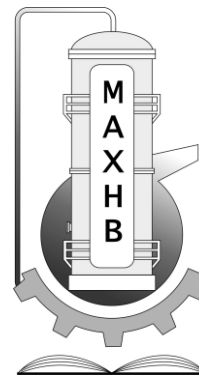


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

**кредитного модуля
«Процеси перенесення в обладнанні хімічних виробництв-1.
Процеси нафтопереробних виробництв»**

напряму 6.050503 **Машинобудування**

спеціальності 8.05050315 **“Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів”**

форма навчання **денна**

Київ-2015

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів за спеціальності 8.05050315 “Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів”, освітньо-кваліфікаційного рівня магістр з кредитного модуля “Процеси перенесення в обладнанні хімічних виробництв-1. Процеси нафтопереробних виробництв”: [Електронний ресурс] / НТУУ „КПІ”; уклад. А. Р. Степанюк. – Київ: НТУУ „КПІ”, 2015. 14 с.

*Гриф надано Вченою радою
інженерно-хімічного факультету НТУУ „КПІ”
(Протокол № 5 від 25 травня 2015 р.)*

Для студентів інженерно-хімічного факультету.

Відповідальний редактор Корнієнко Ярослав Микитович, професор, д.т.н,

Рецензент:

Корінчук Дмитро Миколайович, пр..н.с. ІТТФ НАН України, к.т.н.
Сокольський Олександр Леонідович, доцент, к.т.н.

Навчальне видання

Степанюк Андрій Романович

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
за спеціальності 8.05050315 “Обладнання хімічних виробництв і
підприємств будівельних матеріалів”
освітньо-кваліфікаційного рівня магістр
кредитного модуля
«Процеси перенесення в обладнанні хімічних виробництв-1.
Процеси нафтопереробних виробництв»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

кредитного модуля «Процеси перенесення в обладнанні хімічних виробництв-1. Процеси нафтопереробних виробництв»

Для студентів за напрямом підготовки 6.050503 Машинобудування, спеціальністю 8.05050315 “Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів”, освітньо-кваліфікаційного рівня магістр, за денною формою навчання, складена відповідно до програми навчальної дисципліни «Процеси перенесення в обладнанні хімічних виробництв»

Кредитний модуль «Процеси перенесення в обладнанні хімічних виробництв -1. Процеси нафтопереробних виробництв» є частиною навчальної дисципліни «Процеси перенесення в обладнанні хімічних виробництв».

Код дисципліни в структурно-логічній схемі – ЗП-05.

Міждисциплінарні зв'язки: навчальній дисципліні «Процеси перенесення в обладнанні хімічних виробництв» передують навчальні дисципліни: «Теоретичні основи теплотехніки», «Гідравліка, гідро- та пневмопривід», «Процеси, апарати і машини галузі», «Основи хімічної інженерії»

Навчальна дисципліна «Процеси перенесення в обладнанні хімічних виробництв» забезпечує виконання розділів магістерської дисертації

1. Мета та завдання кредитного модуля

1.1. Мета навчальної дисципліни.

Метою курсового проекту є практичне застосування комплексу знань, умінь, навиків в частині проектування машин та апаратів процесів глибокої переробки нафти. Відповідно до мети підготовка спеціалістів вимагає формування наступних здатностей:

- володіння методами вибору типів машин та апаратів процесів глибокої газо-нафтопереробки;
- володіння методами вибору конструкцій між існуючими аналогами машин та апаратів процесів глибокої газо- нафтопереробки;
- володіння здатністю конструктивного оформлення машин та апаратів процесів глибокої газо- нафтопереробки.

1.2. Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

- обґрунтування модернізації та вдосконалення (модернізація) (оновлювання, переоснащення) апаратурного оформлення процесів глибокої переробки органічних газо- нафтомісних середовищ
- забезпечування виконання технологічних параметрів, витрат у обладнанні глибокої переробки органічних газо- нафтомісних середовищ
- прогноз можливих аварійних ситуацій при перебігу процесів у обладнанні глибокої переробки органічних газо- нафтомісних середовищ
- виконання креслень технологічних схем блоків, секцій, установок, комплексів газо-нафтопереробного обладнання

уміння:

- застосовуючи наукові положення процесів та апаратів хімічної технології і газо-нафтопереробки обґрунтовувати (обирати) технологічні схеми та визначати (обраховувати) параметри апаратів та машин

- користуючись положеннями нормативної літератури, результатами огляду сучасних літературних джерел та наукових досліджень, визначати необхідність впровадження нових процесів або модернізації обладнання газо- нафтопереробки
- застосовуючи наукові положення процесів та апаратів хімічної технології і газо-нафтопереробки модернізувати (оновлювати, переоснащувати) технологічні лінії та вдосконалювати апаратне оформлення процесів газо- нафтопереробки
- застосовуючи наукові положення процесів та апаратів хімічної технології і газо-нафтопереробки моделювати процеси газо- нафтопереробки

досвід:

- проектний або перевірочний розрахунок глибокої газо- нафтопереробки;
- конструктивний розрахунок глибокої газо- нафтопереробки.

2. Структура кредитного модуля

Всього		Розподіл навчального часу за видами занять				Семестрова атестація
Кредитів	Годин	Лекційні заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)	СРС	
4,5	162	27		18	117	залік

3. Організація навчального процесу

Особливістю навчального процесу у весняному семестрі є його організація за дистанційною формою навчання у перші вісім тижнів.

Календарно-тематичний план засвоєння навчальної дисципліни

Тиж день	Зміст навчальної роботи
1	Лекція 1. (Моделювання процесів термічного крекінгу. Моделювання процесів вісбрекінгу.) Комп'ютерний практикум 1. Частина 1-1. Моделювання процесів в реакторі термокаталітичного крекінгу. Тепловий та матеріальний баланс.
2	Лекція 2. (Моделювання процесів виробництва коксу.)
3	Лекція 3. (Моделювання процесів термокаталітичного крекінгу.) Комп'ютерний практикум 2. Частина 1-2. Моделювання процесів в регенераторі термокаталітичного крекінгу. Визначення геометричних розмірів реактора та циклонів.
4	Лекція 4. (Моделювання процесів термокаталітичного крекінгу.)
5	Лекція 5. (Моделювання процесів гідроочистки дистиляційних фракцій.) Комп'ютерний практикум 3. Частина 2-1. Моделювання процесів у фракціовальній колоні. Тепловий та матеріальний баланси. Визначення параметрів укріплюючої та відгонної частини
6	Лекція 6. (Моделювання процесів гідрокрекінгу) Комп'ютерний практикум 4. Частина 2-2. Моделювання процесів у фракціовальній колоні. Визначення розмірів колоні.
7	Лекція 7. (Моделювання процесів газофракціювання. Моделювання процесів газофракціювання для насичених вуглеводнів.)
8	Лекція 8. (Моделювання процесів газофракціювання. Моделювання процесів газофракціювання для ненасичених вуглеводнів.) Комп'ютерний практикум 5. Моделювання процесів в реакторі-алкилаторі
9	Лекція 9. (Моделювання процесів алкилювання нафтових газів.) Комп'ютерний практикум 4. Моделювання процесів в реакторі-алкилаторі.

Тижень день	Зміст навчальної роботи
10	Лекція 10. (Моделювання процесів полімеризації та модифікації вуглеводневих газів.)
11	Лекція 11. (Моделювання процесів фурфурольного очищення газойлів.) Комп'ютерний практикум 6. Моделювання процесів в реакторі-полімеризаторі.
12	Лекція 12. (Моделювання процесів каталітичної демаркапталізація.)
13	Лекція 13. (Моделювання процесів виробництва олів) Комп'ютерний практикум 7. Частина 7-1. Моделювання процесів у відпарній ректифікаційній колоні. Матеріальний та тепловий баланс.
15	Комп'ютерний практикум 8. Частина 7-2. Моделювання процесів у відпарній ректифікаційній колоні. Визначення числа тарілок.
17	Комп'ютерний практикум 7. Частина 7-3. Моделювання процесів у відпарній ректифікаційній колоні. Визначення геометричних розмірів колоні.
18	Залік

На початку семестру студенти мають за своїм логіном і паролем увійти до електронного кампусу й отримати Методичні вказівки та Конспект лекцій.

Рекомендується щотижня засвоювати навчальний матеріал однієї лекції відповідно до календарно-тематичного плану та перевірити ступінь засвоєння навчального матеріалу, відповівши на контрольні запитання (провести тестування).

З метою формування умінь з кредитного модуля «Процеси перенесення в обладнанні хімічних виробництв-1. Процеси нафтопереробних виробництв» та поглиблення знань студентів, розвитку досвіду самостійної роботи передбачається виконання індивідуального семестрового завдання у вигляді звіту з самостійної роботи Перелік тем викладено у розділах 4 та 5 та у додатку А.

Рекомендації щодо виконання та оформлення звіту з самостійної роботи надано у Додатку Б. Роботи подаються згідно вимог, викладених у додатку Б, зброшуровані та підписані студентом.

4. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	Розділ 1. Моделювання термічних процесів глибокої переробки нафти.
	Тема 1.1. Моделювання процесів термічного крекінгу.
1	Вступ. Аналізується моделювання процесів термічного та термокаталітичного крекінгу. Викладаються загальні поняття та класифікація термічних процесів. Аналізується сировина, кінцевий продукт. Аналізуються технологічні схеми процесу. Аналізується моделювання процесів вісбрекінгу. Обґрунтовується призначення процесу. Аналізується сировина та кінцевий продукт переробки. Наводиться аналіз технологічних схем процесу, конструкцій і принципу дії основних видів установок вісбрекінгу.
	Література [1, 2, 3, 4].
	Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних видів апаратів процесів термічного крекінгу.
	Література [1, 2, 3, 4].
	Тема 1.2. Моделювання процесів виробництва коксу.
2	Аналізується моделювання процесів виробництва коксу. Аналізується сировина, яка використовується та її характеристики. Обґрунтовується призначення коксу. Наводиться аналіз технологічних схем процесу, конструкцій і принципу дії основних видів установок коксування.
	Література [1, 2, 3, 4].
	Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних видів апаратів процесів коксування.

	Література [1, 2, 3, 4].
	Розділ 2. Моделювання термокаталітичних процесів нафтопереробки
	Тема 2.1. Моделювання процесів термокаталітичного крекінгу.
3	Аналізується моделювання процесів термокаталітичного крекінгу. Наводяться основні характеристики каталізаторів, отрути й забруднювачі каталізаторів. Аналізується процес каталітичного крекінгу. Наводиться аналіз технологічних схем процесу, конструкції і принцип дії основних видів установок термокаталітичного крекінгу.
	Література [1, 2, 3, 4].
	Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних видів апаратів для процесів термокаталітичного крекінгу.
	Література [1, 2, 3, 4].
	Тема 2.2. Моделювання процесів каталітичного риформінгу.
4	Аналізується моделювання процесів каталітичного риформінгу. Аналізується сировина та її характеристики. Обґрунтовується необхідність очистки сировини. Аналізуються каталізatori процесу риформінгу, отрути каталізаторів та боротьба з забрудненням каталізатора. Наводиться аналіз технологічних схем процесу, конструкції і принцип дії основних видів установок риформінгу.
	Література [1, 2, 3, 4].
	Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів риформінгу
	Література [1, 2, 3, 4].
	Тема 2.3. Моделювання процесів гідроочистки дистиляційних фракцій.
5	Аналізується моделювання процесів гідроочистки дистиляційних фракцій. Наводяться фізико-хімічні основи процесу гідроочистки. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються каталізatori, сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми.
	Література [1, 2, 3, 4]
	Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів гідроочистки
	Література [1, 2, 3, 4].
	Тема 2.4. Моделювання процесів гідрокрекінгу.
6	Аналізується моделювання процесів газофракціювання. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу газофракціювання. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу, газофракціювання насичених вуглеводнів. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу, газофракціювання ненасичених вуглеводнів. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми.
	Література [1, 2, 3, 4]
	Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів газофракціювання насичених вуглеводнів
	Література [1, 2, 3, 4]
	Розділ 3. Моделювання процесів переробки нафтових газів.
	Тема 3.1. Моделювання процесів газофракціювання.
7	Аналізується моделювання процесів газофракціювання. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу газофракціювання. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу, газофракціювання насичених вуглеводнів. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми.
	Література [1, 2, 3, 4]
	Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів газофракціювання насичених вуглеводнів
	Література [1, 2, 3, 4]
8	Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу, газофракціювання ненасичених вуглеводнів. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми.

	Література [1, 2, 3, 4]
	Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів газофракціювання ненасичених вуглеводнів
	Література [1, 2, 3, 4]
	Тема 3.2. Моделювання процесів алкилювання нафтових газів.
9	Аналізується моделювання процесів алкилювання нафтових газів. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу сірчаноокислого алкілювання. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються сировина, продукція. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу фтороводневого алкілювання. Наводиться типові технологічні схеми. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми.
	Література [1, 2, 3, 4]
	Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів газофракціювання ненасичених вуглеводнів
	Література [1, 2, 3, 4]
	Тема 3.3. Моделювання процесів полімеризації та модифікації вуглеводневих газів.
10	Аналізується моделювання процесів полімеризації та модифікації вуглеводневих газів. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу полімеризації. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються сировина, продукція. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу ізомеризації парафінових вуглеводнів. Наводиться типові технологічні схеми. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми.
	Література [1, 2, 3, 4]
	Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів полімеризації та модифікації вуглеводневих газів
	Література [1, 2, 3, 4]
	Розділ 4. Моделювання процесів очищення рідких палив.
	Тема 4.1. Моделювання процесів фурфурольного очищення газойлів.
11	Аналізується моделювання процесів фурфурольного очищення газойлів. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу фурфурольного очищення газойлів. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми.
	Література [1, 2, 3, 4]
	Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів фурфурольного очищення газойлів
	Література [1, 2, 3, 4]
	Тема 4.2. Моделювання процесів каталітичної демаркапталізація.
12	Аналізується моделювання процесів каталітичної демаркапталізації. Наводяться фізико-хімічні принципи процесу каталітичної демаркаптанізації. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми.
	Література [1, 2, 3, 4]
	Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів каталітичної демаркапталізації
	Література [1, 2, 3, 4]
	Розділ 5. Моделювання процесів виробництва олив.
	Тема 5.1. Моделювання процесів виробництва олив.
13	Аналізується моделювання процесів виробництва олив. Наводяться фізико-хімічні принципи екстракційних та сорбційних та гідрогенізаційних процесів виробництва олив. Наводиться аналіз типових технологічних схем процесу. Аналізуються сировина, продукція та апаратурне оформлення технологічної схеми.
	Література [1, 2, 3, 4]
	Завдання на СРС: Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів

	виробництва олив
	Література [1, 2, 3, 4]
14	Залік

5. Практичні заняття

Відсутні.

6. Комп'ютерний практикум

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
	Розділ 2. Термокаталітичні процеси нафтопереробки
	Тема 2.1. Процеси термокаталітичного крекінгу.
1	Моделювання процесів в реакторі термокаталітичного крекінгу. Тепловий та матеріальний баланс. Література 5. СРС: підготувати Тема 2.1. Процеси термокаталітичного крекінгу. Література 1-5
2	Моделювання процесів в регенераторі термокаталітичного крекінгу. Визначення геометричних розмірів реактора та циклонів. Література 5. СРС: підготувати Тема 2.1. Процеси термокаталітичного крекінгу. Література 1-5
	Розділ 3. Процеси переробки нафтових газів.
	Тема 3.1. Процеси газофракціювання
3	Моделювання процесів у фракціювальній колоні. Тепловий та матеріальний баланс. Визначення параметрів укріплюючої та відгонної частини Література 5. СРС: підготувати Тема 3.1. Процеси газофракціювання. Література 1-5
4	Моделювання процесів у фракціювальній колоні. Визначення розмірів колоні. Література 5. СРС: підготувати Тема 3.1. Процеси газофракціювання. Література 1-5
	Тема 3.2. Процеси алкилювання нафтових газів.
5	Моделювання процесів в реакторі-алкилаторі Література 5. СРС: підготувати Тема 3.2. Процеси алкилювання нафтових газів. Література 1-5
	Тема 3.3. Процеси полімеризації та модифікації вуглеводневих газів..
6	Моделювання процесів в реакторі-полімеризаторі Література 5. СРС: підготувати Тема 3.3. Процеси полімеризації та модифікації вуглеводневих газів. Література 1-5
	Розділ 5. Процеси виробництва олив.
	Тема 5.1. Процеси виробництва олив
7	Моделювання процесів у відпарній ректифікаційній колоні. Матеріальний та тепловий баланс. Література 5. СРС: підготувати Тема 4.1. Процеси виробництва олив Література 1-5
8	Моделювання процесів у відпарній ректифікаційній колоні. Визначення числа тарілок. Література 5. СРС: підготувати Тема 4.1. Процеси виробництва олив Література 1-5

9	Моделювання процесів у відпарні ректифікаційній колоні. Визначення геометричних розмірів колони.
	Література 5.
	СРС: підготувати Тема 4.1. Процеси виробництва олив
	Література 1-5

7. Оцінювання результатів навчання

Проводиться згідно Положення про РСО до кредитного модуля «Процеси перенесення в обладнанні хімічних виробництв-1. Процеси нафтопереробних виробництв».

8. Контакти із викладачем

Спілкування з викладачем проводиться на лекційних заняттях, комп'ютерних практикумах, консультаціях, через електронний кампус або електронною поштою (*ynk@kpi.ua*).

РОЗРОБНИК:

доцент кафедри МАХНВ, канд техн. наук А.Р. Степанюк

Додаток А
Теми рефератів

1. Конструкції і принцип дії основних видів апаратів процесів термічного крекінгу.
2. Конструкції і принцип дії основних видів апаратів процесів коксування.
3. Конструкції і принцип дії основних видів апаратів для процесів термокаталітичного крекінгу.
4. Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів риформінгу
5. Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів гідроочистки
6. Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів гідрокрекінгу
7. Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів газофракціювання насичених вуглеводнів
8. Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів газофракціювання ненасичених вуглеводнів
9. Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів полімеризації та модифікації вуглеводневих газів
10. Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів фурфурольного очищення газойлів
11. Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів каталітичної демаркапталізації
12. Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів виробництва олив
13. Конструкції і принцип дії основних апаратів для процесів виробництва нафтового бітуму.

Додаток Б

Рекомендації щодо виконання та оформлення звіту з самостійної роботи

Звіт з самостійної роботи складається з:

- титульного аркушу;
- змісту;
- тексту звіту з самостійної роботи;
- переліку використаних посилань

Текстові документи виконуються за допомогою комп'ютерної техніки на листах формату А4, в разі потреби (для схем, таблиць) допускається формат А3. Текст друкується на одному боці аркуша через півтора інтервали, шрифт – Times New Roman 14 пт.

Рамки та основний напис в звіті з самостійної роботи – відсутні.

Відстань від границь аркушу до границь тексту потрібно залишати: на початку та наприкінці рядків не менш 3 мм. Відстань від верхнього або нижнього рядка тексту до верхньої та нижньої границь аркуша повинне бути не менш 10 мм.

Абзаци в тексті починають відступом, рівним 15...17 мм.

Помилки, описки і графічні неточності, виявлені в процесі виконання текстового документа, допускається виправляти підчищенням або зафарбовуванням білою фарбою і нанесенням на це ж місце виправленого тексту (графіки) чорною ручкою або вклеюванням роздрукованих фрагментів тексту.

Ушкодження аркушів текстових документів, помарки і сліди не цілком вилученого тексту (графіки) не допускаються.

При аналізі стану наукової проблеми необхідно проаналізувати результати, отримані іншими дослідниками. При цьому необхідно давати посилання на джерело, з якого взято інформацію. Посилання потрібно давати перед використанням запозиченого матеріалу або в кінці цитати у квадратних дужках.

Приклад: Питання моделювання процесу забруднення поверхні мембран викладено в роботі [12].

Усі формули, нумерують арабськими цифрами в межах розділу. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в даному розділі, розділених крапкою. Номер вказують із правої сторони листа на рівні формули в круглих дужках. Формула знаходиться посередині рядка. Міжстрочний відступ перед формулою та після неї робиться у розмірі одного рядка.

Приклад:

Фактор розподілення рідини по поверхні частинки можна визначити за формулою [20]:

$$\eta' = \frac{6(V_1 + V_2)}{k \left[(d'_c)^3 - (d'_c - 2l_{min})^3 \right]}, \quad (1.5)$$

де k – експериментальний коефіцієнт;

d'_c – діаметр зволоженої частинки;

l_{min} – мінімальна товщина шару рідини на поверхні частинки.

У випадку, коли у формулу підставляється значення, вона не нумерується.

Приклад:

Для визначення інтенсивності тепловідводу від псевдозрідженого шару до одиничної частки скористаємося формулою Забродського С.С. для розрахунку коефіцієнта конвективно-кондуктивної тепловіддачі:

$$\alpha_{к.к.} = 35.8 \cdot \rho_m^{0.2} \cdot \lambda_r^{0.5} \cdot d_s^{-0.36} = 35.8 \cdot 130^{0.2} \cdot (4.8 \cdot 10^{-2})^{0.5} \cdot (4.5 \cdot 10^{-3})^{-0.36} = 109 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

де ρ_m – густина матеріалу, $\rho_m = 130 \text{ кг}/\text{м}^3$;

λ_2 – теплопровідність газу, псевдозріджуючого шар частинок сиоліту, $\lambda_r = 4,8 \cdot 10^{-2}$ Вт/м·К;

d_3 - еквівалентний діаметр часток сиопору, $d_3 = 4,5 \cdot 10^{-3}$ м.

Посилання в тексті на номер формули подають у дужках.

Приклад 3:

"...в формулі (4.12)".

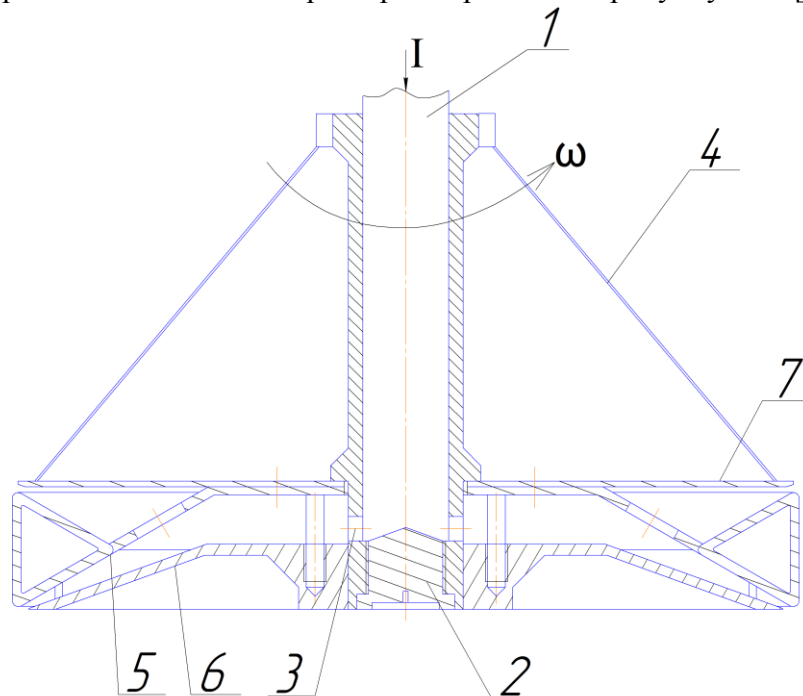
Ілюстрації повинні розташовуватися по тексту пояснювальної записки якнайближче до відповідних частин тексту. Всі ілюстрації нумерують у межах розділу арабськими цифрами. Номер ілюстрації складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, розділених крапкою, після номеру крапка не ставиться.

Перед ілюстрацією в тексті повинне бути послання на цю ілюстрацію.

Ілюстрації мають найменування і, при необхідності, пояснюючі дані (текст під малюнками). Пояснючі дані поміщають під ілюстрацією. З наступного рядка розміщується номер рисунку та його найменування.

Приклад:

Варіант дискового диспергатора зображено на рисунку 1.11 [18].



1 – патрубок; 2 – кришка; 3 – отвори; 4 – ребра жорсткості; 5 – конічний диск; 6 – нижній диск; 7 – верхній диск

I – Подача рідкої фази

Рисунок 1.11 – Дисковий розпилювач [18]

Важливою формою ілюстративних матеріалів в звіті з самостійної роботи є графіки. У вигляді графіків необхідно представляти результати експериментальних досліджень, порівняння результатів експериментів з розрахунками за математичними моделями тощо.

Всі графіки відносяться до рисунків і нумеруються так само, як і рисунки. Осі графіків обов'язково повинні бути підписані. Підпис осей графіків включає позначення фізичної величини та її розмірності. Розмірність не проставляється лише у випадку безрозмірних величин, наприклад критеріїв подібності. Шкала осей має бути рівномірною, тобто основні і додаткові поділки по всій довжині осі повинні бути однаковими. Починати шкалу з точки 0 необов'язково. Залишати порожні місця на графіках не бажано. Якщо в одній системі координат нанесено декілька кривих чи результатів вимірювання за різних умов, необхідно надавати на полі графіку розшифрування позначень (так звану «легенду»).

Приклад оформлення графіка:

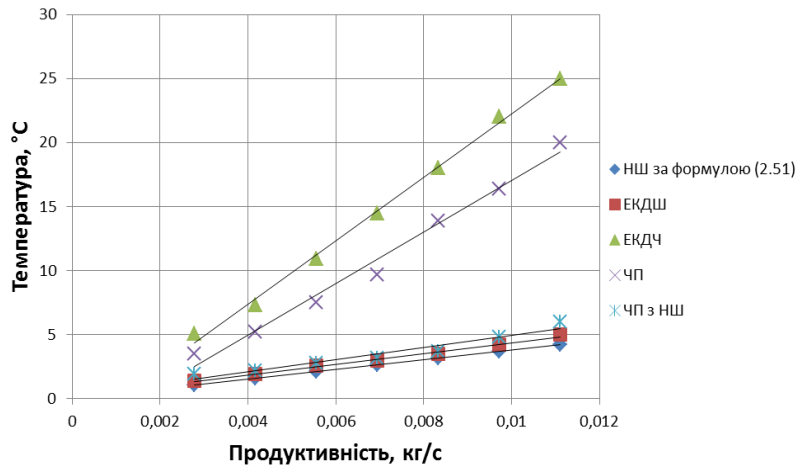


Рисунок 3.6 – Підвищення температури розплаву при різних схемах екструзії

Масиви цифрових даних (експериментальні дані, результати багатоваріантних розрахунків, порівняльні характеристики інших досліджень тощо), як правило представляють у вигляді таблиць. Усі таблиці нумерують у межах розділу арабськими цифрами. Номер таблиці складається з розділу і порядкового номера таблиці, розділених крапкою. Над лівим верхнім кутом таблиці поміщають напис "Таблиця" із вказівкою номера таблиці, наприклад : "Таблиця 4.1". Таблиці повинні мати заголовки, які розміщується після номера таблиці через тире. На всі таблиці повинні бути посилання в тексті, причому посилання повинні зустрічатися раніше, ніж сама таблиця. Графу „Номер по порядку” включати до таблиці заборонено.

Приклад:

Результати дослідів запишемо до таблиці 4.1.

Таблиця 4.2– Результати експериментів

Густина, кг/м ³	Час, с	Маса, кг
1025	35	180
1035	45	195
1045	55	200

Якщо таблиця не поміщається на одній сторінці, її можна продовжити на наступній, продублювавши заголовки стовпчиків таблиці або використавши нумерацію стовпчиків. При цьому потрібно над лівим кутом вказати «Продовження таблиці ...».

Зразок титульного аркуша звіту з самостійної роботи

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”**

**Інженерно-хімічний факультет
Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв**

ЗВІТ З САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

**з кредитного модуля
«Процеси перенесення в обладнанні хімічних виробництв-1.
Процеси нафтопереробних виробництв»**

на тему: **Моделювання процесів термічного крекінгу**

напряму 6.050503 Машинобудування
зі спеціальності 05050315 Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів

Виконав: студент V курсу, групи ЛН-71м Мельник М. П. _____

Керівник: к.т.н., доцент Степанюк А. Р. _____

Засвідчую, що у звіті немає запозичень праць інших авторів без відповідних посилань

Студент _____ М.П.Мельник

Київ 2014