

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: Комп'ютерний розрахунок процесу промивання целюлози на барабанних вакуум-фільтрах.

Київ – 2016 рік

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів	4
Вступ	5
1 Характеристика технологічної схеми процесу	6
1.1 Основні способи отримання целюлози	6
1.2 Промивання целюлози на барабанних вакуум-фільтрах	6
1.3 Опис технологічної схеми процесу промивання целюлози на барабанних фільтрах.....	7
2 Розрахунок матеріальних балансів процесу промивання целюлози	8
2.1 Структурний аналіз ХТС	8
2.1.1 Побудова структурної схеми	8
2.1.2 Виконання структурного аналізу	9
2.2 Розрахунок матеріального балансу	14
2.2.1 Розрахунок ХТС процесу промивання целюлози на барабанних фільтрах.....	15
2.2.2 Результати розрахунку матеріального балансу	22
3 Автоматизований розрахунок барабанного вакуум-фільтра	25
3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля	25
3.2 Математичне моделювання процесу промивання целюлози	26
3.3 Опис обчислювального модуля.....	27
3.5 Керівництво користувача програмного продукту	30
4 Автоматизація технологічної схеми промивання целюлози... ..	31
4.1 Мета автоматизації процесу	32
4.2 Вибір приладів та засобів автоматизації	36
4.3. Опис схеми автоматизації.....	36

					ХА 2109 1490 001 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Комп'ютерний розрахунок процесу промивання целюлози на барабанних фільтрах	Ліг.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Захарчук Я.О.						
Перевір.								
Н.Контр.		Шахновський				НТУУ «КПІ» ХТФ ХА-21		
Затверд.		Бондаренко						

Додаток А Моделювання барабанного вакуум-фільтра	64
Додаток Б Програмний код обчислювального модуля	66
Додаток В Специфікація устаткування	69
Додаток Г Охорона праці на виробництві	71

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- МТБ* – матеріально – тепловий баланс;
ХТС – хіміко-технологічна схема;
ГДК – гранично допустима концентрація;
ТЗ – технічне завдання;
ОФ – основні фонди;
А – амортизація основних фондів;
ОбЗ – обігові засоби;
С – собівартість;
П – прибуток;
Ц – ціна;
ФОП – фонд оплати праці;
 C_i – поточне значення концентрації *i*-ого компонента, моль/л;
 $C_i(0)$ – початкова концентрація *i*-ого компоненту, моль/л;
 k_j – константа швидкості на *j*-ій стадії хімічної реакції;
G – масова витрата речовини (кг/год);
L – довжина апарата, м;
S – площа поперечного перетину реактора, м.

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ВСТУП

Целюлоза ($C_6H_{10}O_5$)_x – природний полімер, полісахарид, волокниста речовина, головна складова частина оболонки рослинних клітин. У найбільшій кількості міститься у деревині, волокнах бавовни, льону і ін.

Целюлоза являє собою лінійний стереорегулярний (синдіотактичний) природний полісахарид, побудований з ангідридів D-глюкопіранози. Стереорегулярна будова макромолекули й стійкість конфірмаційної форми її елементарної ланки виділяє целюлозу із усього ряду полісахаридів, у тому числі й найбільшою стійкістю до хімічних впливів [1].

Целюлоза - біла тверда, стійка речовина, не руйнується при нагріванні (до 200 ° C). Є горючою речовиною, температура займання 275 ° C, температура самозаймання 420 ° C (бавовняна целюлоза).

Целюлозу і її ефіри використовують для отримання штучного волокна (віскози, ацетатного, мідно-аміачного шовку, штучного хутра). Бавовна, що складається здебільшого з целюлози (до 99,5%), йде на виготовлення тканин.

Деревна целюлоза використовується для виробництва паперу, пластмас, кіно- і фотоплівок, лаків, бездимного пороху і т. д [1].

Призначення промивання полягає в якомога повнішому відділенні відпрацьованого луку від целюлозних волокон при мінімальному розведенні його промивної водою. Оскільки методи механічного поділу луку і волокна (пресування, центрифугування) дають можливість видалити тільки вільний луг і його частину, укладену в волокнах, тобто не забезпечують повноти поділу, то головним чином застосовують промивання водою [2].

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Характеристика технологічної схеми процесу

1.1 Основні способи промивання целюлози

Промивання здійснюється методом витіснення або шляхом змішування з подальшим віджиманням або фільтрування лугу.

До першого типу відносяться промивка в виручених котлах і диффузорах безперервної дії. Другий тип промивання може здійснюватися з використанням фільтрів різної конструкції: барабанних, фільтр-пресів, горизонтальних стрічкових фільтрах [3].

У сучасних виробничих установках безперервної дії промивка целюлози починається в зоні гарячого дифузійного промивання котла (2,5-3 год) і триває в диффузорах при атмосферному або підвищеному тиску. Безперервна промивка целюлози відбувається в закритій системі, тому виключено піноутворення.

Промивні установки з барабанними фільтрами включають, як правило, 3-4 ступені промивання. Кількість ступенів (фільтрів) визначається способом спорожнення варильного котла. При спорожненні способом «вимивання» з відбором міцного лугу з котла промивка целюлози може проводитися на 3-ступінчастій установці, під час спорожнення способом «видування» - на 4-ступінчастій [1].

1.2 Промивання целюлози на барабанних вакуум-фільтрах.

Промивання на барабанних фільтрах будується по багатоступінчастій противоточній схемі із замкнутою системою використання промивних вод і лугів. У послідовну роботу включається від трьох до п'яти фільтрів. Гаряча свіжа вода подається тільки в сопло останнього фільтра; отриманий з останнього фільтра слабкий фільтрат використовується для розбавлення маси перед надходженням на цей же фільтр частково подається на сопло передостаннього фільтра, фільтрат якого в свою чергу витрачається для розведення маси перед цим же фільтром і частково йде на сопло попереднього і т. д. до першого фільтра, куди надходить маса з видувного резервуара, розбавлена міцним оборотним лугом. Міцний луг, відібраний на першому

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Складаємо таблицю відповідності потоків та апаратів для того, щоб на основі технологічної схеми, що зображена на Рисунку 1.1 сформувавши структурну схему потоків та апаратів.

Таблиця 2.1 – Формалізація задачі ХТС

Структурна схема процесу, що відповідає технологічній схемі, зображена на Рисунку 2.1:

Рисунок 2.1 – Структурна схема процесу

2.1.2 Виконання структурного аналізу

Виконаємо послідовно всі етапи структурного аналізу цієї схеми.

1. Сформуємо матрицю суміжності А.

Цей етап виконаємо із використанням програми Matlab.

```
>> A=[0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0;0 0
0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0;0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 0;0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0;1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
```

```
A =
0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0
0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

2. Застосуємо алгоритм покриття для визначення комплексів схеми. За алгоритмом маємо звести матрицю суміжності A послідовно в степені 2, 3, ..., 12 та логічної їх помножити. В результаті отримаємо матрицю шляхів C . В Matlab ця дія виглядає так [9]:

```
>>C=A|A^2|A^3|A^4|A^5|A^6|A^7|A^8|A^9|A^10|A^11|A^12|A^13|A^14|A^15|
A^16
```

C =

```

0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0
0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0
0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0
0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0
0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0
0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0
0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0
0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0
0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0
0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0
0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0
0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1
0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0
```

3. Для отримання матриці D , що вказує на наявні комплекси необхідно виконати в Matlab дію:

```
>> D=C&C'
```

D =

```

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0
0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0
0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0
0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0
0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0
0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0
```

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

як можна бачити з матриці D, в схемі буде комплекс:

$K=(1\ 3\ 4\ 5\ 2\ 6\ 7\ 8\ 9\ 10\ 11\ 12\ 13\ 14\ 15\ 16)$

4. Далі може бути сформована послідовність розрахунку з комплексів й поодиноких вершин:

ППРС= [1 3 4 5 2 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16]

5. На цьому кроці для комплексу отримаємо контур та множини оптимально розвиваючих дужок ОРМД.

Спершу побудуємо прадерево комплексу K. Для цього використаємо список суміжності:

Таблиця 2.2 – Список суміжності

Дерево для K виглядає таким чином:

Рисунок 2.2 – Дерево комплексу K

Конттури комплексу K, що отримані з дерева, наступні:

- 1) 1-2-3-13-15
- 2) 1-2-3-13-15-16-2
- 3) 1-2-3-13-15-16-3
- 4) 1-2-3-4-11-12-3
- 5) 1-2-3-4-11-12-4
- 6) 1-2-3-4-5-9-10-4
- 7) 1-2-3-4-5-9-10-5

8) 1-2-3-4-5-6-7-8-5

9) 1-2-3-4-5-6-7-8-6

Складемо матрицю контурів для К:

Таблиця 2.3 – Матриця контурів К

Степені входження рівні одиниці при рівних параметричностях, а це означає, що контури не мають спільних дужок й будь-яка дужка може бути розірваною. Тому обираємо наступну множину, яку можна розірвати [9]:

$$\text{ОМРД} = \{ (8-1) \}$$

Рисунок 2.3 – Структурна схема процесу

Таким чином, розірвавши отримані зв'язки, отримуємо послідовність розрахунку схеми:

$$\text{ОПРС} = (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16)$$

2.2 Розрахунок матеріального балансу

Хіміко-технологічні розрахунки складають головну, найбільш трудомістку частину проекту будь-якого хімічного виробництва, вони ж є завершуючою стадією лабораторного технологічного дослідження і виконуються також при обстеженні працюючих цехів і установок. Метою цих розрахунків може бути визначення кінетичних констант і оптимальних параметрів виробництва або ж обчислення реакційних об'ємів і основних розмірів хімічних реакторів [8].

Матеріальні розрахунки, разом з тепловими, є основою технологічних розрахунків. До них слід віднести визначення виходу основного і побічних продуктів, витратних коефіцієнтів по сировині, виробничих втрат. Тільки визначивши матеріальні потоки, можна провести необхідні конструктивні розрахунки виробничого обладнання і комунікацій, оцінити економічну ефективність і доцільність процесу, складання матеріального балансу необхідне як при проектуванні нового, так і при аналізі роботи існуючого

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробництва. При проектуванні нових виробництв використовується досвід тих, що існують з урахуванням результатів сучасних новітніх досліджень. На основі порівняльного техніко-економічного аналізу виробництв, що діють, можливо вибрати раціональнішу технологічну схему, оптимальні конструкції апаратів і умови здійснення процесу [8].

Основою матеріального балансу є закони збереження маси речовини і стехіометричних співвідношень.

Матеріальний баланс складають по рівнянню основної сумарної реакції з урахуванням побічних реакції згідно закону збереження маси речовини. Загальна маса всіх матеріалів, які поступають в апарат (або в цех) тобто прихід, рівний загальній масі матеріалів, що виходять, тобто витраті. Матеріальний баланс складають на одиницю маси основного продукту (кг, т) або на одиницю часу (год, доба) [8].

Матеріальний баланс може бути представлений рівнянням, ліву частину якого складає маса всіх видів сировини і матеріалів, що поступають на переробку $\sum G$, а праву — маса отримуваних продуктів $\sum G'$ плюс виробничі втрати $G_{втр}$ [8]:

$$\sum G = \sum G' + G_{втр} \quad (2.1)$$

Для розрахунку МТБ використовуємо спеціалізоване програмне забезпечення MathCAD.

2.2.1 Розрахунок ХТС процесу промивання целюлози на барабанних фільтрах

Оскільки система промивання замкнута и не має викидів в каналізацію, буде справедливо рівняння сумарного рідкісного балансу установки

де V_0 – кількість лугів, що поступають з масою із котла (з вирахуванням парів, що виділяються при продувці); W – витрата води на промивку; V – кількість отримуваних (використовуваних) лугів, що повертаються на варку і

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

направляються на регенерацію; M – кількість води, що уходить з промитою масою.

У нашому випадку V_0 та W відомі, а кількість води з промитою масою на 1 т повітряно-сухої целюлози буде:

Отже, загальна кількість використовуваних лугів буде:

Аналогічне рівняння буде справедливо використане для сумарного балансу розчинених речовин (сухого залишку):

де G_0 – кількість сухого залишку в вихідному лузі, приходячому із котла; G – кількість сухого залишку в викуристовуваному лузі; N – витрати сухого залишку з промитою масою.

Допустимо, що при нормальній роботі витрати лугу з промитою масою на нашій установці складають 30 кг стандартного сульфату (95% Na_2SO_4) на 1 т целюлози. Якщо прийняти, що в сухому залишку лугу міститься приблизно 23% Na_2O , то в перерахунку на масу сухого залишку витрати будуть [10]:

Тоді кількість сухого залишку в викорустовуваному лузі буде:

Відношення концентрацій викорустовуваного і вихідного лугів буде:

а відношення об'ємів викорустовуваного і вихідного лугів, або відносний об'єм:

при ефективності промивки:

Вираз для концентрації викорустовуваного лугу з'єднує між собою всі основні величини матеріального балансу:

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо умовно припустити, що витрати з промитою масою будуть залишатись постійними незалежно від витрати води, тоді отримаємо наступну приблизну залежність між витратою води на промивку і концентрацією використовуваного луґу:

Кількість луґу, поступаючого з масою із видувного резервуару

Кількість оборотного міцного луґу, що йде в резервуар на розбавлення:

Кількість луґів, що супроводжують масу при поступанні на фільтри:

Поступає на розбавлення луґів в бачок перед першим фільтром

Всього використовується оборотного міцного луґу для розбавлення маси:

На кожний фільтр подається рідина на сприск 8 м³/т, а з масою уходить рідини 5,4 м³/т. Відповідно, кількість фільтрату з кожного фільтра буде:

З вирахуванням оборотного луґу кількість використовуваних луґів, відбираємих з першого фільтру буде:

Кількість фільтру, що подається в проміжні мішалки (між фільтрами) для розбавлення маси від концентрації 14% до концентрації 1, 25% буде:

Залишається фільтрату для подачі в сприски попереднього фільтру:

Розрахунок повного балансу сухого залишку по всій схемі потребує попереднього зіставлення системи рівнянь. Прийmemo, що перед поступанням

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в зону сприсків слой маси зневоджується до концентрації 8%, тобто з масою залишається на 1 т повітряно-сухої целюлози:

В зоні фільтрації і попереднього зневодження відсмоктується лугу без розбавлення:

В сприсковій зоні відбирається лугів

Деяка частина цієї кількості буде витіснена із маси сприсковое рідинос без розбавлення. Умовно приймемо, наприклад, що вона буде 25% або $12,72 \cdot 0,25 = 3,18 \text{ м}^3$.

Всього нерозбавленого фільтрату буде відібрано на фільтрі:

Кількість нерозбавленого лугу, який змішається зі сприскою рідиною в зоні сприсків:

Цей об'єм (рахуємо умовно) зменшується зі всією кількістю сприскової рідини, звідки виходить $6,94 + 8,0 = 14,94 \text{ м}^3$ розведеного лугу. Із них $5,4 \text{ м}^3$ утримується масою після віджиму до концентрації 14%, а інша $14,94 - 5,4 = 9,54 \text{ м}^3$ уходить в фільтрат і змішуються з $63,26 \text{ м}^3$ нерозбавленого лугу, отримуємо загальний об'єм фільтрату:

По відношенню до загальної кількості лугу, відібраного в сприсковій зоні, об'єм розбавленого лугу буде:

Таким чином за початкову кількість сухого залишку лугу, що поступає із котла, приймемо не 1750 кг/т, а тільки 1730 кг/т.

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо наступні позначення концентрацій лугу в кг/м³:

c₁ – фільтрату (використовуваний луг) від першого фільтра;

c₂ – лугу, що поступає з масою на перший фільтр;

c₃ – лугу, що утримується масою після першого фільтра;

c₄ – фільтрату з другого фільтра;

c₅ – лугу, що поступає з масою на другий фільтр;

c₆ – лугу, що утримується масою після другого фільтра;

c₇ – фільтрату з третього фільтра;

c₈ – лугу, що поступає з масою на третій фільтр;

c₉ – лугу, що утримується масою після третього фільтра;

c₁₀ – фільтрату з четвертого фільтра;

c₁₁ – лугу, що поступає з масою на четвертий фільтр;

c₁₂ – лугу, що утримується масою після четвертого фільтра;

Для першого фільтра:

розбавлення маси в видувному резервуарі та перед фільтром

змішування в зоні сприсків

утворення фільтрату з нерозбавленого та розбавленого лугів

Для другого фільтра:

розбавлення маси в проміжній мішалці та перед фільтром

змішування в зоні сприсків

утворення фільтрату з нерозбавленого та розбавленого лугів

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для третього фільтра (аналогічно):

розбавлення маси в проміжній мішалці та перед фільтром

змішування в зоні сприсків

утворення фільтрату з нерозбавленого та розбавленого лугів

Для четвертого фільтра (аналогічно):

розбавлення маси в проміжній мішалці та перед фільтром

змішування в зоні сприсків

утворення фільтрату з нерозбавленого та розбавленого лугів

Алгебраїчне рішення цієї системи рівнянь дає наступні значення концентрацій, кг/м³:

$$c_1 = 184,2;$$

$$c_2 = 191,5;$$

$$c_3 = 138,2;$$

$$c_4 = 89,0;$$

$$c_5 = 92,8;$$

$$c_6 = 63,8;$$

$$c_7 = 38,6;$$

$$c_8 = 40,5;$$

$$c_9 = 25,9;$$

$$c_{10} = 13,3;$$

$$c_{11} = 14,3;$$

$$c_{12} = 6,6;$$

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Втрати розчиненої сухої речовини з промитою масою будуть:

З урахуванням адсорбційного лугу втрати будуть $N=35,6+20 = 55,6$ кг, що по відношенню до загальної кількості сухого залишку, що поступає з котла, дорівнює:

Перевіримо отриману концентрацію використовуваного лугу по сумарному матеріальному балансу. В використовуваній луг повинно поступити:

Концентрація повинна бути:

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.2 Результати розрахунку матеріального балансу

Матеріальний баланс першого барабанного вакуум-фільтру наведений в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Матеріальний баланс першого фільтра.

Матеріальний баланс другого барабанного вакуум-фільтру наведений в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Матеріальний баланс другого фільтра.

Матеріальний баланс третього барабанного вакуум-фільтру наведений в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Матеріальний баланс третього фільтра.

Матеріальний баланс четвертого барабанного вакуум-фільтру наведений в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Матеріальний баланс четвертого фільтра.

На основі виконаних розрахунків можна зробити висновок, що матеріальний баланс процесу промивання целюлози на барабанних вакуум-фільтрах у спеціалізованому середовищі MathCAD 14.0 розрахований вірно.

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Автоматизований розрахунок барабанного вакуум-фільтра

3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля

Розробити обчислювальний модуль призначений для комп'ютерного моделювання барабанного вакуум-фільтру в інтегрованому програмному забезпеченні Microsoft Visual C++. Програма має складатися з 1 форми, на якій буде 2 вкладки. На першій вкладці має бути представлена інформація про розробника обчислювального модуля, вікно, де потрібно вводити початкові дані та вікно, на якому будуть представлені розрахунки, на другій – результати роботи з вибором потрібного фільтра. Також у даному програмному модулі можна буде подивитись інформацію про програму та за необхідності вивантажити розрахунки фільтру в MS Word.

Вихідними даними для розрахунку є:

- Продуктивність процесу (G_{oc});
- Вологість осаду (w);
- Перепад тиску (P);
- Питомий опір осаду (r);
- Густина рідкої фази (ρ_{ϕ});
- Густина твердої фази (ρ_T);
- Динамічний коефіцієнт в'язкості промивної рідини (води) при температурі $60^{\circ}C$ (μ_{op});
- Частота обертів барабану (n).

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Математичне моделювання процесу промивання целюлози

Математичне моделювання є одним із основних сучасних методів дослідження. Математичне моделювання включає три взаємопов'язаних етапи: 4. складання математичного опису досліджуваного об'єкту; 5. вибір методу вирішення системи рівнянь математичного опису і реалізації його в формі програми; 6. встановлення відповідності (адекватності) моделі об'єкту.

Процес робочого фільтрування з утворенням шару з стиснутого осаду можна класифікувати як двомірне фільтрування, так як поділ суспензії на циліндровому патроні супроводжується зростанням зовнішньої поверхні осаду з утворенням шару стиснутого осаду на нестисливого підставі (керамічний патрон) [15].

Основним і найбільш поширеним рівнянням, що описує загальні закономірності фільтрування з утворенням осаду, є рівняння Рута-Кармана.

де v - швидкість фільтрування, м/с; V - об'єм фільтрату, одержаного за час τ з одиниці поверхні, $\text{м}^3/\text{м}^2$; τ - час фільтрування, с; ΔP - перепад тисків при фільтруванні, Па; μ - динамічна в'язкість фільтрату, Па-с.

Початкові умови:

Рівняння матеріального балансу для всієї схеми має вигляд:

де G_c – кількість суспензії, кг/с; G_{oc} – кількість осаду, кг/с; G_ϕ – кількість фільтрату, кг/с.

Рівняння для твердої фази буде:

Вміст твердої речовини в суспензії:

де G_t –кількість твердої речовини, кг/с.

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вміст рідкої фази в суспензії:

де G_T – кількість рідкої фази, кг/с.

Продуктивність фільтру по фільтрату:

Вміст рідкої фази в осаді:

Густина осаду:

де ρ_T – густина твердої фази, кг/м³; ρ_ϕ – густина фільтрату, кг/м³; $\rho_{ж}$ – густина рідкої фази, кг/м³;

Густина суспензії:

Об'єм осаду:

Об'єм фільтрату:

Співвідношення об'ємів осаду та фільтратів:

Час періоду фільтрування:

Продуктивність фільтру по фільтрату:

Необхідна площа поверхні фільтрування визначаємо по формулі:

3.3 Опис обчислювального модулю

Обчислювальний модуль був написаний в інтегрованому програмному забезпеченні Microsoft Visual C++. Програма складається з 1 форми, на якій представлена інформація про розробника обчислювального модуля, вікно, де потрібно вводити початкові дані та вікно, на якому будуть представлені

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розрахунки. Дана форма має 2 вкладки: на першій вкладці представлені розрахунки потрібного вакуум-фільтру, а на другій – результати роботи з вибором потрібного фільтра. Також у даній програмі можна подивитись інформацію про програму та за необхідності вивантажити розрахунки фільтру в MS Word. Блок-схема алгоритму зображена на Рисунку 3.3. Початкова форма зображена на Рисунку 3.1, розрахунок параметрів апарату зображений на Рисунку 3.2. Вибір потрібного барабанного вакуум-фільтру зображений на Рисунку 3.3.

Рисунок 3.1 – Початкова форма

Рисунок 3.2 – Результати розрахунків

Рисунок 3.3 – Вибір фільтру

Рисунок 3.4 – Відомості про програму

Рисунок 3.5 – Вивантаження результатів у MS Word

3.5 Керівництво користувача програмного продукту

Для використання програмного модулю досить запустити виконуючий файл програми з розширенням Розрахунок фільтру.sln. Після запуску програми з'являється початкове вікно програми, де ми можемо ввести вхідні дані та натиснувши кнопку «Розрахувати» у правій частині вікна з'являться наші розрахунки. Також у верхній частині вікна на головному меню можна натиснути «Про програму», після цього з'явиться вікно з інформацією про дану програму. Якщо вам потрібно вивести отримані розрахунки у Word, потрібно натиснути «Файл», а потім «Вивантаження у MS Word». У даній програмі передбачена панель інструментів, за допомогою якої можна

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

скопювати, вирізати та вставити потрібну інформацію. Дані про результати виконаної роботи знаходяться на вкладці «Результати роботи». На даній вкладці виводить основну розраховану інформацію про фільтр та таблиця, по якій ми можемо обрати розрахований нами барабанний вакуум фільтр. Для закінчення роботи з програмним модулем в меню «Файл» натискаємо на кнопку «Вихід».

Лістинг програми знаходиться в Додатку Б.

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 Автоматизація технологічної схеми промивання целюлози

4.1 Мета автоматизації процесу

Автоматизація технологічного процесу - сукупність методів і засобів, призначена для реалізації системи або систем, що дозволяють здійснювати управління самим технологічним процесом без безпосередньої участі людини, або залишення за людиною права прийняття найбільш відповідальних рішень.

Основними цілями автоматизації технологічного процесу є: збільшення обсягів продукції, що випускається; підвищення ефективності виробничого процесу; підвищення якості продукції; зниження витрат ритмічності виробництва; підвищення безпеки екологічності; підвищення економічності [14].

Впровадження спеціальних автоматичних пристроїв сприяє безаварійній роботі устаткування, виключає випадки травматизму, попереджає забруднення атмосферного повітря промисловими викидами.

4.1.1 Мета автоматизації процесу промивання целюлози

Задача технологічного процесу промивання целюлози на барабанних фільтрах полягає в отриманні потрібного виходу продукту з заданої вхідної суміші целюлози з лугами. Для забезпечення необхідного виходу продукту та протікання всього процесу необхідно регулювати рівень та температуру на різних стадіях процесу [12].

Аналіз технологічної схеми показав, що для забезпечення необхідного протікання процесу треба здійснювати регулювання наступних величин :

- 1) Регулювати рівень витрати целюлози на першому фільтрі;
- 2) На інших фільтрах регулювати рівень, шляхом зміни витрати розбавляючої води;
- 3) регулювати рівень витрати фільтрату в баках для фільтратів;
- 4) на останньому фільтрі регулювати ступінь промивки целюлози, датчик якої (вимірювач електропровідності) встановлюється на виході фільтрату з вакуум-фільтра, а регулюючий клапан - на лінії гарячої води;

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 5) регулювати концентрацію целюлози шляхом зміни витрати оборотної води на останньому баці для фільтратів;
- 6) регулювати концентрацію целюлози на вході у перший фільтр;
- 7) контролювати рівень в збірнику целюлози на виході.

На підставі аналізу технологічної схеми було визначено необхідний рівень автоматизації виробництва, обрано об'єкти автоматизації, обрано регульовані і регулюючі параметри, визначено параметри контролю, реєстрації та регулювання. Для обраних параметрів було визначено необхідну точність вимірювання і регулювання (норми технологічного режиму) та діапазони їх можливої зміни. Ці дані наведено в Таблиці 4.1.

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Параметри регулювання технологічної схеми промивання целюлози

На основі параметрів регулювання розроблена схема автоматизації промивання целюлози. За допомогою каталогів фірм виробників підбрані засоби автоматизації, враховуючи особливості технологічного режиму. При цьому слід дотримуватися наступних правил:

- для регулювання однакових параметрів технологічного процесу застосовуємо однотипні засоби автоматизації;
- клас точності приладів повинен відповідати технологічним вимогам;
- діапазон вимірювання приладів повинен відповідати діапазону технологічних параметрів, що регулюються[13].

4.2 Вибір приладів та засобів автоматизації

При виборі приладів та засобів автоматизації слід дотримуватись наступних правил:

- для регулювання однакових параметрів технологічного процесу застосовуються однотипні засоби автоматизації;
- клас точності приладів повинен відповідати технологічним вимогам;
- діапазон вимірювання приладів повинен відповідати діапазону технологічних параметрів, що регулюються.

Тому для автоматизації процесу промивання целюлози на барабанних вакуум-фільтрах були вибрані технічні засоби автоматизації за каталогами відповідних виробників [1-7], які наведені в додатку В.

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 Опис схеми автоматизації

4.3.1 Регулювання витрати в технологічній схемі промивання целюлози

Для регулювання витрати використовується наступний комплект приладів:

- 1) Звужуючий пристрій – діафрагма камерна ДКС 10 - 150 (поз. 1а, 12а, 13а, 14а, 15а, 16а, 17а, 18а) - пристрій для вимірювання витрати рідини.
- 2) Дифманометр мембранний безшкальний ДМ-3583 М (поз. 1б, 12б, 13б, 14б, 15б, 16б, 17б, 18б) – призначений для вимірювання перепаду тисків..
- 3) Показуючий автоматичний прилад слідкуючого урівноваження РП 120 - 30 (поз. 2б, 4б, 8б, 19б) – призначений для вимірювання витрати газоподібних та рідких сумішей. Вихідний сигнал передається на виконавчий механізм.
- 4) Показуючий автоматичний прилад слідкуючого урівноваження РП 120 - 30 (поз. 1в, 12в, 13в, 14в, 15в, 16в, 17в, 18в) - призначений для вимірювання витрати газоподібних та рідких сумішей.

4.3.2 Регулювання рівня в технологічній схемі промивання целюлози

- 1) Комплект регулювання рівня: кондуктометричний датчик та електронний регулятор рівня рідини ЕРСУ-3 (поз. 2а, 4а, 6а, 8а, 19а, 2б, 4б, 6б, 8б, 19б) - призначений для регулювання рівня.
- 2) Електричний виконавчий механізм МЕО 40/25 (поз. 6б, 7б, 8б, 9б, 10б)

4.3.3 Регулювання концентрації в технологічній схемі промивання целюлози

- 1) Комплект для вимірювання концентрації: датчик GS133, підсилювач сигналу, реєстратор (поз. 11а, 11б) - призначений для вимірювання концентрації

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Економіко - організаційні розрахунки процесу промивання целюлози на барабанних вакуум-фільтрах

Одним з показників діяльності підприємства є собівартість продукції, яка комплексно характеризує ступінь використання усіх ресурсів, рівень технічного розвитку виробництва, досконалість системи управління та значною мірою визначає кінцеві результати діяльності підприємства – прибуток і рентабельність [17].

Метою проведення економіко – організаційного обґрунтування процесу промивання целюлози на барабанних вакуум-фільтрах є розрахунок його основних техніко – економічних показників, за якими можна буде зробити висновки щодо доцільності підприємства.

5.1 Теоретичні відомості для техніко – економічного обґрунтування процесу промивання целюлози

Виробничий процес – єдність живої праці, засобів праці, предметів праці, зосереджених у просторі і часі для виготовлення продукції або виконання робіт.

Види виробничих процесів:

1. основні – пов’язані з виготовленням готової продукції, яка формує призначення підприємства;
2. допоміжні – пов’язані для заготівлі або одержання комплектуючих для обслуговування виробництва (складування, транспортування);
3. бічні – виробництво продукції з відходів основного виробництва;
4. підсобні – не мають безпосереднього відношення до виробництва продукції, обслуговують допоміжні.

Предмет праці – сировина, матеріали, які підлягають обробці. Предмети праці входять до складу оборотних засобів.

Виробничий процес – це період часу, необхідний для випуску готової продукції.

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні засоби (ОЗ) – це засоби праці, що неодноразово беруть участь у виробничому процесі, не змінюючи при цьому своєї первинної форми. Їх вартість переноситься на вартість готової продукції частинами в міру зношення шляхом амортизаційних відрахувань.

До основних засобів належать:

- будівлі і споруди;
- машини і обладнання;
- транспорт;
- виробничий і господарський інвентар (вартістю понад 2500 грн. та терміном служби більше 1 року);
- нематеріальні активи (права, ліцензії, сертифікати).

Основні засоби поділяються на пасивні і активні:

1. активні – безпосередньо впливають на предмет праці (машини і обладнання, інструменти та засоби, вимірювальна та обчислювальна техніка);
2. пасивні – засоби, які безпосередньо не впливають на предмет праці, але є необхідними для виробничого процесу (будівлі та споруди, силове устаткування, транспортні засоби, інвентар).

Грошова оцінка основних засобів характеризується чотирма вартостями:

1. повна початкова вартість (Фпп) – вартість придбання або створення основних засобів з урахуванням гуртової ціни, витрат на доставку, витрати на монтаж, установку, тобто всі витрати до моменту запуску основних засобів у виробництво:

$$\Phi_{\text{пп}} = \text{Ц}_{\text{придб}} + \text{Ц}_{\text{транс}} + \text{Ц}_{\text{уст}};$$

2. відновлювальна вартість (Фвідн) – вартість, яку необхідно додати на момент переоцінки основних засобів для відновлення їх до початкового робочого стану;

3. залишкова вартість (Фза) – різниця між ФПП та нарахованим зносом основних засобів:

$$\Phi_{\text{зал}} = \Phi_{\text{пп}} - \text{З}_{\text{нос}};$$

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ліквідаційна вартість (Флікв) – сума грошей або інших активів, яку підприємство очікує отримати від реалізації (ліквідації) ОЗ після закінчення терміну їх експлуатації.

Калькуляція – документ, який дозволяє систематизувати витрати на виробництво одиниці продукції і визначити її собівартість. Це спосіб групування витрат і визначення собівартості, придбання матеріальних цінностей, виготовлення продукції або виконання робіт на конкретному підприємстві, у конкретних умовах [17].

Кошторис – документ для систематизації витрат і розрахунку собівартості робіт.

Амортизація — це економічний процес, що кількісно відображає втрату основними засобами своєї вартості, яка амортизується, та її систематичний розподіл (перенесення) на заново створений продукт (виконану роботу, надану послугу) протягом періоду їх корисного використання.

$$A = \frac{\Phi_{\text{ни}} + K - \Phi_{\text{лікв}} + P}{T_{\text{експлуат}}}, \quad (5.1)$$

де K – витрати на капремонт за час; $T_{\text{експлуат}}$ – термін експлуатації; P – вартість ліквідації ОЗ.

Норма амортизації — відсоткове відношення часткової суми амортизації до повної початкової амортизації.

Собівартість – це всі витрати на виробництво і реалізацію товару (послуги або виконання роботи) в грошовому вигляді. Розраховується за наступною формулою:

$$C = A + \text{ОбЗ} \quad (5.2)$$

де A – амортизація основних засобів, ОбЗ – оборотні засоби

Норма амортизації - це відсоток амортизаційних відрахувань від балансової вартості основних засобів.

Окрім ОЗ кожне підприємство обов'язково повинно мати оборотні засоби або оборотний капітал.

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оборотний капітал – це фінансові ресурси, вкладені в об'єкти, використання яких здійснюється підприємством протягом одного виробничого циклу.

Оборотні засоби – це зазначені об'єкти. Оборотний капітал, що вкладається у виробництво і реалізацію продукції, споживається повністю і відтворюється відразу після завершення виробничого циклу через реалізацію товару.

До основних техніко – економічних показників належать: • випуск продукції;

• фондовіддача ОЗ — це відношення обсягу виробленої продукції підприємства до середньорічної вартості ОЗ, що показує, який обсяг виробленої продукції припадає на 1 грн. вартості ОЗ, тобто:

$$\Phi_B = \frac{B}{C_{сер}} \quad (5.3)$$

де В - запланований випуск продукції за певний період; Ссер - середньорічна вартість ОЗ;

• фондомісткість ОЗ — це показник, обернений до фондовіддачі. Він показує, яка вартість ОЗ припадає на 1 грн.. виробленої продукції, тобто:

$$\Phi_M = \frac{1}{\Phi_B} \quad (5.4)$$

• капіталовкладення:

$$K = OЗ + OБЗ \quad (5.5)$$

• собівартість продукції — це вираження у грошовій формі поточних витрат підприємства на підготовку виробництва продукції, її виготовлення і збут.

Для забезпечення беззбиткової виробничо - господарської діяльності підприємства ці витрати повинні відшкодовуватись за рахунок виручки від продажу виготовленої продукції.

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Собівартість продукції відображає рівень витрат підприємства на її виробництво і комплексно характеризує ефективність використання ним ресурсів, організаційний і технічний рівень виробничого процесу, рівень продуктивності праці [17].

$$C = A + Z_{\text{сир.}} + \text{ФОП} + Z_{\text{електр.}} \quad (5.6)$$

де А - амортизаційні відрахування; Z_{сир.}, Z_{електр.} - витрати на сировину, обладнання та електроенергію відповідно;

ФОП - фонд оплати праці:

$$\text{ФОП} = \text{ЗП} + \text{Нарахування} \quad (5.7)$$

де ЗП - заробітня плата — ціна, що спочається за використану працю, грошова вартість робочої сили; Нарахування - сума коштів, яку підприємство обов'язково сплачує до державних засобів соціального захисту (37%).

- ціна;
- прибуток — абсолютна величина, що характеризує доцільність існування підприємства:

$$П = Ц - C \quad (5.8)$$

- рентабельність — показник ефективності роботи підприємства, характеризує ефективність повернення вкладених коштів.

$$P = \frac{П}{C} \cdot 100\% \quad (5.9)$$

- економічна ефективність:

$$E = \frac{П}{K} \quad (5.10)$$

- період повернення капіталовкладень:

$$T = \frac{1}{E} \quad (5.11)$$

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кадри характеризуються показниками:

1. Чисельність явочна — максимально допустима чисельність працівників необхідних для виконання відповідного обсягу робіт і повної комплектації робочих місць протягом робочої зміни.

$$Ч_{ЯВ} = \frac{В}{Н_{В} \cdot К_{ВН} \cdot К_{ПН}}, \quad (5.12)$$

де В - запланований випуск продукції за певний період; Н_В - норма виробітку; К_{ВН} - коефіцієнт виконання норми; К_{ПН} - коефіцієнт перегляду норм у поточному періоді.

Норма виробітку — становлений обсяг робіт, який працівник чи група працівників повинна виконати у відповідних організаційно-технічних умовах за визначений період часу відповідно до своєї кваліфікації.

$$Н_{В} = \frac{В}{Ч \cdot Т}, \quad (5.13)$$

де Ч - чисельність персоналу, зайнята на випуск певної продукції; Т - період часу, за який випускається дана продукція.

Чисельність за списком - характеризує потребу підприємства у кадровому забезпеченні і крім штатних посад містить працівників необхідних для заміщення хворих, осіб у відпустках, відсутніх за інших причин, консультантів, експертів та інших позаштатних працівників.

$$Ч_{СП} = Ч_{ЯВ} \cdot К_{ПЕРЕРАХ.} \quad (5.14)$$

$$К_{ПЕРЕРАХ.} = \frac{T_{підпр.}^{рік.}}{T_{прац.}^{рік.}} \quad (5.15)$$

де $T_{підпр.}^{рік.}$ - тривалість роботи підприємства за рік; $T_{прац.}^{рік.}$ - тривалість роботи працівника за рік.

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2 Техніко – економічні показники процесу промивання целюлози

5.2.1. Розрахунок економічної ефективності

Автоматизація процесу промивки целюлози на барабанних фільтрах потребує залучення додаткових коштів.

Розрахунок продуктивності установки.

Річний фонд календарного часу:

Регламентом передбачено 15 днів або 360 годин зупинки на капітальний ремонт. Ефективний фонд часу роботи установки:

Продуктивність процесу становить 1 800 т/год целюлози:

Місячна продуктивність процесу:

Добова продуктивність процесу:

Продуктивність процесу за зміну:

За допомогою автоматизації виробництва продуктивність процесу збільшиться до 1 850 т/год:

Місячна продуктивність процесу:

Добова продуктивність процесу:

Продуктивність процесу за зміну:

Результати розрахунку продуктивності процесу наведені в таблиці 1.

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 - Продуктивність установки.

5.2.2. Розрахунок фонду заробітної плати

Режим роботи працівника в умовах безперервного робочого тижня характеризується 6-ти годинною робочою зміною, та 36 годинним робочим тижнем, оскільки на підприємстві шкідливі умови праці.

Розрахунок кількості змін для роботи підприємства:

Для забезпечення безперервності виробництва необхідно 5 бригад.

Складемо графік змінності (таблиця 2).

Таблиця 5.2 - Графік змінності основних виробничих працівників

До автоматизації у цеху працювало 60 осіб. Явочна чисельність персоналу становила: $Ч_{\text{яв}} = 48$ осіб.. Після автоматизації у цеху працюватиме 40 осіб. Явочна чисельність персоналу становитиме: $Ч_{\text{яв}} = 32$ особи.

Особи, що працюють на підприємстві наведено в таблиці 3.

Таблиця 5.3 - Персонал цеху промивки целюлози

Розрахунок фонду заробітної плати основних виробничих робітників.

Таблиця 5.4 - Фонд заробітної плати

Фонд оплати праці за рік становить:

- без автоматизації:
- з автоматизацією:

Затрати на сировину представлені в таблиці 5.

Таблиця 5.5 - Розрахунок вартості сировини для промивки целюлози

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ХА 2109 1490 001 ПЗ

Арк.

5.2.3. Розрахунок амортизаційних відрахувань.

Вартість основних фондів(ОФ):

- Вартість приміщення 4 000 000 грн.
 - Вартість обладнання 23 912 000 грн.
- Всього: 27 912 000 грн.

Додаткові кошти на автоматизацію:

- Обладнання: 920 000 грн.;
- Перекваліфікація персоналу: 30 000грн.;
- Разом: 1 350 000 грн.

З автоматизацією процесу:

Амортизація:

ОФ = 27 912 000 грн. Час експлуатації ОФ – 10 років

Норма амортизації:

Амортизація після автоматизації процесу:

ОФ = 29 262 785 грн. Час експлуатації ОФ – 10 років

Витрати на електроенергію:

Ціна 1кВт= 156,82 грн – денний час, в нічний час: 1кВт=26,39 грн.

Підприємство працює цілодобово 365 днів на рік.

Денний час

Нічний час:

Сумарні витрати на електроенергію:.

Витрати на теплову енергію:

На обігрів приміщення споживається тепла – 2 100 Гкал/рік;

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тарифна ставка на теплову енергію –1 550,60 грн/Гкал;

Сумарні затрати на енергію:

З автоматизацією процесу:

Денний час:

Нічний час:

Сумарні витрати на електроенергію:.

Витрати на теплову енергію:

Тарифна ставка на теплову енергію –1 550,60 грн/Гкал;

Сумарні затрати на енергію:

Таблиця 5.6 - Оборотні фонди (ОбФ) підприємства

Собівартість становить:

Собівартість однієї тони продукції становить:

З автоматизацією:

Собівартість становить:

Собівартість однієї тони продукції становить:

Середня ринкова ціна целюлози: 22 911 грн/т

Прибуток за рік (без автоматизації підприємства):

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прибуток за рік (з автоматизацією підприємства):

Рентабельність підприємства (без автоматизації підприємства):

Рентабельність підприємства (з автоматизацією підприємства):

Капіталовкладення (без автоматизації підприємства):

Капіталовкладення (з автоматизацією підприємства):

Ефективність підприємства (без автоматизації підприємства)::

Ефективність підприємства (з автоматизацією підприємства):

Період повернення капіталовкладень (без автоматизації підприємства)::

Період повернення капіталовкладень (з автоматизацією підприємства):

Фондовіддача (без автоматизації підприємства)::

Фондовіддача (з автоматизацією підприємства):

Фондоємність (без автоматизації підприємства)::

Фондоємність (з автоматизацією підприємства):

Техніко-економічні показники записані в Таблиці 7
Таблиця 5.7 - Техніко-економічні показники підприємства

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 Охорона праці

Технологічний об'єкт, що розглядається – промивання целюлози на барабанних вакуум-фільтрах ,яке містить в обігу шкідливі, вибухонебезпечні речовини. Також в даному об'єкті передбачено використання електроенергії та теплової енергії. Всі проектні рішення прийнято із урахуванням вимог охорони праці. На основі аналізу шкідливих і небезпечних факторів розроблені заходи щодо створення здорових умов праці та пожежної безпеки.

6.1 Виявлення

6.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042-95 визначаємо категорію робіт за важкістю – середньої важкості: II а [15,16].

Таблиця 6.1 – Санітарні норми параметрів мікроклімату цеху

Для попередження небезпеки отруєння та забезпечення оптимальних гігієнічних умов праці передбачається природна і штучна вентиляція.

Природна вентиляція у всіх приміщеннях забезпечується за допомогою спеціально вбудованих вентиляційних каналів на верхній частині даху. Для посилення тяги встановлюються дефлектори типу ЦАГІ [15].

Основною речовиною, застосовуваною у виробництві, є етилбензол. Незважаючи на герметичність апаратури, і трубопроводів, відбуваються витоки газу через незначні нещільності, і в разі великих скупчень газу можливе утворення вибухонебезпечних сумішей. Це завдання вирішується шляхом установки загальнообмінної припливно-витяжної системи. У приміщеннях, де виділяються шкідливі або вибухонебезпечні гази, пари і пил необхідний повітрообмін визначають за формулою [14]:

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Де L_{pz} - витрата повітря, що видаляється з робочої зони приміщення місцевими відсмоктувачами і на технологічні потреби, рівний $81,24 \text{ м}^3 / \text{год}$; M - витрата кожного з шкідливих або вибухонебезпечних речовин, що надходять в повітря приміщення, рівний $1058400 \text{ мг} / \text{год}$; Q_3 - концентрація шкідливої або вибухонебезпечної речовини в повітрі, $\text{мг} / \text{м}^3$; q_{pz} - виходячий з робочої зони, рівний $8,17 \text{ мг} / \text{м}^3$; q_{yx} - приходячий в приміщення, рівний $8,17 \text{ мг} / \text{м}^3$; $q_{п}$ - подається в приміщення, що становить 30% q_{yx} і дорівнює $2,451 \text{ мг} / \text{м}^3$.

Кратність повітрообміну в приміщенні дорівнює 8.

Вибираємо вентилятор марки ВЦ 14-46-5К-02 з вибухозахищеним електродвигуном типу ВА 02-4-8.

6.1.2 Виробниче освітлення

Згідно з ДБН В.2.5-28-06 на виробництві виконується зорова робота II і IV розрядів.

Таблиця 6.2 – Характеристика зорової роботи

Проектом передбачені наступні системи освітлення за функціональним призначенням: робоча, аварійна, евакуаційна, ремонтна, охоронна. Для виконання ремонтних робіт проектом передбачені переносні електричні світильники. При відключенні робочого освітлення передбачається система аварійного освітлення.

У вибухонебезпечних зонах проектом передбачене використання пілозахищених люмінесцентних світильників. Для виміру й контролю освітленості в приміщеннях застосовують люксметри Ю-117 з періодичністю виміру 1 раз на рік і після ремонту освітлювальних установок та заміни ламп.

Перевіримо освітленість робочого місця користувача ПК на відповідність розряду зорової роботи. За даними вимірювань рівень природної

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

освітленості поверхні, де розташований ПК, складає 200 лк за освітленості тієї же поверхні відкритим небосхилом в 20000 лк, тобто КПО=1%, що не відповідає нормативному КПО.

Вибираємо 30 ламп розжарювання типу Г 125-135-150 зі світловим потоком рівним 2280 лк [15,16].

6.1.3 Захист від виробничого шуму й вібрацій

Джерелами шуму і вібрації є повітродувки, вентилятори, компресори, а також знос устаткування.

Відповідно до ДСН визначаємо допустимий рівень параметрів шуму в приміщенні і на робочих місцях, і не повинен перевищувати 80 дБА. Фактичний рівень звуку на промивці целюлози становить 85 дБ, що перевищує норму [18].

Для захисту від шуму і вібрації застосовуються, насамперед, технічні заходи: ретельне статичне і динамічне балансування, центровка обертових і рухомих частин обладнання. Допустимі рівні звукового тиску у октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях наведені у таблиці 6.2 [18].

Таблиця 6.3 – Допустимі рівні вібрації на робочих місцях

В якості індивідуальних засобів захисту від шуму згідно з [18] передбачено м'які протишумові вкладки. Для захисту рук від дії вібрацій застосовуємо рукавиці з спеціальними віброзахисними вставками. Для захисту від вібрацій що передаються через ноги, передбачено взуття товстою гумовою підошвою. Для вимірювання шуму та вібрації використовується вимірювач шуму та вібрації марки ВШВ–003.

6.1.4 Електробезпека

Електричне устаткування на виробництві живиться від трифазної чотирьохпровідної електричної мережі змінного струму промислової частоти напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю. Для змінного струму із

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

частотою 50 Гц гранично припустимі значення напруги дотику й струму, що проходить через тіло людини, при аварійному режимі $I_{л} = 6 \text{ мА}$, $U_{дот} = 36 \text{ В}$; при нормальному режимі роботи електричного обладнання $I_{л} = 0,3 \text{ мА}$, $U_{дот} = 2 \text{ В}$.

Згідно з [17] порівнюють розрахункове значення із гранично допустимим значенням струму:

де $R_{д} = 2 \dots 4 \text{ кОм}$, опір тіла людини;

$R_0 = 4 \text{ Ом}$, опір нейтралі заземлення;

$U_{ф} = 220 \text{ В}$, фазова напруга, В.

Напруга дотику розраховується за формулою:

Таблиця 6.4 – Класифікація приміщень по ступеню небезпеки враження електричним струмом

Для зниження небезпеки накопичення зарядів статичної електрики на трубопроводах, машинах і апаратах передбачені такі заходи [17]:

- відведення зарядів статичної електрики шляхом заземлення системи трубопроводів і апаратів, якими рухається стирол або метан;
- застосування ремінних передач з струмопровідної гуми;
- Для запобігання виникнення іскрового розряду забороняється проводити очищення, прибирання машин і апаратів, в яких можлива присутність хімічного продукту виробництва, за допомогою стиснутого повітря. Очистку та прибирання робити тільки за допомогою промислового пилосмоку або вручну за допомогою спеціальної щітки.

Для забезпечення індивідуального захисту використовуємо діелектричні рукавички, інструменти з ізолюючими рукоятками, покажчики напруги,

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

діелектричні калоші, ізолюючі підставки, гумові килимки, тимчасові огороження, захисні окуляри. Електричне обладнання закритого типу, яке встановлюють на заводі, має пило- та вологонепроникне виконання.

6.1.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання

Ця інструкція є обов'язковою для виконання всіма особами, які працюють зі стиролом. Роботи зі стиролом відносяться до робіт підвищеної небезпеки. До виконання робіт зі стиролом допускаються особи, які досягли 18 років; пройшли медичний огляд відповідно та не мають медичних протипоказань; пройшли навчання, інструктаж з питань охорони праці; при наявності розписки про безпеку стиролу. Особи, які працюють зі стиролом, зобов'язані вміти користуватися засобами колективного та індивідуального захисту. При роботі із стиролом можливе враження ЦНС, подразнення слизових оболонок очей та дихальних шляхів [16,19,20].

Запах стиролу відчутний при $0,07 \text{ мг/м}^3$. Середня летальна доза складає $500-5000 \text{ мг/м}^3$.

Гранично допустима концентрація (ГДК) становить 30 мг/м^3 .

Перед початком роботи необхідно:

Включити загальнообмінну припливно-витяжну вентиляцію. Перевірити: наявність і справність засобів індивідуального та колективного захисту; справність технологічного обладнання. При виявленні несправностей обладнання та засобів колективного захисту сповістити керівника;

Транспортування стиролу повинно здійснюватись засобом, який виключає можливість попадання його у виробниче та навколишнє середовище;

Стирол необхідно зберігати у спеціальних приміщеннях. Приміщення повинно бути обладнане вентиляцією;

По закінченню робіт необхідно: прибрати робоче місце [20].

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2 Пожежна безпека

Можливість поширення пожежі в будинках в значній мірі залежить від вогнестійкості основних будівельних конструкцій приміщення, планування і розміщення обладнання в будівлі [19].

Приміщення категорії А слід розміщувати біля зовнішніх стін, а в багатоповерхових будівлях - на верхніх поверхах. Для зменшення можливого збитку від вибуху газоповітряних сумішей необхідно передбачати у зовнішній частині будівлі спеціальні легкоскидуючі конструкції (скління вікон і ліхтарі).

У будівлі передбачається, не менше двох евакуаційних виходів, відстанню від робочого місця до евакуаційного виходу з приміщення 25 м, при щільності людського потоку від 1 до 3 чол/м²; ширина шляхів евакуації 2 м; ширина дверей не менше 0,8 м [19].

Для виявлення початкової стадії пожежі в зовнішніх установках розташованих у вибухонебезпечному середовищі використовують сповіщувача вибухонебезпечного виконання ТРВ-1 [19].

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті був розглянутий процес промивання целюлози на барабанних вакуум-фільтрах.

Вирішені задачі:

1. Проведений аналіз технологічних особливостей промивання целюлози, показано, що найкращі результати дає промивання на барабанних вакуум-фільтрах.

2. Проведено комп'ютерний розрахунок матеріального балансу схеми процесу промивання целюлози на барабанних вакуум-фільтрах в середовищі Mathcad 14.0. Отримані результати розрахунків показують на правильність структурної схеми процесу.

3. Обраний математичний опис процесу промивання целюлози на барабанних вакуум-фільтрах, який складається з рівняння Рута-Кармана та доповнений рівняннями, що відображають особливості роботи барабанного вакуум-фільтра.

4. Згідно з технічним завданням було розроблено обчислювальний модуль для розрахунку барабанного вакуум-фільтра. Результатами роботи є вибір вакуум-фільтру БОУ 5-1,75.

5. Розроблено схему автоматизації процесу промивання целюлози, та були підібрані основні технічні засоби автоматизації, які забезпечують проведення процесу в регламентованому режимі.

6. Розроблене ТЗ на процес промивання целюлози. Розраховано собівартість готової продукції без автоматизації – 17 613,28 грн/т, собівартість готової продукції з автоматизацією – 17 136,48 грн/т. Коефіцієнт економічної ефективності виріс з 0,300 до 0,337. Вирішено, що автоматизація на даному етапі виробництва є економічно вигідною та доцільною.

7. Виявлено та проаналізовано небезпечні виробничі та шкідливі фактори, які можуть призвести до виникнення аварійних або небезпечних ситуацій на підприємстві, визначено шляхи їх вирішення.

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технология целлюлозы. В 3-х т. Т.1. Производство сульфатной целлюлозы.- Изд. 2-е., перераб / Под ред.. д-ра. техн. наук Ю.Н. Непенина, Н.Н. Непенин - М.: Лесная промышленность,1976 - 624с.
2. Технология целлюлозы. В 3-х т. Т.2. Производство сульфатной целлюлозы: Учебное пособие для вузов.-2-е изд. / Н.Н. Непенин перераб. - М.: Лесная промышленность,1990. - 660с.
3. Общая химия. — 22 изд., испр. / Н.Л. Глинка — Ленинград: Химия, 1977. — 719 с.
4. Малиновская Т.А. Разделение суспензий в химической промышленности / Малиновская Т.А., Кобринский И.А., Кирсанов О.С. и др. – М.: Химия, 1983. – 264с.
5. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г. Касаткин - М.: Химия, 1973.-752с.
6. Процессы и аппараты целлюлозно-бумажного производства / В.А. Бушмелев, И.С. Вольман, О.А. Кокушкин – М.: Химия, 1985. – 336с.
7. Шефтель В. О. Вредные вещества в пластмассах. — М.: Химия, 1991— 574 с.
8. Контроль та керування хіміко-технологічними процесами / М.В. Лукінюк – Київ : НТУУ «КПІ», 2012.-335с.
9. Расчеты химико-технологических процессов / И.П. Мухленов – Л.: Химия, 1982. – 248 с.
10. Переработка сульфатного и сульфитного щелоков / Б.Д. Богомолов, С.А. Сапотницкий, О.М. Соколов — М.: Химия, 1989—360 с.
11. Математичне моделювання / В.В. Кафаров, М.Б.Глібов. - [Под ред. Е.С. Гридасова]. – Навчальне видання. – М.: Вища школа, 1991. – 400с.
12. Бойко, Т. В. Математичне моделювання та застосування ЕОМ в хімічній технології: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки «Хімічна технологія та

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- інженерія» / Т. В. Бойко В. І. Бендюг, І. О. Потяженко – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 128с.
13. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов / Под ред. чл.-корр. АН СССР П. Г. Романкова. - 10-е изд., перераб. и доп. - Л.: Химия, 1987. - 576 с.
 14. Процессы и аппараты химической технологии ч.1. / Ю.И. Дытнерский - М.:Химия, 1995. - 399 с.
 15. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии / - Л.:Химия, 1991. - 351 с.
 16. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Справочник. / А.С. Тимонин Том 2, 2-е изд., перераб. и доп. - Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2002. — 1030 с.
 17. Економіка підприємства: навч. посібник / за заг. ред. В.Г. Герасимчука, А.Е. Розенплентера. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2003. – 264 с.
 18. Соколов В. М. Предупреждение аварий в химических производствах - М.: Химии, 1972.-392 с.
 19. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. Навчальний посібник. / Д.В. Зеркалов. – К.: «Основа». 2011. – 551 с.
 20. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку [Текст]: ДСН 3.3.6.037-99 - № 37; [чинний від 01-12-1999] – Оф. видання Міністерства охорони здоров'я України.
 21. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації: ДСН 3.3.6.039.99 - № 39; [чинний від 01-12-1999] – Оф. видання Міністерства охорони здоров'я України.
 22. Гайдуков Н.С. Пожарная безопасность промышленных зданий – К.:Строитель, 1979.-166 с.

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

23. Основи охорони праці. Підручник, 2-е видання, доповнене та перероблене / За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського - К.: Основа. 2006. - 448 с.

					ХА 2109 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		