

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра екології, хімії та технологій захисту довкілля

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ГАЙСИНСЬКОГО ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ»**

Виконав: студент групи ЕКО-216  
спеціальності 101 – «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Гут І. С.  
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент кафедри ЕХТЗД

« » Васильківський І.В.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н., доцент кафедри ЕХТЗД

« » Тітов Т.С.  
(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту

Засідувач кафедри ЕХТЗД

к.т.н., проф. Іщенко В.А.

(прізвище та ініціали)

« 10 » червня 2025 р.

Вінниця ВНТУ – 2025 рік

Вінницький національний технічний університет  
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії  
Кафедра екології, хімії та технологій захисту довкілля  
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)  
Галузь знань 10 – Природничі науки  
Спеціальність 101 – «Екологія»  
Освітньо-професійна програма – Екологічна безпека та моніторинг довкілля

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри ЕХТЗД  
к.т.н., професор В.А. Іщенко  
(підпис)  
« 25 » березня 2025 р..

**ЗАВДАННЯ**  
**на бакалаврську кваліфікаційну роботу студенту**  
Гут Іван Сергійович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи:** «ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ГАЙСИНСЬКОГО ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ»

**керівник роботи** Васильківський Ігор Володимирович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по ВНТУ від « 20 » березня 2025 року № 97

**2. Термін подання студентом роботи** « 10 » червня 2025 року

**3. Вихідні дані до роботи:**

1. Карта-схема ВАТ «Гайсинський цукровий завод» (додаток Б).
2. Схема виробничого процесу (Додаток В).
3. Стационарні джерела викидів шкідливих речовин ВАТ «Гайсинський цукровий завод» (Додаток Д).
2. Перелік відходів від виробництва цукру та їх характеристики (Додаток Е).

**4. Зміст текстової частини**

1. Характеристика цукрової галузі України.
2. Загальні відомості про підприємство.
3. Аналіз викидів, скидів, відходів забруднюючих речовин цукрового виробництва.
4. Рекомендації щодо підвищення рівня екологічної безпеки цукрового виробництва.

**5. Перелік ілюстративного матеріалу:**

1. Технологічна схема виробництву цукру-піску ВАТ «Гайсинський цукровий завод».
2. Джерела забруднення повітря.
3. Характеристика забруднюючих речовин, що поступають в атмосферу організованих та неорганізованих джерел викидів ВАТ «Гайсинський цукровий завод».
4. Перелік відходів виробництва цукру та їх характеристики.

#### 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|        |                                           | завдання видав | Завдання прийняв |
|        |                                           |                |                  |

7. Дата видачі завдання « 25 » березня 2025 р.

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва та зміст етапу                                                                                          | Термін виконання |            | Примітки |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------|
|       |                                                                                                               | початок          | закінчення |          |
| 1     | Аналіз характеристик цукрової галузі України.                                                                 | 25.03.2025       | 07.04.2025 | Викон    |
| 2     | Дослідження технологічної схеми виробництва цукру.                                                            | 07.04.2025       | 27.04.2025 | Викон    |
| 3     | Аналіз викидів, скидів, відходів забруднюючих речовин цукрового виробництва ВАТ «Гайсинський цукровий завод». | 27.04.2025       | 12.05.2025 | Викон    |
| 4     | Розробка заходів щодо підвищення рівня екологічної безпеки ВАТ «Гайсинський цукровий завод».                  | 12.05.2025       | 26.05.2025 | Викон    |
| 5     | Підготовка висновків, додатків і переліку літератури. Оформлення пояснювальної записки та графічної частини.  | 26.05.2025       | 05.06.2025 | Викон    |
| 6     | Підготовка презентації та доповіді на захист БКР                                                              | 05.06.2025       | 10.06.2025 | Викон    |

Студент

(підпис)

Гут І. С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Васильківський І. В.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з 66 сторінки формату А4, на яких є 9 рисунків, 8 таблиць, список використаних джерел містить 20 найменування.

**Метою роботи** є оцінка впливу відкритого акціонерного товариства «Гайсинський цукровий завод» на стан навколишнього природного середовища та розробка заходів, спрямованих на підвищення його екологічної безпеки.

В бакалаврській кваліфікаційній роботі проаналізовано сучасний стан цукрової промисловості України, її вплив на довкілля. Проаналізована типова технологічна схема виробництва цукру, визначені основні джерела утворення твердих відходів, газових викидів та рідких стоків. Проаналізована технічна документація ВАТ «Гайсинський цукровий завод». Дана характеристика джерел утворення та викидів забруднюючих речовин підприємством. Розраховано викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел. Розглянуто способи переробки відходів.

Запропоновані природоохоронні заходи спрямовані на підвищення екологічної безпеки ВАТ «Гайсинський цукровий завод» та ефективність їх впровадження.

**Ключові слова:** цукрова промисловість, виробництво цукру, відходи цукрового виробництва, газові викиди підприємств цукрової промисловості, забруднення атмосферного повітря, ресурсозбереження, енергозбереження.

## ABSTRACT

The bachelor's qualification work consists of 66 pages of A4 format, which include 9 figures, 8 tables, and the list of sources used contains 20 names.

**The purpose of the work** is to assess the impact of the open joint-stock company "Gaisinsky Sugar Plant" on the state of the environment and develop measures aimed at improving its environmental safety.

The bachelor's qualification work analyzes the current state of the sugar industry of Ukraine and its impact on the environment. A typical technological scheme for sugar production is analyzed, the main sources of solid waste, gas emissions, and liquid effluents are identified. The technical documentation of OJSC "Gaisinsky Sugar Plant" is analyzed. The sources of formation and emissions of pollutants by the enterprise are characterized. Emissions of pollutants into the atmosphere from stationary sources are calculated. Methods of waste processing are considered.

The proposed environmental protection measures are aimed at increasing the environmental safety of OJSC "Gaisinsky Sugar Plant" and the effectiveness of their implementation.

**Keywords:** sugar industry, sugar production, sugar production waste, gas emissions of sugar industry enterprises, air pollution, resource conservation, energy conservation.

## ВІДГУК

**наукового керівника на бакалаврську кваліфікаційну роботу  
студента денної форми навчання групи ЕКО-216 Гут Івана Сергійовича  
на тему «Екологічна безпека Гайсинського цукрового заводу»**

Бакалаврська кваліфікаційна робота Гут І.С. включає детальний огляд літературних джерел та аналіз екологічного впливу цукрових підприємств України на стан навколишнього середовища, зокрема розглянуто вплив на навколишнє середовище відкритого акціонерного товариства «Гайсинський цукровий завод».

Проаналізована типова технологічна схема виробництва цукру, визначені основні джерела утворення твердих відходів, газових викидів та рідких стоків. Розглянуто способи переробки відходів. Дана характеристика джерел утворення та викидів забруднюючих речовин підприємством. Розраховано викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел. Проведено моделювання розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері.

В процесі виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи дипломник Гут І. С. провів ретельний аналіз технології виробництва цукру на ВАТ «Гайсинський цукровий завод», самостійно визначив основні джерела забруднення їх параметри та характеристику впливу на довкілля.

Дипломником Гут І.С. було запропоновано ряд ефективних природоохоронних заходів щодо зменшення негативного впливу ВАТ «Гайсинський цукровий завод» на довкілля та здоров'я населення.

Дипломник Гут І.С. характеризується виключно з позитивного боку, коректний, старанний, працелюбний, відповідальний і наполегливий в досягненні мети, користується повагою серед студентів та викладачів.

Робота у цілому виконана на високому рівні і заслуговує оцінку «відмінно».

Керівник роботи,

к.т.н., доцент кафедри ЕХТЗД



І. В.Васильківський

## РЕЦЕНЗІЯ

**на бакалаврську кваліфікаційну роботу студента денної форми навчання  
4 курсу із спеціальності 101 «Екологія» Гута Івана Сергійовича на тему:  
«Екологічна безпека Гайсинського цукрового заводу»**

Бакалаврська дипломна робота виконана згідно до завдання, відповідає темі, містить 4 листки ілюстративного матеріалу і пояснювальну записку з 66 сторінок.

1. Актуальність теми, наявність замовлення роботи підприємством, організацією

Цукрова промисловість чинить негативний вплив на навколишнє середовище – забруднює атмосферу, воду та ґрунти, оскільки при виробництві цукру утворюються тверді, газоподібні відходи та рідкі стоки. Оцінка впливу цукрової промисловості на стан навколишнього середовища та розробка заходів, спрямованих на підвищення екологічної безпеки при виробництві цукру є актуальним екологічним завданням.

2. Достатність вихідних даних на бакалаврську кваліфікаційну роботу, наявність обґрунтування вироблених рекомендацій

Вихідних даних для виконання роботи цілком достатньо. Практичні рекомендації та висновки є обґрунтованими.

3. Наявність багатоваріантного аналізу проектних рішень в основному розділі, спрямованого на пошук оптимального рішення з урахуванням останніх досягнень науки і техніки, техніко-економічного обґрунтування оптимального варіанту. Застосування варіантних підходів при вирішенні решти проектних рішень.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі проведено аналіз літературних джерел у галузі впливу підприємств цукрової промисловості на довкілля та поводження з відходами, які утворюються в результаті виробництва цукру. Обґрунтовано вибір програмного середовища для розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в приземному шарі атмосферного повітря.

4. Глибина обґрунтування прийнятих рішень, ступінь врахування факторів безпеки життєдіяльності тощо

Всі прийняті рішення характеризуються достатньою глибиною техніко-економічного та еколого-економічного обґрунтування.

5. Рівень пророблення основного рішення (аналіз, технічні розрахунки тощо), достатність глибини пророблення основного рішення для використання на практиці

У бакалаврській кваліфікаційній роботі проаналізовано діяльність ВАТ «Гайсинський цукровий завод», визначено кількісний і якісний склад забруднюючих речовин, що надходять в атмосферу та проведено моделювання розсіювання забруднюючих речовин в приземному шарі атмосферного повітря.

6. Науковий рівень (для робіт дослідницького характеру) та глибина експериментальних досліджень

Бакалаврська кваліфікаційна робота має практичне використання та достатній пізнавальний і навчальний рівень.

7. Наявність у пояснювальній записці обґрунтування усіх проектних рішень, стиль її написання (обґрунтовальний чи описовий), відповідність оформлення до вимог діючих стандартів

Пояснювальна записка оформлена відповідно до діючих стандартів, рішення та рекомендації подані обґрунтовано.

8. Повнота відображення графічних матеріалів основного змісту дипломної роботи, відповідність графічних матеріалів конкретному об'єкту дослідження, вимогам діючих стандартів

Графічний матеріал, представлений у даній роботі, відображає основний зміст роботи, оформлений згідно діючих стандартів і відповідає об'єкту дослідження.

9. Практична цінність роботи, можливість її реалізації

Впровадження запропонованих заходів дозволить підвищити екологічну безпеку виробництва цукру на ВАТ «Гайсинський цукровий завод».

10. У бакалаврській кваліфікаційній роботі можна відзначити такі недоліки:

Для комплексної оцінки рівня екологічної безпеки ВАТ «Гайсинський цукровий завод», розрахунки розсіювання забруднюючих речовин доцільно виконувати за допомогою спеціалізованих програм.

Бакалаврська кваліфікаційна робота у цілому виконана на високому рівні і заслуговує на оцінку «добре».

Рецензент

к.х.н., доцент кафедри ЕХТЗД

Т. С. Тітов

(підпис)

## ЗМІСТ

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                                | 4  |
| 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ЦУКРОВОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ.....                                                             | 5  |
| 2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО.....                                                                | 8  |
| 2.1 Місце розташування підприємства.....                                                                  | 8  |
| 2.2 Технологічні аспекти виробництва цукру з цукрових буряків.....                                        | 13 |
| 3 АНАЛІЗ ВИКИДІВ, СКИДІВ, ВІДХОДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА.....                        | 22 |
| 3.1 Джерела утворення забруднюючих речовин Гайсинського цукрового заводу.....                             | 22 |
| 3.2 Джерела утворення забруднюючих речовин від допоміжного виробництва Гайсинського цукрового заводу..... | 26 |
| 3.3 Розрахунки викидів забруднюючих речовин від технологічних процесів виробництва цукру.....             | 28 |
| 3.4 Забруднення води в цукровому виробництві.....                                                         | 33 |
| 3.5 Водоспоживання та забруднення вод Гайсинським цукровим заводом...                                     | 37 |
| 3.6 Аналіз відходів виробництва цукру.....                                                                | 40 |
| 4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА.....                       | 46 |
| 4.1 Зниження температури димових газів котлоагрегатів підприємства.....                                   | 46 |
| 4.2 Скорочення масових витрат димових газів за рахунок зниження надлишку повітря горіння.....             | 47 |
| 4.3 Забезпечення нормативно допустимих викидів оксиду вуглецю та азоту діоксиду.....                      | 48 |
| 4.4 Заходи для підвищення екологічної безпеки цукрового виробництва.....                                  | 49 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                                             | 51 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....                                                                           | 52 |

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Додаток А. Протокол перевірки кваліфікаційної роботи.....                                                | 54 |
| Додаток Б. Карта-схема ВАТ «Гайсинський цукровий завод».....                                             | 55 |
| Додаток В. Схема виробничого процесу.....                                                                | 56 |
| Додаток Д. Стаціонарні джерела викидів шкідливих речовин ВАТ<br>«Гайсинський цукровий завод».....        | 57 |
| Додаток Е. Перелік відходів виробництва цукру та їх характеристики.....                                  | 58 |
| Додаток Ж. Сертифікат учасника LIV Всеукраїнської науково-технічної<br>конференції підрозділів ВНТУ..... | 59 |
| Додаток И. Ілюстративна частина.....                                                                     | 60 |

## ВСТУП

Цукрова галузь харчової промисловості завжди була найрозвинутішою серед інших галузей національної економіки України.

Виробництво цукру вже багато років займає одне з головних місць в економіці за кількістю виробленої продукції, за чисельністю підприємств, ступенем технологічного забезпечення, потужністю виробництва, кількістю кваліфікованих кадрів.

Цукрова промисловість є найскладнішою за технологічними процесами посеред інших галузей харчової промисловості. Велика кількість складних процесів призводить до утворення значних викидів в атмосферне повітря, має найбільший показник водоспоживання та утворення відходів у ході виробництва.

**Метою роботи** є екологічна оцінка діяльності відкритого акціонерного товариства «Гайсинський цукровий завод» та розробка заходів, спрямованих на підвищення його екологічної безпеки.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

1. Проаналізувати характеристики цукрової галузі України.
2. Дослідити технологічну схему виробництва цукру.
3. Аналіз викидів, скидів, відходів забруднюючих речовин цукрового виробництва ВАТ «Гайсинський цукровий завод».
4. Розробка заходів щодо підвищення рівня екологічної безпеки ВАТ «Гайсинський цукровий завод».

## 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ЦУКРОВОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Україна відноситься до традиційно багатих цукром країн світу, що обумовлено досить сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами для розвитку бурякового землеробства і виробництва цукру. Буряк є основною сировинною базою для вітчизняних цукрових заводів України.

Вирощування цукрових буряків і виробництво цукру зосереджені в центральній частині України. Вінницька, Полтавська, Черкаська та Київська області є лідерами за обсягами виробництва та площі цукрових буряків. Географічні та кліматичні умови Вінницької області (ґрунт, розподіл опадів) сприятливі для вирощування буряків [1, 2].

На сьогоднішній день більшість бурякових господарств перебувають у приватній власності (75% від загального обсягу виробництва), а на частку деяких державних підприємств припадає близько 1,6% від загального обсягу виробництва.

Буряківництво є однією із стратегічно важливих галузей харчової промисловості України. Він об'єднує сільськогосподарські підприємства, що вирощують цукровий буряк, насінницькі заводи, цукрові фабрики і підприємства сфери послуг. Кінцевим продуктом цього великого агропромислового комплексу є асортимент цукру, а також побічні продукти - патока, жом і вапно [3-6].

Цукор представлений на ринку в основному наступними видами продукції: цукровий пісок, цукор-прес, цукрова пудра, цукор-рафінад.

Цукровий пісок повинен бути розсипчастим, і його можна подрібнювати в цукровий пісок для промислової переробки, який розпадається під легким тиском. Колір цукрового піску повинен бути білим, але в результаті промислової переробки допускається жовтуватий відтінок цукру. Цукор-рафінад чистіше, ніж цукровий пісок. Вміст домішок в ньому становить не більше 0,1%. Основною сировиною для виробництва цукру-рафінаду є цукровий пісок. Цукор-рафінад випускається у вигляді цукру-рафінаду, подрібненого цукру-

рафінаду, дрібної упаковки, рафінованої пудри, пресованого швидкорозчинного. Цукор-рафінад володіє більш вираженою білизною, прозорістю по краях і більш високою (як і у всього цукру-рафінаду) масовою часткою сахарози-неменше 99,9% від сухої речовини.

Основними споживачами цукру в Україні є населення і виробники кондитерських виробів (їх частка становить понад 70%), виробники алкогольної продукції молочних консервів, виноробні підприємства і хлібобулочні вироби, виробники пива, безалкогольних напоїв, а також соусів і майонезів, виробники соків, молочних продуктів, морозива і т.д. згідно з концепцією національної безпеки України, цукор відноситься до категорії стратегічних продуктів, які забезпечують економічну безпеку країни. Оскільки Україна не може забезпечити внутрішнє споживання тільки за рахунок цукру з цукрових буряків, виробництво цукру в Україні носить змішаний характер, тобто близько 10-30% цукру виробляється шляхом переробки цукру-сирцюз тростинного цукру.

Цукрові заводи зазвичай працюють менше 90 днів на рік, що призводить до величезних поточних виробничих витрат. Середній цукровий завод в Україні переробляє близько 2800 тонн цукрових буряків на день, що приблизно втричі менше, ніж у Європі [3, 4-8]. Показники, що характеризують стан цукрової галузі у Вінницькій області, наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Деякі індикатори продуктивності цукрової промисловості на Вінниччині

| Показники                                | Роки |      |
|------------------------------------------|------|------|
|                                          | 2020 | 2022 |
| Вирощено цукрових буряків, млн. т        | 2,5  | 2,7  |
| Перероблено цукрових буряків, млн. т     | 2,4  | 2,5  |
| Виробництво цукру, млн. т                | 0,3  | 0,34 |
| Середньодобова потужність заводу, 1000 т | 1,9  | 1,9  |
| Середня тривалість кампанії заводу, днів | 64,3 | 64,3 |
| Кількість працюючих заводів              | 23   | 21   |
| Кількість закритих заводів               | 17   | 19   |

Як видно з таблиці 1.1, в останні роки вирощування цукрових буряків і виробництво цукру дещо збільшилися. Економічні показники цукрового заводу залежать головним чином від якості і кількості сировини. Сьогодні забезпечити цукрові заводи високоякісною сировиною проблематично. З одного боку, склалася ситуація, коли сільськогосподарським підприємствам стало не вигідно виробляти сировину для переробної промисловості через складність вирощування сільськогосподарських культур і відсутність необхідних механізмів і робочої сили, а також незавершеність механізмів розрахунків, відсутність державного регулювання захисту вітчизняного ринку цукру.

Зниження технічних якостей цукрових буряків негативно позначається на процесі зберігання, збільшує втрати і знижує ефективність використання виробничих фондів.

В цілому, виробництво цукру і тютюну в нашій країні з експортно-стратегічної галузі економіки перетворилося на дотаційну. Основними причинами незадовільного стану бурякоцукрової галузі є серйозні перешкоди в роботі підприємств цукрової промисловості, деформація сировинних зон, багаторазова зміна власників, загальний знос матеріально-технічної бази галузі, виснаження природного і біологічного потенціалу основних зон зростання буряків, різке скорочення застосування добрив, нерозвиненість ринкової інфраструктури [8-12].

## 2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

### 2.1 Місце розташування підприємства

ТОВ «Продовольча Компанія «Зоря Поділля» (ВАТ «Гайсинський цукровий завод») розташований у місті Гайсин Вінницької області. Адреса потужностей: вул. Заводська, 150, м. Гайсин, Вінницька область, 23700. Розташування підприємства показано на рисунку 2.1. Загальний вигляд підприємства і його адміністративний корпус зображено на рисунках 2.2, 2.3. Карта-схема ВАТ «Гайсинський цукровий завод» представлена у (додаток Б).

Гайсинський цукровий завод побудовано протягом двох років французькими підприємцями Галло, Салокруппу та де Молінарі, і в 1899 році розпочав свій перший сезон. Протягом громадянської війни до 1922 року завод не працював. До осені 1923 року зусиллями колективу завод був відновлений - було законтрактовано 184 тис. центнерів буряку.

В 1959 році на заводі було проведено серйозну реконструкцію — побудовано ТЕЦ, механічні приводи на агрегатах замінено на електричні.

У 1971 році на заводі розпочалася генеральна реконструкція. Були побудовані бурякопереробний цех з дифузійним апаратом безперервної дії ДДС-24, сокоочисне відділення, нове продуктове відділення з вакуум-апаратами I-го і II-го продукту і новою станцією кристалізації, автотранспортний цех, вапняне відділення та ін. Збільшено потужність ТЕЦ.

В 2001 році завод перейшов у власність компанії «УКРПРОМІНВЕСТ-АГРО». У 2006-2007 роках була проведена масштабна реконструкція і переробна потужність зросла до 5000 тонн буряку за добу. Було побудовано станцію доочистки цукрового буряку, мийний комплекс, галерею подачі буряку. Встановлено дифузійний апарат ДС-12, нову станцію дефекосатурації і станцію фільтрації I і II сатурації «ВМА»; встановлено фільтр-преси «Larox» та центрифуги I, II і II продукту «ВМА».

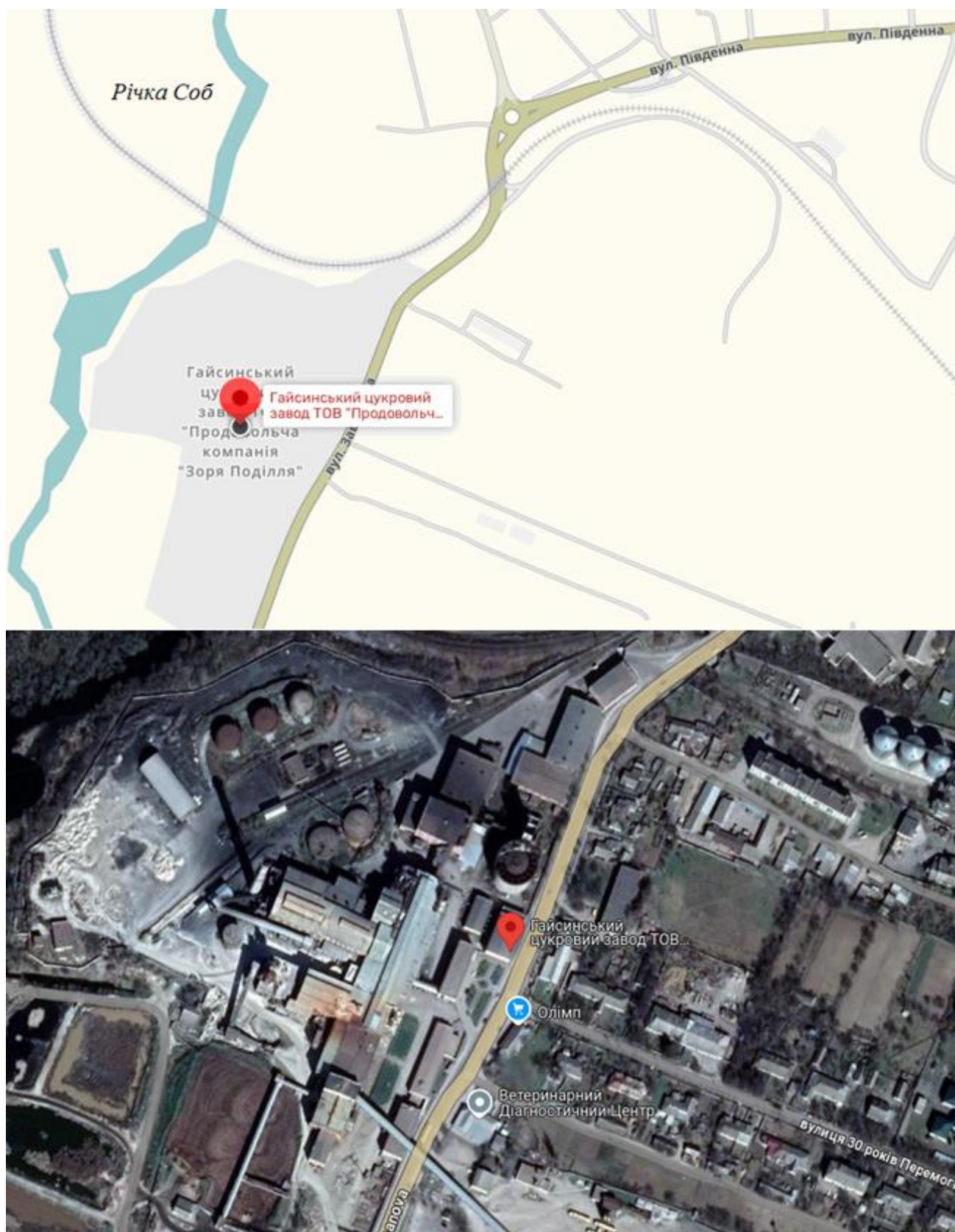


Рисунок 2.1 – Розташування ВАТ «Гайсинський цукровий завод»



Рисунок 2.2 – Загальний вигляд підприємства



Рисунок 2.3 – Адміністративний корпус підприємства

У 2010 році модернізовано теплову схему заводу та встановлено 2 додаткових корпуси випарної станції. У 2012 році на заводі реконструйовано вапно-випалювальну піч, встановлено дифузійний апарат ДС-12, модернізовано станції дефекосатурації із встановленням нового преддефекатора і сатуратора.. Встановлено станції фільтрації сиропу ТФ-150, реконструйовано вакуум-апарати I і II продукту із заміною парових камер. Встановлено додаткові центрифуги I, II і III продукту ВМА, замінено віброконвеєр сирого цукру. Реконструйовано сушильне відділення із заміною сушильних барабанів. Для підвищення енергоефективності підприємства та оптимізації собівартості продукції, з 2013 році парові котли ТЕЦ заводу переведені на спалювання твердого палива, зокрема вугілля.

У 2015 році встановлено 2 нові жомові преси «Babbini». У 2018 році на підприємстві реалізовано проект установки колон іонообміну для декальцинації бурякового соку.

«УКРПРОМІНВЕСТ-АГРО» представлено Крижопільським та Гайсинським цукровими заводами. Обидва розташовані на території Вінницької області поблизу полів для вирощування цукрових буряків виробничими підрозділами підприємства. Переробні потужності повністю забезпечені сировиною компанії, що дає змогу регулювати собівартість, гарантувати якість продукції та незалежність від постачальників.

Гайсинський цукровий завод - лідер галузі за обсягом виробленого цукру. Гайсинський цукровий завод компанії «УКРПРОМІНВЕСТ-АГРО» у 2015 році виробив понад 104 тис. тонн цукру і став лідером галузі за обсягом виробництва. У виробничому сезоні підприємство переробило 692 тис. тонн цукрової сировини; середньодобова переробка склала 7 583 тонни.

Такий результат став можливим завдяки потужній програмі модернізації, що здійснювалась на заводі починаючи з 2006 року і дозволила перетворити невелику цукроварню із потужністю переробки 2500 тонн цукрової сировини на добу у сучасне підприємство європейського рівня, здатне переробляти до 8000 тонн цукрового буряку на добу. Крім цього, Гайсинський завод сьогодні є лідером серед українських підприємств-виробників цукру за показником ефективності. Реалізований на Гайсинському цукровому заводі проект по переведенню парових котлів з природного газу на вугілля дозволив знизити вартість технологічного пару у 2,5 рази і значно оптимізувати собівартість продукції, що виробляється. В цілому, на програми модернізації на Гайсинському цукровому заводі спрямовано понад 35 млн. дол. США.

Другий цукровий завод компанії «УКРПРОМІНВЕСТ-АГРО», Крижопільський, також увійшов до трійки лідерів, переробивши 590 тис. тонн цукрового буряку та виробивши 90,7 тис. тонн солодкого піску.

За обсягами переробки та показниками виходу цукру заводи «УКРПРОМІНВЕСТ-АГРО» стоять на чолі найпотужніших українських

цукрових підприємств. У 2018 році. Крижопільський цукровий завод встановив рекорд за 195 років українського цукроваріння, виробивши 171 тис. т. цукру за один виробничий сезон.

Цукровими заводами «УКРПРОМІНВЕСТ-АГРО» у 2019 році було вироблено 228 тис.т. цукру, що котрий раз робить компанію третьою у списку найбільших виробників цукру в Україні.

Гайсинський цукровий завод у виробничому сезоні 2020 року переробив 620 тис.т. цукрового буряку при цьому виробивши 80,9 тис. т. цукру, що дало вихід у 13,04 % (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Показники переробки цукрового буряку Гайсинським цукровим заводом

| Рік  | Потужність переробки, т/добу | Перероблено цукрового буряку, тис. т. | Вироблено цукру, тис. т. | Вихід цукру, % |
|------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|----------------|
| 2020 | 6914                         | 620                                   | 80,9                     | 13,04          |
| 2019 | 7300                         | 683,9                                 | 111,8                    | 16,3           |
| 2018 | 6625                         | 940,74                                | 120,6                    | 12,8           |
| 2017 | 6485                         | 691,78                                | 105,52                   | 15,25          |
| 2016 | 7358                         | 738,00                                | 117,02                   | 15,86          |
| 2015 | 7612                         | 692,00                                | 104,05                   | 15,04          |

На даний час потужність добової переробки складає 7 тис. тонн, тому завод входить до п'ятірки найбільших українських підприємств з переробки буряку.

Компанія «УКРПРОМІНВЕСТ-АГРО» придбала Гайсинський цукровий завод на початку 2000-х років. З 2006 року було розпочато потужні модернізацію, яка дозволила підвищити добову потужність переробки. За цей час підприємство виведено на показники роботи, що відповідають європейським стандартам.

У завод було вкладено інвестиції, що націлені на реконструкцію та модернізацію. У Гайсинський цукровий завод було вкладено близько 57 млн. доларів США.

Одні із масштабних модернізацій були проведені у 2019 році. Було проведено модернізацію випарної станції, шляхом встановлення додаткового пристрою плівкового типу; парові котли було переведено на біопаливо; в експлуатацію було введено I лінію жомосушильного комплексу, що працює на біопаливі; зберігання цукрових буряків переведено на нову американську технологію з активною вентиляцією в кагаті.

Вихід на міжнародний ринок цукру неможливий без підвищення якості продукції до державних та європейських стандартів. Згідно діючого стандарту України ДСТУ 4623:2006, цукор кристалічний поділяється на 4 категорії за фізико-хімічними показниками [3]. Найменшими вимогами до світового ринку є постачання цукру 1 та 2 категорій. Окрім цього продукція зобов'язана відповідати системі ХАССП за санітарногігієнічними нормами, які повинні бути підтверджені відповідними сертифікатами.

## **2.2 Технологічні аспекти виробництва цукру з цукрових буряків**

Схема виробництва цукрового піску включає очищення буряків від домішок, виробництво бурякової стружки, виробництво дифузійного соку, очищення дифузійного соку (дефекація, сатурація, сульфидування, фільтрація), (рисунок 2.4) [5, 6, 7].

З 100 кг цукру, що міститься в буряках, виходить 80-82 кг чистого цукру, а в патоці залишається 10-14 кг, а при виробництві втрачається 5-6 кг.

Буряк з поля поступає на бурякопункт. З бурякопункту на виробництво цукровий буряк подається за допомогою води по гідравлічному транспортеру. Він являє собою жолоб із заліза, бетону, цегли, що під кутом направлений в сторону заводу. До жолобу гідравлічного транспортеру буряк змивається водою під надлишковим тиском 0,2-0,3 МПа за допомогою гідрантів і з водою доставляється на завод. Витрата води складає 700-800% до маси буряка.

Буряк, що надходить на переробку, містить 5-10% домішок у вигляді

піску, каменів, землі. Відділення домішок починається в гідротранспортері, який має спеціальні уловлювачі (піскоуловлювачі, каменеуловлювачі і т.д.). Схема виробничого процесу приведена у (додатку В), а схема виробничої структури на рисунку 2.5.

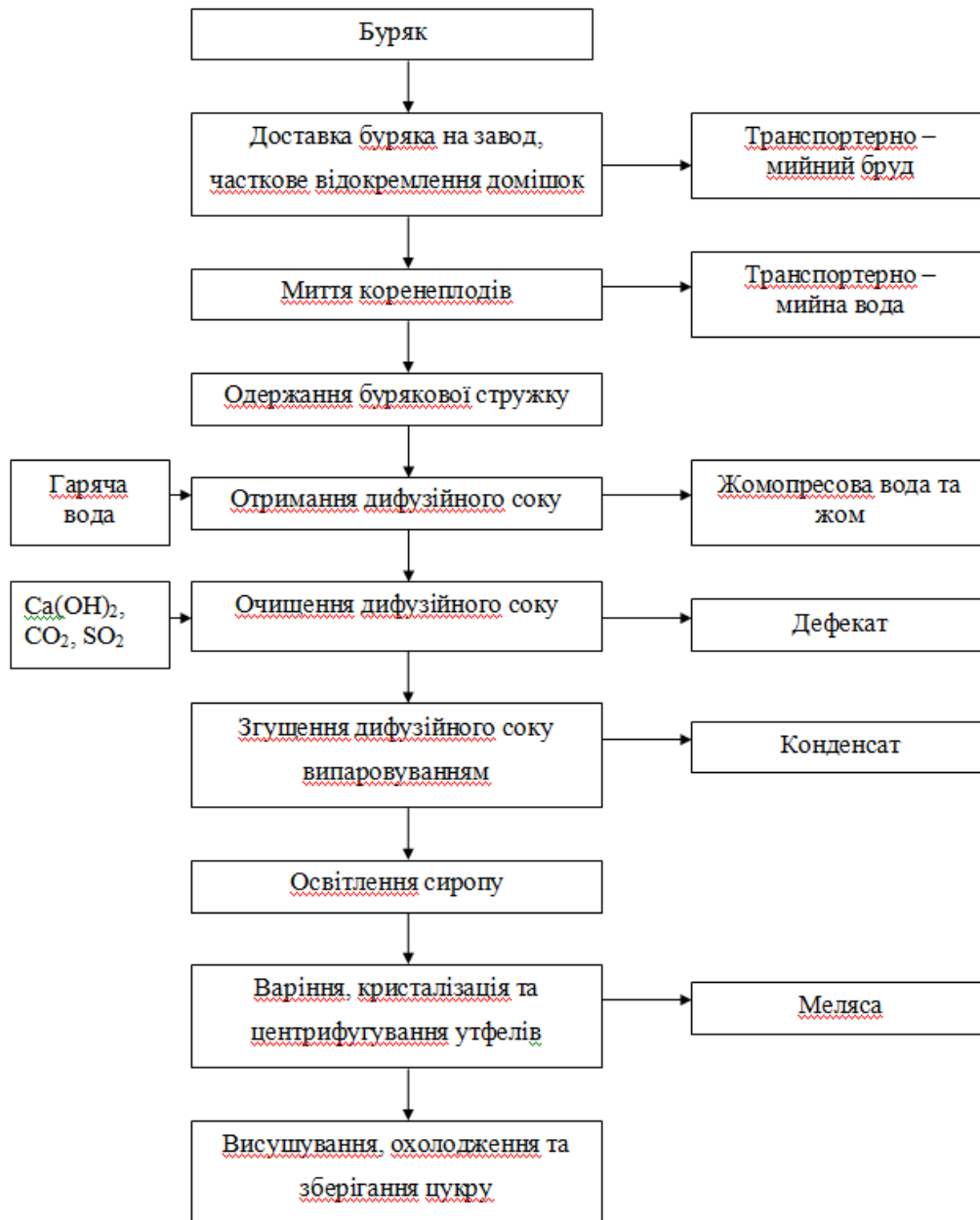


Рисунок 2.4 – Схема цукрового виробництва

При русі буряководяної суміші по гідравлічному транспортеру відбувається відділення буряку та домішок по висоті потоку внаслідок різної щільності. Важкі домішки (камені та пісок) занурюються на дно транспортера.

Вище в потоці переміщується буряк, який має щільність близьку до 1, що дозволяє підтримувати буряк зваженому стані в суміші з водою.

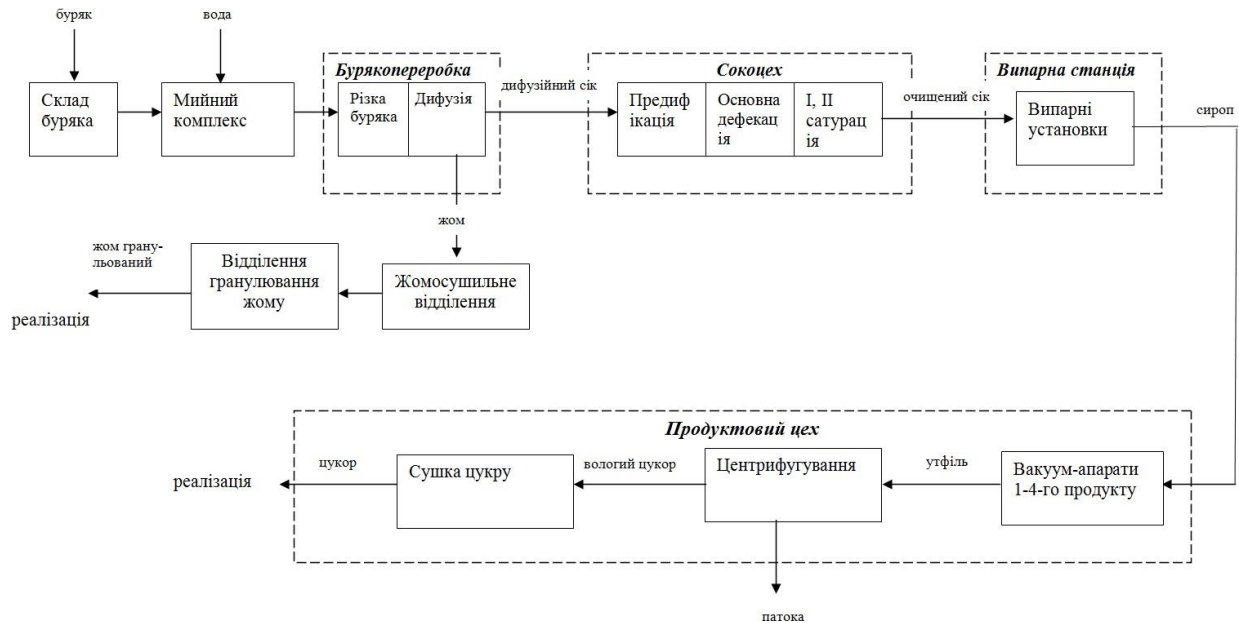


Рисунок 2.5 - Схема виробничої структури

При переміщенні буряка по гідравлічному транспортеру частина механічних домішок відділяється, але залишаються домішки у вигляді землі, що прилипла до коренеплодів. Для їх видалення буряк подається в мийне відділення заводу. Мийні ємності представляють собою корита, що наповнені водою, в яких є вали з кулаками. Кулаки утворюють гвинтову лінію і виконують роль шнека. Під час переміщення буряка відбувається відділення домішок. Машини для мийки буряка мають піскоуловлювачі та каменеуловлювачі.

Після мийки буряк піднімають у верхнє відділення, для забезпечення гравітаційного опускання на автоматичні ваги та бурякорізки.

Цукор з буряка отримують дифузійним способом. Для цього буряк подрібнюють в тонку стружку пластинчатої форми.

Якість пластинок впливає на роботу дифузійної установки. Далі бурячні пластинки переміщуються у відділення для отримання дифузійного соку.

Дифузійний процес в цукровому виробництві має за ціль видобути із

стружки буряка максимально можливу кількість сахарози. Для цього стружку нагрівають до температури денатурації протоплазми бурячних клітин. Процес такої термічної обробки називають обшпарюванням.

В цукровому виробництві дифузійний процес уявляє собою складний комплекс. Спочатку відбувається дифузія цукру з розірваних при розрізанні буряка в стружку клітин (вільна дифузія), потім починається проникнення води в клітинний сік (осмос) і після нагрівання стружки до 600 °С (обшпарювання) починається основний процес вивільнення цукру з вакуолею клітин буряка дифузійний сік (діаліз).

Процес отримання дифузійного соку має ряд природніх обмежень. Відбір соку складає 115-130%, тобто зі 100 кг стружки добувають 115-130 кг соку. При більшому відборі збільшуються витрати води на знецукрення стружки і збільшуються витрати палива та електроенергії на випарювання зайвої води при згущенні соку.

В процесі дифузії зі 100 кг цукрового буряка отримують 115-130 кг дифузійного соку, який містить 25% сухих речовин, з них 17,5% складає сахароза, а 7,5% нецукристі речовини.

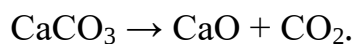
Дифузійний сік майже чорного кольору, дуже піниться, має кислу реакцію (рН 6,0-6,5), містить кліткову тканину, розчинні нецукри, що заважають кристалізації сахарози й збільшують її втрату з мелясою.

Все це робить неможливим отримувати з нього цукор шляхом безпосереднього випарювання води і кристалізації сахарози й вимагає очищення соку. Взагалі очищення відбувається в декілька стадій:

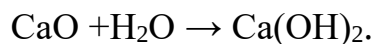
- 1) дефекація – обробка соку вапном;
  - 2) перша сатурація – обробка соку діоксидом вуглецю для видалення залишків вапна; фільтрування
  - 3) друга сатурація;
  - 4) фільтрування
  - 5) сульфитація – обробка соку сірчанним газом.
1. Дефекація. При дефекації відбувається нейтралізація фосфорної,

щавлевої, лимонної, винної та інших кислот й їх осадження у вигляді нерозчинних солей кальцію.

2. Отримання вапнякового молока та сатураційного газу. З складу зберігання вапняк конвейєром подають на сортування. Відсортований вапняк конвейєром подають в бункер-накопичувач палива. Паливо подають через дотвор. Після завантаження порції шихти направляючий ківш піднімається до верху печі. При перекиданні шихта висипається в воронку для зв'язування. Насичений газ, отриманий в результаті випалу вапняку, надходить в компресор, який подає його на установку:

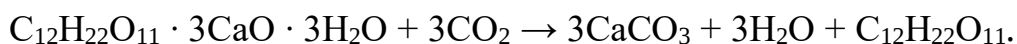
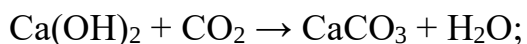


З немеленого вапна отримують вапнякове молоко, яке насосом подають на дефекацію:



При дефекації створюються оптимальні умови для утворення щільного осаду, що добре фільтрується. Сік оброблюють вапняним молоком з розрахунку загальної витрати вапна в перерахунку на CaO 2,5% до загальної маси буряка. Дефекація проводиться в дефекаторі, що представляє собою циліндричну посудину з конічним дном. У середині дефекатора є вал з лопатною мішалкою і 4 контропаті, що визивають енергійне перемішання соку з вапняним молоком. Дифузійний сік і вапняне молоко поступають в нижню частину дефекатора, перемішуються й через верхній патрубок направляються на наступну стадію.

Перша сатурація. Одразу після дефекації сік разом з осадом потрапляють в сатуратор, де через нього продувають сатураційний газ, що містить 30-36% CO<sub>2</sub>. В соку, що надходить на першу сатурацію, близько 10% вапна знаходиться в розчині, а 90% – у вигляді осаду. Надлишок вапна, що утворюється при розкладанні цукрів, перетворюється в дрібнокристалічний осад CaCO<sub>3</sub>:



Деякі нецукрові речовини, особливо фарбувальні, адсорбуються на поверхні осаду. Сік і сатурація фільтруються. Після чергового зневоднення осад утилізується як відходи. Фільтрат нагрівають до температури 92-95°C піддають додаткової дефекації (0,25%CaO) і сатурації (II сатурація). Отриманий осад ( $\text{CaCO}_3$ ) фільтрують.

3. При продування  $\text{CO}_2$  майже все вапно випадає в осад у вигляді вуглекислого кальцію ( $\text{CaCO}_2$ ). Чим більше утворюється  $\text{CaCO}_2$  і чим менше його часточки, тим повніше відбувається очищення соку.

Відсатурований сік відводиться з нижньої частини сатуратора через контрольний переливний бак, який ділиться на два потоки - один повертається на дефекацію, а другий - на фільтрування.

4. Друга сатурація. На другу сатурацію потрапляє добре відфільтрований сік першої сатурації для подальшого видалення вапна та солей кальцію, присутність яких погіршує процеси варіння соку, призводить до утворення накипу на стінках випарних апаратів, збільшує втрату цукру.

5. Фільтрування соку. Сік у процесі очищення фільтрують декілька разів: після I та II сатурації, а також фільтрують сироп після згущення соку у вакуум-апаратах. Фільтрування соків після I та II сатурації проводять для видалення часточок, що не випали в осад. Сік I сатурації має вміст твердих часточок близько 5%, сік II сатурації – 0-0,5%.

6. Сульфітація. Останньою стадією очищення дифузійного соку є сульфітація, тобто обробка соку діоксидом сірки. Ціль сульфітації - знебарвлення соку, а також його знезараження.

Сульфітація проводиться в орошальних сульфітаторах.

Не дивлячись на достатньо складний комплекс дій по очищенню дифузійного соку, виходить відділити лише 35-40% нецукрів соку. Інші 60-65% переходять в мелясу, знижуючи вихід цукру.

Отриманий очищений сік містить 15-16% сухих речовин, з яких 14-15% складає сахароза. Щоб виділити сахарозу необхідно згустити сік і отримати перенасичений цукром розчин. Всього при згущенні з очищеного соку

видаляють 110-115% води до маси буряка.

Після згущення сиропу до вмісту сухих речовин 65% проводять його очищення. Очищений сироп направляють у вакуум-апарати для отримання й варіння утфелю.

Очищений сироп, що містить 65% сухих речовин, потрапляє на подальше уварювання. Продукт, який отримали після уварювання сиропу, називають утфелем і містить близько 7,5% води і близько 55% цукру, що кристалізувався.

Уварювання утфеля проводять періодично в вакуум-апаратах у чотири стадії: згущення сиропу до перенасичення розчину, заводка кристалів цукру (утворення центрів кристалізації сахарози), нарощування кристалів цукру, кінцеве згущення та спуск утфеля.

Коли кристали сахарози досягнуть необхідної величини, утфель доводять до максимально можливої концентрації сухих речовин 92,5%, при цьому його температура не повинна перевищувати 75<sup>0</sup>С.

Уварений утфель одразу ж центрифугується. Для цього використовують автоматизовані центрифуги. Центрифугування відбувається під дією центробіжної сили. На поверхні кристалів цукру залишається тонка плівочка, що надає кристалам жовтуватого кольору. Щоб видалити її, тут в центрифугу ведуть очищення артезіанською водою.

7. Сушка цукру. Для сушіння цукру-піску використовують два апарати з барабанами, що обертаються. Всередині, на стінках, закріплені залізні лопатки. При обертанні барабанів цукор-пісок пересипається й пересувається по барабану. До першого сушильного барабану подається гаряче повітря. Для охолодження цукру в камеру охолодження подається повітря без підігріву. Готовий цукор-пісок направляють на пакування.

8. Склади зберігання. Для зберігання продукції на території підприємства використовується три закритих склади зберігання цукру. Цукор зберігається у фасованому вигляді (мішках). Склади обладнані витяжними вентиляціями. В результаті зберігання цукру можливе виділення пилу цукров атмосферне повітря.

Жом. Жом, який являється відходом виробництва на цукровому заводі зберігається у спеціально облаштованому жомосховищі. Дно жомової ями забетоноване, а стіни викладені з каміння. Це дозволяє не допустити просочування жодних забруднюючих речовин та жомової води в ґрунти.

Для поліпшення умов зберігання жому, покращення технологічного процесу виготовлення цукру та зменшення енерговитрат в бурякопереробному відділенні встановлено горизонтальні жомові преса типу PDV, потужністю 8 тис. тон буряку-стружки на добу. Свіжий жом, що виходить з дифузійного апарату, пресують до вмісту сухих речовин, що дає можливість повертати жомопресову воду на дифузію. Після пресів жом направляється на реалізацію та/або у жомосховище.

В технологічному процесі віджиму стружки буряка передбачена додаткова обробка пресованого жому дезінфікуючими та антибактеріальними засобами, що додатково зменшить мікробіологічне бродіння жому.

У зв'язку із збільшенням потужності виробництва цукру та зменшенням попиту на жом у населення та на фермерських господарствах, на підприємстві введено в експлуатацію цех сушки та гранулювання жому із використанням двох сушильних барабанів. Таким чином, висушуючи весь жом, на території підприємства зникла необхідність довготривалого зберігання жому зі всіма негативними наслідками для навколишнього середовища та здоров'я людей, а жомосховище змінило своє функціональне призначення на склад тимчасового зберігання жому та використовується лише у аварійних та форс-мажорних обставинах для зберігання обмеженої кількості терміном не більше 3-х діб. Від жомосховища в атмосферне повітря надходять кислота оцтова та кислота масляна.

Найбільш раціонально зберігати жом в зневоденому вигляді. Це практично виключає втрати поживних речовин і підвищує його придатність до транспортування. Кінцевий продукт (зневоднений жом), що містить до 88% сухих речовин, на сьогоднішній день отримують шляхом механічного зневоднення в пресах з подальшим висушуванням в жомосушильних

відділеннях.

Свіжий жом містить значну кількість води (до 94%). Сушити такий жом економічно не вигідно, тому для зменшення витрат тепла на сушку значна частина води із свіжого жому видаляється за допомогою пресів з доведенням вмісту сухих речовин в жомі до 20-25 %.

Отримання сухого жому здійснюється наступним чином. Віджатий до максимально можливого вмісту сухих речовин сирий жом подають всередину барабана через завантажувальний жолоб, що розміщений в кінці топки. Жом падає на спіральні насадки в першій частині барабанної сушарки, в результаті обертання барабану рухається в сторону хрестовидних насадок. Серед хрестоподібних лопаток прямує безперервний потік стружки з лопаті на лопать, а рух пульпи в результаті топкових газів відбувається в попутному напрямку (прямотоком).

Внаслідок високої температури газів, жом швидко прогрівається до температури кипіння сокової води і процес вологовиводення протікає в режимі випарювання в шарі, що пересипається, що забезпечується обертанням барабана і наявністю перекидних лопаток і насадок. Відпрацьовані топкові гази і частинки сухого жому видаляються назовні за допомогою вихідних патрубків і після очищення в пилогазоочисному обладнанні видаляються через трубу в атмосферне повітря.

Сухий жом поступає шнеком в цех гранулювання, звідки готові гранули відвантажуються на автотранспорт для подальшої реалізації. В процесі аспірації цеху грануляції та при відвантаженні на автотранспорт в атмосферне повітря надходить пил сухого бурякового жому.

### **3 АНАЛІЗ ВИКИДІВ, СКИДІВ, ВІДХОДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

Характеристика джерел утворення та викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря у даному розділі приводиться на основі даних наданих Відділком №1 по переробці цукрової сировини ТОВ «ПК «Зоря Поділля», що розташований у Вінницькій області, Гайсинському районі, м. Гайсин, вул. Заводська, 150. Підприємство спеціалізується на виготовленні цукру-піску та гранульованого жому із цукрового буряка. Завод сезонного типу (сезон триває 110 днів). Стаціонарні джерела викидів шкідливих речовин ВАТ «Гайсинський цукровий завод» подані у (додатку Д).

#### **3.1 Джерела утворення забруднюючих речовин Гайсинського цукрового заводу**

Основне виробництво включає котельню, склади вапняку та вугілля, вапнякове відділення, сульфитацію води, сатурацію води, згущення та кристалізацію цукру, сушку цукру, сушку та гранулювання жому. Джерела забруднення повітря представлені на рисунку 3.1.

##### **Котельня**

Для виробничих потреб на підприємстві експлуатується котельня, в якій встановлено чотири котла типу «БГМ-35М»:

- паровий котел «БГМ-35М» №1 з номінальною потужністю 30 МВт;
- паровий котел «БГМ-35М» №2 з номінальною потужністю 26,67 МВт;
- паровий котел «БГМ-35М» №3 з номінальною потужністю 25,56 МВт;
- паровий котел «БГМ-35М» №4 з номінальною потужністю 26,67 МВт.

В якості палива для котлів використовується вугілля та пелетилушпиння соняшнику. Котел №3 може також працювати на деревній щепі.

Для забезпечення технологічних потреб виробництва достатньо одночасної роботи трьох котлів. В результаті згорання палива в атмосферне повітря здійснюється викид таких забруднюючих речовин, як азоту діоксид,

вуглецю оксид, зола, ангідрид сірчистий, суміш насичених вуглеводнів, метан, вуглецю діоксид, діазоту оксид.



Рисунок 3.1 – Джерела забруднення повітря

Димові гази від спалювання палива в котлах №1 та №2 сходяться в спільну трубу та потрапляють до групи циклонів та на сіркоочистку в мокрому пилогазовловлювачі. Конструкція системи відведення димових газів від котла №3, №4 аналогічна. Димові гази від обох систем з двох котлів відводяться в атмосферне повітря через спільну димову трубу висотою 90 м діаметром 3,6 м.

При роботі котлів в атмосферне повітря надходять такі забруднюючі речовини: азоту діоксид, вуглецю оксид, ангідрид сірчистий, зола, суміш насичених вуглеводнів, метан, а також діазоту оксид та вуглецю діоксид.

### **Склади вапняку та вугілля**

Вугілля та вапняковий камінь, що необхідні для технологічних потреб процесі виробництва цукру, надходять на підприємство залізницею і зберігаються на складах. При розвантаженні та зберіганні відбувається викид

атмосферне повітря пилу неорганічного та пилу вугілля. Автотранспортом вугілля та вапняковий камінь подається в приймальний бункер для подальшого дроблення до необхідної фракції та сортування.

### **Вапнякове відділення**

Після віброгрохоту матеріал подається в дозувальні бункери та за допомогою скіпових ковшів завантажується в дві шахтних випалювальних печі потужністю 100 та 200 т/добу. При здійсненні цих операцій в атмосферне повітря надходить пил неорганічний та пил вугілля. Вапно і сатураційний газ отримують безпосередньо на цукровому заводі, випалюючи вапняковий камінь у вертикальних вапняково-газових печах.

Шахтна піч із змішаною подачею використовує вапняковий камінь розміром 20-80 мм. В якості палива використовується вугілля або кокс, розмір якого лише трохи менший за розміри каміння, таким чином коксрухається вниз із камінням, але не крізь проміжки. Вапняк (доломіт) ( $\text{CaCO}_3$ ) разом з твердим паливом подають в піч зверху печі. В процесі випалювання вапняк проходить три зони:

- зона підігріву (вапняк нагрівається до температури  $850^\circ\text{C}$ );
- зона безпосереднього випалювання (досягається температура  $900-1200^\circ\text{C}$ , що дозволяє отримати вапно). В зоні випалювання зі шматків вапняку утворюється вуглекислий газ  $\text{CO}_2$  і вапно  $\text{CaO}$ ;
- зона охолодження, де температура отриманого вапна знижується до  $40-100^\circ\text{C}$  способом пропускання через шар продукту повітря, що подається знизу.

Сатураційний газ відсмоктується з верхньої частини печі, проходить певні стадії очистки та охолоджуються, після чого насосом подається до сатураторів. Після випалювання вапняку, одержане негашене вапно поступає із печі на гасіння у обертальний вапногасник, куди одночасно подається вода. У вапногасильному апараті відбувається викид пилу неорганічного з вмістом діоксиду кремнію в % – нижче 20.

### **Сульфітація води**

Сульфітація – це обробка цукрових розчинів (води), що подається на дифузію, сірчистим ангідридом. Сірчистий ангідрид на цукрових заводах отримують шляхом спалювання сірки в печі. Сульфітація проводиться в рідинно-струменевих сульфітаторах. Відпрацьований в сульфітаторах газ звільняється в сепараторі від крапель і викидається в атмосферу. При сульфітації в атмосферне повітря надходить азоту діоксид, вуглецю оксид та ангідрид сірчистий.

### **Сатурація**

Перша і друга сатурація – обробка дифузійного соку діоксидом вуглецю з метою очистки його від „нецукрів” шляхом адсорбції їх на поверхні утворювальних кристалів  $\text{CaCO}_3$ . З водяними парами в атмосферу викидаються вуглецю оксид, азоту діоксид, ангідрид сірчистий, вуглецю діоксид, а також метан, діазоту оксид, суміш насичених вуглеводнів.

### **Згущення та кристалізація цукру**

При згущенні та кристалізації цукру відбувається видалення аміаку з випарної станції та вакуум апаратів. Під час цього процесу в атмосферу надходять випари аміаку.

### **Сушка цукру**

Сушка цукру проводиться в двох сушильних барабанах в протivotоці гарячим повітрям. Аспіраційне повітря від сушильних барабанів перед викидом в атмосферу піддається очистці від пилу в мокрих пилоуловлювачах. Для охолодження цукру в камеру охолодження подається повітря без підігріву. Від сушильних барабанів та аспірації транспортерів в атмосферне повітря викидається пил цукру.

### **Сушка та гранулювання жому**

Для сушки жому на заводі обладнане жомосушильне відділення та відділення гранулювання сухого жому.

Виробничий процес отримання гранульованого жому складається з наступних операцій: віджимання з жому частини води, сушіння віджатого жому і гранулювання висушеного жому. Віджимання жому проводиться на

жомовіджимних пресах, при цьому вміст сухих речовин в жомі підвищується з 6,2 до 15-18%. Для сушіння жому до вологості 10-12% застосовуються барабанні роторні сушарки (2 шт).

Для висушування жому використовується тепло димових газів від спалювання палива, а саме соломи, в топках жомосушильних установок. Від здійснення даного процесу в атмосферне повітря здійснюється викид таких забруднюючих речовин, як азоту діоксиду, вуглецю оксиду, золи, метану, вуглецю діоксиду, діазоту оксиду, пилу сухого бурякового жому.

Сухий жом після сушіння в жомосушильних барабанах подається у відділення для гранулювання. В процесі аспірації відділення гранулювання жому в атмосферне повітря надходить пил сухого бурякового жому. Готові гранули відвантажуються на автотранспорт для подальшої реалізації.

### **3.2 Джерела утворення забруднюючих речовин від допоміжного виробництва Гайсинського цукрового заводу**

Допоміжне виробництво включає опалення, механічніну майстерню, кухню, депо, склади інертних матеріалів, лабораторію, поля фільтрації. Допоміжне обладнання, яке присутнє на промисловому майданчику підприємства, призначене для обслуговування та забезпечення роботи цукрового заводу.

#### **Опалення**

Для опалення адмінприміщень на території заводу використовуються опалювальні газові конвектори (48 шт) потужністю 3 кВт кожен. В результаті згорання природного газу утворюються такі забруднюючі речовини, як азоту діоксид, вуглецю оксид, метан, вуглецю діоксид, діазоту оксид.

Для опалення допоміжних приміщень на території заводу експлуатуються опалювальні печі (4 шт). В якості палива використовуються дрова. Печі працюють в холодний період року. В результаті згорання утворюються такі забруднюючі речовини, як азоту діоксид, вуглецю оксид, метан, зола, вуглецю

діоксид, діазоту оксид, суміш насичених вуглеводнів.

### **Механічнічна майстерня**

Для поточного ремонту обладнання на зварювальній дільниці в механічній майстерні присутній пост електрозварювання. Електродугове зварювання відбувається електродами марки АНО-36. При зварювальних роботах в атмосферне повітря надходять такі забруднюючі речовини: заліза оксид, марганцю оксид, кремнію діоксид, фториди добре розчинні, фториди погано розчинні, фтористий фодень

На дільниці застосовується також газова різка металу пропан- бутановою сумішшю. Під час газорізальних робіт в атмосферне повітря надходять заліза оксид, марганцю оксид, азоту оксид, вуглецю оксид.

### **Кухня**

Кухня на підприємстві слугує для забезпечення працівників харчуванням. Для приготування їжі на кухні експлуатується газова плита. В процесі обжарювання харчових продуктів на плиті в атмосферу здійснюється викид акролеїну.

### **Депо**

На підприємстві експлуатується два тепловози: ТГМ-4 №1514 та ТГМ-23Б №48334. В результаті роботи тепловозів в атмосферне повітря здійснюється викид таких забруднюючих речовин, як азоту діоксид, вуглецю оксид, вуглеводні насичені. Оскільки тепловози відносяться до пересувних джерел викиду забруднюючих речовин і частка часу маневрування територією підприємства становить лише 10%, тому тепловози не враховуються в розрахунку розсіювання забруднюючих речовин.

### **Склади інертних матеріалів**

На території проммайданчика присутні склади інертних матеріалів. В процесі розвантаження піску та щебеню, а також при їх зберіганні на складах в атмосферне повітря надходить пил неорганічний з вмістом діоксиду кремнію 70- 20 % та вище 20%.

### **Лабораторія**

Для проведення хіміко-лабораторних аналізів в лабораторії використовуються витяжні шафи. Від витяжних шаф лабораторії в атмосферне повітря надходять сірчана кислота, аміак, соляна кислота, діетиловий ефір, натрію гідроксид.

### **Поля фільтрації**

Виробничі та господарсько-побутові стічні води підприємства відводяться на власні поля фільтрації. Загальна площа полів фільтрації становить 68 га, корисна площа – 60 га. Із поверхні полів фільтрації в атмосферне повітря здійснюється викид таких забруднюючих речовин якоцтова кислота, масляна кислота, пропіонова кислота, мурашина кислота, сірководень, аміак.

## **3.3 Розрахунки викидів забруднюючих речовин від технологічних процесів виробництва цукру**

### **Сокоочисне відділення. Труба сульфідатора води.**

В процесі сульфитації води в атмосферне повітря здійснюється викид ангідриду сірчистого, азоту діоксиду, вуглецю оксид. Розрахунок викидів ангідриду сірчистого, азоту діоксиду, вуглецю оксиду проводиться згідно даних інструментальних замірів.

#### **Вуглецю оксид.**

Згідно даних інструментальних замірів реальна концентрація становить 685,0 мг/м<sup>3</sup>. Об'єм димових газів становить 0,278 нм<sup>3</sup>/с. Таким чином максимальний викид становить:

$$M^C_{CO} = 685,0 \cdot 0,278 / 1000 = 0,19 \text{ г / с.}$$

$$M^P_{CO} = 0,19 \cdot 3600 \cdot 2640 \cdot 10^{-6} = 1,806 \text{ т / рік.}$$

#### **Азоту діоксид.**

Згідно даних інструментальних замірів реальна концентрація становить 90,2 мг/м<sup>3</sup>. Об'єм димових газів становить 0,278 нм<sup>3</sup>/с. Таким чином максимальний викид становить:

$$M^C_{NO_2} = 90,2 \cdot 0,278 / 1000 = 0,0251 \text{ г / с.}$$

Виміряна масова концентрація при реальному вмісту кисню становить  $C = 90,2 \text{ мг/м}^3$ . Масову концентрацію приводимо до 6 %:

$$M^P_{NO_2} = 0,0251 \cdot 3600 \cdot 2640 \cdot 10^{-6} = 0,239 \text{ т / рік.}$$

### **Ангідрид сірчистий**

Згідно даних інструментальних замірів реальна концентрація становить  $457,6 \text{ мг/м}^3$ . Об'єм димових газів становить  $0,278 \text{ м}^3/\text{с}$ . Таким чином максимальний викид становить:

$$M^C_{SO_2} = 457,6 \cdot 0,278 / 1000 = 0,127 \text{ г / с.}$$

Виміряна масова концентрація при реальному вмісту кисню становить  $C = 457,6 \text{ мг / м}^3$ . Масову концентрацію приводимо до 6 %:

$$M^P_{SO_2} = 0,127 \cdot 3600 \cdot 2640 \cdot 10^{-6} = 1,207 \text{ т / рік.}$$

### **Труба сатуратора І-А.**

На підприємстві для очистки соку буряку використовується сатуратор І-А. При сатурації ступеню в атмосферне повітря здійснюється викид оксиду вуглецю, азоту діоксиду, ангідриду сірчистого, вуглецю діоксиду. Розрахунок викидів цих речовин здійснюємо на підставі інструментальних замірів. Процес утворення сатураційного газу здійснюється внаслідок горіння вапнякового каміння спільно з вугіллям, що супроводжується також утворенням діазоту оксиду, метану, суміші насичених вуглеводнів. Тому викиди цих забруднюючих речовин проводимо згідно «Збірника показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами» том І [1-3]. Вихідні дані для розрахунку приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку

| Характеристика         | Одиниця вимірювання | Показник |
|------------------------|---------------------|----------|
| Вид палива             | —                   | Вугілля  |
| Нижча теплота згорання | Мдж / кг            | 23,26    |
| Споживання палива      | кг/год              | 238,636  |
|                        | г/с                 | 66,288   |
|                        | т/рік               | 630      |

Загальна формула, що визначає викид забруднюючої речовини, яка надходить в атмосферне повітря з димовими газами енергетичної установки (г / с, т / рік) за формулою:

$$M_i = 10^{-6} \cdot K_i \cdot B \cdot Q_H^P$$

де  $K_i$  – показник емісії  $i$ -ої забруднюючої речовини, г / ГДж,  $B$  – витрата палива г / с, т / рік.

### **Вуглецю оксид**

Згідно даних інструментальних замірів реальна концентрація становить 7168,75 мг/м<sup>3</sup>. Об'єм димових газів становить 1,227 нм<sup>3</sup>/с. Таким чином максимальний викид становить:

$$M_{CO}^C = 7168,75 \cdot 1,227 / 1000 = 8,796 \text{ г / с.}$$

Виміряна масова концентрація при реальному вмісту кисню становить  $C = 7168,75 \text{ мг / м}^3$ . Масову концентрацію приводимо до 11 %:

$$M_{CO}^P = 8,796 \cdot 3600 \cdot 2640 \cdot 10^{-6} = 83,597 \text{ т / рік.}$$

### **Азоту діоксид**

Згідно даних інструментальних замірів реальна концентрація та об'єм газів становить 168,1 мг/м<sup>3</sup> та 1,227 нм<sup>3</sup>/с відповідно. Таким чином максимальний викид становить:

$$M_{NO_2}^C = 168,1 \cdot 1,227 / 1000 = 0,206 \text{ г / с.}$$

$$M_{NO_2}^P = 0,206 \cdot 3600 \cdot 2640 \cdot 10^{-6} = 1,958 \text{ т / рік.}$$

### **Ангідрид сірчистий**

Згідно даних інструментальних замірів реальна концентрація та об'єм газів становить 160,16 мг/м<sup>3</sup> та 1,227 нм<sup>3</sup>/с відповідно. Таким чином максимальний викид становить:

$$M_{SO_2}^C = 160,16 \cdot 1,227 / 1000 = 0,197 \text{ г / с.}$$

$$M_{SO_2}^P = 0,197 \cdot 3600 \cdot 2640 \cdot 10^{-6} = 1,872 \text{ т / рік.}$$

### **Вуглецю діоксид**

Згідно даних інструментальних замірів реальна концентрація та об'єм газів становить 68600,0 мг/м<sup>3</sup> та 1,227 нм<sup>3</sup>/с відповідно. Таким чином максимальний викид становить:

$$M^C_{CO_2} = 68600,0 \cdot 1,227 / 1000 = 84,172 \text{ г / с,}$$

$$M^P_{CO_2} = 84,172 \cdot 3600 \cdot 2640 \cdot 10^{-6} = 799,971 \text{ т / рік.}$$

Діазоту оксид Показник емісії:  $K_{N_2O} = 1,4 \text{ г/ГДж,}$

$$M_{N_2O} = 10^{-6} \cdot 1,4 \cdot 66,288 \cdot 23,26 = 0,002 \text{ г/с,}$$

$$M_{N_2O} = 10^{-6} \cdot 1,4 \cdot 630 \cdot 23,26 = 0,021 \text{ т/рік.}$$

### **Метан**

Показник емісії:  $K_{CH_4} = 1 \text{ г/ГДж, } M_{CH_4} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot 66,288 \cdot 23,26 = 0,0015 \text{ г/с,}$

$$M_{CH_4} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot 630 \cdot 23,26 = 0,015 \text{ т/рік.}$$

### **Суміш насичених вуглеводнів**

Показник емісії неметанових летких органічних сполук  $K_{НМЛОС} = 600 \text{ г /}$

$$\text{ГДж, } M_{НМЛОС} = 10^{-6} \cdot 600 \cdot 66,288 \cdot 23,26 = 0,925 \text{ г/с,}$$

$$M_{НМЛОС} = 10^{-6} \cdot 600 \cdot 630 \cdot 23,26 = 8,792 \text{ т/рік.}$$

### **Цукросушильне відділення**

В цукросушильному відділенні встановлено два сушильних барабани цукру, де сушка відбувається протитоком гарячого повітря. В результаті роботи цукросушильного обладнання в атмосферне повітря здійснюється викид пилу цукру.

### **Витяжна труба вентиляції складу цукру**

При зберіганні цукру на складі в атмосферне повітря може здійснюватись викид пилу цукру. Розрахунок викидів забруднюючих речовин проводимо згідно «Збірника показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами», том III [1-3].

Оскільки цукор зберігається в таровому вигляді і викид пилу цукру утворюється лише в деяких випадках, тому для розрахунку вводимо коефіцієнт можливості викиду, який становить 20%. Вихідні дані для розрахунку приведені в таблиці 3.2.

При зберіганні жому утворюються летючі та нелетючі речовини. Летючі складаються в основному із двох кислот – масляної і оцтової. Максимальна кількість речовин утворюється в жомі після зберігання його більше 3-х місяців

при сприятливих умовах (плюсова температура). При зниженні температури навколишнього середовища активність біохімічних процесів, які виникають в жомовій ямі, різко зменшується. В результаті цього зменшується викид в атмосферу шкідливих речовин (до 20-30% від початкових).

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для розрахунку

| Характеристика               | Одиниця вимірювання | Показник |
|------------------------------|---------------------|----------|
| Питомий викид пилу           | г/м <sup>3</sup>    | 0,04     |
| Об'ємна витрата повітря      | м <sup>3</sup> /с   | 0,1      |
| Фонд роботи                  | год/рік             | 8760     |
| Коефіцієнт можливості викиду | %                   | 20       |

#### Пил цукру

$$M_C = 0,04 \cdot 0,1 \cdot 0,2 = 0,0008 \text{ г/с,}$$

$$M_P = 0,0008 \cdot 3600 \cdot 8760 \cdot 10^{-6} = 0,025 \text{ т/рік.}$$

#### Жомосховище.

Максимальна кількість речовин, які виділяються, складає: 1,2 кг масляної кислоти і 3,6 кг оцтової кислоти на тону буряку, що переробляється. При постійному відвантаженні жому споживачам, залишок (у вигляді баласту) необхідно враховувати в кількості 2%.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин розраховуємо згідно [4-7].

В зв'язку з тим, що жом переважно відвантажується споживачам по мірі надходження з заводу, в постійному зберіганні в жомовій ямі може знаходитись не більше 15% від загальної кількості об'єму, тому для розрахунку розсіювання, викиди від жомової ями розраховуються наступним чином:

#### Оцтова кислота

$$M^P = 479000 \cdot 0,15 \cdot 3,6 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02 = 1,035 \text{ т / рік,}$$

$$M^C = 1,035 \cdot 10^6 / (365 \cdot 24 \cdot 3600) = 0,03 \text{ г / с.}$$

#### Масляна кислота

$$M^P = 479000 \cdot 0,15 \cdot 1,2 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02 = 0,345 \text{ т / рік,}$$

$$M^C = 0,345 \cdot 10^6 / (365 \cdot 24 \cdot 3600) = 0,011 \text{ г / с.}$$

В таблиці 3.3 наведені фактичні викиди сажі, оксиду сульфуру (IV), оксиду нітрогену (IV) та оксиду карбону (II), які надходять в атмосферу під час роботи ТЕЦ.

Таблиця 3.3 - Валові викиди забруднюючих речовин, що надходять в атмосферу під час роботи ТЕЦ

| Забруднююча речовина | Фактичний викид, т/рік | Фактичний викид, г/с |
|----------------------|------------------------|----------------------|
| Сажа                 | 0,5                    | 1,157                |
| SO <sub>2</sub>      | 34,3                   | 79,37                |
| NO <sub>2</sub>      | 48,48                  | 8,419                |
| CO                   | 143,368                | 128,08               |

Аналогічні розрахунки проведено і для інших забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу. Кількісна та якісна характеристика забруднюючих речовин, що поступають в атмосферу від організованих та неорганізованих джерел викидів ВАТ «Гайсинський цукровий завод» наведено в таблиці 3.4.

З таблиці видно, що дане підприємство викидає в атмосферу найбільше оксиду нітрогену (II), оксиду сульфуру (II) та оксиду карбону (II). До джерел утворення цих речовин належать: сатуратори, сульфітатор, випарні та вакуумні апарати, ТЕЦ, мазутне господарство, механічна майстерня, ковальський горн, транспортне господарство.

Також під час процесів випалювання вапняку, його транспортування та зберігання в атмосферу виділяється пил оксиду кальцію та гідроксид кальцію.

### 3.4 Забруднення води в цукровому виробництві

Водоспоживання є однією з головних екологічних проблем цукрових заводів, оскільки складна технологія виробництва цукру з цукрових буряків передбачає використання великої кількості води.

Для виробництва 1 тонни цукру із буряків необхідно витратити близько 60 м<sup>3</sup> води, тоді як, наприклад, на м'ясокомбінатах на 1 тону м'яса припадає

6,9-8,9 м<sup>3</sup> стічної води, на заводах рибного борошна і риб'ячого жиру скидається 1-4 м<sup>3</sup> на 1 тонни сировини, на 1000 л переробленого молока споживається 1-2 м<sup>3</sup> води [13-20]. Тому цукрова галузь є найбільш водоемною серед інших галузей харчової промисловості України.

Таблиця 3.4 – Характеристика забруднюючих речовин, що поступають в атмосферу від організованих та неорганізованих джерел викидів ВАТ «Гайсинський цукровий завод»

| Назва речовини         | ГДК <sub>м.р</sub> ОБРВ | Клас небезпеки | Фактичні викиди речовини, т/рік |
|------------------------|-------------------------|----------------|---------------------------------|
| Нітроген (IV) оксид    | 0,06                    | 2              | 47,96                           |
| Сульфур (IV) оксид     | 0,5                     | 3              | 34,3                            |
| Карбон (II) оксид      | 5,0                     | 4              | 178,58                          |
| Сажа                   | 0,15                    | 3              | 0,5                             |
| Манган та його сполуки | 0,01                    | 2              | 0,0045                          |
| Амоніак                | 0,2                     | 4              | 5,1                             |
| Кислота сульфатна      | 0,3                     | 2              | 0,00017                         |
| Ксилол                 | 0,2                     | 3              | 0,023                           |
| Бензин                 | 5,0                     | 4              | 0,0041                          |
| Насичені вуглеводні    | 1,0                     | 4              | 3,6866                          |
| Зола                   | 0,3                     | 3              | 0,178                           |
| Кальцію оксид          | 0,05                    | 3              | 4,12                            |
| Кальцію гідроксид      | 0,05                    | 3              | 1,411                           |
| Кальцію карбонат       | 0,05                    | 3              | 0,61                            |
| Сірка елементарна      | 0,07                    | -              | 0,009                           |
| Уайт-спірит            | 1,0                     | -              | 0,069                           |
| Пил вугільний          | 0,11                    | -              | 0,215                           |
| Оксид феруму (III)     | 0,04                    | 3              | 0,091                           |

Відповідно до технології цукрового виробництва вода використовується під час очищення буряків від залишків землі, екстрагування бурякового цукру зі стружки буряку, промивки дефікату та цукру методом центрифугування. Вода виступає хімічну реакцію із оксидом кальцію для отримання гідроксиду кальцію, який використовується для очищення дифузійного соку.

Одними із забрудників є мінеральні та органічні осади, які залишаються після відстійників та фільтрації дифузійного соку методом вапнокарбонізації.

Відфільтровані осаджені речовини мають у своєму складі  $\text{CaCO}_3$ , який використовують як адсорбент [7] після обробки в технологічному процесі.

На майданчику цукрового заводу вода використовується для транспортування сировини до бурякомийного відділення з кагатного поля та відходів з місця їх утворення до місць їх накопичення.

Найзабрудненішими є води транспортерно-мийна та жомопресова, кількість органічних домішок в них може складати відповідно 800-900 і 60% до маси перероблених буряків [6]. Органічні домішки здатні перебувати у розчиненому стані та у вигляді завислих часток: цукрози, білків, моносахаридів та полісахаридів, калієвих та магнієвих солей, солей ортофосфатної і хлоридної кислот та інші. Великий вміст органічних речовин у стічних водах цукрового підприємства сприяє росту бактерій, що призводить до стрімкого розвитку бродильних та гнильних процесів.

Вода є необхідною для процесів охолодження під час конденсації утфельної пари й одержанні вакууму для уварювання утфелю, а також напівпродуктів виробництва, сатураційного газу [10-16]. Охолодження деякого технологічного обладнання, наприклад, котельні, не спричиняє забруднення води, що робить її умовно чистою та придатною для багаторазового застосування після водо підготовки. Але деякі води потребують додаткового очищення, для повернення у технологічний процес, наприклад, конденсаційні води, що утворюються у випарному апараті.

Відпрацьовані води забруднені різними хімічними речовинами серед яких завислі речовини, органічні та неорганічні речовини, а також тверді частинки у вигляді часток ґрунту. Найпоширенішим способом очищення забруднених вод цукропереробного підприємства є біологічне очищення на водоочисних спорудах. Вся відпрацьована вода, що не є придатною для повторного використання перемішується з стічними водами жомопресувальної станції та від мийки обладнання потрапляє спочатку у відстійник, звідки надходить на поля фільтрації. Біологічне очищення стічних вод відбувається в аеробних умовах, завислі колоїдні частинки профільтровуються через товщу ґрунту та завдяки

діяльної мікроорганізмів в середовищі кисню повітря утворюють мінеральні сполуки.

Поля фільтрації є джерелом викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря внаслідок розкладу органічних сполук мікроорганізмами, окрім цього, вони займають великі земельні ділянки та призводять до нерациональних втрат води.

В значній мірі відбувається забруднення підземних вод в районах розташування карт очисних споруд та місцях накопичення відходів.

Органічні речовини під час просочування через шар ґрунту окислюються до діоксиду вуглецю, води, сполук сульфатів та нітратів [9].

Також існують інші методи очищення, наприклад у біофільтрі або штучне біологічне очищення у ставках-накопичувачах [6], але такі методи використовує мала частина підприємств.

Таким чином, можна зробити висновок, що виробництво цукрових буряків спричиняє негативний вплив на довкілля за рахунок надмірного водоспоживання та забруднення відпрацьованих вод хімічними речовинами різного складу.

Актуальною проблемою для підприємств цукрової галузі є зменшення водовикористання та утворення стічних вод. Врегулювання цих проблем сприятиме покращенню екологічної ситуації в Україні, а також вплине на економічні аспекти виробництва цукру.

Аналіз досліджень міжнародних експертів у сфері водоочисних технологій показав, що очистка води із застосуванням змішаних коагулянтів для має високу ефективність, завдяки відмінностям фізико-хімічних властивостей продуктів їх гідролізу [6].

Серед нових методів розроблено способи покращення очистки води за допомогою високомолекулярних речовин флокуляційної дії, тому що використання флокулянтів додатково до коагулянтів дає можливість інтенсифікувати процеси очищення води, а також скоротити витрати останніх.

### 3.5 Водоспоживання та забруднення вод Гайсинським цукровим заводом

В районі розташування Відділку №1 по переробці цукрової сировини ТОВ «ПК «Зоря Поділля» протікає річка Соб, мінімальна відстань до якої становить 59 м від складу вапняку в північно-західному напрямку. Річка Соб – річка на Придніпровській височині, в межах Липовецького, Іллінецького, Гайсинського і Тростянецького районів Вінницької області, ліва притока Південного Бугу (басейн Чорного моря). Довжина річки 125 км, площа водозбору 2840 км<sup>2</sup> (за класифікацією – середня річка).

Прибережно-захисна смуга, що встановлюється по обидва береги річок та навколо водойм вздовж урізу води, становить 50 м для середніх річок. Ширина прибережно-захисної смуги витримана.

Водозабір для потреб підприємства здійснюється із двох джерел водопостачання: артезіанських свердловин (2 шт.), річки Соб (басейн р. Південний Буг). Загальний об'єм водопостачання становить:

- із артезіанських свердловин – 219,5 м<sup>3</sup>/добу, 22,55 тис. м<sup>3</sup>/рік;
- із поверхневого водозабору — 17400 м<sup>3</sup>/добу, 1774,8 тис. м<sup>3</sup>/рік.

Дві водозабірні свердловини розташовані в м. Гайсин, облаштовані на докембрійський водоносний горизонт; представлений гранітами сірими тріщинуватими.

Водозабірна свердловина №1997/2006: глибина 80 м, дебіт 7 м<sup>3</sup>/год.

Водозабірна свердловина №2107: глибина 101 м, дебіт 2,2 м<sup>3</sup>/год.

Мета водоспоживання – виробничі та господарсько-питні потреби. Розміщення свердловин відносно підприємства зображено на рисунку 3.2. Свердловина №1997/2006 розташована на північ від основних джерел підприємства. Свердловина №2107 розміщена на захід від основних джерел підприємства. Відстань від джерел підприємства становить 495 м в південно-східному напрямку.

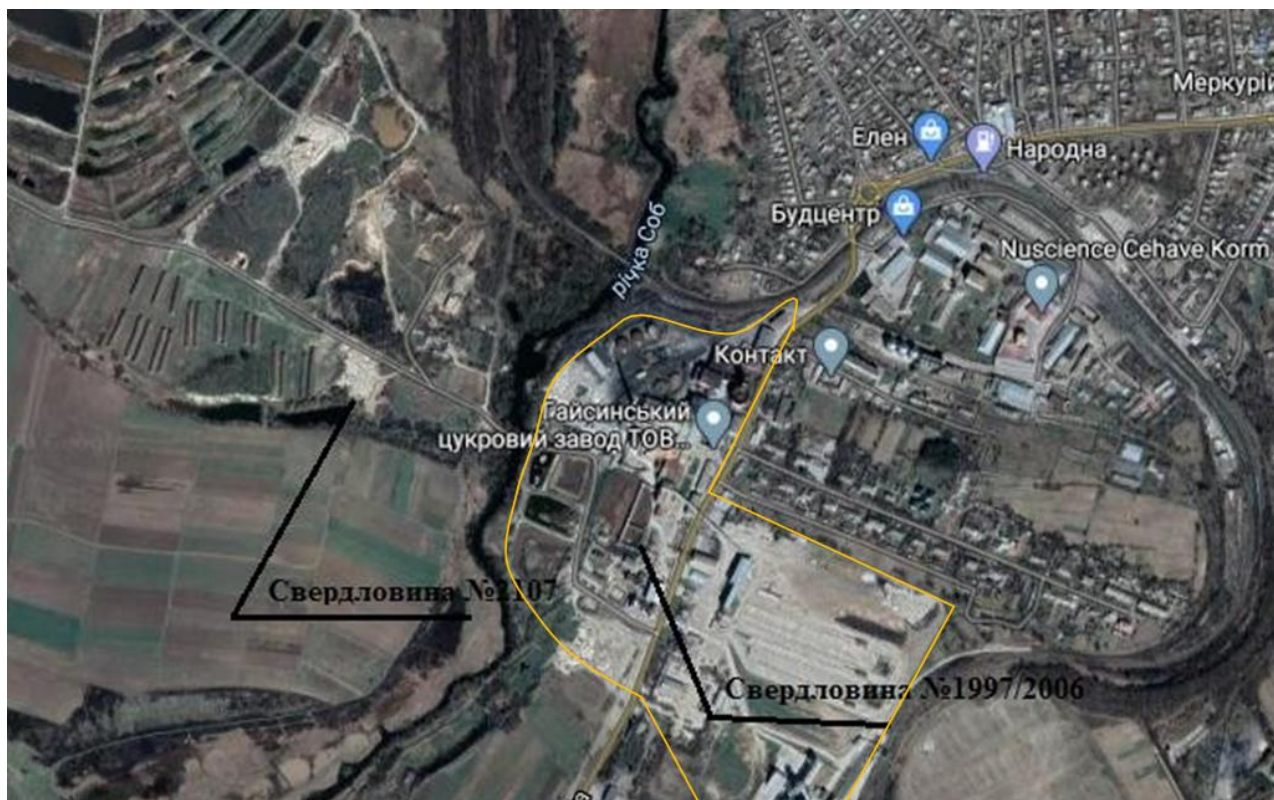


Рисунок 3.2 – Розміщення артезіанських свердловин

Оскільки свердловини цукрового заводу розміщені на достатньо великій відстані від можливих забруднювачів, можна зробити висновок, що забруднення підземних вод з поверхні землі, мікробними та хімічними забруднювачами є виключеним.

Для очищення поверхневих стоків від завислих речовин та нафтопродуктів встановлено локальну очисну установку з бай-пасом Wasser Tank-OMB-6 продуктивністю 6 л/с.

На підприємстві експлуатуються споруди очистки води, яка використовується при мийці та транспортування буряків. За рахунок того, що органічні рештки (бур'яни, корінці буряків) видаляють з залишкової маси після очистки води і вивозяться з території підприємства, то на поля фільтрації разом зі стічними водами потрапляє лише незначна частина органічних решток. Коефіцієнт ефективності очисних споруд становить 90%.

Виробничі та господарсько-побутові стічні води підприємства відводяться на власні поля фільтрації – 1037,46 тис. м<sup>3</sup>/рік; 10169,48 м<sup>3</sup>/добу.

Поля фільтрації розміщені на відстані 650 м від основного виробничого майданчику. Загальна площа полів фільтрації становить 68 га. Схема розміщення заводських полів фільтрації щодо населених пунктів приведена на рисунку 3.3. Згідно «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів» затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.1996 р. під № 173, зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 24.07.1996 р. за № 379/1404 та із змінами і доповненнями, внесеними наказом Міністерства охорони здоров'я України від 2 липня 2007 року № 362 [6], нормативний розмір санітарно-захисної зони від полів фільтрації при їх продуктивності від 5 до 50 тис. м. куб на добу становить 500 м.



Рисунок 3.3 – Схема розміщення заводських полів фільтрації щодо населених пунктів

Мінімальна відстань до житлової забудови становить 670 м в північно-східному напрямку. В північному напрямку від полів фільтрації цукрового заводу на відстані 30 м розташовані поля фільтрації маслосирзаводу.

Житлова забудова, що розміщення біля підприємства забезпечена водою із центрального міського водопроводу.

Схема водопостачання та водовідведення не погіршує гідрологічних та санітарно-гігієнічних параметрів водойми.

Для відведення з майданчика дощових та талих вод використовуються приймальні колодязі дощових стоків та водовідні лотки. На мережах дощової каналізації обладнані наступні споруди: приймальні колодязі дощових стоків, водовідвідні лотки, оглядові та поворотні колодязі, сепаратор нафтопродуктів. Відведення дощових та талих вод відбувається системою внутрішніх водостоків з випуском до існуючих дощоприймачів заводської мережі дощових стоків.

Із поверхні полів фільтрації в атмосферне повітря здійснюється викид таких забруднюючих речовин як оцтова кислота, масляна кислота, пропіонова кислота, мурашина кислота, сірководень, аміак.

### 3.6 Аналіз відходів виробництва цукру

При виробництві цукру утворюються тверді, газоподібні відходи і рідкі стічні води (рисунок 3.4) [12-18].

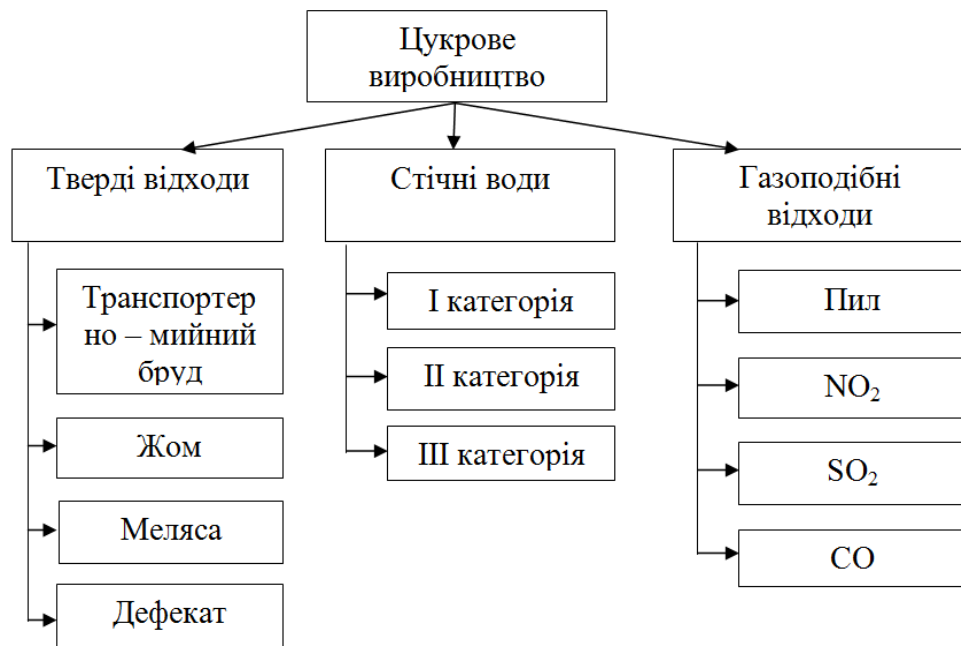


Рисунок 3.4 – Відходи цукрового виробництва

Характеристика відходів Гайсинського цукрового заводу приведена у додатку Е.

Основними відходами від виробництва цукру з буряків є жом, дифузійна вода, дефекаційний осад, меляса, а при збиранні цукрових буряків з поля – бурякове листя та стебло (бурячиння). У таблиці 3.5 подано хімічний склад жому. Основні фізико-хімічні параметри меляси наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.5 – Хімічний склад жому, %

| Показники                         | Жом свіжий | Жом віджатий | Жом кислий |
|-----------------------------------|------------|--------------|------------|
| Вода                              | 91 – 94    | 14 – 20      | 11 – 15    |
| Суша речовина                     | 6 – 9      | 80 – 86      | 85 – 89    |
| Сирий протеїн                     | 10         | 10,2         | 14         |
| Білок                             | 8,6        | 8,9          | 12,3       |
| Сира клітковина                   | 22,9       | 21,7         | 32,5       |
| Безазотисті екстракційні речовини | 62,9       | 65,8         | 43         |
| Мінеральні речовини               | 4,2        | 4,2          | 7          |

Вихід бурячиння складає 50-70, свіжого жому 70-90, дефекаційного осаду 8-12, меляси 70-90 відсотків від переробленої сировини.

Сто кілограм буряку містить близько 25 кілограм сухої речовини, з них 15-18 кілограм цукрози. Вихід цукру, готової продукції складає 12-15 кілограм. У відходи переходять 10-13 кілограм сухої речовини [1-4].

Таблиця 3.6 Основні фізико-хімічні показники меляси

| Показники                         | % за масою |
|-----------------------------------|------------|
| Масова частка води                | 19 – 24    |
| Масова частка сухих речовин       | 76 – 81    |
| Масова частка сахарози            | 46 – 49    |
| Масова частка нецукрів            | 30 – 33    |
| Вміст загального азоту            | 1,5 – 2,0  |
| Вміст молочної кислоти            | 4 – 6      |
| Вміст оцтової та мурашиної кислот | 0,2 – 0,5  |

Можна відзначити що цукрова промисловість дедалі частіше переходить на виробництво цукру в більших масштабах, а також на цукрових заводах збільшується період переробки цукрового буряку.

Відходи, які утворюються в результаті роботи Відділку №1 по переробці цукрової сировини ТОВ «ПК «Зоря Поділля» передаються згідно договору на збирання та зберігання спеціалізованій організації для подальшої передачі на утилізацію.

Від процесів основного виробництва утворюються відходи переробки цукрового буряка та виробництва цукру: жом, меляса некондиційна, дефекат. Ці відходи відносяться до IV класу небезпеки.

Для власних потреб підприємства використовується допоміжне обладнання (заточний станок, пост електрозварювання, обробка та різка деревини) від роботи якого утворюються відходи абразивних матеріалів (абразивні круги для зачищення, заточування, шліфування або різання металу, що використовуються у верстатах, шліфувальних та різальних машинах, не можуть спрацьовуватися до кінця, тобто утворюються їх залишки), недогарки електродів та відходи деревообробки (тирса та стружка деревна). Ці відходи відносяться до IV класу небезпеки.

Для косметичного ремонту території підприємства або технологічного обладнання використовуються лако-фарбувальні матеріали, які закупляють у безповоротній тарі. Тара від лако-фарбових матеріалів повинна бути максимально очищена від фарби. Частина цієї тари використовується повторно для розбавлення та розмішування фарб.

Для підвищення родючості сільськогосподарських угідь та ефективної боротьби з шкідниками та хворобами сільськогосподарських рослин використовуються агрохімікати та пестициди. Ці речовини надходять на підприємство в поліетиленовій або пластмасовій тарі. Матеріали пакувальні від агрохімікатів та пестицидів вважаються забрудненими хімічними речовинами, а тому не можуть бути використані як вторинна сировина і передаються спеціалізованим підприємствам для утилізації.

У виробничих цехах, побутових та офісних приміщеннях та для освітлення території використовуються лампи люмінесцентні. Ці відходи відносяться до I класу небезпеки.

Окрім вищезазначених, відходами цукрового заводу також є шлак паливний, шини, зіпсовані перед початком експлуатації, відпрацьовані, пошкоджені чи забруднені під час експлуатації, відходи, які містять ртуть, батареї свинцеві зіпсовані або відпрацьовані, матеріали пакувальні пластмасові зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені, відходи масла, не позначені іншим способом, матеріали обтиральні зіпсовані чи забруднені, тара металева використана, у тому числі дрібна (банки консервні тощо), за винятком відходів тари, що утворилися під час перевезень, матеріали фільтрувальні зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені.

Жом, на який припадає найбільша частина серед усіх відходів виробництва на цукровому заводі, зберігається у спеціально облаштованій жомовій ямі. Жомова яма знаходиться в південно-західній частині всієї території підприємства та має розміри 110 x 70 x 3,5 м. Від житлової забудови вона частково відділена головним корпусом цукрового заводу та адміністративною будівлею, який має висоту більше 20 м, який, таким чином, являється захисним екраном від даного джерела викиду.

Дно жомової ями забетоноване, а стіни викладені з каміння. Це дозволяє не допустити просочування жодних забруднюючих речовин та жомової води в ґрунти. Жомова яма передбачає зберігання жому у кількості 490000 т з подальшим вивозом на фермерські господарства за межі підприємства. При зберіганні жому на підприємстві використовуються дезінфікати, які пригнічують мікробіологічне бродіння жому, а саме Набак, Навісан-М, Жавель-Клейд. Для поліпшення умов зберігання жому, покращення технологічного процесу виготовлення цукру та зменшення енерговитрат в бурякопереробному відділенні встановлено горизонтальні жомові преса типу PDV, потужністю 8 тис. тон буряку-стружки на добу. Свіжий жом, що виходить з дифузійного апарату, пресують до вмісту сухих речовин, що дає можливість повертати

жомопресову воду на дифузію. Після пресів жом направляється на реалізацію та/або у жомосховище.

Також в жомову яму відправляються зіпсовані, покриті брудом цукрові буряки, які не можуть бути використані в технологічному процесі.

В технологічному процесі віджиму стружки буряка передбачена додаткова обробка пресованого жому дезінфікуючими та антибактеріальними засобами, що додатково зменшує мікробіологічне бродіння жому.

У зв'язку із збільшенням потужності виробництва цукру та зменшенням попиту на жом у населення та на фермерських господарствах, проведено будівництво цеху сушки жому із використанням сушильного барабану та встановлення пресів в жомопресовому відділенні з вищим ступенем віджиму, що забезпечить вміст сухих речовин до 20-30%.

Таким чином, на підприємстві зникає необхідність довготривалого зберігання жому зі всіма негативними наслідками для навколишнього середовища та здоров'я людей, а жомосховище змінює своє функціональне призначення на склад тимчасового зберігання жому та буде використовуватись лише у аварійних та форс-мажорних обставинах для зберігання обмеженої кількості терміном не більше 3-х діб.

Повторне та комплексне використання відходів харчової промисловості дозволяє, окрім вироблення основних харчових продуктів отримувати додаткові товари, які мають значення в економіці багатьох галузей промисловості.

У розділі 3 було розглянуто забруднення води при роботі цукрового заводу, забрудненні води також є відходами виробництва. Жомопресова, транспортно-мийна (із залишками землі після промивки буряку) води, стічні води води регенерації, дефекаат направляються на ситему відстійників, потім надходять на поля фільтрації. Очищені води можуть бути повернені у технологічний процес, або реалізовані фізичним чи юридичним особам. Частіше такі води надходять у систему іригації на полях.

Некондиційний та очищений цукор разом із цукровим зметом можуть

бути повернені на виробництво. Їх розбавляють гарячою водою та отриманий сироп потрапляє в технологічний процес.

Для вапнування використовують гашене вапно. Перед надходженням у технологічний процес його перевіряють на відповідність технічних умов. Якщо воно некондиційне, то може використовуватися для власних потреб підприємства, наприклад в якості будівельного матеріалу для ремонтних робіт на території заводу.

Меляса є одним із відходів цукрового виробництва та сировиною для бродильних виробництв, кормових (комбікормових) заводів, для боротьби зі шкідниками сільськогосподарських культур (як приманка з отруювачем) та в інших виробництвах. Також меляса може бути використана напівфабрикат для отримання цукрози хімічним шляхом, методом сепарації [1].

По методам використання основні відходи, що отримують на підприємствах харчової промисловості, можна розбити на три групи:

- відходи, що можуть бути використані як корм для тварин;
- відходи, що можуть бути сировиною для інших галузей промисловості;
- відходи, що можуть бути повторно використані на підприємстві.

## **4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

### **4.1 Зниження температури димових газів котлоагрегатів підприємства**

Одним із варіантів скорочення розмірів втрат теплової енергії в процесі згорання являється зниження температури димових газів, що викидається в атмосферу. Це може бути досягнуто шляхом:

- підбору оптимальних розмірів та інших характеристик устаткування виходячи із необхідної максимальної потужності з урахуванням розрахункового запасу надійності;
- інтенсифікації передачі тепла технологічному процесу у вигляді збільшення питомого потоку тепла (зокрема, при допомозі завихрювачів-турболізаторів збільшують турбулентність потоків робочого тепла), збільшення площі або вдосконалення поверхонь теплообміну;
- рекуперації тепла димових газів з допомогою додаткового технологічного процесу (наприклад, виробництва пара з допомогою економайзера);
- установки підігрівання повітря або води, або організації попереднього підігріву палива за рахунок тепла димових газів. Слід зазначити, що підігрів повітря може бути необхідним, якщо технологічний процес потребує високої температури полум'я (наприклад, скляному чи цементному виробництві). Підігріта вода може використовуватись для живлення котла або в системах гарячого водопостачання (в т.ч. централізованого опалення);
- очищення поверхонь теплообміну від накопичувальної золи і частинок вуглецю із єдиною метою підтримання високої теплопровідності. Зокрема, в конвекційній зоні можуть періодично використовуватись здувачі сажі. Очистка поверхонь теплообміну в зоні горіння, як правило, здійснюється під час зупинки обладнання для огляду і ТО, однаково в деяких випадках використовується очистка без зупинки (наприклад, в нагрівачах на НПЗ);

- забезпечення рівня виробництва тепла, відповідного існуючим потребам (не перевищує їх). Теплову потужність котла можна регулювати, наприклад, у вигляді підбору кількості подачі палива в топку.

Чим нижча температура димових газів, тим вищий рівень енергоефективності. Однак зниження температури газів нижче певного рівня може бути поєднана із деякими проблемами. Зокрема, якщо температура виявляється нижче кислотної точки роси (температури, при якій відбувається конденсація води сірчаної кислоти, як правило, 110-170°C в залежності від вмісту сірки в паливі металевих поверхонь), це може призвести до корозії металевих поверхонь. Це вимагатиме застосування матеріалів, стійких до корозії, а також організації збирання й переробки кислого конденсату.

Деякі застосування енергії димових газів можуть бути обмежені внаслідок різниці між температурою газів і потребами у певній температурі на вході енерговикористовуючого процесу. Прийнятна величина вказаної різниці визначається балансом між енергозбереженням і витратами на додаткове устаткування, що необхідне для використання енергії димових газів.

Заходи по зниженню температури димових газів можуть приводити до збільшення утворень деяких забруднюючих речовин.

Термін окупності може перебуває у діапазоні від менше п'яти років до п'ятдесяти років залежно від багатьох параметрів, включаючи розмір установки, температуру димових газів тощо.

#### **4.2 Скорочення масових витрат димових газів за рахунок зниження надлишку повітря горіння**

Надлишок повітря горіння може бути зведений до мінімуму за допомогою регулювання витрат повітря в співвідношенні з витратами палива. Ця задача може бути значно полегшена у вигляді автоматизованого вимірювання вмісту кисню в димових газах. В залежності від того, наскільки швидко і часто змінюються відповідні характеристики технологічного процесу,

витрата повітря може регулюватися вручну або в автоматизованому режимі. Занадто низькі витрати повітря приводять до гасіння полум'я і необхідності повторного запалювання, що може викликати зворотні удари полум'я і, як наслідок, пошкодження устаткування. Тому дотримання техніки безпеки завжди потребують деякого надлишку повітря.

Скорочення потрапляння повітря горіння призводить до збільшення концентрації в димових газах не згорівших або неповністю згорівших продуктів – частинок вуглецю, оксиду вуглецю і вуглеводнів, наслідком чого може бути перевищення встановлених нормативів викидів. Це обмежує можливості підвищення енергоефективності за рахунок обмеження витрати повітря горіння. На практиці надходження повітря обмежується до таких величин, при яких не відбувається перевищення встановлених нормативів.

Можливості для зниження надлишку повітря горіння обмежуються, бо це призводить до підвищення температури газу в топці; занадто високі температури здатні призводити до пошкодження системи.

Мінімальний надлишок повітря горіння, необхідний для утримання об'єму викидів у встановлених межах, залежить від конструкції пальників і особливості технологічного процесу.

Мотивами впровадження може бути забезпечення більш високої робочої температури, особливо у випадку безпосереднього нагрівання.

#### **4.3 Забезпечення нормативно допустимих викидів оксиду вуглецю та азоту діоксиду**

Скорочення викидів оксиду вуглецю та азоту діоксиду можливе шляхом дотримання необхідного та достатнього рівня «надлишку» повітря.

При недостатній кількості повітря чи поганому перемішуванні з окислювачем буде реагувати тільки частина палива. Таким чином, горіння буде неповним і в продуктах згорання з'явиться монооксид вуглецю (чадний газ).

Якщо і далі зменшувати подачу окислювача, то окрім CO в продуктах

горіння будуть присутні водень і навіть вуглець у вигляді сажі. Таким чином, наявність достатнього надлишку повітря в топці є гарантією незначної кількості викидів оксиду вуглецю в атмосферне повітря.

З іншого боку надмірний надлишок кисню супроводжується утворенням термічного NO з молекулярного азоту повітря. Адже кожен зайвий відсоток кисню породжує 10-15% NO<sub>x</sub>, крім того, частково знижує ККД котла за рахунок збільшення витрати димових газів та їх температури, що викликає потребу у помірному регулюванні надлишку кисню. Тому утримування мінімального надлишку повітря призводить до допустимого рівня викидів NO<sub>x</sub>.

Отже, підтримання балансу між мінімальним та достатнім надлишком повітря в топці котлоагрегату забезпечує нормативно допустимі викиди NO<sub>x</sub> та CO.

#### **4.4 Заходи для підвищення екологічної безпеки цукрового виробництва**

ВАТ «Гайсинський цукровий завод» знаходиться в межах населеного пункту, тому впливає на якість повітря і стан здоров'я населення. Для підвищення екологічної безпеки цукрового виробництва пропонується впровадити заходи щодо зниження впливу на навколишнє середовище.

1. Однією з основних причин викидів забруднюючих речовин на підприємствах є ТЕЦ. Для поліпшення екологічної ситуації в регіоні і зниження витрати палива необхідно регулярно проводити пусконаладжувальні роботи.

2. У разі виникнення несприятливих погодних умов, які можуть призвести до небезпечного підвищення концентрації забруднюючих речовин в атмосфері, необхідно вжити заходів щодо зниження викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Перелік заходів щодо зниження викидів забруднюючих речовин в атмосферу при несприятливих погодних умовах:

- посилити контроль за правильним дотриманням технічних регламентів виробництва;
- заборонити продування і миття обладнання, ємностей, в яких зберігаються забруднюючі речовини;
- використовувати запаси високоякісної сировини, що забезпечують зниження викидів шкідливих речовин;
- посилити контроль за роботою контрольно-вимірювального обладнання;
- обмежити вантажно-розвантажувальні роботи, пов'язані з виділенням шкідливих речовин;
- знизити продуктивність технічного обладнання, пов'язану з підвищенням виділенням шкідливих речовин;
- обмежити використання автомобілів та інших пересувних джерел викидів на території підприємства;
- ми забороняємо спалювання промислових відходів і сміття.

3. Систематично стежити за станом атмосфери на кордонах санітарно-захисних зон.

4. Оскільки підприємство межує з житловими будинками, найкоротша відстань становить 300 м з розрахунку 250 м, і на території підприємства проводяться роботи з благоустрою. Зелені насадження поглинають токсичні гази, тим самим покращуючи якість повітря.

5. Посилити контроль якості надходить сировини і поліпшити умови зберігання коренеплодів. Переробка високоякісної сировини скорочує викиди і відходи, а також знижує вартість енергоресурсів.

## ВИСНОВКИ

Основними технологічними процесами, що призводять до забруднення атмосфери при виробництві цукру є сатурація і сульфитація соку, сиропу та води, згущення сиропу та кристалізація цукру, випалювання та гасіння вапняку, енергозабезпечення. В бакалаврській кваліфікаційній роботі було проведено екологічну оцінку впливу виробництва цукру з цукрових буряків Гайсинським цукровим заводом, а також розглянуто шляхів зменшення негативного впливу на атмосферне повітря шляхом впровадження найкращих доступних технологій.

У першому розділі проаналізовано сучасний стан цукрової галузі України.

В другому розділі було охарактеризовано технологічні аспекти виробництва цукру з цукрових буряків з детальними схемами виробництва.

В третьому розділі здійснений аналіз викидів, скидів, відходів забруднюючих речовин цукрового виробництва. Виконано аналіз викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від основних та допоміжних виробництв цукрових підприємств за даними наданими Гайсинським цукровим заводом. Також в третьому розділі було здійснено аналіз забруднення води цукровими підприємствами та розглянуто основні параметри водоспоживання та забруднення води з подальшим очищення на полях фільтрації Гайсинського цукрового заводу, та було проведено аналіз відходів виробництва цукру з методами їх утилізації в розрізі даних по Гайсинському цукровому заводу.

В четвертому розділі було дано рекомендації щодо підвищення рівня екологічної безпеки цукрового виробництва, зокрема впровадження найкращих доступних технологій експлуатації котлоагрегатів та випалювальних печей вапняку підприємства.

Результати БКР доповідались на LIV Всеукраїнській НТК підрозділів ВНТУ, що підтверджено відповідним сертифікатом учасника (додаток Ж).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Офіційний сайт Національної асоціації цукровиків України [<http://www.sugarua.com>].
2. Цукрова галузь України в цифрах. // Національна асоціація цукровиків України. – 2019. – С. 20–29.
3. Данилишин М. С. Стан, проблеми та перспективи розвитку бурякоцукрового виробництва України / М. С. Данилишин. // Інноваційна економіка. – 2014. – №55. – С. 53–58.
4. «Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами», т 1, т 2, т 3. УНЦТЕ, Донецьк, 2010.
5. Хомічак Л. Передові технології виробництва цукру // Харчова і переробна промисловість: Щомісячний науково-виробничий журнал Жержпрому, Нац.університет харчових технологій та ТОВ «Укροагропак». – К.: 2007. - №4. – С. 20-23.
6. Мелетьєв А.Є. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв / Мелетьєв А.Є., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М. : за ред. А.Є.Мелетьєва. (Підручник). – Вінниця : Нова Книга, 2007. – 392 с.
7. Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин у повітря автотранспортом, який використовується суб'єктами господарської діяльності та іншими юридичними особами всіх форм власності. Наказ №293 від 06.09. 2000 р. Київ.
8. Петриченко О. Б., Мінко В. П., Штангеев В. О. Проблеми ринку українського цукру // Цукор України. – 2003. – № 1 (31). – С. 2 – 4.
9. Борисюк П. Г. Стан і завдання бурякоцукрової галузі України // Цукор України, 2003. – № 4 – 5 (34). – С. 2 – 4.
10. Ярчук М. М. Шляхи підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва України // Цукор України. – 2003. – № 2 (32). – С. 2 – 5.

- 11.Борисюк П. Г. Підсумки роботи бурякоцукрової галузі України у 2023 р. та завдання на 2024 р. // Цукор України. – 2023. – № 6. – С. 2 – 5.
- 12.Запольський А. К., Українець А.І. Екологізація харчових продуктів. – К.: Вища школа, 2005. – 423 с.
- 13.Домарецький В. А., Златев Т. П. Екологія харчових продуктів. – К: Урожай, 1993. – 192 с.
- 14.Пономарьов П. Х., Сирохман І. В. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини. – К: Лібра, 1999. – 272 с.
- 15.Ковальчук П. І. Моделювання і прогнозування навколишнього середовища: Навч. посіб. – К.: Либідь, 2003.
- 16.Методичні положення та норми продуктивності на виробництво цукру [Текст] / В. В. Вітвіцький [та ін.] ; Український НДІ продуктивності агропромислового комплексу. - К.: НДІ "Украгпромпродуктивність", 2008. - 263 с.
- 17.ДСТУ 4623:2006 Цукор білий. Технічні умови – Київ: Держспоживстандарт України, 2007. – 18 с.
- 18.Чайка О. Г. Аналіз відходів цукрового виробництва, їх негативний вплив на довкілля / О. Г. Чайка, І. М. Петрушка // Цукор України, 2014. – № 3(99). – С. 37–38.
- 19.Коваленко О.О., Василів О.Б., Патік Т.П. Оцінка ефективності використання води на підприємствах харчової галузі [Електронний ресурс] Режим доступу:  
[http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Otkhv/2010\\_25//Koval\\_2.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Otkhv/2010_25//Koval_2.pdf)
- 20.Гут І. С., Васильківський І. В. Екологічна безпека Гайсинського цукрового заводу. LIV Всеукраїнської науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, 24 – 27 березня 2025 р. С. <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2025/paper/view/24557/20327>

## Додаток А.

## ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Екологічна безпека Гайсинського цукрового заводуТип роботи: бакалаврська кваліфікаційна роботаПідрозділ кафедра екології, хімії та технологій захисту довкілля  
(кафедра, факультет, навчальна група)Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі  
системою StrikePlagiarism 30.45 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

- ☒ Запозичення, виявлені у роботі, є законними і не містять ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту
- ☐ У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.
- ☐ У роботі виявлено ознаки плагіату та/або текстових маніпуляцій як спроб укриття плагіату, фабрикації, фальсифікації, що суперечить вимогам законодавства та нормам академічної доброчесності. Робота до захисту не приймається.

Експертна комісія:

зав. каф. ЕХТЗД, проф. Іщенко В.А.  
(прізвище, ініціали, посада)

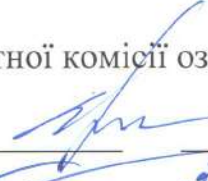
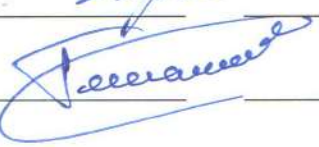
(підпис)

доц. каф. ЕХТЗД Васильківський І.В.  
(прізвище, ініціали, посада)

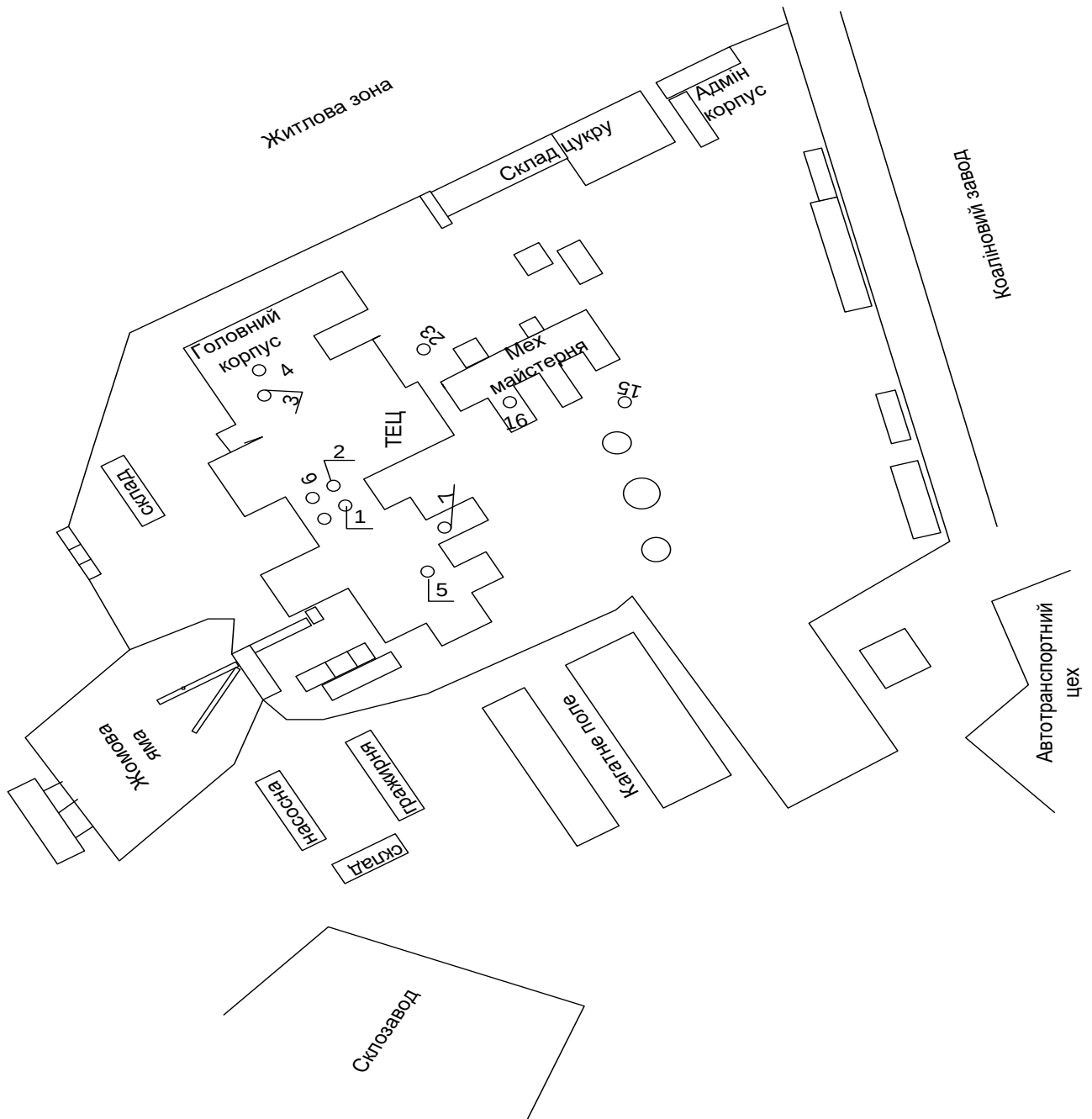
(підпис)

Особа, відповідальна за перевірку   
(підпис)Матусяк М.В.  
(прізвище, ініціали)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник  Васильківський І.В.Здобувач  Гут І. С.

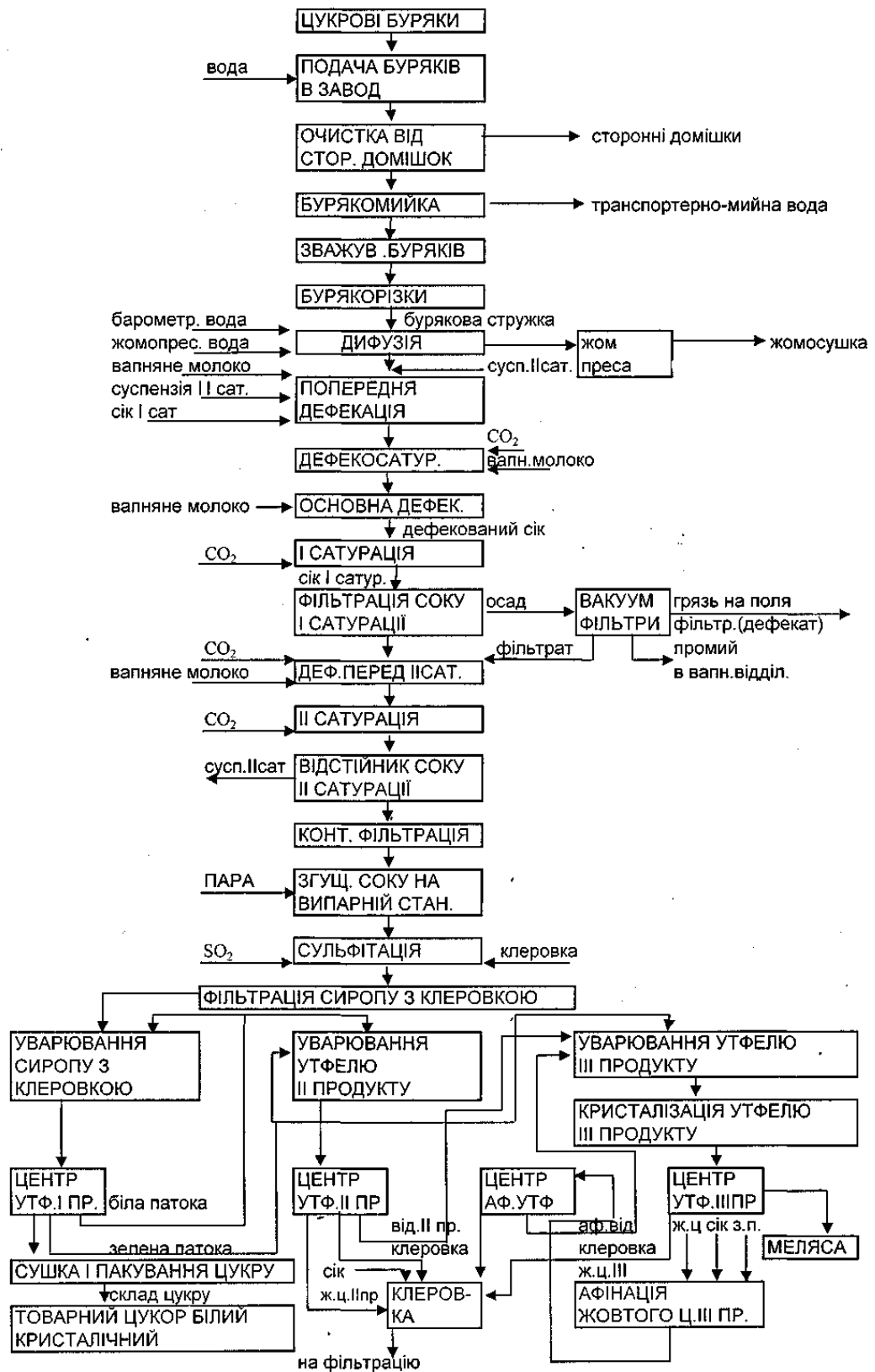
**Додаток Б.**  
**Карта-схема ВАТ «Гайсинський цукровий завод»**



Умовні позначення: 1 – відділ першої сатурації; 2 – відділ другої сатурації; 3 – відділ сульфитації соку; 4 – відділ сульфитації сиропу; 5 – відділ сульфитації води; 6 – відділ згущування сиропу та кристалізації цукру; 7 – випалювання вапняку та приготування вапняного молока; 15 – ковальський горн; 16 – деревообробна дільниця; 23 – ТЕЦ

## Додаток В.

### Схема виробничого процесу



**Додаток Д.**

**Стаціонарні джерела викидів шкідливих речовин ВАТ «Гайсинський цукровий завод»**

| Код дже-рела | Найменування джерела   | Координати джерела |      | Висота джерела | Діаметр джерела | Параметри пилогазовихідної суміші |                |                 |
|--------------|------------------------|--------------------|------|----------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|
|              |                        | X, м               | Y, м |                |                 | Об'єм м³/с                        | Швидкість, м/с | Температура, °C |
| 1            | Сатурація соку I       | 65                 | 71   | 20             | 0,75            | 1,74                              | 4,0            | 80              |
| 2            | Сатурація соку II      | 74                 | 75   | 20             | 0,5             | 0,67                              | 3,4            | 61              |
| 3            | Сульфітація соку       | 88                 | 103  | 20             | 0,315           | 0,38                              | 4,92           | 70              |
| 4            | Сульфітація сиропу     | 94                 | 111  | 20             | 0,315           | 0,36                              | 4,61           | 68              |
| 5            | Сульфітація води       | 60                 | 40   | 20             | 0,315           | 0,32                              | 4,14           | 68              |
| 6            | Згущення сиропу        | 52                 | 76   | 20             | 1,0             | 4,55                              | 5,8            | 30              |
| 7            | Випалювання вапняку    | 61                 | 41   | 20             | 0,5             | 1,41                              | 7,2            | 33              |
| 15           | Ковальський горн       | 96                 | 18   | 9              | 0,3             | 0,58                              | 8,2            | 77              |
| 16           | Деревообробна діляниця | 110                | 6    | 10             | 0,5             | 0,39                              | 2              | 19              |
| 23           | ТЕЦ                    | 127                | 42   | 75             | 2,6             | 22,2                              | 4,19           | 130             |

## Додаток Е.

### Перелік відходів виробництва цукру та їх характеристики

| Найменування відходу за нормативно-технологічною документацією або за ДК-005-96                                                | Загальні відомості про відходи |                |                        |                            | Поводження з відходами |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------|------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------|
|                                                                                                                                | Код відходу за ДК-005-96       | Клас небезпеки | Тип відходу за складом | Фізичний (агрегатний) стан | Одиниця виміру         | Кількість утворених |
| Лампи люмінесцентні та відходи, які містять ртуть, інші зіпсовані або відпрацьовані                                            | 7710.3.1.26                    | I              | Змішані                | Тверді                     | шт.                    | 600 шт.             |
| Масла та мастила моторні, трансмісійні інші зіпсовані або відпрацьовані                                                        | 6000.2.8.21                    | II             | Змішані                | Рідкі                      | т.                     | 50,0                |
| Батареї свинцеві зіпсовані або відпрацьовані                                                                                   | 6000.2.9.04                    | III            | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 3,18                |
| Шини зіпсовані перед початком експлуатації, відпрацьовані, пошкоджені чи забруднені під час експлуатації                       | 6000.2.9.03                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 8,59                |
| Матеріали абразивні та вироби з них зіпсовані, забруднені або неідентифіковані, які не можуть бути використані за призначенням | 2910.1.0.12                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 0,11                |
| Електроди, відпрацьовані у процесах гідрометалургії міді та сплавів мідних                                                     | 2734.2.9.33                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 2,5                 |
| Матеріали фільтрувальні зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені                                                                 | 7730.3.1.05                    | III            | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 0,1                 |
| Матеріали обтиральні зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені                                                                    | 7730.3.1.06                    | III            | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 0,3                 |
| Тара металева використана, у т. ч. дрібна (банки консервні тощо), за винятком відходів тари, що утворилися під час перевезень  | 7710.3.1.07                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 0,012               |
| Матеріали пакувальні пластмасові зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені                                                        | 7730.3.1.02                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 8,0                 |
| Стружка деревна                                                                                                                | 2000.2.2.09                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 3,0                 |
| Жом                                                                                                                            | 1583.2.9.01                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 400000,0            |
| Дефекат                                                                                                                        | 1583.2.9.03                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 35700,0             |
| Меляса некондиційна                                                                                                            | 1583.3.1.04                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 25000,0             |
| Відходи комунальні (міські) змішані, у т. ч. сміття з урн                                                                      | 7720.3.1.01                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 167,0               |

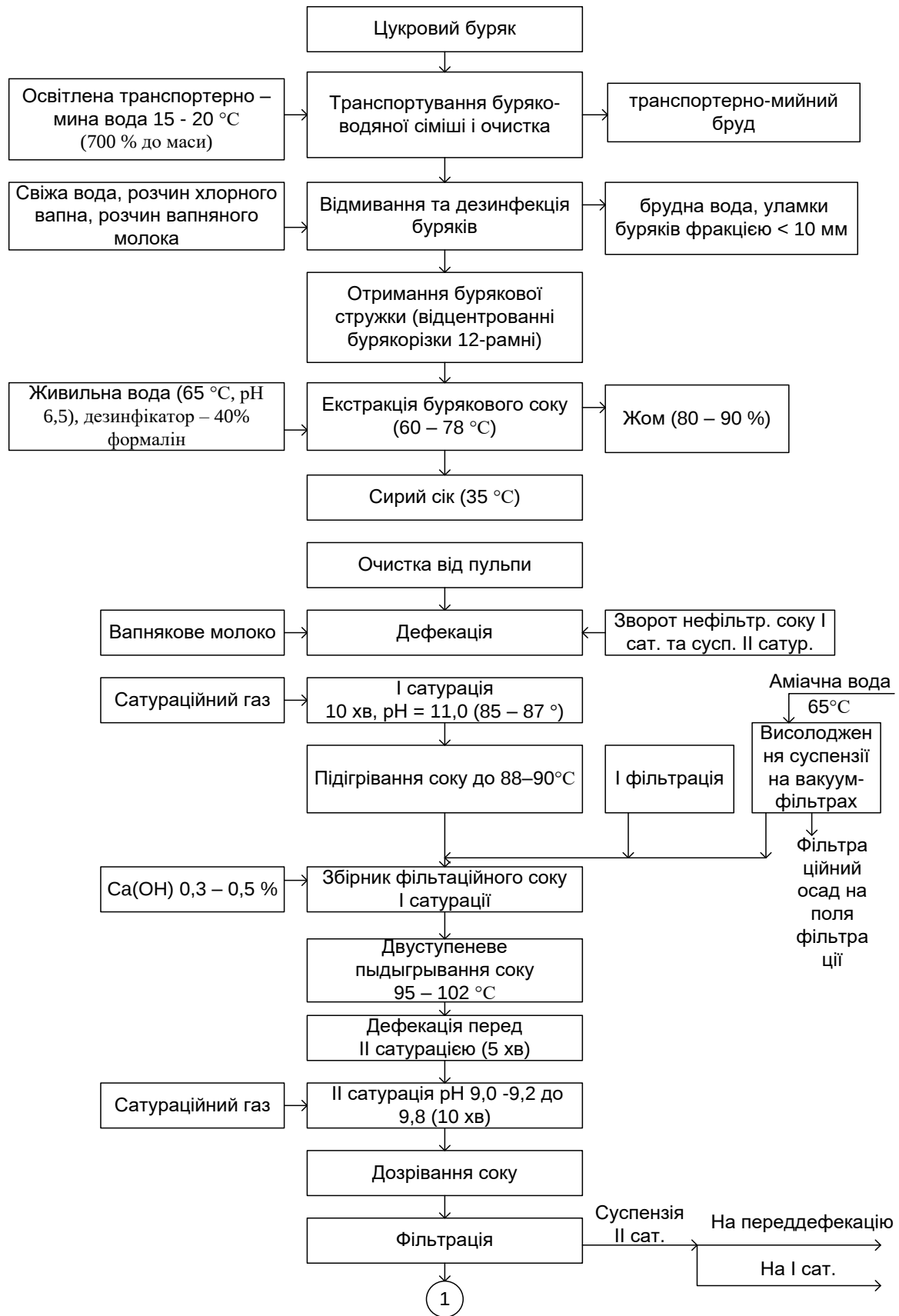
Додаток Ж.

**Сертифікат учасника LIV Всеукраїнської науково-технічної  
конференції підрозділів ВНТУ**



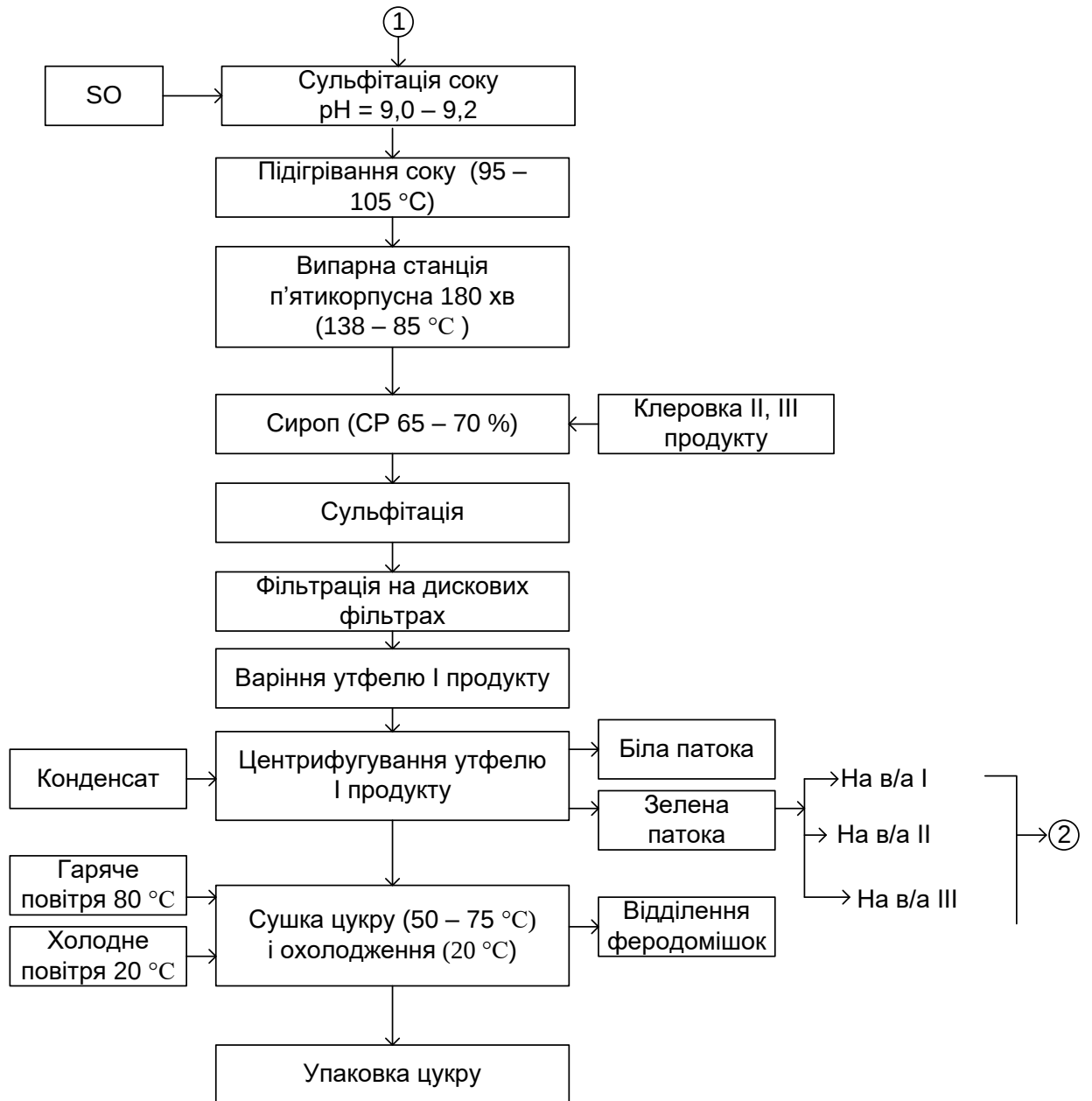
**Додаток И. Ілюстративна частина**

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ГАЙСИНСЬКОГО ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ**



**Рисунок И.1 - Технологічна схема виробництва цукру–піску  
ВАТ «Гайсинський цукровий завод»**

## Продовження рисунку И.1



## Продовження рисунку И.1

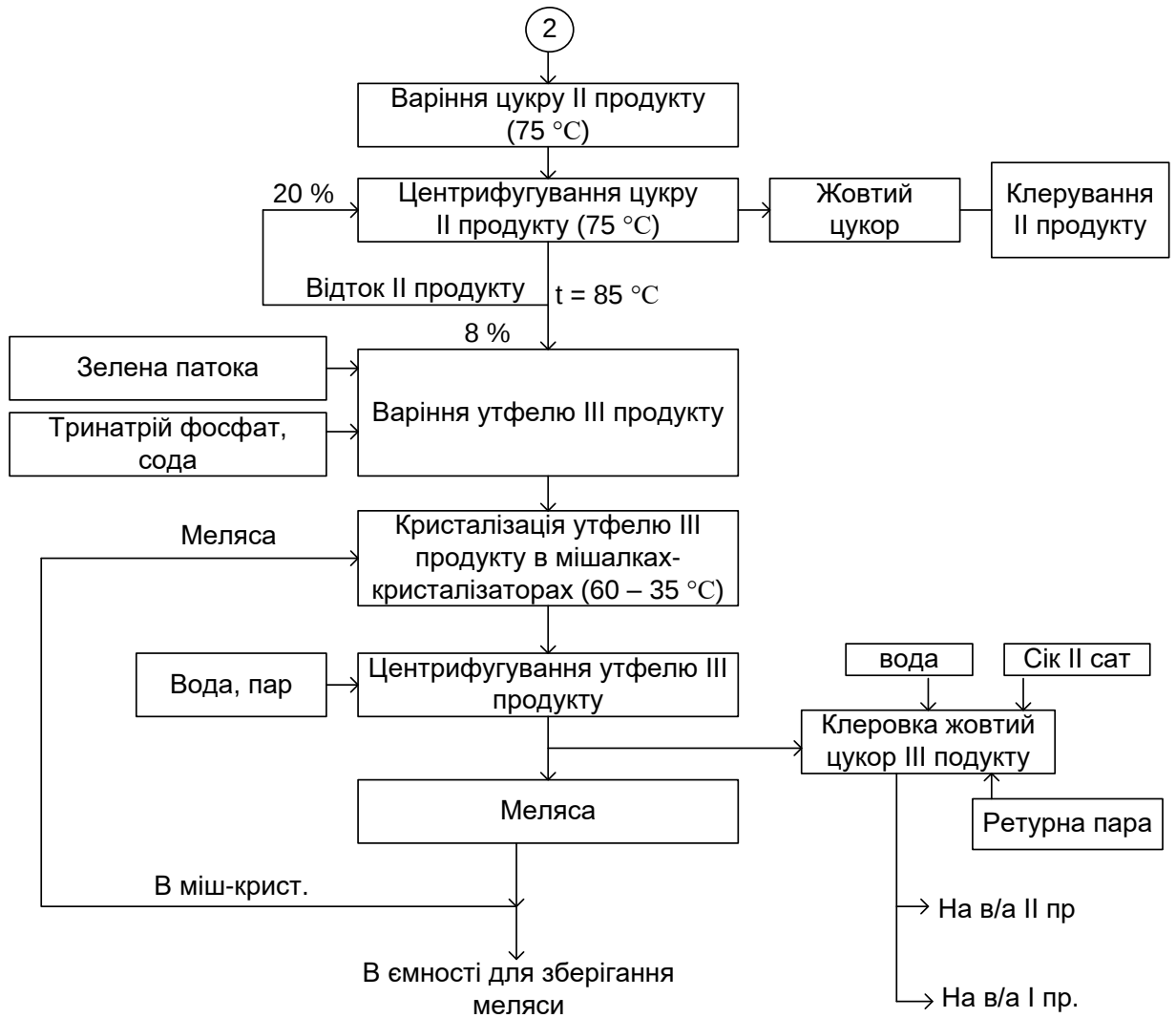




Рисунок И.2 – Джерела забруднення повітря

Таблиця И.1 – Характеристика забруднюючих речовин, що поступають в атмосферу від організованих та неорганізованих джерел викидів ВАТ «Гайсинський цукровий завод»

| Назва речовини         | ГДК <sub>м.р</sub><br>ОБРВ | Клас небезпеки | Фактичні викиди речовини, т/рік |
|------------------------|----------------------------|----------------|---------------------------------|
| Нітроген (IV) оксид    | 0,06                       | 2              | 47,96                           |
| Сульфур (IV) оксид     | 0,5                        | 3              | 34,3                            |
| Карбон (II) оксид      | 5,0                        | 4              | 178,58                          |
| Сажа                   | 0,15                       | 3              | 0,5                             |
| Манган та його сполуки | 0,01                       | 2              | 0,0045                          |
| Амоніак                | 0,2                        | 4              | 5,1                             |
| Кислота сульфатна      | 0,3                        | 2              | 0,00017                         |
| Ксилол                 | 0,2                        | 3              | 0,023                           |
| Бензин                 | 5,0                        | 4              | 0,0041                          |
| Насичені вуглеводні    | 1,0                        | 4              | 3,6866                          |
| Зола                   | 0,3                        | 3              | 0,178                           |
| Кальцію оксид          | 0,05                       | 3              | 4,12                            |
| Кальцію гідроксид      | 0,05                       | 3              | 1,411                           |
| Кальцію карбонат       | 0,05                       | 3              | 0,61                            |
| Сірка елементарна      | 0,07                       | -              | 0,009                           |
| Уайт-спіріт            | 1,0                        | -              | 0,069                           |
| Пил вугільний          | 0,11                       | -              | 0,215                           |
| Оксид феруму (III)     | 0,04                       | 3              | 0,091                           |

**Таблиця И.2 - Перелік відходів виробництва цукру та їх характеристики**

| Найменування відходу за нормативно-технологічною документацією або за ДК-005-96                                                | Загальні відомості про відходи |                |                        |                            | Поводження з відходами |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------|------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------|
|                                                                                                                                | Код відходу за ДК-005-96       | Клас небезпеки | Тип відходу за складом | Фізичний (агрегатний) стан | Одиниця виміру         | Кількість утворених |
| Лампи люмінесцентні та відходи, які містять ртуть, інші зіпсовані або відпрацьовані                                            | 7710.3.1.26                    | I              | Змішані                | Тверді                     | шт.                    | 600 шт.             |
| Масла та мастила моторні, трансмісійні інші зіпсовані або відпрацьовані                                                        | 6000.2.8.21                    | II             | Змішані                | Рідкі                      | т.                     | 50,0                |
| Батареї свинцеві зіпсовані або відпрацьовані                                                                                   | 6000.2.9.04                    | III            | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 3,18                |
| Шини зіпсовані перед початком експлуатації, відпрацьовані, пошкоджені чи забруднені під час експлуатації                       | 6000.2.9.03                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 8,59                |
| Матеріали абразивні та вироби з них зіпсовані, забруднені або неідентифіковані, які не можуть бути використані за призначенням | 2910.1.0.12                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 0,11                |
| Електроди, відпрацьовані у процесах гідрометалургії міді та сплавів мідних                                                     | 2734.2.9.33                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 2,5                 |
| Матеріали фільтрувальні зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені                                                                 | 7730.3.1.05                    | III            | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 0,1                 |
| Матеріали обтиральні зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені                                                                    | 7730.3.1.06                    | III            | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 0,3                 |
| Тара металева використана, у т. ч. дрібна (банки консервні тощо), за винятком відходів тари, що утворилися під час перевезень  | 7710.3.1.07                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 0,012               |
| Матеріали пакувальні пластмасові зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені                                                        | 7730.3.1.02                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 8,0                 |
| Стружка деревна                                                                                                                | 2000.2.2.09                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 3,0                 |
| Жом                                                                                                                            | 1583.2.9.01                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 400000,0            |
| Дефекат                                                                                                                        | 1583.2.9.03                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 35700,0             |
| Меляса некондиційна                                                                                                            | 1583.3.1.04                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 25000,0             |
| Відходи комунальні (міські) змішані, у т. ч. сміття з урн                                                                      | 7720.3.1.01                    | IV             | Змішані                | Тверді                     | т.                     | 167,0               |