26
ВИСНОВКИ	29

ВСТУП

Використання SCADA для візуалізації та управління технологічним процесом передбачає наявність фізичних каналів (для реальних пристроїв нижнього рівня) або віртуальних (для моделювання технологічних процесів). Значенням віртуального каналу можна маніпулювати за допомогою програмованого скрипта, який визначає процедуру обчислення значення каналу.

Створення реальних об'єктів, для виконання курсових проектів, є практично нездійсненним завданням в силу складності виготовлення навіть невеликих хіміко-технологічних установок в умовах навчальної підготовки. У той же час, використання віртуальних каналів не дозволяє в повній мірі студенту представляти і розуміти реальний хід технологічного процесу.

Рішенням даної проблеми є, на першому етапі, побудова імітаційної моделі заданого техпроцесу в ПК Chemcad, з зазначеними технологічними параметрами, а на другому, за допомогою вбудованого OPC-сервера отримати пряму передачу даних будь-якому клієнтському застосуванню, в тому числі SCADA системі. Після завантаження та запуску моделі всі властивості потоків цієї симуляції, а також параметри і змінні пристроїв, автоматично надходять у вигляді тегів в просторі імен сервера OPC. З кожною позначкою значення пов'язаний тег одиниць виміру, який показує технічні одиниці виміру, використовувані для повідомлення значення. Простір імен OPC визначає і організовує всі доступні команди і дані.

При цьому, OPC надає стандартний метод обміну даними між різними пристроями імітаційної моделі в стаціонарному і динамічному режимі і системою SCADA, а також, інтерфейсом управління і базою архіву роботи моделі.

1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

«Комп'ютерне моделювання» відноситься до спеціальних дисциплін у підготовці магістрів за спеціальністю «151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». У методичних вказівках викладені загальні вимоги до виконання курсової роботи, правила оформлення пояснювальної записки. Представлений приклад виконання курсової роботи. Наводиться перелік рекомендованої літератури для більш детального вивчення питань, пов'язаних з виконанням курсової роботи.

1.1 Мета і завдання курсової роботи

Мета курсової роботи

– закріплення, поглиблення, узагальнення знань, умінь і навичок, отриманих в процесі освоєння дисципліни.

Завдання курсової роботи:

– застосування знань, отриманих в процесі освоєння дисципліни, до комплексного вирішення конкретної інженерної задачі;

– набуття практичних навичок з розробки і дослідження комп'ютерних моделей;

– набуття практичних навичок з розробки та застосування програмного забезпечення в області комп'ютерного моделювання технологічних систем; прищеплення навичок роботи з літературою, в тому числі з довідковою літературою.

У процесі виконання курсової роботи у студентів формується:

– здатність сприймати математичні, природничі, соціально-економічні та професійні знання, вміння самостійно здобувати, розвивати і застосовувати їх для вирішення нестандартних завдань, в тому числі в новому або незнайомому середовищі і в міждисциплінарному контексті;

– знання методів наукових досліджень і володіння навичками їх проведення;

– здатність вибирати методи і розробляти алгоритми розв'язання задач управління і проектування об'єктів автоматизації.

1.2 Загальні положення та вимоги

1. Проектування здійснюється на основі технічного завдання.

2. В процесі проектування кафедра забезпечує консультації та машинний час на її обчислювальному центрі.

3. Матеріали по етапах та завершеному проекту слід здати на перевірку викладачу-консультанту з проектування.

4. Після перевірки та оформлення курсового проекту впроваджується обов'язковий його захист комісії.

1.3 Обсяг і структура курсової роботи

Курсова робота складається з розрахунково-пояснювальної записки обсягом до 20 сторінок машинописного тексту (без додатків) на аркушах формату А4.

Пояснювальна записка повинна містити такі обов'язкові частини у зазначеній нижче послідовності:

- титульний аркуш – 1 сторінка;
- завдання на курсову роботу, підписану керівником і студентом – 1-2 сторінки;
- зміст – 1 сторінка;
- реферат – 0,5 сторінки;
- введення – 1 сторінка;
- основна частина пояснювальної записки – 10-15 сторінок;
- висновок – 1 сторінка;
- перелік літератури – 1 сторінка;
- прикладна програма.

Титульний аркуш є першою сторінкою пояснювальної записки. Номер сторінки на титульному аркуші не ставиться. Завдання і вихідні дані для курсової роботи видаються викладачем кожному студенту із зазначенням дати видачі завдання і здачі курсової роботи. Завдання є другою сторінкою пояснювальної записки, номер сторінки на завданні не ставиться.

Реферат повинен відображати Зміст виконаної роботи і містити Відомості про об'єм записки, Кількість ілюстрацій, таблиць, літературних джерел, а також ПЕРЕЛІК ключових слів, що характеризують основний текст записки. Текст реферату містить основну частку, яка відображає суть виконаної роботи; конкретні Відомості, що розкривають Зміст ОСНОВНОЇ частки; короткі Висновки відносно ефективності розробки. Обсяг реферату не повинен бути менше за 500 друкарських знаків. Оптимальний обсяг 1100-1200 знаків, ВРАХОВУЮЧИ тільки текст реферату.

Зміст включає перелік розділів, підрозділів і параграфів із зазначенням номерів сторінок.

Вступ повинен містити постановку задачі і чітко сформульовану мету роботи.

Основна частина пояснювальної записки складається з теоретичної та практичної частин. Розкривається теорія досліджуваного питання. Дається критичний аналіз літератури. Викладаються методи, організація роботи та результати самостійно проведеного фрагмента дослідження. В кінці кожного розділу основної частини необхідно зробити невеликі висновки (резюме).

Висновок, поряд з перерахуванням основних результатів курсової роботи, має вказувати, наскільки вдалося досягти поставленої мети, задовольнити вимоги завдання. У ньому необхідно зазначити також переваги і недоліки запропонованого рішення.

Перелік літератури повинен містити всі джерела, використані в роботі. Літературні джерела слід розташовувати в переліку в порядку Першого

з'явлення посилання на них у тексті. В додаток виносяться матеріали, які деталізують, або ілюструють основну частину курсової роботи, наприклад роздруківка лістингів програм, докладний висновок оригінальних формул і т. п.

1.4 Вказівки з оформлення курсової роботи

Пояснювальна записка повинна відповідати ЄСКД та існуючим ДСТУ. Пояснювальна записка повинна бути написана, або набрана на комп'ютері на одній стороні нелінованого паперу формату А4.

При оформленні записки необхідно враховувати поля, що відокремлюють текст від краю листа зверху, зліва і знизу на 25 мм і праворуч – на 20 мм. Нумери аркушів проставляють знизу праворуч листа на відстані 1,25 см від нижнього краю аркуша. Інтервал тексту 1.5.

Кожен розділ рекомендується починати з нової сторінки. Розділи нумеруються арабськими цифрами з крапкою. Назву розділу пишуть прописними літерами, крапку в кінці назви не ставлять. Між заголовком і текстом має бути не менше одного інтервалу. Перенесення слів у заголовок не допускається.

Розділи розбиваються на підрозділи, останні, в свою чергу, на пункти. Номер підрозділу складається з номера розділу і підрозділу (наприклад, другий підрозділ першого розділу – 1.2), а номер пункту – з номерів розділу, підрозділу і пункту. Наприклад, третій пункт другого підрозділу першого розділу – 1.2.3. Назва підрозділів і пунктів пишеться малими літерами (крім першої великої). Кожен пункт тексту і заголовка підрозділів починають з абзацу (1,25 мм).

Не допускається застосовувати скорочені слова в тексті і підписах під ілюстраціями, крім встановлених правилами орфографії, пунктуації, а також відповідними державними стандартами.

Анотація, зміст, вступ, основна частина записки, висновок, перелік літератури повинні починатися з нового аркуша і мати відповідні заголовки, написані великими літерами.

Всі графіки, схеми, рисунки і т.д. називають рисунками і нумерують. Кожен рисунок слід супроводжувати підписом. Його розташовують під рисунком в одному рядку з номером рисунка.

Таблиці також нумерують. Слово «Таблиця» та її номер розміщують праворуч над таблицею, а нижче – заголовок таблиці.

Формули нумеруються арабськими цифрами, укладеними в круглі дужки. Номер ставлять з правого боку аркуша на рівні формули. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в цьому розділі.

Посилання в тексті пояснювальної записки на формулу має вигляд «... у формулі (1.2) ...». Експлікацію значень символів і числових коефіцієнтів приводять під формулою. Починається вона з слова «де», за яким слідують символи і коефіцієнти в порядку запису їх у формулі.

Цифра в квадратних дужках означає порядковий номер літератури в доданому переліку (посилання на літературне джерело).

У переліку літератури кожне літературне джерело починається з нового рядка. Прізвище авторів та ініціали пишуть прописними літерами в називному відмінку. Назву книги слід приводити в такому вигляді, в якому вона дана на титульному аркуші із зазначенням повторності видання. Далі вказують місце видання повністю (скорочення допускається тільки для міст: Москва -М.:, Київ -К. :), видавництво в скороченому вигляді, рік видання і обсяг в сторінках.

Посилання в тексті на рисунки і таблиці слід давати по типу: рис. 1.2; табл. 4.3.

Заголовки змісту повинні точно повторити нумерацію і заголовки тексту.

Графічну частину, що містить структурну та функціональну схему, загальні характеристики та графіки результатів експериментів виконують на стандартних аркушах і підшивають в записку.

2 ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Відповідно до завдання на КР вибирається схема і технологічні параметри процесу. Тематика курсових робіт переважно повинна бути пов'язана з темою магістерської дисертації. Темі курсових робіт з даної дисципліни можуть бути наступних типів:

1. Математичне моделювання та оптимізація технологічного процесу на базі розробленого програмного забезпечення;

2. Комп'ютерне моделювання та оптимізація технологічних систем на базі стандартних прикладних пакетів і моделюючих програм (Arduino, Chemcad, SCADA Simp Light,)

2.1 Вихідні дані

Вихідними даними для розрахунку є:

- Технологічна схема;
- Перелік технологічних параметрів вхідних компонентів;
- Перелік вхідних компонентів.

Нижче розглядаються основні етапи виконання курсової роботи за заданою темою.

2.2 Введення і постановка задачі

Етап постановки задачі є початковим етапом вирішення будь-якої прикладної задачі. Він починається з формулювання проблеми і конкретизації розв'язуваної задачі, при цьому проблеми, що розглядаються в роботі, можуть ставитися до різних областей професійної діяльності, загальними для них є методи їх вирішення. Перший етап роботи викладається в розділах «Введення і постановка задачі».

На початку розділу формулюється проблема, пов'язана з темою КР, виконується обґрунтування вибору теми через актуальність і новизну дослідження; мети і завдання дослідження; опис об'єкта дослідження. Для обґрунтування теми КР, її актуальності та новизни дослідження, проводиться

літературний огляд за підручниками, монографіями, статтями з тематичних журналів.

У частині розділу, присвяченого постановці завдання, проводиться конкретизація вирішуваної проблеми, при цьому формулюється перелік самостійних завдань (математичних, програмних і так далі), рішення яких призводить до розробки математичного і / або програмного продукту, тобто до вирішення поставленої прикладної задачі.

Крім цього, необхідно записати всі вимоги до математичного та програмного забезпечення, які повинні бути враховані при розробці програмного продукту.

2.3 Побудова математичної моделі

Етап математичного опису (побудови математичної моделі) є важливим етапом роботи. Для вирішення поставленого прикладного завдання може використовуватися частково або повністю існуючий математичний опис. Залучення існуючого математичного опису має бути всебічно обґрунтованим з обов'язковим зазначенням літературних джерел. Побудова математичної моделі починається з детального вивчення об'єкта дослідження, опису принципу дії і принципової схеми об'єкта (процесу, апарату, установки і так далі). Проводиться огляд існуючих підходів і математичних описів даного об'єкта. Залучається інформація з різних літературних джерел, а також проектної та патентної документації. Літературний огляд закінчується висновками про можливість використання існуючих математичних описів і / або необхідністю їх додаткової розробки. На наступній стадії роботи вирішується завдання складання, або побудови математичного опису об'єкта з урахуванням вимог, викладених при постановці завдання. Побудова моделі здійснюється за такими етапами: - схематизація і системний аналіз об'єкта, прийняття обґрунтованих припущень; - математичний опис об'єкта; - ідентифікація параметрів моделі; - перевірка адекватності моделі шляхом порівняння експериментальних і розрахункових характеристик. При розробці математичного опису (математичної моделі) розглянутого об'єкта використовуються два основні підходи: теоретичний, при якому за допомогою наукових законів відображається фізико-хімічна сутність об'єкта, і експериментально-статистичний, що відображає формальні залежності в об'єкті за допомогою експериментальних даних, законів теорії ймовірностей і математичної статистики. Після побудови математичної моделі повинен бути проведений її інформаційний аналіз з метою визначення ступеня свободи системи і формулювання математичних завдань, що впливають з постановки.

2.4 Розробка і використання програмного забезпечення

Зміст даного етапу істотно залежить від типу теми КР. У першому випадку розробляється програма на традиційній мові програмування (Python, C ++, Java і т.д.). Лістинг програми наводяться в додатку до пояснювальної

записки. У другому випадку для вирішення задачі моделювання використовуються програмні пакети:

1) Chemcad (імітаційне засіб моделювання хіміко-технологічних процесів);

2) Arduino (апаратно-програмний засіб моделювання систем автоматики і робототехніки);

3) SCADA-програми (інструментальні середовища програмування, Simp Light, Trace Mode і т.д.)

У пояснювальній записці повинні бути відображені наступні питання:

функціональні можливості програми, структура програми, опис розроблених модулів, вікна програми з результатами моделювання.

ПЕРЕЛІК ДОДАТКІВ

До методичних вказівок додаються:

Додаток А – Зразок титульного аркуша курсового проекту;

Додаток Б – Бланк завдання;

Додаток С – Приклад виконання курсового проекту.

Державний вищий навчальний заклад
«Український державний хіміко-технологічний університет»

Факультет комп'ютерних наук та інженерії

(повна назва факультету)

Комп'ютерно-інтегрованих технологій та автоматизації

(повна назва кафедри)

Курсовий проект (робота)

з „ Комп'ютерне моделювання ”

(назва дисципліни)

на тему _____

Виконав: студент 5 курсу, групи _____
напряму підготовки (спеціальності):

151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології

(шифр і назва напряму підготовки (професійна спрямованість), спеціальності)

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

Національна шкала _____

Кількість балів _____ оцінка ECTS _____

(прізвище та ініціали)

Члени комісії

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Дніпро - 2020

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра **Комп'ютерно-інтегрованих технологій та автоматизації**
Дисципліна _____
Напрямок підготовки _____
Спеціальність _____
Курс _____ Група _____ Семестр _____

**ЗАВДАННЯ
на курсовий проект (роботу) студента**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи)

2. Строк здачі студентом закінченого проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент _____
(підпис)

Керівник _____ (підпис) _____ (прізвище, ім'я, по батькові)

«_____» 20__ p.

Державний вищий навчальний заклад
«Український державний хіміко-технологічний університет»

Факультет комп'ютерних наук та інженерії

(повна назва факультету)

Комп'ютерно-інтегрованих технологій та автоматизації

(повна назва кафедри)

Курсовий проект (робота)

з „Комп'ютерне моделювання”

(назва дисципліни)

на тему Комп'ютерне моделювання технологічного процесу синтезу ацетилену з етилену

Виконав: студент 5 курсу, групи _____
напряму підготовки (спеціальності):

151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології

(шифр і назва напрямку підготовки (професійна спрямованість), спеціальності)

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

Національна шкала _____

Кількість балів _____ оцінка ECTS _____

(прізвище та ініціали)

Члени комісії

Дніпро - 2020

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра Комп'ютерно-інтегрованих технологій та автоматизації
Дисципліна Комп'ютерне моделювання

Напрямок підготовки _____
Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Курс 5 Група _____ Семестр _____

ЗАВДАННЯ
на курсовий проект (роботу) студента

Іванов І.І.

(прізвище, ім'я, по батькові)

5. Тема проекту (роботи):

Комп'ютерне моделювання технологічного процесу синтезу ацетилену з етилену

6. Строк здачі студентом закінченого проекту (роботи) _____

7. Вихідні дані до проекту (роботи): **варіант № -----**

сировина етилен ;

вихід ацетилену 300 кг/год

8. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці):

- 1. Параметричний аналіз процесу синтезу ацетилену*
- 2. Розробка імітаційний моделі синтезу ацетилену за допомогою ПК Chemcad*
- 3. Розробка SCADA системи в Simp Light*

7. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Результати розрахунків і графіки в пояснювальній записці

8. Дата видачі завдання

15.09.20

ЗМІСТ

<u>РЕФЕРАТ</u>	18
<u>ВСТУП</u>	19
<u>1. Моделювання технологічного процесу синтезу ацетилену з етилену</u>	19
<u>1.1. Опис технологічного процесу</u>	19
<u>1.1.1. Опис процесу синтезу ацетилену</u>	19
<u>1.1.2. Параметричний аналіз об'єкта управління</u>	20
<u>1.1.3. Вибір інформаційних і керуючих функцій АСУТП</u>	21
<u>1.2. Імітаційне моделювання процесу синтезу ацетилену</u>	22
<u>1.2.1. Параметричний аналіз імітаційної моделі синтезу ацетилену</u>	22
<u>1.2.2. Моделювання процесу синтезу ацетилену з допомогою ПК Chemcad в статичному і динамічному режимі</u>	23
<u>2. Створення проекту синтезу ацетилену з етилену в SCADA Simp Light</u>	25
<u>2.1. Підключення OPC сервера ПК Chemcad до SCADA Simp Light</u>	25
<u>2.2. Програмування технологічного процесу в SCADA Simp Light</u>	26
<u>2.2.1. Опис SCADA Simp Light</u>	26
<u>2.2.2. Підключення і настройка фізичних каналів</u>	26
<u>2.2.3. Побудова мнемосхеми технологічного процесу і прив'язка каналів до графічних компонентів</u>	27
<u>2.2.4. Перевірка спільної роботи ПК Chemcad SCADA Simp Light</u>	28
<u>ВИСНОВКИ</u>	29

РЕФЕРАТ

Курсової роботи на тему „Комп'ютерне моделювання процесу синтезу ацетилену з етилену”

Робота містить: 14 с., 7 рис., 5 табл., 22 джерела.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ОБ'ЄКТ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ, ПРОЕКТУВАННЯ, ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, СКАДА.

Мета роботи – аналіз та оцінка впливу технологічних параметрів процесу синтезу ацетилену на його вихід за допомогою комп'ютерного моделювання.

Об'єкт дослідження – об'єкт хімічної технології (процес синтезу ацетилену з етилену).

Проведено комп'ютерне моделювання технологічного процесу синтезу ацетилену з етилену в моделюючій системі ChemStations ChemCAD. Створено модель показників, що дозволяє оцінити вплив параметрів процесу на оптимальний вихід продукту. Встановлено зв'язок між оптимальною температурою синтезу і кількістю виходу ацетилену. Встановлено настройки ПІД-регулятора в режимі стабілізації.

Для створення системи контролю та управління синтезу ацетилену був створений проект в SCADA Simp Light, котрий дозволяє в реальному часі вивчати вплив технологічних параметрів на хід процесу.

ВСТУП

Особливістю сучасних процесів хімічної технології, що протікають з високими швидкостями при високих температурах і тисках в багатофазних системах, є їх складність. Ця складність проявляється в значному числі і різноманітні параметрів, що визначають перебіг процесів, у великому числі внутрішніх зв'язків між параметрами, в їх взаємному впливі. Тому вдається лише скласти систему диференціальних рівнянь для їх опису та встановити умови однозначності. Вирішити ці рівняння відомими в математиці методами зазвичай не уявляється можливим. В даний час в подібних випадках використовують програмні комплекси, що дозволяють моделювати різні хіміко-технологічні процеси для вирішення завдань дослідження і проектування. Одним з таких комплексів є ПК ChemCad.

Програма ChemCad це інструментальні засоби математичного моделювання як хіміко-технологічних систем, так і окремих апаратів. ChemCad має модульну структуру і складається з системного і функціонального наповнень, що представляють собою кошти і об'єкти розрахунку, а також баз даних і інтерфейсу користувача, що володіє потужними графічними можливостями. За допомогою вбудованого OPC-сервера можна здійснити пряму передачу даних SCADA-системі для візуалізації і управління досліджуваного процесу. У даній роботі в якості SCADA була обрана Simp Light.

Програмне забезпечення SCADA SimpLight призначене для побудови систем управління та диспетчеризації для різних автоматизованих об'єктів. Система SCADA Simp Light дозволяє збирати дані з будь-яких OPC DA серверів, а також створювати власні, вільно настроювані віртуальні канали. Система SCADA Simp Light містить в собі безліч різних індикаторів, задатчиків та інших графічних об'єктів, за допомогою яких можна побудувати мнемосхеми будь-якої складності для ефективного моніторингу та диспетчеризації технологічних процесів. Крім того, безкоштовна версія SIMP Light підтримує всі основні функції і 32 каналу введення-виведення.

1 Моделювання технологічного процесу синтезу ацетилену з етилену

1.1 Опис технологічного процесу

1.1.1 Опис процесу синтезу ацетилену

Ацетилен – безбарвний газ, який слабо розчиняється у воді і легший за повітря. Ацетилен належить до класу газів алкінів і являє собою ненасичений вуглеводень, що має потрійний зв'язок між атомами. Ацетилен (C_2H_2) утворюється при нагріванні найпростіших вуглеводнів – метану, етану і етилену – до високих температур, а також при сухій перегонці багатьох органічних речовин. Ацетилен був відкритий в 1836 р. Деві.

В даному процесі джерелом сировини для синтезу ацетилену є етилен. Він являє собою безбарвний газ, що володіє слабким, ледь відчутним запахом. Уже при температурах вище 350°C етилен частково розкладається на метан і ацетилен. При підвищених температурах близько 1000°C дисоціює головним чином на ацетилен і водень:



Ацетилен, в свою чергу також, при підвищених температурах розкладається на вуглець і водень за реакцією:



Таким чином вихід продукту (ацетилену) залежить не тільки від кількості етилену, але і від кінетичних і термодинамічних параметрів реакцій (1) і (2).

1.1.2 Параметричний аналіз об'єкта управління

Об'єктом управління є кінетичний реактор ідеального змішування. Етилен подається в реактор через регулюючий клапан, керований ПІД регулятором. Температуру реакції можна задавати у вхідному потоці, або через параметри реактора. Тиск потоку постійний. ПІД регулятор має три параметри: РВ – зворотний коефіцієнт пропорційності, Ті – час інтегрування і Тd – константа диференціювання.

Табл. 1.1

Норми технологічного режиму

Найменування обладнання	Назва технологічних параметрів	Одиниця вимірювання	Номінальне значення	Допустиме відхилення
1	2	3	4	5
Клапан регулюючий	положення клапана	%	0-100	± 1
	температура вхідного потоку	$^{\circ}\text{C}$	25	± 5
	тиск вхідного потоку	атм	1	± 5
	вихідний тиск	атм	0.9	± 5
ПІД регулятор	установка виходу ацетилену	кг/час	300	$\pm 0,02$
	* коефіцієнт пропорційності	б/р	5000	± 2
	* час інтегрування	хв	1	$\pm 0,05$
	* константа диференціювання	хв	1	$\pm 0,05$
Реактор	вихід етилену	кг/час	300	$\pm 0,1$
	вихід ацетилену	кг/час	300	$\pm 0,1$
	вихід водню	кг/час	300	$\pm 0,1$
	вихід вуглецю	кг/час	300	$\pm 0,1$

* – початкові значення

1.1.3 Вибір інформаційних і керуючих функцій АСУТП

Основним завданням регулювання є стабілізація кількості ацетилену на виході реактора.

- Контролю підлягають всі вхідні і вихідні параметри реактора і обладнання.
- Інформаційні функції повинні виконуватись в автоматичному режимі, а функції керування – в двох режимах: автоматичному та ручному дистанційному.

Всі параметри зведені в табл. 1.2.

Табл. 1.2

Перелік задач контролю та керування технологічним процесом

Найменування обладнання	Назва технологічних параметрів	Одиниця вимірювання	Номинальне значення	Інформаційні функції			Керуючі функції		
				Відображення	Реєстрація	Сигналізація	Регулювання	Логічне керування	Ручне керування
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Клапан регулюючий	положення клапана	%	–	+	–	+	+	–	+
	температура вхідного потоку	°C	–	+	+	–	–	–	+
	тиск вхідного потоку	атм	1	+	–	–	–	–	+
	вихідний тиск	°C	0.9	+	–	–	–	–	+
ПІД регулятор	установка виходу ацетилену	кг/час	–	+	–	+	+	+	+
	* коефіцієнт пропорційності	–	5000	+	–	–	–	–	+
	* Час інтегрування	хв	1	+	–	–	–	–	+
	* Константа диференціювання	хв	1	+	–	–	–	–	+
Реактор	вихід етилену	кг/час		+	+	+	–	–	–
	вихід ацетилену	кг/час		+	+	+	–	–	–
	вихід водню	кг/час		+	+	+	–	–	–
	вихід вуглецю	кг/час		+	+	+	–	–	–

1.2 Імітаційне моделювання процесу синтезу ацетилену

1.2.1 Параметричний аналіз імітаційної моделі синтезу ацетилену

Відповідно до завдання вибираємо кінетичний реактор поз.1 на рис. 1.1.

Для автоматичної стабілізації кількості ацетилену на виході реактора вибираємо ПД-регулятор поз.2 і регулюючий клапан поз.3.

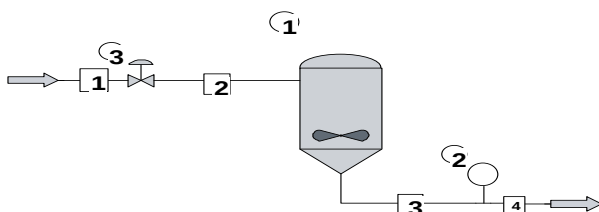


Рис. 1.1. Технологічна схема синтезу ацетилену

Параметри обраного обладнання зведені в табл.1.3,1.4,1.5

Табл. 1.3

Параметри ПД регулятора	
Activate controller	+
Setpoint	300
PB*	5000
Ti*	1
Td*	1
Controlvalve ID	3
Variable Min	250
VariableMax	400
Ctrl input min, ma	4
Ctrl input max, ma	20
ControlValve	3

*початкові значення

Табл. 1.4

Параметри кінетичного реактора		
Число реакцій	2	
Тип реакції	ідеального змішування	
Температурний режим	ізотермічний	
Параметри реакцій (відповідно до завдання)		
Номер реакції	Предекспонента	Енергія активації МДж/кг
1	2e+011	65000
2	8e+012	87000

Табл. 1.5

Параметри клапана	
Cv	800
Вихідний тиск	0.9
Режим роботи	фіксований потік
Закон регулювання	лінійний
Вихідний тиск	0.9 атм

Компоненти реакцій синтезу ацетилену:		
вхідний потік	вихідний потік	
Етилен/ethene (C ₂ H ₄)	Ацетилен/acetylene (C ₂ H ₂)	
	Водень/hydrogen (H ₂)	
	Вуглець/carbon (C)	
вхідний потік (початкові параметри)		
Етилен/ethene (C ₂ H ₄)	600	кг/год
Температура	25	°C
Тиск	1	атм

1.2.2 Моделювання процесу синтезу ацетилену з допомогою ПК Chemcad в статичному і динамічному режимі

Для перевірки працездатності створеної моделі перевіряємо її в статичному режимі. Вхідне значення кількості етилену задаємо 1500 кг/год. При цьому, на виході реактора кількість ацетилену становить 900 кг/год, що значно більше заданого. Тому подальші дослідження моделі проводимо в динамічному режимі з установкою по виходу ацетилену 300 кг/год, при не оптимальній температурі синтезу 900°C.

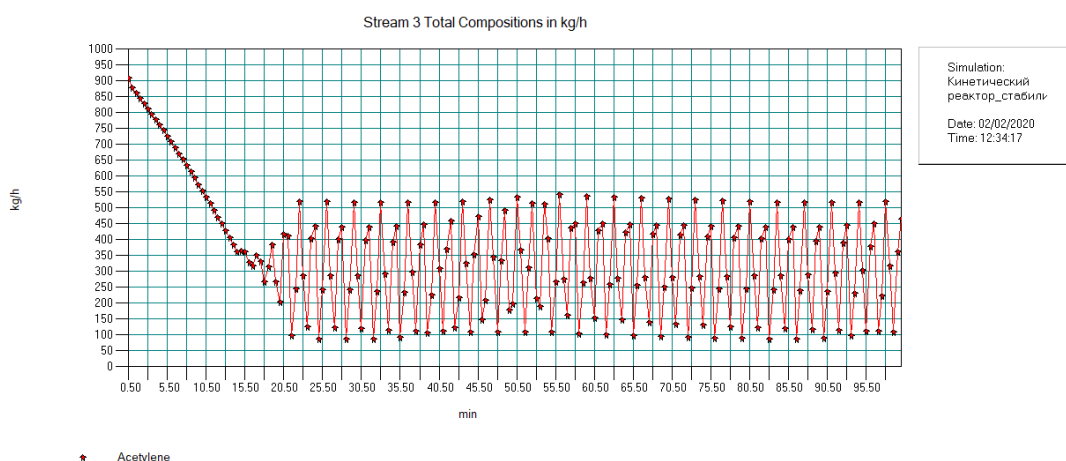


Рис. 1.2 Вихід ацетилену при початкових значеннях ПД - регулятора

На рис. 1.2 показаний результат розрахунку моделі з початковими параметрами ПД-регулятора, зазначеними в табл. 2.3. Як видно з рисунка, вихідне значення ацетилену носить нестійкий періодичний характер, що вказує на неправильні значення коефіцієнтів

ПД-регулятора. Аналіз і обробка отриманих даних за методикою [1] дозволила встановити оптимальні значення зазначених коефіцієнтів:

$$PB = 10000$$

$$Ti = 0.5$$

$$Td = 0.5$$

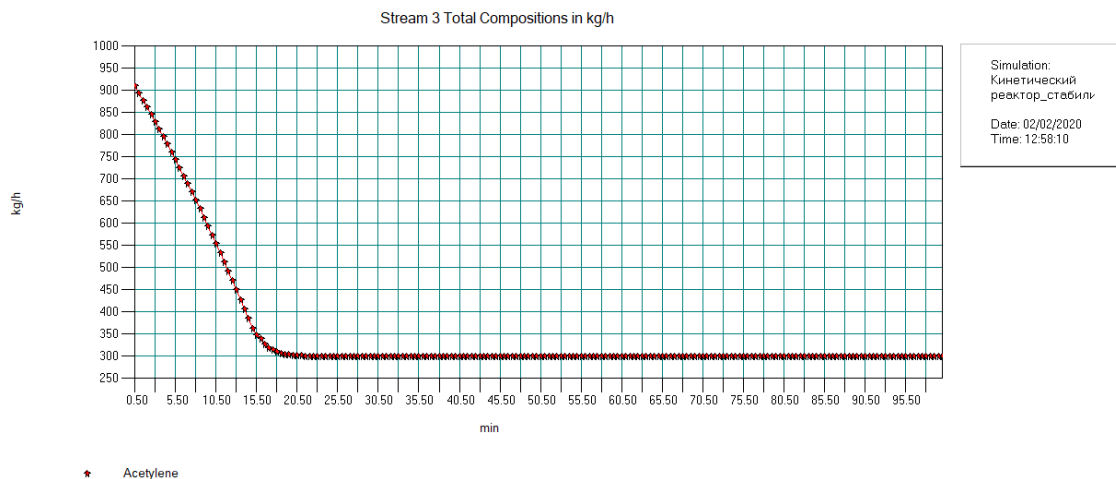


Рис. 1.3 Вихід ацетилену при уточнених значеннях ПД-регулятора

Результати, представлені на рис. 1.3, показують, що вихід ацетилену збігається з заданим (300 кг/год) і носить стійкий характер. Кількість етилену на вході реактора при цьому становить 592.863 кг/год.

Для вивчення впливу температури синтезу в моделі був проведений розрахунок в режимі Sensitivity Study. Як видно з рис. 1.4, вихід ацетилену носить явно екстремальний характер, причому оптимальна температура для заданої кількості етилену 1500 кг/год становить близько 900°C.

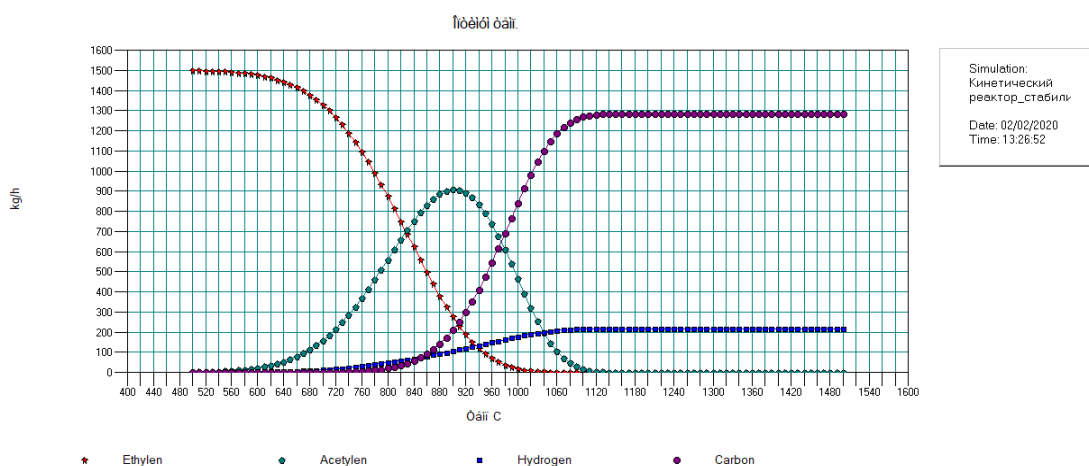


Рис. 1.4. Кількість компонентів на виході реактора від температури синтезу при кількості ацетилену на вході в реактор 1500 кг/год

Розрахунки показали, що оптимальна температура змінюється зміною заданого виходу продукту по ацетилену. Тому, для більш детального уточнення оптимальної температури, був проведений розрахунок в режимі Optimization. В результаті встановлено, що оптимальна температура синтезу для вхідного потоку ацетилену 592.863 кг/год становить 840,9⁰С. При цьому вихід ацетилену становить 386 кг/год .

Приклад розрахунку:

Final Results:

Independent Variables in User Specified Engineering Units:

Temp	X[0] =	Initial Value 5.000000e+002	Final Value 8.409078e+002
Objective Function		Initial Value 1.787833e+000	Final Value 3.859962e+002

No. of SQP iterations = 7
No. of function calls = 18

2 Створення проекту синтезу ацетилену з етилену в SCADA Simp Light

2.1 Підключення OPC сервера ПК Chemcad до SCADA Simp Light

ПК "CHEMCAD" дозволяє обмінюватися даними з іншими програмами різними способами. Це економить час, зусилля і можливість усунення помилок натискання клавіш і пропусків даних. У деяких випадках ці інтерфейси даних можуть дозволити CHEMCAD безпосередньо підключатися до інформаційних систем підприємства для запуску моделювання без участі людини. Для спільної роботи ПК "Chemcad" і різними SCADA системами є інтерфейс OPC, який дозволяє будь-якому клієнтському застосуванню OPC отримувати доступ до значень в моделюванні CHEMCAD. Після створення імітаційної моделі необхідно підключити OPC сервер. Щоб включити OPC в CHEMCAD, необхідно вибрати Tools> Options> preferences> Connections> OPC і потім встановити прапорець Enable OPC Server і натисніть ОК. Після цього CHEMCAD реєструє OPC-сервер з ім'ям CHEMCAD.SimulationServer.1 на комп'ютері.

Після завантаження симуляції, всі властивості потоку цієї симуляції, а також параметри і змінні UnitOp, автоматично публікуються у вигляді тегів в просторі імен сервера OPC.

2.2 Програмування технологічного процесу в SCADA Simp Light

2.2.1 Опис SCADA Simp Light

Для спільної роботи з ПК "CHEMCAD" була обрана SCADA Simp Light через простоту настройки і безкоштовного користування до 32 тегів.

SIMP Light - це інтегрований пакет підтримки АСУТП, призначений для візуального представлення, моделювання та моніторингу фізичних і віртуальних пристроїв, підключених до комп'ютера з метою забезпечення автоматизації, або емуляції технологічних процесів. • SIMP Light надає зручний інтерфейс для безперервного збору первинної інформації від пристроїв нижнього рівня, а також зберігає дані в форматах, зручних для математичної обробки. • SIMP Light дозволяє розробляти і редагувати мнемосхеми пристроїв нижнього рівня будь-якої складності, а також автоматизувати ведення моніторингу аварій і контролю квітрованія (виходу значення за встановлені межі) в технологічних процесах. Основними перевагами пакету SIMP Light є простота налаштувань, зручність використання і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

Пакет SIMP Light складається з декількох взаємодоповнюючих функціональних модулів:

- Редактор каналів
- Монітор
- Редактор мнемосхем
- Модуль перегляду графіків
- Менеджер проектів

2.2.2 Підключення і настройка фізичних каналів

Для реалізації безпосереднього управління з SCADA симуляцією техпроцесу в ПК "CHEMCAD" необхідно додатково встановити командні теги для запуску симуляції. Це дозволить проводити як стаціонарне, так і динамічне моделювання. Таким чином, будуть доступні наступні команди:

- Run Dynamic - запускається динамічне моделювання. Повернення 0 вказує на успіх; значення -1 вказує на збій.
- Stop Simulation - зупиняє динамічне моделювання. Повернення 0 вказує на успіх; значення -1 вказує на збій.

- Dynamic One Step - виконується один часовий крок динамічного моделювання.

Повернення 0 вказує на успіх; значення -1 вказує на збій.

- Оновлення - сервер повідомляє CHEMCAD оновити всі дані, відправлені на сервер OPC.

- Відновлення в початковий стан - сервер повертає динамічне моделювання в нуль часу. Повернення 0 вказує на успіх; значення -1 вказує на збій.

- Установка початковий стан - встановлює поточні умови процесу як умови з нульовим часом, переписуючи попередні умови з нульовим часом. Повернення 0 вказує на успіх; значення -1 вказує на збій.

- DynamicTimeinMinutes - звіт динамічного моделювання в хвиликах.

Всі перераховані вище команди згруповані в списку активних каналів в одну папку під назвою "Управління", див. рис. 2.1. Решта фізичних каналів описуються відповідно до табл. 1.3 і 1.5.

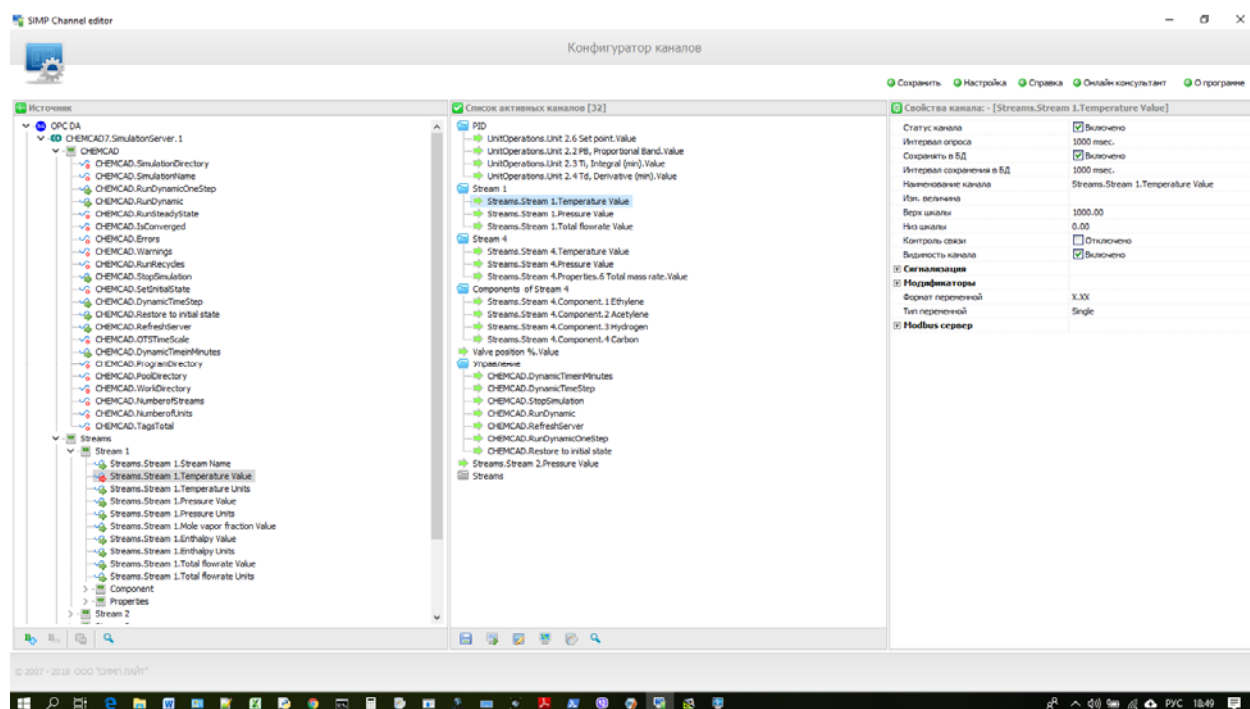


Рис. 2.1. Налаштування конфігуратора каналів

2.2.3. Побудова мнемосхеми технологічного процесу і прив'язка каналів до графічних компонентів

Після налаштування конфігуратора каналів і перевірки в режимі "тест", була побудована мнемосхема технологічного процесу з прив'язкою каналів з відповідними графічними компонентами, рис. 2.2. На мнемосхемі розташовані елементи обладнання, з відповідними

індикаторами технологічних даних (температури, тиску, витрата компонентів в різних трубопроводах, панель управління процесом і коефіцієнти настройки ПІД-регулятора. Крім того, передбачено графічне відображення проходження процесу в часі. Таким чином, з допомогою системи можливо не тільки спостерігати за проходженням технологічного процесу, а й оперативно змінювати його хід.

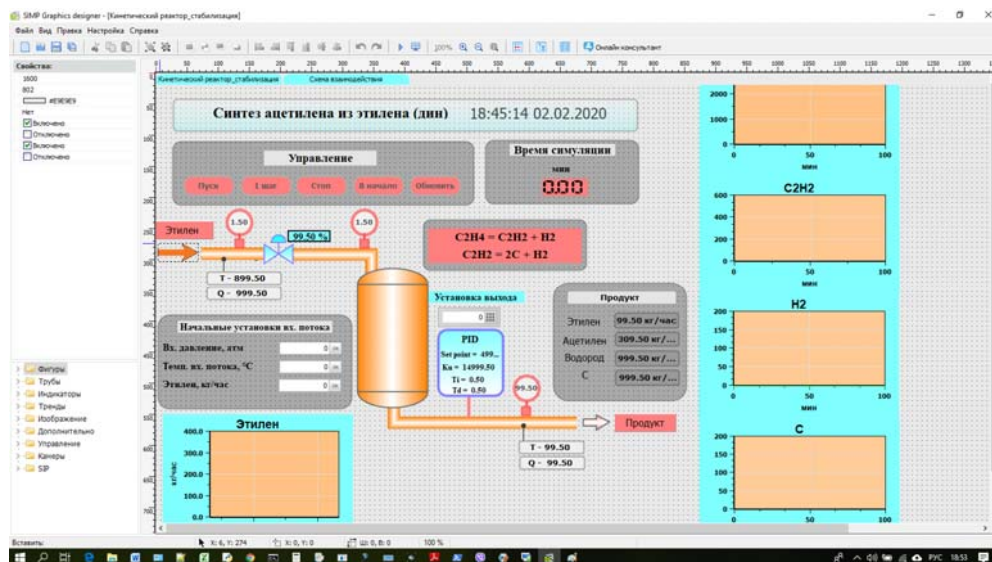


Рис. 2.2. Налаштування мнемосхеми технологічного процесу синтезу ацетилену

2.2.4 Перевірка спільної роботи ПК Chemcad SCADA Simp Light

Запуск спільної роботи ПК Chemcad SCADA може здійснюватися двома способами:

- натисканням кнопки Run з Chemcad
- з панелі управління SCADA

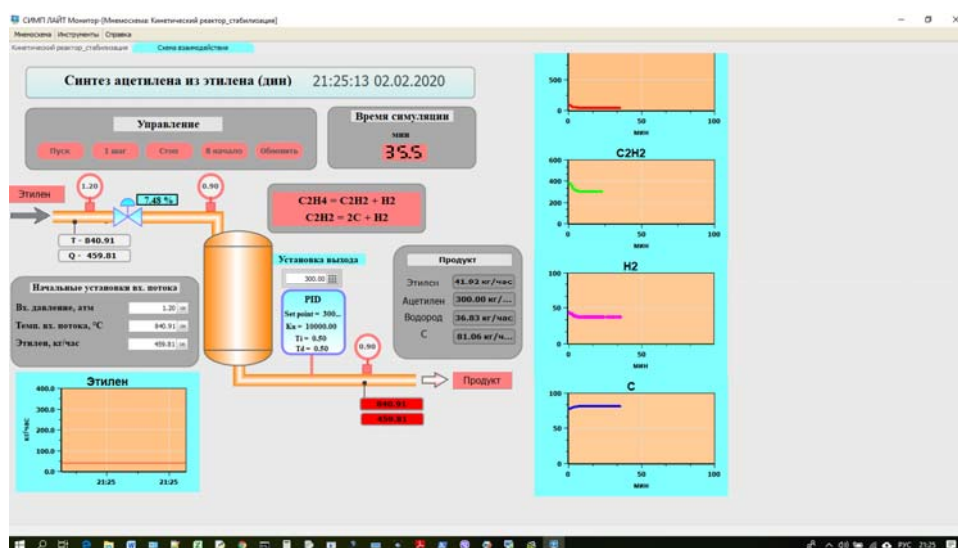


Рис. 2.3. Візуалізація роботи SCADA Simp Light після запуску ПК Chemcad

ВИСНОВКИ

1. Вихідна модель в режимі стабілізації кількості ацетилену на виході реактора носить нестійкий характер. Необхідно проводити додаткові розрахунки щодо налаштування коефіцієнтів ПІД-регулятора.
2. Оптимальна температура синтезу ацетилену залежить від його заданої кількості, тому необхідно проводити оптимізацію процесу з урахуванням продуктивності реактора.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Литовка, Ю.В. Получение оптимальных проектных решений и их анализ с использованием математических моделей : учебное пособие /Ю.В. Литовка. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 160 с. – 200 экз.
2. Руководство пользователя: ПМП ХЕМКАД SS-DYNAMICS. Моделирование динамики протекания технологических процессов: учебн. / под ред. Т.Н. Гартман. – М., 2009. – 104 с.
3. Софиева, Ю.Н., Теория управления[Текст]: Текст лекций / Ю.Н. Софиева, А.Э. Софиев. – М.: МГУИЭ, 2002. – 184 с.