

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Зміст і обсяг курсового проекту	3
Структура розрахунково-пояснювальної записки	4
Вимоги до структури записки	6
Оформлення розрахунків.....	6
Загальні вимоги до оформлення графічної частини проекту	7
Розділ 1. РОЗРАХУНОК ПИЛООЧИСНОЇ АПАРАТУРИ	11
1.1. Розрахунок циклона	11
1.2. Розрахунок батарейного циклона	18
1.3. Гідравлічний розрахунок.....	20
1.4. Конструктивний розрахунок	21
1.5. Приклади розрахунку циклонів	25
1.5.1. Розрахунок одиночного (групового) циклона)	25
1.5.2. Розрахунок батарейного циклона.....	30
Список літератури	34
Розділ 2. РОЗРАХУНОК ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ [2, 3, 8]	35
2.1. Тепловий розрахунок	35
А. Кожухотрубні теплообмінники.....	35
В. Пластинчасті теплообмінники	43
С. Спіральні теплообмінники	47
D. Теплообмінники типу “труба в трубі”	49
2.2. Конструктивний розрахунок	51
А. Кожухотрубні теплообмінники.....	51
В. Пластинчасті теплообмінники	54
С. Спіральні теплообмінники [9].....	54
D. Теплообмінники типу “труба в трубі”	57
2.3. Гідравлічний розрахунок теплообмінників	60
А. Кожухотрубні теплообмінники.....	60
В. Пластинчасті теплообмінники	62
С. Спіральні теплообмінники.....	62
D. Теплообмінники типу “труба в трубі”	62
2.4. Приклади розрахунку теплообмінників	62
А. Розрахунок кожухотрубного підігрівача	62
В. Розрахунок теплообмінника “труба в трубі”	69
С. Розрахунок пластинчастого підігрівача	74
D. Розрахунок спірального теплообмінника	77
Додаток до розділу 2	82
Таблиця D.2.1. Параметри кожухотрубних теплообмінників і конденсаторів з плаваючою головкою	82
Таблиця D.2.2. Параметри кожухотрубних теплообмінників і холодильників	84
Таблиця D.2.3. Параметри кожухотрубних теплообмінників з U-подібними трубами.....	86

Таблиця D.2.4. Параметри кожухотрубних випарників з паровим простором.....	87
Таблиця D.2.5. Параметри кожухотрубних конденсаторів і випарників.....	88
Таблиця D.2.6. Кількість сегментних перегородок у нормалізованих кожухотрубних теплообмінниках.....	90
Таблиця D.2.7. Маса кожухотрубчастих теплообмінників, холодильників, кип'ятильників і конденсаторів із сталевими трубами.....	91
Таблиця D.2.8. Поверхня теплообміну та основні параметри розбірних багатопоточних теплообмінників типу “труба в трубі”.....	93
Таблиця D.2.9. Параметри теплообміну та основні параметри нерозбірних і розбірних однопоточних і двопоточних теплообмінників типу “труба в трубі”.....	94
Таблиця D.2.10. Конструктивні характеристики розбірних пластинчастих теплообмінників.....	95
Таблиця D.2.11. Поверхня теплообміну та основні параметри розбірних пластинчастих теплообмінників.....	96
Таблиця D.2.12. Поверхня теплообміну та основні параметри спіральних теплообмінників.....	97
Список літератури.....	98
Розділ 3. РОЗРАХУНОК ВИПАРНИХ АПАРАТІВ.....	99
3.1. Технологічний розрахунок однокорпусної вакуум-випарної установки.....	100
3.2. Технологічний розрахунок багатокорпусної прямотечійної вакуум-випарної установки.....	107
3.3. Розрахунок допоміжного обладнання.....	112
3.4. Конструктивний розрахунок.....	115
3.5. Приклади розрахунку прямотечійних вакуум-випарних установок.....	119
3.5.1. Розрахунок однокорпусної вакуум-випарної установки.....	119
3.5.2. Розрахунок трикорпусної вакуум-випарної установки.....	129
Додаток до розділу 3.....	140
Додаток 3.1. Типи трубних випарних апаратів.....	140
Додаток 3.2. Технічні характеристики випарних апаратів. Основні розміри випарних апаратів.....	141
Таблиця D.3.2.1. Технічна характеристика випарного апарата з природною циркуляцією і співвісною нагрівальною камерою (тип 1, виконання 1).....	141
Таблиця D.3.2.2. Технічна характеристика випарного апарата з природною циркуляцією камерою (тип 1, виконання 2).....	142
Таблиця D.3.2.3. Технічна характеристика випарного апарата з природною циркуляцією, співвісною нагрівальною камерою і солевідділенням (тип 1, виконання 3).....	143
Таблиця D.3.2.4. Технічна характеристика випарного апарата з примусовою циркуляцією і винесеною нагрівальною камерою (тип 2, виконання 1).....	144
Таблиця D.3.2.5. Технічна характеристика випарного апарата з примусовою циркуляцією і співвісною нагрівальною камерою (тип 2, виконання 2).....	145

Таблиця D.3.2.6. Технічна характеристика випарного апарата з висхідною плівкою (тип 3, виконання 1).....	146
Таблиця D.3.2.7. Технічна характеристика випарного апарата з плівкою, що стікає (тип 3, виконання 2).....	147
Додаток 3.3. Поверхневий натяг σ (Н/м) і густина ρ (кг/м ³) деяких водних розчинів за різних концентрацій і температур.....	148
Додаток 3.4. В'язкість μ (МПа·с) деяких водних розчинів за різних концентрацій (% мас.) і температур.....	149
Додаток 3.5. Температурні депресії водних розчинів солей за атмосферного тиску.....	150
Додаток 3.6. Основні розміри барометричних конденсаторів.....	151
Додаток 3.7. Технічна характеристика вакуум-насосів типу ВВН.....	152
Список літератури.....	152
Розділ 4. РОЗРАХУНОК АБСОРБЕРІВ.....	153
4.1. Насадкова колона.....	154
4.1.1. Розрахунок витрати абсорбенту і діаметра абсорбера.....	154
4.1.2. Розрахунок висоти абсорбційної колони.....	158
4.1.3. Розрахунок гідравлічного опору колони.....	166
4.2. Тарілчаста колона.....	167
4.2.1. Розрахунок діаметра абсорбера.....	167
4.2.2. Розрахунок висоти колони.....	170
4.2.3. Гідравлічний опір тарілок абсорбера.....	174
4.3. Приклади розрахунку абсорберів.....	175
4.3.1. Розрахунок насадкового абсорбера.....	175
4.3.2. Розрахунок тарілчастого абсорбера.....	186
Розділ 5. РОЗРАХУНОК РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ.....	193
5.1. Насадкова колона.....	193
5.1.1. Матеріальний баланс і продуктивність за дистилатом і кубовим залишком.....	193
5.1.2. Визначення флегмового числа.....	194
5.1.3. Навантаження колони за рідиною.....	196
5.1.4. Навантаження колони за паром.....	196
5.1.5. Швидкість пари і діаметр колони.....	197
5.1.6. Перевірка доцільність використання вибраної насадки за густиною зрошування.....	198
5.1.7. Висота шару насадки для укріплювальної і вичерпувальної частин колони.....	198
5.1.8. Загальна висота насадки й ректифікаційної колони.....	202
5.1.9. Вибір тарілок для розподілу рідини.....	202
5.1.10. Гідравлічний опір колони.....	202
5.2. Тарілчаста колона.....	204
5.2.1. Швидкість пари і діаметр колони.....	204
5.2.2. Необхідна кількість тарілок у колоні.....	207

5.2.3. Висота тарілчастої ректифікаційної колони.....	208
5.2.4. Гідравлічний опір колони.....	210
5.3. Приклад розрахунку сітчастої ректифікаційної колони.....	211
Додатки до розділів 4 і 5.....	224
Додаток 5.1. Технічні характеристики тарілок масообмінних апаратів.....	224
Таблиця D.5.1.1. Технічна характеристика ковпачкових тарілок типу ТСК-РЦ й ТСК-РБ.....	224
Таблиця D.5.1.2. Технічна характеристика ковпачкових тарілок типу ТСК-Р.....	226
Таблиця D.5.1.3. Технічна характеристика розподільних тарілок типу ТСН-II.....	228
Таблиця D.5.1.4. Технічна характеристика ковпачкових тарілок типу ТСК-I.....	230
Таблиця D.5.1.5. Технічна характеристика розподільних тарілок типу ТСН-III.....	232
Таблиця D.5.1.6. Технічна характеристика сітчастих тарілок типу ТС.....	234
Таблиця D.5.1.7. Технічна характеристика сітчастих тарілок типу ТС-Р й ТС-Р2.....	235
Таблиця D.5.1.8. Технічна характеристика решітчастих тарілок типу ТР.....	238
Таблиця D.5.1.9. Технічна характеристика решітчастих тарілок типу ТС-Р.....	240
Таблиця D.5.1.10. Технічна характеристика клапанних однопоточних тарілок типу ТКП.....	242
Таблиця D.5.1.11. Технічна характеристика сітчастих тарілок типу ТС-РЦ й ТС-РБ.....	245
Додаток 5.2. Характеристики насадок.....	247
Додаток 5.3. Коефіцієнти дифузії газів і парів.....	248
Додаток 5.4. Коефіцієнти Генрі для водних розчинів деяких газів.....	249
Додаток 5.5. Рівноважний склад системи пара-рідина (мол. %) і температуру кипіння (t), °С бінарних сумішей при 760 мм рт. ст.	250
Додаток 5.6. Поправка β_t для розрахунку зміни густини рідини залежно від температури.....	253
Додаток 5.7. Співвідношення між коефіцієнтами масовіддачі за різних одиниць вимірювання рушійної сили і потоку компонента.....	253
Список літератури.....	254
Розділ 6. РОЗРАХУНОК АДСОРБЕРІВ.....	255
Вступ.....	255
6.1. Адсорбери періодичної дії з нерухомим шаром адсорбенту.....	257
6.1.1. Швидкість газу і діаметр адсорбера.....	257
6.1.2. Висота та об'єм шару адсорбенту.....	258
6.1.3. Тривалість адсорбції.....	262
6.1.4. Матеріальний баланс за речовиною, яка поглинає адсорбент за час роботи адсорбера.....	264
6.1.5. Гідравлічний опір шару адсорбенту.....	265
6.1.6. Розрахунок кільцевих адсорберів.....	265
6.2. Адсорбери неперервної дії з псевдозрідженим шаром адсорбенту.....	266
6.2.1. Швидкість газу і діаметр адсорбера.....	266
6.2.2. Об'єм нерухомого шару адсорбенту й кількість тарілок.....	267
6.2.3. Висота адсорбера.....	269
6.2.4. Гідравлічний опір адсорбера.....	269

6.3. Приклади розрахунку адсорберів	270
6.3.1. Розрахунок адсорбера періодичної дії	270
6.3.2. Розрахунок адсорбера неперервної дії з псевдозрідженим шаром адсорбенту	284
Додаток до розділу 6	295
Таблиця D.6.1. Дані про рівновагу процесу адсорбції парів бензолу та їх суміші з повітрям на активованому вугіллі ($T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$)	295
Таблиця D.6.2. Фізико-хімічні властивості речовин	296
Таблиця D.6.3. Коефіцієнт афінності β деяких речовин	297
Таблиця D.6.4.а. Характеристики активованого вугілля	297
Таблиця D.6.4.б. Характеристики активованого вугілля	300
Таблиця D.6.5. Коефіцієнти дифузії газів та парів в повітрі (за нормальних умов)*	301
Таблиця D.6.6. Конструктивні характеристики горизонтальних, вертикальних та кільцевих адсорберів	302
Таблиця D.6.7. Нормалізовані ряди діаметрів колон	302
Список літератури	303
Розділ 7. РОЗРАХУНОК СУШИЛЬНИХ УСТАНОВОК	304
Вступ	304
7.1. Сушарки з псевдозрідженим (киплячим) шаром	304
7.1.1. Розрахунок швидкості початку псевдозрідження	306
7.1.2. Швидкість вільного витання найдрібніших частинок	306
7.1.3. Швидкість сушильного агента	307
7.1.4. Матеріальні баланси сушильних установок	307
7.1.5. Витрата сухого повітря і теплоти на сушіння	307
7.1.6. Діаметр сушарки і параметри розподільної решітки	311
7.1.7. Загальна висота сушарки	311
7.1.8. Гідравлічний опір сушарки	314
7.2. Розрахунок барабанних сушарок	315
7.2.1. Вибір типу палива	317
7.2.2. Матеріальний баланс сушарки	317
7.2.3. Тепловий баланс і розрахунок внутрішнього балансу	317
7.2.4. Визначення параметрів газової суміші і розрахунок витрат сухого повітря і теплоти на процес сушіння	317
7.2.5. Визначення основних розмірів сушильного барабана і параметрів приводу	319
7.2.6. Середній час перебування матеріалу в сушарці і кут нахилу барабана	323
7.3. Приклади розрахунку сушарок	324
7.3.1. Розрахунок сушарки киплячого шару	324
7.3.2. Розрахунок барабанної сушарки	336
Додаток до розділу 7	343
Список літератури	344
Завдання	345