

7. Економічна ефективність ресурсоенергозберігаючих заходів на ТОВ «СВІТКАР».

5. Перелік графічного матеріалу:

1. Технологічна схема ТОВ «Світкар» по виробництву цукру–піску.
2. Карта розсіювання оксиду карбону (II).
3. Звіт по інвентаризації викидів забруднюючих речовин ТОВ «Світкар».

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
7	Завідувач кафедри підприємництва, логістики та менеджменту, доктор економічних наук, професор Мороз Олена Омелянівна		

7. Дата видачі завдання “ ____ ” _____ 2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Найменування етапів МКР	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка технічного завдання	15.09.2020	
2.	Дослідження технологічної схеми виробництва цукру.	30.09.2020	
3.	Аналіз екологічної безпеки діяльності ТОВ «Світкар» та моделювання розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері.	19.10.2020	
4.	Аналіз екологічної безпеки переробки відходів цукрового виробництва.	31.10.2020	
5.	Розробка природоохоронних заходів для підвищення екологічної безпеки при виробництві цукру.	10.11.2020	
6.	Економічна ефективність ресурсоенергозберігаючих заходів на ТОВ «СВІТКАР».	20.11.2020	
7.	Підготовка висновків, додатків і переліку літератури.	30.11.2020	

Студент

_____ Яремчук В.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Сакалова Г.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	4
ABSTRACT.....	5
ВСТУП.....	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ЦУКРОВОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ.....	9
2 ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА ЦУКРУ.....	13
2.1 Приймання цукрового буряка.....	13
2.2 Зберігання буряка.....	13
2.3 Подача буряку на завод.....	15
2.4 Мийка буряка.....	16
2.5 Одержання бурякової стружки та дифузійного соку.....	17
2.6 Очищення дифузійного соку.....	18
2.7 Згущення соку випарюванням.....	20
2.8 Варіння, кристалізація і центрифугування утфелів.....	21
2.9 Висушування, охолодження та зберігання цукру.....	22
2.10 Отримання вапнякового молока та сатураційного газу.....	23
3 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА.....	24
4 АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «СВІТКАР».....	29
4.1 Загальні відомості про підприємство ТОВ «Світкар».....	29
4.2 Характеристика джерел утворення та викидів забруднюючих речовин ТОВ «Світкар».....	31
4.3 Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.....	37
5 МОДЕЛЮВАННЯ РОЗСІЮВАННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРІ.....	48
5.1 Розрахунок приземної концентрації забруднюючих речовин викидів стаціонарних джерел по вісі факелу.....	48
5.2 Побудова карти розсіювання концентрацій забруднюючих речовин.....	56

6 ЗАХОДИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ЦУКРУ	59
6.1 Ресурсоенергозбереження цукрових заводів.....	59
6.2 Заходи для підвищення екологічної безпеки цукрового виробництва ТОВ «Світкар».....	67
7 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ НА ТОВ «СВІТКАР».....	69
7.1 Розрахунок необхідної площі сонячних панелей для повного заміщення органічного палива на підприємстві.....	69
7.2 Розрахунок кількості вітроустановок необхідних для повного заміщення органічного палива на підприємстві.....	72
7.3 Розрахунок чистого доходу від впровадження енергозберігаючих заходів на підприємстві.....	73
ВИСНОВКИ.....	78
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	79
Додаток А. Технічне завдання.....	81
Додаток Б Карта-схема ТОВ «Світкар».....	84
Додаток В Технологічна схема ТОВ «Світкар» по виробництву цукру–піску.....	84
Додаток Г Карта розсіювання оксиду карбону (II).....	87
Додаток Д Стаціонарні джерела викидів шкідливих речовин ТОВ «Світкар».....	88
Додаток Е. Акт впровадження результатів магістерської кваліфікаційної роботи.....	89

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота: 89 стор., 4 рис., 13 табл., 26 джерело.

В магістерській 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. Розглянуто способи переробки відходів. Проаналізована технічна документація товариства з обмеженою відповідальністю «Світкар». Дана характеристика джерел утворення та викидів забруднюючих речовин підприємством. Розраховано викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел.

Запропоновані природоохоронні заходи спрямовані на підвищення екологічної безпеки ТОВ «Світкар» та розраховано економічну ефективність їх впровадження.

Метою роботи є дослідження впливу цукрового виробництва ТОВ «Світкар» на стан навколишнього природного середовища та розробка заходів, спрямованих на підвищення його екологічної безпеки.

Об'єктом досліджень – діяльність товариства з обмеженою відповідальністю «Світкар» розташованого по вулиці вул. Службова, 1, с. Соколівка, Крижопільського району, Вінницької області.

Предмет дослідження – характеристики технологічного процесу виробництва цукру–піску на ТОВ «Світкар».

Галузь застосування – охорона навколишнього природного середовища; та розробка природоохоронних заходів спрямованих на зменшення негативного впливу цукрового виробництва на стан довкілля.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЦУКРОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ, ВИРОБНИЦТВО ЦУКРУ, ВІДХОДИ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА, АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ, ГАЗОВІ ВИКИДИ ПІДПРИЄМСТВ ЦУКРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ, РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.

ABSTRACT

Master's thesis: 89 pages, 4 figures, 13 tables, 26 sources.

The master's qualification work analyzes the current state of the sugar industry of Ukraine, its impact on the environment. The typical technological scheme of sugar production is analyzed, the main sources of solid waste generation, gas emissions and liquid effluents are determined. Methods of waste processing are considered. The technical documentation of Svitkar Limited Liability Company was analyzed. The characteristic of sources of formation and emissions of pollutants by the enterprise is given. Emissions of pollutants into the atmosphere from stationary sources are calculated.

The proposed environmental measures are aimed at improving the environmental safety of Svitkar LLC and the economic efficiency of their implementation is calculated.

The aim of the work is to study the impact of sugar production of Svitkar LLC on the state of the environment and to develop measures aimed at improving its environmental safety.

The object of research - the activities of the limited liability company "Svitkar" located on the street. Sluzhbova, 1, s. Sokolivka, Kryzhopil district, Vinnytsia region.

The subject of the research is the characteristics of the technological process of granulated sugar production at Svitkar LLC.

Field of application - environmental protection; and the development of environmental measures aimed at reducing the negative impact of sugar production on the environment.

KEY WORDS: SUGAR INDUSTRY, SUGAR PRODUCTION, SUGAR PRODUCTION WASTE, ATMOSPHERIC AIR, GAS EMISSIONS OF SUBSIDY.

ВСТУП

Актуальність. Цукрова промисловість – одна з найстаріших індустріальних галузей в Україні. У цукровій промисловості актуальними є проблеми підвищення технічного рівня основного устаткування, зниження витрат ресурсів на виробництво продукції, зниження навантаження на довкілля. Впровадження сучасних технологій вирощування і переробки цукрових буряків, поліпшення використання матеріально-сировинних і паливно-енергетичних ресурсів приводить як до підвищення якості готової продукції, так і до зменшення негативного впливу цукрового виробництва на навколишнє середовище.

В процесі виробництва цукру забруднюється вода, повітря і ґрунт. Газові викиди містять оксиди сульфуру, оксиди нітрогену, оксиди карбону, амоніак тощо. Цукрове виробництво супроводжується використанням великої кількості води і утворенням стічних вод, забруднених завислими та розчинними органічними домішками. До твердих відходів відносяться жом, меляса, дефекаат. Побічні продукти і відходи виробництва, що утворюються при переробці цукрового буряку, характеризуються цінним хімічним складом і можуть бути використані для виготовлення різноманітної продукції. Комплексне використання сировини і утилізація відходів є одним з напрямків екологізації цукрового виробництва.

На основі аналізу технологічного процесу виробництва цукру визначено якісний та кількісний склад забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від стаціонарних та нестаціонарних джерел викидів підприємства. Розраховані валові викиди забруднюючих речовин та приземну концентрацію окремих забруднюючих речовин. Розроблено практичні заходи щодо підвищення екологічної безпеки цукрового виробництва.

Екологічна безпека господарської діяльності має велику практичну цінність. Це дозволяє звести до мінімуму ризик прояву екологічної загрози, розробити пропозиції щодо зміни технологічних процесів, реконструкції

природоохоронних очисних споруд і таким чином звести до мінімуму негативний вплив людської діяльності на довкілля.

Метою роботи є дослідження впливу цукрового виробництва ТОВ «Світкар» на стан навколишнього природного середовища та розробка заходів, спрямованих на підвищення його екологічної безпеки.

Задачі дослідження.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

1. Дослідження технологічної схеми виробництва цукру.
2. Аналіз екологічної безпеки діяльності ТОВ «Світкар» та моделювання розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері.
3. Аналіз екологічної безпеки переробки відходів цукрового виробництва.
4. Розробка природоохоронних заходів для підвищення екологічної безпеки при виробництві цукру.

Об'єктом досліджень – діяльність товариства з обмеженою відповідальністю «Світкар» розташованого по вулиці вул. Службова 1, села Соколівка, Крижопільського району, Вінницької області.

Предмет дослідження – характеристики технологічного процесу виробництва цукру–піску на ТОВ «Світкар».

Наукова новизна.

Вперше, досліджено техногенний вплив діяльність товариства з обмеженою відповідальністю «Світкар» розташованого по вулиці вулиці Службова 1, села Соколівка, Крижопільського району, Вінницької області на екологічний стан навколишнього природного середовища, та науково обрнтовані природоохоронні і ресурсозберігаючі заходи.

Практичне значення.

Дана магістерська кваліфікаційна робота є науковим обґрунтуванням реалізації природоохоронних і ресурсозберігаючих заходів на підприємствах цукрової промисловості, зокрема у товаристві з обмеженою відповідальністю «Світкар» розташованого по вулиці вулиці Службова 1, села Соколівка, Крижопільського району, Вінницької області. Аналіз впровадження

запропонованих ресурсозберігаючих заходів дозволить суттєво підвищити рівень ресурсозбереження на підприємстві та зменшити викиди забруднюючих речовин, що позитивно вплине на стан навколишнього природного середовища і здоров'я населення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дана робота виконувалась відповідно науковому напрямку кафедри ЕЕБ, зокрема, госптематики №1610 «Розроблення Програми регіонального екологічного моніторингу Вінницької області на 2016-2020 роки», законів України: «Про охорону навколишнього природного середовища» №1268-ХІІ від 26.06.91 і Регіональної екологічної бюджетної програми на 2019-2023 роки.

Методи дослідження. Використано методи комплексного, системного науково-обґрунтованого аналізу, а також методи математичної статистики та кореляційного аналізу.

Особистий внесок автора. Автором визначено основні завдання роботи, обрано та опановано методи їх вирішення, підібрано та опрацьовано літературні джерела, здійснено вимірювання, аналіз і теоретичне обґрунтування зібраного матеріалу, його узагальнення та формулювання висновків. Акт впровадження результатів магістерської кваліфікаційної роботи у навчальний процес представлений у додатку Е.

Публікації. Викладені у МКР положення доповідались на наукових конференціях: «VII Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю» (Екологія/Ecology-2019), (м.Вінниця, 2019), а також у щорічних науково-технічних конференціях ВНТУ.

Подяки. Автор вдячний генеральному директору приватного підприємства «Інтер-Еко» **Гончаруку Видиму Станіславовичу** за розуміння і моральну підтримку у проведенні досліджень за темою магістерської кваліфікаційної роботи.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ЦУКРОВОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Україна належить до традиційно цукрових держав світу, що зумовлюється досить сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами для розвитку буряківництва й виробництва цукру. Цукровий буряк є основною сировинною базою вітчизняних цукрових заводів України.

Вирощування цукрових буряків та виробництво цукру сконцентровано у Центральній частині України. Вінницька, Полтавська, Черкаська та Київська області є лідерами за обсягами виробництва та площами цукрових буряків. Географічно-кліматичні умови Вінницької області (ґрунт, розподіл опадів) є сприятливими для вирощування цукрових буряків [1, 2].

На сьогоднішній день основна частка господарств, що вирощують цукрові буряки, знаходиться у приватній власності (75 % від загального обсягу), тоді як частина підприємств державної власності складає приблизно 1,6 % від загально обсягу.

Бурякоцукрова промисловість є однією з стратегічно важливих галузей харчової промисловості України. Вона об'єднує сільськогосподарські підприємства, які вирощують цукровий буряк, насінні заводи, цукрові заводи і сервісні підприємства галузі. Кінцевими продуктами цього крупного агропромислового комплексу є цукор в асортименті, а також побічна продукція – патока (меляса), жом, вапно [3-6].

На ринку цукор представлений в основному наступними видами продукції: цукор-пісок, цукор пресований, цукрова пудра, цукор-рафінад.

Цукор-пісок повинен бути сипучим, а в цукрі-піску для промислової переробки допускаються грудки, що розпадаються при легкому надавлюванні. Колір цукру-піску повинен бути білим, в цукрі для промислової переробки допускається жовтуватий відтінок. Цукор-рафінад чистіший порівняно з цукром-піском. Вміст домішок у ньому не більше 0,1 %. Основною сировиною для виробництва цукру-рафінаду є цукор-пісок. Цукор-рафінад випускають у вигляді цукру-піску рафінованого, цукру-рафінаду пресованого колотого, у дрібному

фасуванні, рафінадної пудри, пресованого швидкорозчинного. Цукор-пісок рафінований відрізняється від цукру-піску більш вираженою білизною, чіткістю граней, вищою (як і весь цукор-рафінад) масовою часткою сахарози — не нижче 99,9 % сухої речовини.

Основними споживачами цукру в Україні є населення та виробники кондитерських виробів (їх питома вага становить понад 70 %), виробники лікерогорілчаної продукції та молочних консервів, виноробні підприємства і виробники хлібобулочних виробів, виробники пива, виробники безалкогольної продукції та соусів й майонезу, виробники соків, виробники кисломолочної продукції, морозива та інші. Відповідно до концепції національної безпеки України, цукор відноситься до категорії стратегічних продуктів, які забезпечують економічну безпеку країни. Україна не зможе забезпечити внутрішнє споживання тільки за рахунок цукру з цукрових буряків, і тому виробництво цукру в Україні має змішаний характер, тобто близько 10-30 % цукру виробляється шляхом переробки тростиного цукру-сирцю.

З цукрового балансу, представленого в таблиці 1.1, можна зробити висновок, що сьогодні внутрішнє виробництво бурякового цукру не здатне задовольнити внутрішній попит, що автоматично відносить Україну до імпортерів цукру.

Таблиця 1.1 – Цукровий баланс України, 2012 – 2016 рр., млн. т.

Роки	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16
Валове внутрішнє виробництво	2,15	2,12	2,25	2,12
Виробництво цукру з цукрових буряків	1,41	1,44	1,77	1,91
Імпорт тростинного цукру	1,34	0,59	0,50	0,45
Виробництво цукру з цукрової тростини	0,74	0,68	0,48	0,21
Загальне внутрішнє споживання	2,05	2,11	2,14	2,19
Внутрішнє промислове споживання	0,57	0,63	0,67	0,73
Внутрішнє споживання населенням	1,48	1,48	1,47	1,47

Заводи, що залишились, загалом функціонують менше ніж 90 днів на рік/компанію, що веде до величезних постійних витрат виробництва. Середній цукровий завод в Україні переробляє біля 2700 тон цукрових буряків на добу, що приблизно втричі менше, ніж у Європі [3, 4-8]. Показники, що характеризують стан цукрової промисловості у Вінницькій області, наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Деякі індикатори продуктивності цукрової промисловості на Вінниччині

Показники	Роки	
	2014	2016
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 1.2 вирощування цукрових буряків та виробництво цукру за останні роки дещо зросло, хоча число закритих заводів на Вінниччині збільшилося. Це є наслідком неконкурентоспроможності деяких заводів на сьогоднішній день: великі втрати сировинних і паливно-енергетичних ресурсів через використання застарілих способів зберігання сировини, застарілого обладнання і технології переробки цукрових буряків. Економічні показники цукрових заводів залежать переважно від якості та кількості сировини. Сьогодні є проблемою забезпечення цукрових заводів високоякісною сировиною. Склалася ситуація, коли сільськогосподарським підприємствам в зв'язку з трудомісткістю вирощування культури і відсутністю потрібних механізмів і робочої сили, з одного боку, і недосконалим механізмом взаєморозрахунків, відсутністю

державного регулювання захисту вітчизняного ринку цукру з іншого, стало не вигідним виробництво сировини для переробної галузі – цукрового буряку.

Погіршення технологічної якості цукрових буряків негативно впливає на процес їх зберігання, зростають втрати, що знижує ефективність використання виробничих фондів.

Загалом цукробурякове виробництво в нашій державі перетворилося з експортно-стратегічної галузі економіки на дотаційну, що реально загрожує неповним забезпеченням навіть власних потреб цим важливим продуктом. Основними причинами незадовільного стану бурякоцукрової галузі є поглиблення розладу в роботі підприємств цукрової промисловості, деформація сировинних зон, багаторазова зміна власників, загальна деградація матеріально-технічної бази галузі, виснаження природно-біологічного потенціалу основних зон бурякосіяння, різке зменшення внесення добрив, недосконала інфраструктура ринку [8-12].

2 ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА ЦУКРУ

Виробництво цукру-піску на цукрових заводах здійснюється за типовими технологічними схемами або за схемами, що до них наближені. Для виконання окремих операцій в технологічній схемі застосовується типове технологічне устаткування.

Технологічна схема виробництва цукру-піску включає такі операції: очищення буряків від домішок, одержання бурякової стружки, одержання дифузійного соку, очищення дифузійного соку (дефекація, сатурація, сульфітація, фільтрація), загущення соку, очищення і варіння сиропу, одержання утфелю, центрифугування і пробілювання, сушіння цукру-піску (рисунок 2.1) [5, 6, 7].

З 100 кг цукру, що міститься в бурякові, отримують 80-82 кг чистого цукру, в мелясі залишається 10-14 кг, 5-6 кг втрачається в процесі виробництва.

2.1 Приймання цукрового буряка

При прийманні цукрового буряка лабораторія проводить аналіз сировини. Технологічну якість цукрового буряка характеризує ряд показників, з яких основними є цукристість і чистота бурякового соку, які взаємопов'язані: із збільшенням цукристості підвищується його чистота.

Партії буряка оглядаються, діляться на категорії, зважуються разом з транспортом. Проводиться визначення загального забруднення, а потім – цукристості.

2.2 Зберігання буряка

Цукровий буряк після проведення технологічної оцінки надходить на зберігання. Коренеплоди складають в кагати на попередньо підготовленому кагатному полі. При неправильному зберіганні коренеплоди проростають і загнивають.

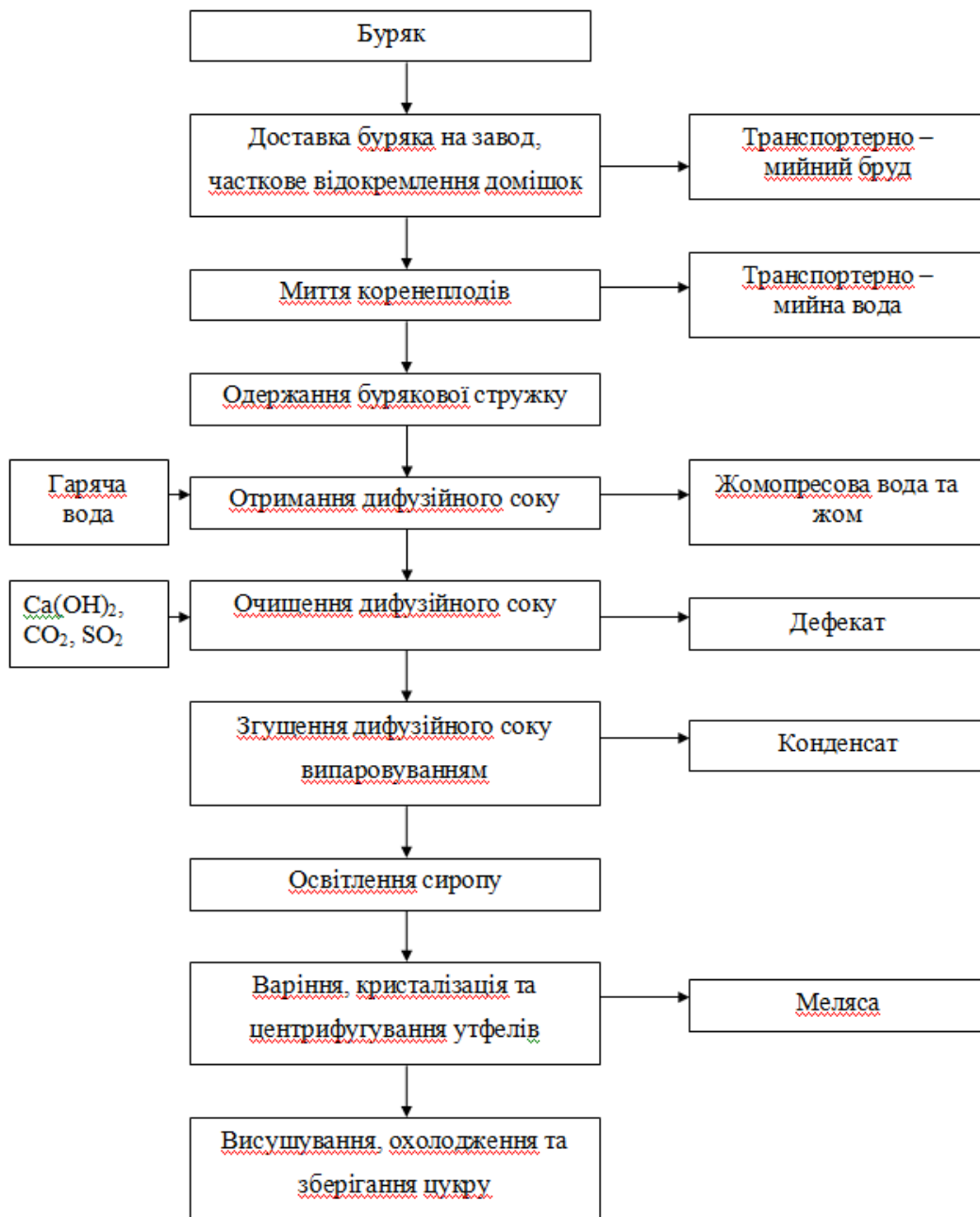


Рисунок 2.1 – Технологічна схема цукрового виробництва

Процес проростання починається через 5 – 7 діб після збирання при підвищеній температурі і вологості. Коренеплоди, що знаходяться в кагаті, проростають нерівномірно: у верхній частині в 2 рази більше, ніж в нижній. Проростання приводить до втрати сахарози. Інтенсивніше проростають коренеплоди в невентильованих кагатах. Для боротьби з проростанням видаляють верхівки головки коренеплоду при збиранні і обробляють її перед укладанням в

кагати 1 %-им розчином натрієвої солі гідразиду малеїнової кислоти (3 – 4 л на 1 т буряка).

Мікроорганізми в першу чергу розвиваються на відмерлих клітинах, механічно пошкоджених, обморожених і пов'язаних ділянках коренеплодів, потім вражають ще живі, але ослаблені клітини. Тому важливою умовою захисту сировини від псування є цілісність буряку. Необхідно створити сприятливі умови для захисних реакцій у відповідь на механічні та інші пошкодження. Для гальмування життєдіяльності мікрофлори на коренеплодах застосовують відповідні препарати.

На швидкість проростання та інтенсивність розвитку мікроорганізмів впливає температура і вологість. Підтримка температури 1 – 2 °С, газового складу повітря в міжкореновому просторі, вологості за допомогою примусового вентилявання кагатів, ліквідація осередків гниття сприяють збереженню коренеплодів цукрового буряка від гниття та проростання. Склади з твердим покриттям, оснащені системою гідроподачі і вентилявання дозволяють різко зменшити втрати бурякової маси і цукру.

Механізовані способи обробітку і збирання цукрового буряку призвели до того, що значно збільшилася його забрудненість. Буряк, що поступає, забруднений землею, трав'янистими домішками, бадиллям, які ущільнюють простір кагату та погіршують при цьому аерацію. Крім того, трав'янисті домішки і бадилля легко вражаються мікроорганізмами, тим самим сприяють масовому гниттю сировини.

Один з радикальних засобів зниження забрудненості є гідравлічний спосіб очищення коренеплодів і подальше їх зберігання в митому вигляді.

2.3 Подача буряку на завод

Буряк, що поступає на завод, накопичується в залізобетонній ємності, яка називається буряковою і розташовується поряд з головним корпусом заводу. Для отримання стружки високої якості необхідно більш повно відокремлювати від

буряка легкі і важкі домішки. Для цього на шляху подачі буряка в завод встановлюють вловлювачі соломи, каміння та піску.

Головний гідротранспортер поділений на дві ділянки: нижню та верхню. На початку нижньої ділянки, заглибленої в землю, встановлюють вловлювачі для піску. Після неї суміш буряка з водою проходить через вловлювач для соломи і бадилля, а також через вловлювач для каміння, де звільняється від легких та важких домішок, і відцентровим насосом подається в жолоб верхньої ділянки гідротранспортера.

У верхньому гідротранспортері суміш буряка та води повторно очищується за допомогою вловлювача від соломи, бадилля, каміння.

Вода, що використовується при транспортуванні буряка, забруднюється механічними домішками. Перед повторним використанням її прояснюють.

2.4 Мийка буряка

При ручному збиранні частка забруднень складає 1–3 % від маси коренеплодів, при поточному механізованому збиранні комбайном 10 – 12 %.

Буряк очищують для запобігання затуплення ножів при різанні та для попередження забруднення дифузійного соку.

Коренеплоди частково відмиваються від домішок в гідравлічному транспортері. Для остаточного очищення буряка застосовуються бурякомийки. Земля і глина краще всього відмиваються при терті коренеплодів. Тому на початковій стадії миття буряк винен знаходитись у скупченому стані. Спочатку відбувається відмивання буряка в барабанній бурякомийці, в якій бруд відтирається від буряка в суспензії відповідної густини. Ступінь очищення в таких бурякомийках складає до 70 %, а витрати свіжої води – до 30 % від маси буряка. Перевага бурякомийок барабанного типу полягає у найбільш ефективному очищенні сильно забрудненого буряка при низькому відсотку його пошкодження.

Після барабана буряк піднімається в ополіскувач. Легкі домішки, що спливли в ополіскувачі, видаляються сітковим транспортером.

Після барабанної бурякомийки і ополіскувача буряк надходить в корито-бурякомийку. Бурякомийка складається з двох відділень з низьким та високим рівнем води.

У першому відділенні мийки відбувається інтенсивне механічне видалення поверхневих забруднень буряка. У другому відділенні за наявності надлишку води завершується відмивання буряка і відокремлення домішок.

Чистий буряк виводиться шнековими конвеєрами, у верхній частині яких встановлені форсунки для подачі чистої хлорованої води для ополіскування коренеплодів.

Втрати цукру в транспортерно-мийній воді залежать від якості буряка і пори року. Щоб втрати цукру були в допустимих межах, необхідно щоб температура води при митті буряка була не більш 15 – 18 °С, а при митті замороженого буряка була такою, щоб буряк замерзав в апараті. У разі підвищення температури води втрати цукру збільшуються.

Вода, яка поступає в бурякомийку, повинна містити мінімальну кількість мікроорганізмів. Після відмивання буряка вода від буряководної суміші відділяється на дискових водовіддільниках. При митті буряка утворюються стічні води, забрудненні механічними домішками.

Відмитий буряк елеватором направляють в бункер перед бурякорізками.

2.5 Одержання бурякової стружки та дифузійного соку

Стружку з бурякового кореня отримують на бурякорізках за допомогою дифузійних ножів, встановлених в спеціальних рамках. Від якості стружки залежить продуктивність дифузійної установки і вміст цукру в обезцукреній стружці. Товщина стружки має складати 0,5 – 1 мм. Дуже тонка стружка деформується, збивається в грудки і погіршує циркуляцію соку в дифузійних установках.

Продуктивність бурякорізок можна регулювати зміною частоти обертання ротора або кількістю працюючих ножів. Далі стружка стрічковим транспортером прямує до дифузійного апарату.

Дифузійний апарат – апарат для вилучення екстракцією розчинних речовин з подрібненого твердого матеріалу. В цукровому виробництві в дифузійному апараті цукор з стружки переходить в гарячу воду ($\approx 65\text{ }^{\circ}\text{C}$). У дифузійних апаратах безперервної дії бурякова стружка і дифузійний сік рухаються протитечією. Для отримання дифузійного соку високої якості в апараті необхідно підтримувати певну температуру, а тривалість дифундування повинна бути оптимальною.

На етапі отримання дифузійного соку утворюються відходи: жомопресова вода та жом. Знецукрену стружку - жом, що виходить з дифузійного апарату, пресують до вмісту сухих речовин 22 %, що дає можливість повертати жомопресову воду на дифузію. Після дифузійної установки жом направляється на двохступеневе пресування. Після першого ступеня пресів жом прямує або на другий ступінь пресування, або – на реалізацію. Після другого ступеня пресування жом направляють у відділення висушування в барабанних жомосушках.

Жомопресову воду перед поверненням в дифузійний апарат піддають очищенню: фільтрації і тепловій стерилізації. Очищена жомопресова вода, охолоджена до $70 - 75\text{ }^{\circ}\text{C}$, поступає в збірник жомопресованої води.

Дифузійний сік, звільняючись від мезги на ротаційному пульпоуловлювачі, направляється на вапняково-вуглекислотне очищення.

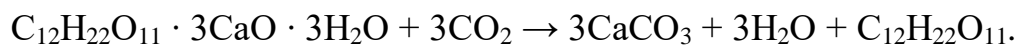
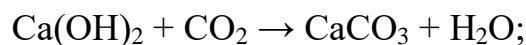
2.6 Очищення дифузійного соку

Дифузійний сік, отриманий водною екстракцією цукру з бурякової стружки, має темний колір. Він містить сахарозу і нецукристі речовини: розчинні білкові, пектинові речовини і продукти їх розпаду. Всі вони перешкоджають одержанню кристалічної сахарози і збільшують втрати сахарози з мелясою. Тому

одним з найважливіших завдань технології цукрового виробництва є максимальне видалення нецукрів з цукрових розчинів. З цією метою дифузійний сік піддають очищенню – дефекації, сатурації, сульфитації.

Дефекацію здійснюють в дефекаторах – апаратах для очищення бурякового соку вапнуванням. Дифузійний сік поступає в пристрій для нагріву до температури 85 – 90 °С і потім подається в котел попередньої дефекації. В котлі до соку додають невелику кількість вапна (0,2 – 0,3 % від маси буряка). Під дією вапна відбувається коагуляція білків та забарвлених речовин, а також осадження малорозчинних солей кальцію щавлевої, фосфорної та інших кислот.

Основна дефекація – введення приблизно 2 – 3 % вапна від маси буряка для створення надлишку реагенту. Під час дефекації з вапном частково зв'язується сахароза у вигляді кальцієвих сахаратів. Для видалення надлишку вапна та розкладання сахаратів кальцію сік піддають сатурації. З дефекатора в сатуратор сік поступає самопливом. В сатураторі сік обробляється вуглекислим газом (I сатурація). Надлишкове вапно, яке не прореагувало з компонентами дифузійного соку, та вапно, що утворюється при розкладанні сахаратів, перетворюється в дрібнокристалічний осад CaCO_3 :



На поверхні осаду адсорбуються деякі нецукристі речовини, зокрема забарвлені. Сік I сатурації фільтрують. Осад після наступного зневоднення відводять у відходи. Фільтрат нагрівають до температури 92 – 95 °С і піддають додатковій дефекації (0,25 % CaO) та сатурації (II сатурація). Осад, що утворюється (CaCO_3), відфільтровують.

Отриманий фільтрат обробляють сірчистим газом SO_2 (сульфитація), який отримують шляхом спалювання сірки в печі. Метою сульфитування є знебарвлення соків шляхом відновлення забарвлених речовин в безбарвні

сполуки, зменшення лужності і в'язкості сиропу. Основний ефект сульфїтування полягає в запобіганні утворенню забарвлених речовин.

Після сульфїтації сік фільтрують і направляють на згущення випаровуванням. Очищений сік має світло-коричневе забарвлення.

Осад, який утворюється при очищенні соку (дефекат), містить CaCO_3 і осаджені нецукри.

2.7 Згущення соку випарюванням

Для згущування соку використовують багатокорпусні випарні установки. Сік II сатурації повинен згущуватися до сиропу із вмістом сухих речовин від 14 – 16 % до 65 – 70 %. Сік поступає в I корпус, а потім проходить всі корпуси установки послідовно і з концентратора відводиться сироп.

Первинна пара використовується тільки в I корпусі випарної установки. Наступні корпуси обігриваються вторинною парою попередніх корпусів. З останнього корпусу пара поступає на концентратор, а з нього – на конденсатор. Чотирикорпусна випарна установка з концентратором відрізняється підвищеною стійкістю в експлуатації і високою тепловою економічністю завдяки великій кратності використання її вторинної пари. Маса води, яка випаровується в установці, залежить від вмісту сухих речовин в очищеному соці і сиропі. Утворюваний у випарних апаратах і інших теплообмінниках конденсат систематично виводиться в збірники через конденсатні колонки. Конденсат відпрацьованої пари використовується для живлення парових котлів, а конденсат вторинної пари – для нагріву різних проміжних продуктів.

При випаровуванні в соці відбуваються хімічні перетворення: зниження рН, збільшення кольоровості, утворення осадів. Отриманий сироп для освітлення пропускають через сульфїтатор, в який вводять SO_2 .

Утворення накипу на внутрішній поверхні трубок випарних апаратів внаслідок виділення і осадження солей мінерального походження постійно знижує коефіцієнт теплопередачі і приводить до пониження продуктивності

станції. Для відновлення нормальної роботи випарної станції застосовуються механічні методи або хімічні методи очищення поверхні нагріву. Іноді використовують демінералізацію соку перед випаровуванням шляхом пропускання його через іонообмінні смоли.

Боротьба з утворенням накипу в теплообмінному апараті можлива за допомогою ультразвукових коливань, які порушують процес утворення накипу і руйнують його.

2.8 Варіння, кристалізація і центрифугування утфелів

Кристалізація цукру – завершальний етап в його виробництві. Тут виділяють практично чисту сахарозу з багатокомпонентної суміші, якою є сироп.

В сокоочисному відділенні з дифузійного соку видаляється близько 1/3 нецукристих речовин, решта разом з сахарозою надходять в продуктове відділення, де велика частина сахарози викристалізовується у вигляді цукру-піску, а нецукристі речовини залишаються в міжкристалічному розчині.

Цукор отримують багатоступінчатою кристалізацією. Найбільшого поширення набули двоступінчата і тріступінчата схеми продуктового відділення. При двоступінчатій кристалізації сироп уварюють в вакуум-апараті до концентрації 92,5 % сухих речовин (з них приблизно 85 % – сахароза). Це утфель I кристалізації, який складається з кристалів сахарози (55 %) і міжкристалічного маточного розчину, що містить сахарозу і нецукристі речовини. При центрифугуванні утфеля відділяють перший відтік (маточний розчин) і другий відтік, який отримують після промивання кристалів сахарози гарячою артезіанською водою в кількості 3 – 3,5 % за масою сахарози. Кристалічна сахароза після центрифугування є готовою продукцією (білий цукор-пісок). Другий відтік, який містить біля 85 % сахарози в перерахунку на суху речовину, використовується при варінні утфеля I кристалізації. З першого відтоку, що містить приблизно 78 % сахарози, утворюється утфель II кристалізації (95 % сухих речовин). Для отримання з маточного розчину більшої кількості цукру,

утфель II кристалізації протягом 24 годин охолоджується в мішалках до 40 °С; при його центрифугуванні отримують жовтий цукор та відтік – мелясу.

При трикристалізаційній схемі уварюють три утфеля: I утфель дає білий цукор-пісок; II утфель – жовтий цукор, який повертається після розчинення в сироп; III утфель, який уварюється з відтоку утфеля II кристалізації – жовтий цукор, який повертається в сироп після його додаткового очищення. Перевагами трипродуктової схеми є вищий вихід і якість продукту.

Меляса – відхід виробництва, зважується і прямує у мелясосховище.

2.9 Висушування, охолодження та зберігання цукру

Метою висушування є видалення поверхневої вологи і забезпечення тривалого зберігання кристалічного цукру. На висушування направляється цукор з температурою 60,5 °С після центрифугування і вологістю 0,8-1,2 %.

Для забезпечення тривалого зберігання вологість повинна відповідати відносній вологості сховища. Вологість і температуру нормують залежно від способу зберігання.

Існують два способи зберігання:

- тарний – в мішках по 50 кг, вологістю до 0,14 % і температурою до 25,5°С;
- безтарний – в силосах ємністю 10000 – 20000 т, вологістю не більше 0,04 % і температурою до 22,5 °С.

Після центрифуг цукор-пісок з вологістю 0,8 – 1,2 % подають віброконвеєром до елеватора. Вологий цукор піднімається елеватором і потрапляє в сушильну частину установки, де висушується гарячим повітрям. Висушування проводиться в прямотоці, що дозволяє не перевищувати критичну температуру розкладання сахарози (85,5 °С). Охолодження цукру здійснюється в протитечії, температура цукру знижується до 20,5 °С, а вологість до 0,14 %.

Висушений і охолоджений цукор-пісок подається на машину розсипу, де відділяються конгломерати і дрібні фракції. Після розсівання цукор прямує в

бункери, що знаходяться в пакувальному відділенні, з яких ТОВарюється в мішки, зважується, зашивається і стрічковим транспортером подається на склад.

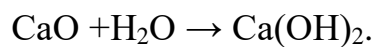
2.10 Отримання вапнякового молока та сатураційного газу

З складу зберігання вапняк конвейером подають на сортування. Відсортований вапняк конвейером подають в бункер-накопичувач палива. Паливо подають через доТОВор.

Після дозування порції шихти, ківш, направляючими, піднімається до верху печі. При перекиданні його шихта висипається в загрузочну воронку. Отриманий в результаті випалення вапняку сатураційний газ надходить в компресор, який подає його на завод:



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



3 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Цукрова промисловість, як і інша галузі харчової промисловості, чинить негативний вплив на навколишнє середовище – забруднює атмосферу, воду та ґрунти, оскільки при виробництві цукру утворюються тверді, газоподібні відходи та рідкі стоки (рисунок 3.1) [12-19].

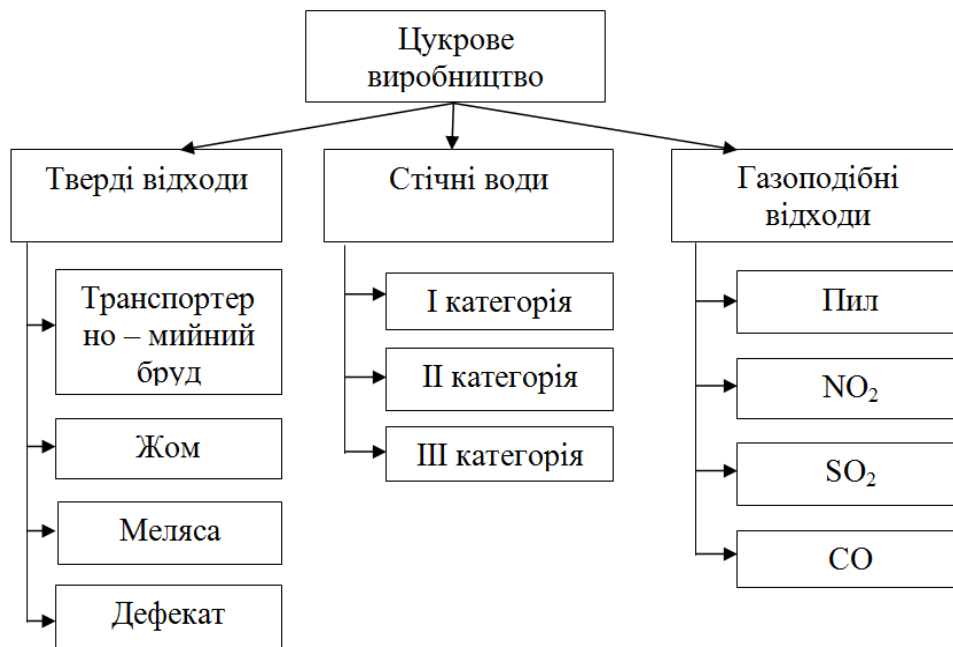


Рисунок 3.1 – Відходи цукрового виробництва

Жом буряковий є відходом, який залишається після вилучення цукру з коренеплоду цукрового буряка шляхом добування соку з буряку дифузійним способом. Вихід жому при виробництві цукру становить до 90 % від маси буряків. До складу жому входять 5 – 6 % сухих речовин, а решта – вода. Сухі речовини містять цукор, пектинову речовину, білки, клітковину та ін. Жом містить крім безазотистих, легко засвоювальних речовин, лізин і треонін, – найбільш дефіцитні в зерновій сировині, амінокислоти, вітамін С, білок. Жом має досить високу кормову цінність саме тому є дуже добрим кормом, який використовують відгодівельні господарства.

Свіжим вважають невіджатий жом після виходу його з дифузійного апарата і зберігання не більше трьох днів. Оскільки в ньому багато води, то перевозити його на великі відстані недоцільно. Тому жом, який необхідно тривало зберігати або перевозити на далекі відстані доцільніше сушити. Свіжий жом використовують для відгодівлі тварин, закладають у жомову яму для тривалого зберігання, або сушіння.

Кислий – це жом, закладений у жомову яму товстим шаром і в якому відбулося бродіння під дією молочнокислих бактерій. Його маса при цьому зменшується на 40 %, оскільки частина води із жому видаляється. Такий жом має неприємний запах внаслідок утворення за несприятливих умов і під впливом мікроорганізмів, крім молочної, також масляної та оцтової кислот. Втрата кормових якостей жому може сягати 60 %. Кисла жомова вода, що утворюється під час зберігання жому, – це стічна вода, яка підлягає знезаражуванню та подальшій переробці.

Сухий жом — продукт, висушений до вмісту вологи 10 – 12 %. Більша частина води видаляється на жомових пресах. Жомопресова вода після відстоювання і видалення осаду стерилізується в суміші з попередньо обробленою гарячою конденсаційною водою і повертається в дифузійний процес для вилуговування цукру з бурякової стружки.

До переваг сухого жому порівняно із свіжим та кислим можна віднести:

- кількість всіх поживних речовин залишається така сама як у свіжому жомі;
- загальна поживність в 10 – 12 разів більша, ніж у свіжого жому;
- перетравність протеїну й екстракційних речовин становить 75 – 77 %.

Сухі речовини під час зберігання сухого жому практично не втрачаються, тому він є транспортабельним. Недоліком сухого жому є низький вміст протеїну – 10,2 %. Собівартість однієї кормової одиниці збільшують досить високі витрати палива на сушіння. Висушений жом має досить низьку насипну масу — 250 кг/м³. Для його зберігання необхідні склади великої місткості.

Тому висушений жом з добавками зберігають у вигляді брикетів об'ємною масою близько 750 кг/м^3 . Також висушений жом виготовляють у вигляді гранул, для чого жомосушильні цехи обладнують грануляторами. В таблиці 3.1 наведений приблизний хімічний склад жому свіжого, віджатого та кислого.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад жому, %

Показники	Жом свіжий	Жом віджятий	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

Меяса – це міжкристалічний маточний розчин, який відокремлюють центрифугуванням утфелю останнього продукту цукрового виробництва. Меяса (патока) це є звичайний побічний продукт екстракції або рафінування бурякового чи тростинного цукру. Вона являє собою коричневу або червонувату в'язку речовину, що містить відчутну кількість цукру, який має повільну швидкість кристалізації. Також меяса може бути у вигляді порошку. За хімічним складом меяса є концентрованим розчином сахарози і нецукрів, вона містить близько 50 % розчиненого цукру, що становить 10 – 15 % усього цукру, який міститься в перероблюваному буряку. Нецукри меяси містять органічні і неорганічні речовини. До складу органічних нецукрів входять безазотисті та азотовмісні речовини. До азотистих речовин належать бетаїн, піролідонкарбонова, глютамінова, аспарагінова кислоти, лейцин, ізолейцин, глікоколь, аланін, валін. Безазотисті нецукри входять до складу вуглеводів (інвертований цукор, рафіноза) та органічних кислот (молочна, мурашина, оцтова, масляна, лимонна). Також в

незначних кількостях у мелясі містяться залізо, кобальт, свинець, бор, силіцій, срібло, йод, манган, молібден. Основні фізико-хімічні показники меляси наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 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

Одним із способів використання меляси є її знецукрювання, що дає можливість цукровим заводам отримувати додатковий цукор. Проте цей спосіб не завжди є економічним і залежить від низки чинників: кількості отримуваної меляси, можливості її застосування для інших цілей, необхідності вилучення додаткового цукру тощо.

Подальше виділення з меляси цукру, за звичайною схемою його виробництва із буряку, неможливе. Тому досить повно (до 75 – 90 %) вилучити цукор із меляси надає змогу застосування спеціальних методів осадження цукрози із меляси оксидами лужноземельних металів (вапнякова, барієва, стронцієва сепарація).

Бурякоцукриста меляса (або кормова патока) сама по собі звичайно не придатна для вживання в їжу, але деякі рафіновані фракції меляси цукрової тростини придатні для вживання і надходять у продаж у вигляді патоки або столового сиропу. Її в значній кількості застосовують як кормову добавку, на виробництво комбікормів і для здобрювання грубих кормів. Вона ефективно зброджується в спирт. Тому більшу її частину відправляють на мелясно-спиртові

заводи. На цих самих заводах мелясу також використовують для вирощування кормових дріжджів. На дріжджових заводах з неї виробляють пекарські дріжджі. Меляса також є сировиною для виробництва, методом бродіння, лимонної, молочної та інших органічних кислот.

Дефекат (фільтраційний осад) – це продукт взаємодії нецукрів дифузійного соку з вапном і діоксидом карбону (IV) в процесі його очищення. Дефекат є побічним продуктом буряко-цукрового виробництва. Дефекат містить 60 – 80 % CaCO_3 , 20 – 25 % органічних і мінеральних нецукрів, зокрема азотистих і безазотистих сполук (білка, пектинових речовин, кальцієвих солей, щавлевої, лимонної, яблучної та інших кислот, мінеральних речовин тощо). У фільтраційному осаді міститься до 0,15 % K_2O , до 0,7 % N, до 0,7 % P_2O_5 . Вологість фільтраційного осаду становить близько 65 %.

Фільтраційний осад утворюється на цукрових заводах у процесі попередньої й основної дефекації, I і II сатурації, сульфитації та проміжної фільтрації соку.

Фільтраційний осад є мінеральним (вапняковим) добривом, особливо для вапнування кислих ґрунтів. Він нейтралізує надлишкову кислотність ґрунтів, поліпшує водостійкість і пухкість структури глиняних ґрунтів та засвоюваність добрив, особливо азотних і фосфорних. Передсатураційний осад, збагачений органо-мінеральними речовинами, може бути використаний як добавка до кормів.

З метою повторного використання фільтраційного осаду в цукровій промисловості запропоновано регенерувати з нього вапно та діоксид карбону (IV) [19 – 26].

4 АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «СВІТКАР»

ТОВ «СВІТКАР» спеціалізується на переробці цукрового буряка та виробництві цукру. Виробництво цукру-піску здійснюється по типовій технологічній схемі (додаток В).

4.1 Загальні відомості про підприємство ТОВ «Світкар»

Промисловий майданчик ТОВ «СВІТКАР» розташований за адресою: Вінницька область, Крижопільський р-н, с. Соколівка, вул. Службова, 1 налічує загалом 51 джерело викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря: труба сатуратора I ступеню, труба сатуратора II ступеню, труба скиду сатураційного газу, труба сульфітації сиропу, труба сульфітації води, труба сушильного барабану, бункер розвантаження вапняку та вугілля, дробарка вапняку, грохот вапняку, транспортер вапнякового каменю та вугілля, відвантаження відходів вугілля, труба вапногасильного апарату, труба вивантаження негашеного вапна (4 шт.), розвантаження вугілля на склад, склад зберігання вугілля, завантаження вугілля зі складу, розвантаження вапняку на склад, склад зберігання вапняку, завантаження вапняку зі складу, димова труба котла (для обшпарки цистерн), злив мазуту із залізничних цистерн, дихальний клапан приймального резервуару мазуту, насоси перекачування мазуту, дихальний клапан резервуару зберігання мазуту (2 шт.), труба котлів №1,2, труба опалювального котла (службові приміщення, 2 шт.), ШРП, ГРП, пилорама, витяжна труба обжарювання харчових продуктів, пост електрозварювання (2 шт.), заточний верстат (2 шт.), димова труба кузні, заправний пристрій ДП, заправний пристрій бензину, дихальний клапан резервуару для зберігання нафтопродуктів (2 шт.), акумуляторна, бетонозмішувач, навантажувач буряків (2 шт.), труба опалювального котла №6, поля фільтрації.

Від даних джерел утворень забруднюючих речовин промислового майданчика в атмосферне повітря надходять такі забруднюючі речовини: вуглецю оксид, ангідрид сірчистий, азоту діоксид, НМЛЮС, зола, метан, пил неорганічний, з вмістом діоксиду кремнію в %: - нижче 20, пил цукру, вуглеводні, пил вугілля, кальцію оксид, бензин, заліза оксид, кальцію гідроксид, пил абразивно-металічний, сажа, фториди добре розчинні, фториди погано розчинні, марганець і його сполуки, альдегід пропіоновий, пил деревини, фенол, кремнію оксид, фтористий водень, пил неорганічний, з вмістом діоксиду кремнію в %: - 70-20, аміак, кислота сульфатна, акролеїн, вуглецю діоксид та діазоту оксид.

Валовий викид забруднюючих речовин становить 305,549 т/рік.

— вуглецю діоксид — 28028,848 т/рік;

— діазоту оксид — 0,096 т/рік.

Дане підприємство відноситься до IV класу з розміром нормативної санітарно-захисної зони – 100 м (основне виробництво). Так як існує жомова яма, то розмір санітарно-захисної зони від неї встановлюється 300 м. Найменша відстань від джерела викидів до житлової забудови становить 250 м. Ситуаційна карта-схема підприємства з нанесеними на неї джерелами викидів забруднюючих речовин в атмосферу представлена у додатку Б.

Робота підприємства має сезонний характер, режим роботи з виробництва цукру – 120 діб в рік. Це механізоване підприємство, оснащене новими схемами автоматизації виробничих процесів.

На заводі функціонують цехи і дільниці основного та допоміжного виробництва, складські майданчики та приміщення, автотранспортне господарство та служби заводууправління.

Основною продукцією цукрового заводу є цукор з цукрових буряків. В результаті їх переробки утворюється побічна продукція: жом, меляса, дефекат.

Жом відпускається сільськогосподарським підприємствам і населенню як корм для худоби.

Меляса реалізується на підприємствах спиртової галузі для виготовлення спирту, а також використовується для виготовлення кормових та хлібопекарських дріжджів, лимонної кислоти і частково як корм для великої рогатої худоби.

Так як дефекація є дуже добрим добривом для ґрунтів, його теж реалізують сільськогосподарським підприємствам та населенню.

За призначенням готової продукції цукровий завод відноситься як до групи "А", так як виробляє продукцію, що поставляється як сировина іншим галузям харчової промисловості (кондитерська, хлібопекарна та ін.), так і до групи "Б", продукція якої безпосередньо надходить до населення.

Технологічна схема ТОВ «Світкар» по виробництву цукру-піску з цукрових буряків наведена на рисунку Б.1 (додаток В).

4.2 Характеристика джерел утворення та викидів забруднюючих речовин ТОВ «Світкар»

На території підприємства наявна котельня, в якій експлуатується два котли БРУОН 30, що працюють по чергово. Третій котел виведений з експлуатації, оскільки проектне навантаження устаткування набагато більше фактичного, немає необхідності залучати до роботи усі три котли. Для роботи котлів використовується природний газ. Резервний вид палива - мазут. В результаті згорання природного газу в атмосферне повітря здійснюється викид таких забруднюючих речовин, як азоту діоксид, вуглецю оксид, метан, вуглецю діоксид, діазоту оксид. В результаті згорання мазуту в атмосферне повітря здійснюється викид таких забруднюючих речовин, як азоту діоксид, вуглецю оксид, зола, ангідрид сірчистий, неметанові леткі органічні сполуки, метан, вуглецю діоксид, діазоту оксид.

На підприємстві для очистки соку буряку використовується сатуратор I та II ступеню. При здійсненні цього процесу в атмосферне повітря здійснюється викид оксиду вуглецю, азоту діоксиду, ангідриду сірчистого, НМЛОС, метану, та парникові гази: діазоту оксид та діоксид вуглецю. Процес утворення

сатураційного газу здійснюється внаслідок горіння вапнякового каміння спільно з вугіллям, що супроводжується утворенням азоту діоксиду, ангідриду сірчистого, НМЛОС, метану, та парникові гази: діазоту оксид та діоксид вуглецю.

В технологічному процесі використовується процес сульфатації під час якого здійснюється викид ангідриду сірчистого, азоту діоксид, вуглецю оксид. Процес утворення ангідриду сірчистого у сульфідаторі здійснюється внаслідок горіння, що супроводжується утворенням азоту діоксиду та вуглецю оксид.

Сушильна камера в технологічному процесі застосовується для сушки цукру, устаткування обладнане двома циклонами: сухим та мокрим, ефективність яких складає 98%. У атмосферу викидається пил цукру.

Підприємство використовує вугілля та вапняковий камінь, що застосовують для технологічних потреб підприємства. Сировина на майданчик поступає за допомогою автотранспорту. При здійсненні технологічного процесу в атмосферне повітря здійснюється викид пилу вугілля, вапнякового каменю — пил неорганічний з вмістом діоксиду кремнію нижче 20%.

На підприємстві для гасіння вапна використовується вапногасильний апарат «Міка». При гасінні вапна в атмосферне повітря здійснюється викид кальцію гідроксиду.

На території підприємства обладнано котел, що використовується для технологічних потреб підприємства, нагрівання води для змиву мазуту із цистерн. Котел працює на вугіллі, у наслідок згорання якого у повітря здійснюється викид азоту діоксиду, вуглецю оксиду, ангідриду сірчистого, золи, НМЛОС, метану вуглецю діоксиду та діазоту оксиду.

На території підприємства здійснюється злив, зберігання та розлив нафтопродуктів. При цьому в атмосферу виділяються вуглеводні насичені та бензин.

В приміщенні майстерні та службові переодягальні встановлені та експлуатуються дві опалювальні печі потужністю 5 кВт кожна, в якості палива використовуються дрова. При згоранні деревини в атмосферне повітря потрапляють такі забруднюючі речовини: азоту діоксид, вуглецю оксид, ангідрид

сірчистий, зола, НМЛОС, метан, та парникові гази: діазоту оксид та діоксид вуглецю. Відведення димових газів відбувається через димову трубу.

На території підприємства встановлені та експлуатуються газорегуляторний та шафний газорегуляторний пункт, призначені для зниження вхідного тиску газу до заданого рівня і підтримки його на виході постійним незалежно від витрати газу. При цьому в атмосферне повітря виділяється метан.

На підприємстві відведено приміщення пилогами, де відбуваються розпилювання деревини. Внаслідок даного технологічного процесу в атмосферне повітря потрапляє пил деревини.

Приміщення приготування їжі обладнано витяжною трубою. При обжарюванні овочевих продуктів в атмосферне повітря надходить акролеїн. Обладнання працює 12 годин на день. При обжарюванні м'ясних продуктів в атмосферне повітря виділяються такі речовини: аміак, альдегід пропіоновий та фенол.

Для ремонту обладнання на промисловому майданчику застосовується електродугове зварювання з використанням електродів марки АНО-36, та УОНІ13/55. Пост електрозварювання працює періодично. В атмосферне повітря виділяються такі забруднюючі речовини: заліза оксид, марганцю оксид, кремнію діоксид, фториди добре розчинні, фториди поганно розчинні, фтористий водень, азоту діоксид, вуглецю оксид. Для заточки ріжучих інструментів та різання металів на підприємстві використовують заточний верстат, із абразивними кругами діаметром 250 мм. При цьому в атмосферне повітря виділяється пил абразивно металічний.

Для обробки металів способом гарячого кування на підприємстві використовується кузня. Внаслідок роботи кузні у атмосферне повітря відбувається викид забруднюючих речовин: азоту діоксид, вуглецю оксид, ангідрид сірчистий, зола, метан, НМЛОС, вуглецю діоксид, діазоту оксид.

На підприємстві наявне приміщення акумуляторної, у наслідок роботи якого в атмосферне повітря викидається кислота сульфатна.

На території кагатного поля для навантаження буряків використовують 2 дизельні навантажувачі, що виділяють оксид вуглецю, вуглеводні, діоксид азоту, ангідрид сірчистий та сажу в атмосферне повітря. На території кагатного поля в приміщенні опалювального пункту встановлений та експлуатуються котел власного виробництва, в якості палива для якого, використовуються дрова. При згоранні деревини в атмосферне повітря потрапляють такі забруднюючі речовини: азоту діоксид, вуглецю оксид, ангідрид сірчистий, зола, НМЛОС, метан, та парникові гази: діазоту оксид та діоксид вуглецю.

На території підприємства розміщені поля фільтрації, куди скидаються стічні води технологічного процесу для їх подальшого відстоювання. В атмосферне повітря виділяються НМЛОС.

Основними технологічними процесами, що призводять до забруднення атмосфери при виробництві цукру на ТОВ «Світкар» є:

- сатурація соку;
- сульфитація соку, сиропу та води;
- згущення сиропу та кристалізація цукру;
- випалювання вапняку;
- гасіння вапняку;
- зберігання та транспортування вапняку та вугілля;
- енергозабезпечення.

Технологічні процеси супроводжуються викидами в атмосферу забруднюючих речовин. На підприємстві зафіксовано 34 джерела викидів забруднюючих речовин.

Сатурація (обробка соку вуглекислим газом з метою очищення його від нецукристих речовин шляхом абсорбції їх на поверхні кристалів CaCO_3 , що утворюються) проходить в дві стадії. В процесі сатурації із сатуратів в атмосферу виділяються залишки оксиду карбону (IV).

Сульфитація (обробка цукрових розчинів соку, сиропу та води оксидом сульфуру (IV)) проходить в рідинно-струменевих сульфитаторах. Після обробки соку, сиропу та води в сульфитаторах в атмосферу надходить SO_2 .

При згущенні соку та кристалізації цукру здійснюється видалення амоніаку із випарних установок та вакуумних апаратів.

Для сушіння цукру використовується сушильна установка з киплячим шаром. Аспіраційне повітря від сушильної установки перед викидом в атмосферу очищується від пилу цукру в мокрому пиловловлювачі, залишки пилу цукру на виході повністю вловлюється гідроуловлювачем.

В процесі випалювання вапняку та при гасінні вапна в вапняно-гасильному апараті в атмосферу надходить пил оксиду кальцію (при вивантаженні з печі випалювання передбачено гідроподавлення пилу) та гідроксиду кальцію.

Запас вапняку та вугілля зберігається на відкритих майданчиках. При навантажувально-розвантажувальних роботах та при зберіганні матеріалу виділяється пил вапняку та вугілля.

Поля фільтрації, на які відводяться стічні води III категорії, розташовані за межею майданчика заводу.

Ремонт та обслуговування технологічних підрозділів здійснюється ремонтними службами підприємства.

В механічній майстерні основними джерелами забруднення є:

- ковальський горн, з якого виділяються нітроген (IV) оксид, карбон (II) оксид, сульфур (IV) оксид, зола;
- зварювальні роботи, що виконуються на пересувних постах електрозварювання та газорізання, при цьому в атмосферу надходить зварочний аерозоль (оксид феруму (III), манган та його сполуки, нітроген (IV) оксид, карбон (II) оксид).

Робота деревообробного обладнання на столярній ділянці супроводжується викидами в атмосферу пилу деревини.

На транспортному господарстві здійснюється ряд робіт, які супроводжуються викидами в атмосферу забруднюючих речовин.

При зарядці акумуляторів в атмосферу виділяються пари сульфатної кислоти.

При зварювальних роботах на постах електрозварювання та газорізання в атмосферу надходить зварочний аерозоль (оксид феруму (III), манган та його сполуки, нітроген (IV) оксид, карбон (II) оксид).

При фарбуванні автотранспорту перед технаглядом в атмосферу виділяється ксилол та уайт-спірит.

На підприємстві передбачена стоянка для автотранспорту. Під час руху автотранспорту по території заводу, роботі на кагатному полі в атмосферу поступають нітроген (IV) оксид, карбон (II) оксид і насичені вуглеводні.

Енергозабезпечення підприємства здійснюється від власної теплоенергоцентралі (ТЕЦ).

В котельні встановлено 5 котлів: ДКВР – 16/23 – 4 шт. та ДКВР – 20/23 – 1 шт., із них чотири робочих і один резервний. Вони укомплектовані індивідуальними центробіжними вентиляторами та центробіжними димососами ДН – 13,5 та ДН – 12. Кожний котел обладнаний контрольно-вимірювальним приладом та апаратурою захисту і сигналізації, автоматикою постачання котлів водою та процесом горіння. Котли розміщені в один ряд. Передбачається одночасна робота чотирьох котлів. Котельня працює на природному газу, внаслідок чого в атмосферу виділяються нітроген (IV) оксид та оксиди карбону. Продукти згоряння від котлів відводяться через димову трубу висотою 60 м, діаметром 2,2 м. Еколого-теплотехнічні характеристики парових котлів ДКВР – 16/23 та ДКВР – 20/23 наведені в таблиці 4.1.

Резервне паливо – мазут. При роботі котельні на мазуті в атмосферу виділяється сажа. Резервне паливо на підприємство поступає залізничним транспортом, зберігається в резервуарах та перекачується за допомогою насосів. Процеси супроводжуються виділенням в атмосферу насичених вуглеводнів.

Таблиця 4.1 – Еколого-теплотехнічні характеристики парових котлів ДКВР – 16/23 та ДКВР – 20/23

Параметри	Парові котли				
	ДКВР	ДКВР	ДКВР	ДКВР	ДКВР

	20/23 ст. №1	16/23 ст. №2	16/23 ст. №3	16/23 ст. №4	16/23 ст. №5
Тривалість роботи, год	176,6	648	620	432	528
Номінальне навантаження, т/год	20	16	16	16	16
Середня теплопродуктивність, Гкал/год	13,665	6,606	9,912	10,1	9,208
Витрата палива, м ³ /год	778,625	903,542	1110,417	1120,333	1146,458
Температура вихідних газів, °С	126 ± 5	117 ± 5	125 ± 5	137 ± 2	123,9 ± 2

4.3 Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря

Розрахунок викидів забруднюючих речовин, що надходять в атмосферу проводиться згідно типової інструкції по організації системи контролю промислових викидів в атмосферу в галузях промисловості [12].

Розрахунок викиду оксиду карбону (IV) від I і II сатуратора (джерело викиду № 1 і № 2) проводиться згідно формули:

$$M_{CO_2} = V_{ce} \cdot I \cdot K \cdot g_{CO_2}, \quad (4.1)$$

де M_{CO_2} – максимальний секундний викид оксиду карбону (IV), т/рік, г/с;

V_{ce} – об'єм сатураційного газу, який використовується при виробництві цукру, м³/рік;

I – масова частка оксиду карбону (IV) в сатураційному газі, %;

K – питомий викид оксиду карбону (IV) в атмосферу з врахуванням поглинання його в сатураторах – 30 %;

g_{CO_2} – питома густина оксиду карбону (IV), кг/м³.

Річний об'єм сатураційного газу, який використовується при виробництві цукру розраховується за формулою:

$$V_{cz} = q \cdot G, \quad (4.2)$$

де V_{cz} – об'єм сатураційного газу, який використовується при виробництві цукру, м³/рік;

q – питомий вихід сатураційного газу з 1 кг вапняку, м³/кг;

G – річна витрата вапняку, кг/рік.

Дані для розрахунків: $q = 0,86$ м³/кг, $G = 21000$ кг/рік. Отже, річний об'єм сатураційного газу становить:

$$V_{cz} = 0,86 \cdot 21000 = 18,06 \text{ (м}^3\text{/рік)}.$$

На першу сатурацію йде 65 % газу, а на другу – 35 %. Тоді об'єм сатураційного газу для першого і другого сатуратора становить:

$$V_{cz_1} = 0,65 \cdot 18,06 \cdot 10^6 = 11,74 \cdot 10^6 \text{ (м}^3\text{/рік)},$$

$$V_{cz_2} = 0,35 \cdot 18,06 \cdot 10^6 = 6,32 \cdot 10^6 \text{ (м}^3\text{/рік)}.$$

Отже, викид оксиду карбону (IV) від першого сатуратора становить:

$$M_{CO_2} = 11,74 \cdot 10^6 \cdot 0,01 \cdot 0,7 \cdot 1,25 \cdot 10^3 = 102,72 \text{ (т/рік)},$$

$$M_{CO_2} = 102,72 \cdot 10^6 / (120 \cdot 24 \cdot 3600) = 9,907 \text{ (г/с)}.$$

Викид оксиду карбону (IV) від другого сатуратора становить:

$$M_{CO_2} = 6,32 \cdot 10^6 \cdot 0,01 \cdot 0,7 \cdot 1,25 \cdot 10^3 = 55,3 \text{ (т/рік)},$$

$$M_{CO_2} = 55,3 \cdot 10^6 / (120 \cdot 24 \cdot 3600) = 5,33 \text{ (г/с)}.$$

Викид оксиду сульфуру (IV) від сульфітатора соку (джерело № 3), сульфітатора сиропу (джерело № 4) та сульфітатора води (джерело № 5), а також амоніаку, при згущенні сиропу та кристалізації цукру, розраховується за формулою:

$$M = Q_3 \cdot \frac{K}{1000}, \quad (4.3)$$

де M – максимальний секундний викид забруднюючої речовини, т/рік, г/с;

Q_3 – потужність заводу, т/рік;

K – питома кількість забруднюючої речовини, яка викидається з джерела викиду, кг/т.

Питома кількість оксиду сульфуру (IV), яка викидається із сульфітатора соку рідинно-струйного типу складає 0,0035 кг/т буряку. Із сульфітатора сиропу – 0,0119 кг/т буряку; із сульфітатора води – 0,0026 кг/т. Загальна питома кількість амоніаку, яка викидається в атмосферу при згущуванні соку та кристалізації соку становить 0,017 кг/т буряку. Потужність заводу складає 300 тис. тон буряку в рік.

Отже, викид оксиду сульфуру (IV) від джерел № 3 – 5 та аміаку від джерела № 6 становлять:

$$M_{SO_2} = 300000 \cdot 0,0035 / 1000 = 1,05 \text{ (т/рік)};$$

$$M_{SO_2} = 1,05 \cdot 10^6 / (120 \cdot 24 \cdot 3600) = 0,1 \text{ (г/с)}.$$

$$M_{SO_2} = 300000 \cdot 0,0119 / 1000 = 3,57 \text{ (т/рік)};$$

$$M_{SO_2} = 3,57 \cdot 10^6 / (120 \cdot 24 \cdot 3600) = 0,1 \text{ (г/с)}.$$

$$M_{SO_2} = 300000 \cdot 0,0026 / 1000 = 0,78 \text{ (т/рік)};$$

$$M_{SO_2} = 0,78 \cdot 10^6 / (120 \cdot 24 \cdot 3600) = 0,075 \text{ (г/с)}.$$

$$M_{NH_3} = 300000 \cdot 0,017 / 1000 = 5,1 \text{ (т/рік);}$$

$$M_{NH_3} = 5,1 \cdot 10^6 / (120 \cdot 24 \cdot 3600) = 0,49 \text{ (г/с).}$$

Викид пилу оксиду кальцію та гідроксиду кальцію розраховується за формулою:

$$M = Q \cdot 0,56 \cdot K \cdot 0,000001, \quad (4.4)$$

де M – максимальний секундний викид забруднюючої речовини, т/рік, г/с;

Q – кількість вапняку, необхідна для виробництва, т/рік;

$0,56$ – вихід вапна від маси вапняку;

K – кількість оксиду кальцію, який утворюється у вапняногасильному апараті з врахуванням пилеподавлення; кількість гідроксиду кальцію, що видаляється при гашенні вапна, г/т.

Дані для розрахунку: $Q = 21000$ т/рік; $K_{CaO} = 350$ г/т, $K_{Ca(OH)_2} = 120$ г/т. Отже, викид пилу оксиду кальцію та гідроксиду кальцію становить:

$$M_{CaO} = 21000 \cdot 0,56 \cdot 350 \cdot 0,000001 = 4,12 \text{ (т/рік);}$$

$$M_{CaO} = 4,12 \cdot 10^6 / (120 \cdot 24 \cdot 3600) = 0,397 \text{ (г/с).}$$

$$M_{Ca(OH)_2} = 21000 \cdot 0,56 \cdot 120 \cdot 0,000001 = 1,411 \text{ (т/рік);}$$

$$M_{Ca(OH)_2} = 1,411 \cdot 10^6 / (120 \cdot 24 \cdot 3600) = 0,136 \text{ (г/с).}$$

Викиди пилу вапняку при його зберіганні та переміщенні розраховуються за формулою:

$$M_{CaCO_3} = A + C, \quad (4.5)$$

$$A = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot G \cdot B \cdot 10^6 / 3600,$$

$$C = K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot F \cdot q,$$

де M_{CaCO_3} – викид пилу вапняку, г/с;

A – викиди при переміщенні матеріалу;

C – викиди при статичному зберіганні матеріалу;

K_1 – масова частка пилової фракції матеріалу;

K_2 – частка пилу, яка переходить в аерозоль;

K_3 – коефіцієнт, який враховує місцеві метеорологічні умови;

K_4 – коефіцієнт, який враховує місцеві умови, ступінь захисту від зовнішніх дій;

K_5 – коефіцієнт, який враховує вологість матеріалу;

K_6 – коефіцієнт, який враховує профіль поверхні матеріалу, що зберігається;

K_7 – коефіцієнт, який враховує величину матеріалу;

G – загальна кількість матеріалу, яка переміщається;

B – коефіцієнт, який враховує висоту переміщення матеріалу;

F – площа поверхні на плані;

q – винесення пилу з одного м² фактичної поверхні.

Розрахункові коефіцієнти: $K_1 = 0,04$; $K_2 = 0,02$; $K_3 = 1,2$; $K_4 = 1$; $K_5 = 0,01$;

$K_6 = 1,3$; $K_7 = 0,4$; $G = 60$ м³/год; $B = 0,4$; $F = 600$ м²; $q = 0,003$.

Отже, викид пилу вапняку становить:

$$A = 0,04 \cdot 0,02 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,01 \cdot 0,4 \cdot 60 \cdot 0,4 \cdot 10^6 / 3600 = 0,0256 \text{ (г/с)},$$

$$C = 1,2 \cdot 1 \cdot 0,01 \cdot 1,3 \cdot 0,4 \cdot 600 \cdot 0,003 = 0,011 \text{ (г/с)},$$

$$M_{CaCO_3} = 0,0256 + 0,011 = 0,0366 \text{ (г/с)},$$

$$M_{CaCO_3} = (0,0256 \cdot 3600 \cdot 670 + 0,011 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365) / 10^6 = 0,41 \text{ (т/рік)}.$$

Викид золи, оксиду нітрогену (IV), оксиду сульфуру (IV) та оксиду карбону (II) від механічної майстерні при спалюванні твердого палива в ковальському горні розраховується за формулою:

$$M = B \cdot K / 1000, \quad (4.6)$$

де M – викид забруднюючої речовини, т/рік, г/с;

B – витрата вугілля, т/рік;

K – питома кількість забруднюючих речовин, які викидаються при спалюванні палива, кг/т.

Витрата вугілля становить 2 т/рік, а максимальна витрата за годину 2 кг/год або 0,55 г/с. Питома кількість забруднюючих речовин, які викидаються при спалюванні твердого палива становить:

- золи – 88,9 кг/т;
- оксиду нітрогену (IV) – 9,1 кг/т;
- оксиду сульфур (IV) – 6,8 кг/т;
- оксиду карбон (II) – 0,23 кг/т.

Отже, викид забруднюючих речовин, які викидаються при спалюванні твердого палива в ковальському горні становить:

$$M_{\text{золи}} = 2 \cdot 88,9 / 1000 = 0,718 \text{ (т/рік)},$$

$$M_{\text{золи}} = 0,55 \cdot 88,9 / 1000 = 0,049 \text{ (г/с)}.$$

$$M_{\text{NO}_2} = 2 \cdot 9,1 / 1000 = 0,018 \text{ (т/рік)},$$

$$M_{\text{NO}_2} = 0,55 \cdot 9,1 / 1000 = 0,005 \text{ (г/с)}.$$

$$M_{\text{SO}_2} = 2 \cdot 6,8 / 1000 = 0,014 \text{ (т/рік)},$$

$$M_{\text{SO}_2} = 0,55 \cdot 6,8 / 1000 = 0,004 \text{ (г/с)}.$$

$$M_{\text{CO}} = 2 \cdot 0,23 / 1000 = 0,0005 \text{ (т/рік)},$$

$$M_{\text{CO}} = 0,55 \cdot 0,23 / 1000 = 0,0001 \text{ (г/с)}.$$

Викид оксиду нітрогену (IV), який виділяється при згоранні газу в ТЕЦ, розраховується за формулою:

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot B \cdot Q \cdot K \cdot (1 - q), \quad (4.7)$$

де M_{NO_2} – викид оксиду нітрогену (IV), т/рік;

B – витрата палива, т/рік, г/с;

Q – теплота спалювання газу, МДж/кг;

K – параметр, який характеризує кількість оксиду нітрогену (IV) на 1 ГДж тепла, кг/ГДж;

q – коефіцієнт, який залежить від ступеню зниження викидів оксиду нітрогену (IV) внаслідок використання технічних рішень.

Дані для розрахунку: $B = 15000 \text{ м}^3/\text{рік}$ або $1447 \text{ дм}^3/\text{с}$., $Q = 36,7 \text{ МДж/кг}$, $K = 0,085 \text{ кг/ГДж}$; $q = 0$.

Викид оксиду нітрогену (IV) становить:

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot 15000 \cdot 36,7 \cdot 0,085 \cdot (1 - 0) = 46,79 \text{ (т/рік)},$$

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot 1447 \cdot 36,7 \cdot 0,085 \cdot (1 - 0) = 4,51 \text{ (г/с)}.$$

Викид оксиду карбону (II), який виділяється при згоранні газу в ТЕЦ розраховується за формулою:

$$M_{CO} = 0,001 \cdot C \cdot B \cdot (1 - q_4 / 100), \quad (4.8)$$

де M_{CO} – викид оксиду карбону (II), т/рік;

C – вихід оксиду карбону (II) при спалюванні палива, кг/т;

B – витрата палива, т/рік, г/с;

q_4 – втрати теплоти за рахунок механічної неповноти спалювання.

Дані для розрахунку: $C = 9,175 \text{ кг/т}$, $B = 15000 \text{ м}^3/\text{рік}$ або $1447 \text{ дм}^3/\text{с}$., $q_4 = 0,5$. Отже, викид оксиду карбону (II) становить:

$$M_{CO} = 0,001 \cdot 9,175 \cdot 15000 \cdot (1 - 0,5 / 100) = 136,94 \text{ (т/рік)},$$

$$M_{CO} = 0,001 \cdot 9,175 \cdot 1447 \cdot (1 - 0,5 / 100) = 13,21 \text{ (г/с)}.$$

Розрахунок викидів твердих частинок сажі та недогорівшого палива в атмосферу при роботі ТЕЦ на мазуті розраховується за формулою:

$$M_{сажі} = B \cdot A \cdot L \cdot (1 - n), \quad (4.9)$$

де $M_{сажі}$ – викид сажі, т/рік;

B – витрата палива, т/рік, г/сек;

A – зольність палива, %;

n – частка твердих частинок, які ТОВримується в золоуловлювачах;

L – коефіцієнт, який приймається в залежності від топки та виду палива.

Дані для розрахунку: $B = 500$ т/рік або 1157 г/с, $A = 0,14$ %, $L = 0,01$, $n = 0$.

Викид сажі становить:

$$M_{сажі} = 500 \cdot 0,1 \cdot 0,01 \cdot (1 - 0) = 0,5 \text{ (т/рік)},$$

$$M_{сажі} = 1157 \cdot 0,1 \cdot 0,01 \cdot (1 - 0) = 1,157 \text{ (г/с)}.$$

Викид оксиду сульфуру (IV), який виділяється при згоранні мазуту в ТЕЦ розраховується за формулою:

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot B \cdot S \cdot (1 - n') \cdot (1 - n''), \quad (4.10)$$

де M_{SO_2} – викид оксиду сульфуру (II), т/рік;

B – витрата палива, т/рік, г/сек;

S – вміст сірки в паливі, %;

n' – частка SO_2 , зв'язаною золою палива, % ;

n'' – частка SO_2 , що ТОВримується в золоуловлювачі, %.

Дані для розрахунку: $B = 500$ т/рік або 1157 г/с, $S = 3,5$ %, $n' = 0,02$, $n'' = 0$.

Викид оксиду сульфуру (IV) становить:

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot 500 \cdot 3,5 \cdot (1 - 0,02) \cdot (1 - 0) = 34,3 \text{ (т/рік)},$$

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot 1157 \cdot 3,5 \cdot (1 - 0,02) \cdot (1 - 0) = 79,37 \text{ (г/с)}.$$

За формулою 4.8 розраховується викид оксиду карбону (II) при спалюванні мазуту. Дані для розрахунку: $C = 12,92$ кг/т, $B = 500$ т/рік або 1157 г/с, $q_4 = 0,5$.

Отже, викид оксиду карбону (II) становить:

$$M_{CO} = 0,001 \cdot 12,92 \cdot 500 \cdot (1 - 0,5 / 100) = 14,87 \text{ (т/рік)},$$

$$M_{CO} = 0,001 \cdot 12,92 \cdot 1157 \cdot (1 - 0,5 / 100) = 6,428 \text{ (г/с)}.$$

Викид оксиду нітрогену (IV), який виділяється при спалюванні мазуту в ТЕЦ розраховується за формулою 4.7. Дані для розрахунку $B = 500$ м³/рік або 1157 дм³/с, $Q = 39,79$ МДж/кг, $K = 0,085$ кг/ГДж; $q = 0$.

Отже, викид оксиду нітрогену (IV) становить:

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot 500 \cdot 39,75 \cdot 0,085 \cdot (1 - 0) = 1,69 \text{ (т/рік)},$$

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot 1447 \cdot 36,7 \cdot 0,085 \cdot (1 - 0) = 3,909 \text{ (г/с)}.$$

В таблиці 4.2 наведені фактичні викиди сажі, оксиду сульфуру (IV), оксиду нітрогену (IV) та оксиду карбону (II), які надходять в атмосферу під час роботи ТЕЦ.

Таблиця 4.2 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 ₂	34,3	79,37
NO ₂	48,48	8,419
CO	143,368	128,08

Аналогічні розрахунки проведено і для інших забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу. Стаціонарні джерела викидів шкідливих речовин ТОВ «Світкар» представлені в додатку Д. Кількісна та якісна характеристика забруднюючих речовин, що поступають в атмосферу від організованих та неорганізованих джерел викидів ТОВ «Світкар» наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Характеристика забруднюючих речовин, що поступають в атмосферу від організованих та неорганізованих джерел викидів ТОВ «Світкар»

Назва речовини	ГДК _{м.р} 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

Продовження таблиці 4.3

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

Окид феруму (III)	0,04	3	0,091
-------------------	------	---	-------

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, сульфідатор, 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.

5 МОДЕЛЮВАННЯ РОЗСІЮВАННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРІ

Шкідливі речовини, які утворюються в процесах сатурації, сульфатації соку та сиропу, кристалізації цукру, вапнуванні сиропу, приготуванні вапнякового молока, при зберіганні та перевезенні вапняку, при роботі ТЕЦ, в транспортному цеху поширюються в атмосфері, що призводить до її забруднення та погіршення якості повітря.

5.1 Розрахунок приземної концентрації забруднюючих речовин викидів стаціонарних джерел по вісі факелу

Для розрахунку приземної концентрації забруднюючих речовин необхідна наявність метеорологічних характеристик та коефіцієнтів, які визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері: швидкість вітру, температура атмосферного повітря і температура викиду, коефіцієнт рельєфу місцевості та коефіцієнт, який залежить від стратифікації атмосфери. Метеорологічні характеристики та коефіцієнти представлені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Метеорологічні характеристики та коефіцієнти, які визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері

Назва характеристик	Показник
Коефіцієнт, який залежить від стратифікації атмосфери А	200
Коефіцієнт рельєфу місцевості міста η	1
Середня максимальна температура зовнішнього повітря найбільш теплого місяця року $T_1, ^\circ\text{C}$	+ 19,5
Середня максимальна температура зовнішнього повітря найбільш холодного місяця року $T_2, ^\circ\text{C}$	-5
Швидкість вітру, що повторюється, перевищення якої складає 5 % $u, \text{ м/с}$	9

Доцільність проведення розрахунків розсіювання проводиться за формулами:

$$M/ГДК > 0,01 \text{ при } H > 10 \text{ м,} \quad (5.1)$$

$$M/ГДК > 0,1 \text{ при } H < 10 \text{ м,} \quad (5.2)$$

де M – сумарне значення викиду від усіх джерел підприємства, г/с;

$ГДК$ – максимально гранична допустима концентрація, мг/м³;

H – середня встановлена по підприємству висота джерела викидів, м.

Забруднюючі речовини, для яких визначена доцільність проведення розрахунків розсіювання в приземному шарі атмосферного повітря, представлені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Перелік речовин, для яких визначена доцільність проведення розрахунків розсіювання

Назва речовини	Фактичні викиди речовини, г/с	ГДК _{м.р.} , мг/м ³	М/ГДК
Нітроген (IV) оксид	5,243	0,06	87,5
Сульфур (IV) оксид	79,89	0,5	159,8
Карбон (II) оксид	2,82	5,0	0,56
Манган та його сполуки	0,00016	0,01	0,016
Амоніак	0,49	0,2	2,45
Ксилол	0,032	0,2	0,16
Зола	0,049	0,3	0,16
Кальцію оксид	0,397	0,05	7,94
Кальцію карбонат	0,1304	0,05	2,6
Пил вугільний	0,09	0,11	0,82

Майданчик, на якому проводиться розрахунок розсіювання концентрації шкідливих речовин в приземному шарі атмосферного повітря, зокрема оксиду нітрогену (IV) має розміри: 4600 м в ширину і 4600 м в довжину. Крок сітки, яка розбиває майданчик 1150 м.

Розрахунок приземної концентрації та побудову карти розсіювання концентрацій забруднюючих речовин було проведено як для викидів оксиду нітрогену (IV) так і для викидів оксиду карбону (II) від стаціонарного джерела заводу № 23 – ТЕЦ і джерела № 1 – відділу сокоочистки. Майданчик, для розрахунку розсіювання оксиду карбону (II) в приземному шарі атмосферного повітря, має розміри: 2600 м в ширину і 2600 м в довжину. Крок сітки, яка розбиває майданчик 300 м.

Вихідні дані для розрахунків приземної концентрації NO₂ наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Вихідні дані для розрахунку приземної концентрації NO₂

Параметри джерела викиду	Показник
Висота джерела викиду над рівнем землі H, м	75
Діаметр устя джерела викиду D, м	2,6
Витрата газоповітряної суміші V, м ³ /с	22,2
Температура газоповітряної суміші T, °C	130
Викид NO ₂ , г/с	4,51

Розраховуємо максимальне значення приземної концентрації оксиду нітрогену (IV) C₁ при викиді газоповітряної суміші з одиничного точкового джерела з круглим устям, що досягається при несприятливих метеорологічних умовах на відстані x_м від джерела за формулою [18]:

$$C_1 = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (5.3)$$

де A – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери;

F – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, $F=1$ для газів та мілкодисперсних аерозолів;

m , n – коефіцієнти, що враховують умови виходу газоповітряної суміші з устя джерела викиду;

η – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості;

ΔT (°C) – різниця між температурою газоповітряної суміші та температурою навколишнього середовища.

Розраховуємо середню швидкість виходу газоповітряної суміші з устя джерела викиду за формулою:

$$\omega_0 = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot D^2} \quad (5.4)$$

де ω_0 – середня швидкість виходу газоповітряної суміші, м/с;

V – витрата газоповітряної суміші, м³/с;

D – діаметр устя джерела викиду, м.

Отже середня швидкість виходу газоповітряної суміші з устя джерела викиду становить:

$$\omega_0 = 4,181(m/c)..$$

Для визначення коефіцієнтів m і n розраховуємо коефіцієнти f , ν_1 , ν_2 , f_0 за формулами:

$$f = \frac{1000 \cdot \omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} ; \quad (5.5)$$

$$f = 0,073 ;$$

$$\nu_1 = 0.65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V \cdot \Delta T}{H}} ; \quad (5.6)$$

$$\begin{aligned} \nu_1 &= 2,079; \\ \nu_2 &= 1,3 \cdot \frac{\omega_0 \cdot D}{H}; \end{aligned} \quad (5.7)$$

$$\begin{aligned} \nu_2 &= 0,188; \\ f_0 &= 800 \cdot (\nu_2)^3; \\ f_0 &= 5,353. \end{aligned} \quad (5.8)$$

Оскільки $f \leq 100$, коефіцієнт m визначається за формулою:

$$\begin{aligned} m &= \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}}; \\ m &= 0,668. \end{aligned} \quad (5.9)$$

Коефіцієнт n у випадку $f \leq 100$ та при $0,5 \leq \nu_1 \leq 2$ визначається за формулою:

$$\begin{aligned} n &= 0,532(\nu_1)^3 - 2,13 \cdot \nu_1 + 3,13; \\ n &= 1,402. \end{aligned} \quad (5.10)$$

Отже, максимальне значення приземної концентрації NO_2 при викиді газоповітряної суміші з одиничного точкового джерела з круглим устям, що досягається при несприятливих метеорологічних умовах становить:

$$C_1 = 0,0079 (\text{мг} / \text{м}^3).$$

Розраховуємо відстань до джерела викиду x_1 , при якому приземна концентрація досягає максимального значення C_2 при несприятливих метеорологічних умовах за формулою:

$$x_1 = d \cdot H \cdot \frac{5-F}{4}, \quad (5.11)$$

де d – безрозмірний коефіцієнт, що при $f < 100$ та при $0,5 < v < 2$.

d визначається за формулою:

$$d = 4,95 \cdot v_1 \cdot (1 + 0,28\sqrt[3]{f_0}); \quad (5.12)$$

$$d = 15,33.$$

Отже, відстань до джерела викиду, при якому приземна концентрація досягає максимального значення при несприятливих метеорологічних умовах становить:

$$x_1 = 1150(\text{м}).$$

Значення небезпечної швидкості вітру u_1 на рівні флюгера (≈ 10 м над рівнем землі), при якій досягається найбільше значення приземної концентрації при $0,5 \leq v_1 \leq 2$ визначається за формулою:

$$u_1 = v_1 \cdot (1 + 0,12 \cdot \sqrt{f}); \quad (5.13)$$

$$u_1 = 2,656(\text{м/с}).$$

Розраховуємо максимальне значення приземної концентрації C_2 при несприятливих метеорологічних умовах та швидкості вітру u за формулою:

$$C_2 = r \cdot C_1, \quad (5.14)$$

де r – безрозмірний коефіцієнт, визначається в залежності від співвідношення швидкості вітру в навколишньому середовищі до максимальної швидкості вітру (u / u_1).

При $(u / u_1) < 1$ r розраховується за формулою:

$$r = 0,67 \cdot \frac{u}{u_1} + 1,67 \cdot \left(\frac{u}{u_1}\right)^2 - 1,34 \cdot \left(\frac{u}{u_1}\right)^3; \quad (5.15)$$

$$r = 0,176.$$

Отже, приземна концентрація в залежності від швидкості вітру u приймає значення:

$$C_2 = 0,00114(\text{мг} / \text{м}^3).$$

Розраховуємо відстань від джерела викиду x_2 , на якій при швидкості вітру u та несприятливих метеорологічних умовах приземна концентрація забруднюючих речовин досягає максимального значення за формулою:

$$x_2 = p \cdot x_1, \quad (5.16)$$

де p – безрозмірний коефіцієнт, який визначається в залежності від співвідношення швидкості вітру в навколишньому середовищі до максимальної швидкості вітру (u / u_1) .

При $(u / u_1) < 1$ p розраховується за формулою:

$$p = 8,43 \cdot \left(1 - \frac{u}{u_1}\right)^5 + 1; \quad (5.17)$$

$$p = 3,976.$$

Отже, відстань від джерела викиду, на якій при швидкості вітру u та несприятливих метеорологічних умовах приземна концентрація забруднюючих речовин досягає максимального значення, становить:

$$x_2 = 4,571 \cdot 10^3 (\text{м}).$$

Розраховуємо приземну концентрацію забруднюючих речовин в атмосфері по осі факелу на різних відстанях від джерела викиду:

$$C = S_1 \cdot C_1, \quad (5.18)$$

де C – приземна концентрація забруднюючих речовин по осі факелу на різних відстанях від джерела викиду, $\text{мг}/\text{м}^3$;

S_1 – безрозмірний коефіцієнт, який визначається в залежності від співвідношення x / x_1 і коефіцієнта F .

При $x / x_1 \leq 1$ S_1 визначається за формулою:

$$S_1 = 3 \cdot \frac{x}{x_1} - 8 \cdot \left(\frac{x}{x_1} \right)^2 + 6 \cdot \left(\frac{x}{x_1} \right)^3. \quad (5.19)$$

При $1 < x / x_1 \leq 8$ S_1 визначається за формулою:

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot \left(\frac{x}{x_1} \right)^2 + 1}. \quad (5.20)$$

Розрахунок приземної концентрації оксиду нітрогену (IV) в атмосфері по осі факелу на різних відстанях від джерела викиду проводимо за формулами 5.18 – 5.20.

$$x = \begin{pmatrix} 300 \\ 700 \\ 1000 \\ 1150 \\ 1350 \\ 1500 \\ 1700 \end{pmatrix} \quad \frac{x}{x_1} = \begin{pmatrix} 0,261 \\ 0,609 \\ 0,87 \\ 1 \\ 1,174 \\ 1,304 \\ 1,478 \end{pmatrix} \quad S_1 = \begin{pmatrix} 0,28 \\ 0,831 \\ 0,992 \\ 1 \\ 0,958 \\ 0,925 \\ 0,88 \end{pmatrix} \quad C = \begin{pmatrix} 2,225 \cdot 10^{-3} \\ 6,604 \cdot 10^{-3} \\ 7,884 \cdot 10^{-3} \\ 7,947 \cdot 10^{-3} \\ 7,613 \cdot 10^{-3} \\ 7,351 \cdot 10^{-3} \\ 6,993 \cdot 10^{-3} \end{pmatrix}.$$

На рисунку 5.1 зображена залежність приземної концентрації оксиду нітрогену (IV) від відстані до джерела викиду.

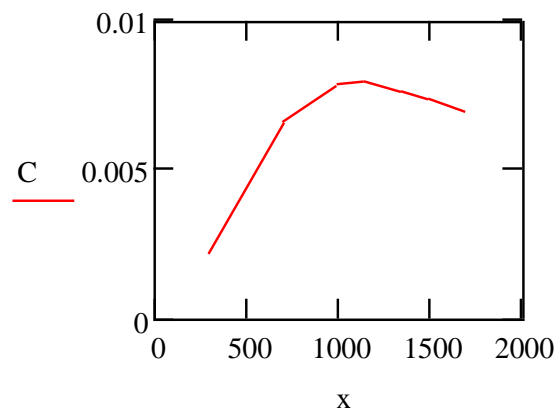


Рисунок 5.1 – Залежність приземної концентрації забруднюючих речовин від відстані до джерела викиду

5.2 Побудова карти розсіювання концентрацій забруднюючих речовин

Побудова карти розсіювання забруднюючих речовин здійснюється з використанням програми Ond86Calc.

Параметри джерела викиду наведені в таблиці 5.3. Координати джерела викиду на карті розсіювання $X = 3270$ м, $Y = 2985$ м.

Карта розсіювання оксиду нітрогену (IV) від стаціонарного джерела № 23 зображена на рисунку 5.2.

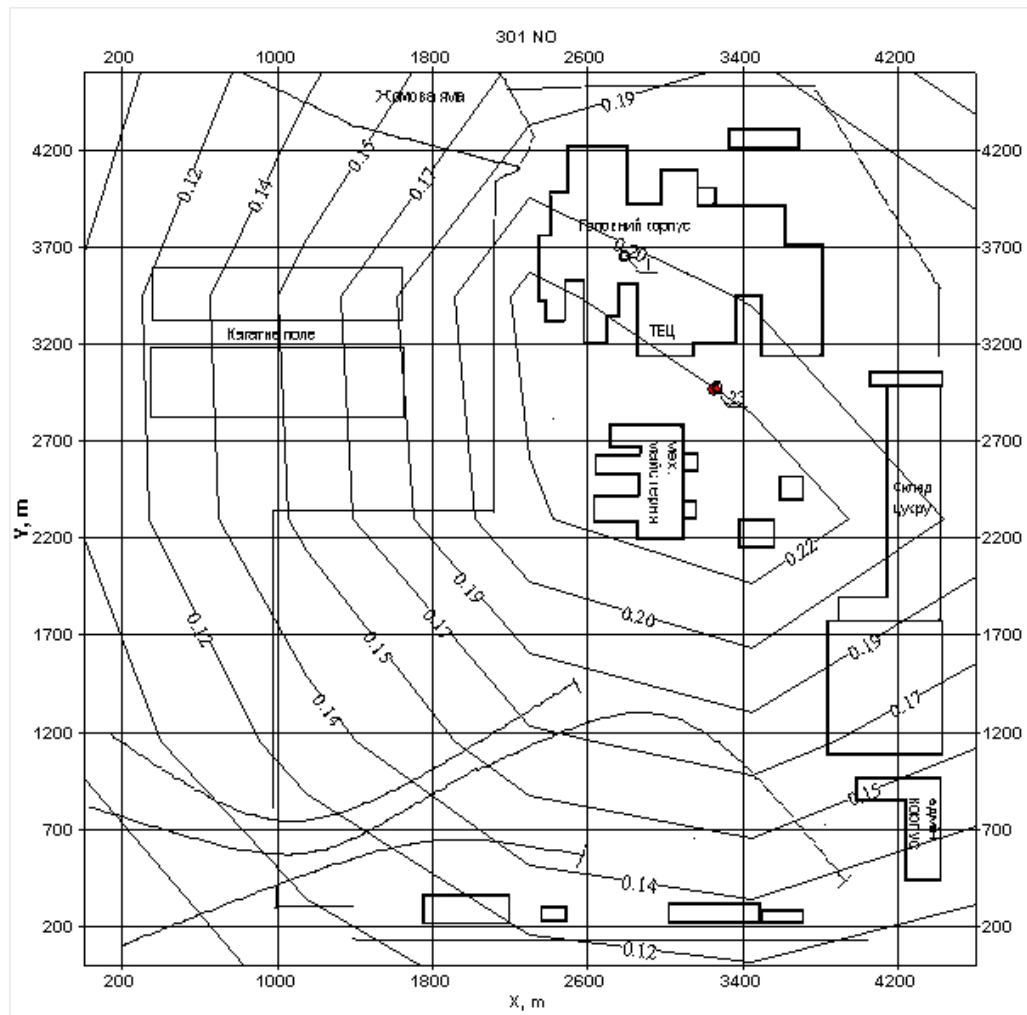


Рисунок 5.2 – Карта розсіювання оксиду нітрогену (IV)

Максимальна концентрація NO_2 (0,2329 ГДК) досягається в точці з координатами $X = 3450$ м і $Y = 2300$ м, що знаходиться на території підприємства. Концентрація NO_2 в приземному шарі на межі санітарно-захисної зони та за її межами не перевищує ГДК.

Аналогічно розраховано приземну концентрацію CO та побудовано карту розсіювання. Максимальна концентрація CO (0,2552 ГДК) досягається в точці з координатами $X = 1444,44$ м і $Y = 2022,22$ м, що знаходиться на території підприємства. Концентрація CO в приземному шарі на межі санітарно-захисної зони та за її межами також не перевищує ГДК. Карта розсіювання оксиду карбону (II) від стаціонарного джерела № 1 (відділ сокоочистки) зображена на рисунку Г.1 (додаток Г).

Забруднення приземного шару атмосфери, створене викидами підприємства в значній мірі залежить від метеоумов. В періоди, коли метеорологічні умови сприяють накопиченню шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери, концентрація домішок в повітрі може різко зростати. Максимальні концентрації встановлюються на певній відстані від джерела викиду за умови, якщо середньозважена небезпечна швидкість вітру дорівнює 0,5 м/с. Із збільшенням відстані від джерела викиду концентрація забруднюючих речовин в повітрі зменшується і стає повністю безпечною для людини.

6 ПРИРОДОХОРОННІ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ЗАХОДИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЦУКРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

6.1 Ресурсоенергозбереження цукрових заводів

В Україні 196 цукрових заводів, які відрізняються в основному способом очищення соку. За схемою з гарячою основною дефекацією без попередньої дефекації працює 22,6 % підприємств - це переважно старі підприємства малої потужності. Решта заводів працюють з попередньою дефекацією. Із них: 66,2 % - з поверненням лише нефільтрованого соку після 1-ї сатурації; 7 % - з поверненням нефільтрованого соку після 1-ї сатурації і всієї згущеної суспензії після 2-ї сатурації; 4,2 % — з поверненням усієї згущеної суспензії після 2-ї сатурації і частини суспензії після 1-ї сатурації.

Живлення дифузійних апаратів здійснюють переважно свіжою барометричною водою, попередньо нагрітою в змішувальних підігрівниках. Жомопресову воду через її низьку якість використовують лише на чверті заводів.

Конденсати вторинної пари випарних установок містять 150 - 500 мг/л аміаку, що потребує попередньої підготовки їх для живлення дифузійної установки. Тільки 17 заводів подають надлишок конденсату на живлення дифузійної установки. Мала термостійкість соків, що не дає змоги експлуатувати установку за підвищеного температурного режиму, а також інтенсивне утворення накипу на поверхнях нагріву впродовж їх експлуатації, призвели до наявності значних питомих поверхонь нагрівання випарної установки – 300 - 350 м²/100 кг буряків.

Більшість заводів (72 %) працюють за двопродуктовою технологічною схемою, а решта — за трипродуктовою технологічною схемою уварювання утфелів. Утфель 1-го продукту уварюється із сиропів після випарної установки і клеровки, що дає можливість збільшити невисоку концентрацію сиропу на 2-5 %. На всіх заводах встановлено вакуум-апарати з природною циркуляцією розчину, підвісною гріючою камерою, крім заводів із закордонною поставкою обладнання,

де встановлені вакуум-апарати з механічними циркуляторами. Вихід білого цукру становить від 10,1 до 14,9%.

Причиною великої витрати електроенергії на переробку буряків є завищені потужності встановлених електродвигунів, що не відповідають необхідній продуктивності насосів, низький коефіцієнт корисної дії значної кількості насосів, додаткові станції перекачування соків, завищені витрати води на зворотне водопостачання, значні втрати потужності на газодувках ВГК-150, а також відсутність систем регулювання продуктивності насосів зміною кількості обертів.

Середня питома витрата умовного палива на виробництво теплоти, що витрачається на переробку буряків, становить 5,5 - 5,8 % маси перероблюваних буряків, що значно вище, ніж на зарубіжних цукрових заводах. Питомі витрати умовного палива на виробництво електроенергії та на випал вапняку також вищі, ніж на зарубіжних цукрових заводах [19].

Основними причинами перевитрати палива на виробництво цукру є:

- здійснення технологічного процесу в режимі, що передбачає перевитрату палива;
- низька надійність вузлів технологічного обладнання, що призводить до поломок і, як результат, до зростання неритмічності виробництва;
- неповнота використання вторинних енергоресурсів, що пов'язано з недосконалістю технологічних схем і невідповідністю якості вторинних енергоресурсів вимогам технології.

Більшість заводів України працюють із підвищеним відкачуванням соку (130 % і більше), не враховуючи співвідношення витрат на сировину і паливо. Зменшення величини відкачування соку із дифузійних апаратів за умови збереження нормативних втрат цукрози за рахунок глибокого пресування жому і повернення жомопресової води на дифузію є проблематичним через низьку якість жомопресової води і відсутність пресів глибокого пресування жому. Встановлені преси переважно фізично спрацьовані і забезпечують віджим до 17 - 19%.

Для більшості заводів чинник розбавлення соку перебуває в межах 3 - 7 %. Лише на 10 % заводів він становить менше ніж 3 %, а на 9 % заводів - більш як

11 %. Додатково введена в потік вода призводить до зменшення концентрації соку перед випарною установкою.

Неполадки в роботі обладнання, пов'язані з його фізичним зносом, а також відсутність надійних систем регулювання виробничих процесів зменшують продуктивність заводу. Проте при цьому темп зменшення витрат палива значно нижчий від темпу зменшення потужності заводу, що призводить до підвищення питомої витрати палива.

У зв'язку з недосконалістю завантажувальних пристроїв вапняково-випалювальних печей пічний газ на більшості заводів має низьку концентрацію вуглекислого газу 25-30 %, тоді як на реконструйованих заводах вона становить 37-39 %. Низька концентрація CO_2 в пічному газі зумовлює його підвищену витрату. Це призводить до значного падіння температури соку в процесі його оброблення на 1-й та 2-й сатураціях. Низька якість соку зумовлює підвищену витрату вапна на процес дефекації, що також зменшує температуру соку. За рахунок самовипаровування під вакуумом у ресивері промивні води після вакуум-фільтрів також мають низьку температуру. Отже загальне середнє падіння температури внаслідок технологічного оброблення становить близько 20 °С.

Однією з основних причин низької концентрації сиропу після випарної установки є висока температура соку після дифузійного апарата, що не дає змоги повністю навантажити останні корпуси випарної установки. Це здебільшого стосується баштових дифузійних апаратів з обшпарюванням стружки з поперечним потоком циркуляційного соку після підігрівників. Температура соку, що виходить з цього ошпарювача, становить 46 - 60 °С, а нагрівання циркуляційного соку здійснюють вторинною парою 3-го або 2-го корпусу випарної установки. Деякі заводи мають високу температуру соку після нахилених дифузійних апаратів коритного типу, якщо в них здійснюють попереднє обшпарювання стружки або якщо вони мають безпосередній вдув пари в основну частину апарата. В цьому разі температура соку досягає 45 – 55 °С.

Збільшенню концентрації сиропу перешкоджають також станції фільтрування, оснащені дисковими фільтрами. Варіння утфелю з густого сиропу

утруднюється внаслідок відсутності механічних циркулярів Тому багато заводів не підвищують густину сиропу за рахунок виходу пари в конденсатор, що призводить до перевитрати палива.

Теплоту аміачних конденсаторів (вторинна теплота) на нагрівання соку використовують лише на 57 заводах, а теплоту вторинної пари 5-го корпусу випарної установки - на 5. Теплоту вторинної пари 5-го корпусу на нагрівання барометричної води використовують лише 6 заводів, решта заводів використовують для цього вторинну пару 4-го корпусу випарної установки. Споживанню теплоти утфельної пари із вакуум-апаратів 1-го продукту перешкоджає висока температура соку після попереднього дефекатора. Із 81 % заводів, що мають схеми із попередньою дефекацією, 60 % отримують температуру соку після попереднього дефекатора на рівні 53 – 64 °С. На 4,2 % заводів, що працюють з поверненням суспензії, можливе використання утфельної пари на нагрівання соку [20].

Істотним резервом зменшення витрати пари на технологічний процес є використання конденсату вторинної пари хвостових поверхонь нагрівання випарної установки для живлення дифузійних апаратів, оскільки в цьому разі частково відпадає потреба у нагріванні барометричної води. Проте тільки 10 % заводів деякою мірою реалізують цю можливість. Це зумовлено значною загазованістю конденсату аміаком. Наявні установки деамонізації конденсації не дають змоги видаляти аміак відповідно до вимог технологічного процесу.

Для виробництва цукру з конкурентоспроможною вартістю за умов купівлі палива за світовими цінами необхідно забезпечити роботу кожного цукрового заводу з мінімально необхідними питомими витратами умовного палива (29309 кДж/кг), що становить 3,8 – 4,2 % до маси буряків (з врахуванням витрат палива на виробництво теплоти і електроенергії, а також палива прямого використання для виробництва вапна і діоксиду карбону для технічних потреб). Водночас фактичні питомі витрати умовного палива на більшості цукрових заводів значно вищі. Основну увагу потрібно приділити заходам з економії теплової енергії, на виробництво якої витрачається понад 80 % всієї кількості палива.

Фахівцями «Укрцукор», «Енерготехнології» і НВО «Цукор» зроблено докладний аналіз ефективності використання палива й енергії для більшості цукрових заводів з виявленням основних причин перевитрати енергоресурсів на виробництво цукру. Цей аналіз показав, що фактичні питомі витрати палива залежно від технічного рівня й умов роботи цукрових заводів перевищують мінімально необхідні на 30 – 100 %, або на 1,2 – 3,8 % до маси буряків. У середньому в цукровій промисловості додаткові витрати палива становлять приблизно 2 % до маси буряків або 500 тис. т палива за рік. За таких умов цукровий завод у середньому щороку споживає 25400 т. умовного палива. Технічно мінімально необхідне споживання палива становить 17 000, а проектне - 21720 т. умовного палива. Отже, річний потенціал економії палива становить 3680, у разі досягнення проектних показників, а за технічно мінімально необхідних показників - 8400 т. умовного палива.

Виконаний аналіз причин підвищеної витрати енергоресурсів на виробництво основних видів продукції цукрових заводів надав змогу розробити програму з економії теплоенергоресурсів. Програма передбачає досягнення мінімально необхідних питомих витрат палива й енергії за рахунок комплексного впровадження апробованих організаційно-технічних заходів, передового досвіду та нових ефективних процесів і обладнання. Програма передбачає такі організаційно – технічні заходи:

а) щодо економії теплової енергії:

- впровадити комплекс організаційно-технічних заходів, що забезпечують ритмічну роботу заводу з оптимальною продуктивністю;
- впровадити схему й обладнання для деамонізації всіх надлишкових (понад потребу ТЕЦ) конденсатів і використання їх для живлення дифузійної установки;
- впровадити пароконтактні підігрівачі барометричної води для компенсації нестачі конденсатів і схему її використання для технологічних потреб;
- здійснити комплекс організаційно-технічних заходів щодо стабілізації на оптимальному рівні кількості і температури соку, який відбирають із дифузійної установки;

- використати теплоту вторинної (утфельної) пари вакуум-апаратів для нагрівання дифузійного соку;
- впровадити режим роботи ефективного попереднього дефекатора винятково з поверненням суспензії 2-ї сатурації, включивши систему дефекосатурації станцію дефекації соку перед 2-ю сатурацією;
- реконструювати систему нагрівання соку перед основною дефекацією з використанням теплоти конденсатів і пари із установки для деамонізації конденсатів;
- використати для нагрівання соку ефективні теплообмінники (трубні секційні або пластинчасті), які в процесі експлуатації забезпечують недогрів соку до температури гріючої пари не більше ніж 3°C;
- поряdkувати схему відведення конденсатів із підігрівників з урахуванням реконструкції схеми нагрівання;
- впровадити в повному обсязі конденсатну схему закритого типу для збирання всіх конденсатів і відкачування їх у деамонізатор;
- утилізувати теплоту відпрацьованого сатураційного газу в системі нагрівання барометричної води для потреб технології;
- здійснити комплекс організаційно-технічних заходів щодо зменшення кількості соку на дефекосатурації і його розбавлення під час очищення і фільтрування;
- забезпечити зменшення втрат теплоти в навколишнє середовище за рахунок якісної ізоляції обладнання і трубопроводів та додержання регламентної температури на кожній ділянці технологічного процесу;
- здійснити комплекс технічних рішень щодо підвищення концентрації сиропу на виході із МВУ до 70 — 72 % сухих речовин, а саме:
 - впровадити “безнакипний режим” роботи випарних апаратів дозованою подачею антинакипину;
 - впровадити випарні установки з підвищеним температурним режимом з використанням принципу «прольотної пари» і випарних апаратів прямоотечійно-плівкового або плівкового типу;

- оптимізувати перевідбори на підігрівниках з максимальним використанням вторинної пари останніх корпусів випарної установки;
 - використати для обігрівання вакуум-апаратів 1-ї кристалізації вторинної пари 2-го корпусу випарної установки;
 - оснастити наявні вакуум-апарати механічними циркуляторами або іншими пристроями для активації циркуляції утфелю;
 - впровадити ефективні конденсатори для вакуум-апаратів 1-ї кристалізації і для вакуум-апаратів 2-ї та 3-ї кристалізації і випарної установки;
 - використати вторинну пару 3-го корпусу випарної установки для уварювання утфелю 1, 2 і 3-ї кристалізації;
 - реалізувати схему для проведення міжкорпусної сульфітації і фільтрування сиропу;
 - впровадити схему уварювання утфелю із сиропів двох концентрацій: 70 – 72 % сухих речовин і 60 – 65 % сухих речовин;
 - впровадити на усіх вакуум-апаратах сучасні автоматичні «варщики»;
 - впровадити термокомпресорну установку для стискання вторинної пари 1-го корпусу випарної установки;
 - впровадити автоматизовану систему керування випарної установки;
 - забезпечити постійний контроль за додержанням оптимального температурного режиму в системі опалення житлового селища;
 - удосконалити схему опалення селища;
 - впровадити систему подекадного визначення й обліку показників ефективності використання теплоти за допомогою розрахункового програмного комплексу;
 - здійснити комплекс заходів щодо зменшення втрат теплоти на інші виробничі потреби;
- б) щодо економії електроенергії:
- здійснити комплекс організаційно-технічних заходів щодо зменшення до оптимальних значень кількості соків, вод різних категорій, сатураційного газу та ін., а також ліквідації витікань і скиду надлишкової води;

- виключити роботу резервного обладнання в режимі “холостого ходу” або з надмірно зниженим навантаженням;

- здійснити правильний вибір продуктивності механічного обладнання, насосів і електродвигунів, забезпечивши їх роботу в режимі максимального використання потужності з високим коефіцієнтом завантаження;

- здійснити високоякісний ремонт усього механічного обладнання, насосів і вентиляторів з метою підвищення їх ККД, а також забезпечення безперебійної і ритмічної роботи усіх технологічних станцій заводу;

- забезпечити широке застосування раціональних світильників замість ламп розжарювання і максимально використати можливості природного освітлення;

- здійснити заміну асинхронних електродвигунів на синхронні у випадках, коли це допустимо за умов технологічного процесу;

- впровадити статичні конденсатори з автоматичним регулюванням, напівпровідникові випрямлячі постійного струму для приводу центрифуг;

- звести до мінімуму кількість силових трансформаторів, що працюють у ремонтний період, монтажем кабельних зв'язків між трансформаторними підстанціями;

- здійснити комплекс заходів щодо зменшення витрат електроенергії на інші виробничі потреби;

- забезпечити постійний контроль за витратою електроенергії і систематичним підвищенням кваліфікації персоналу, що обслуговує обладнання;

У ТЕЦ і промислових котельнях цукрових заводів зменшення питомих витрат на виробництво і відпускання теплової та електричної енергії передбачається за рахунок модернізації, поліпшення якості ремонту і рівня технічної експлуатації встановленого енергетичного обладнання, а також впровадження нових, ефективніших парових котлів і турбогенераторів, виробництво яких освоюється згідно з конверсійними програмами на машинобудівних заводах України [20, 21].

6.2 Заходи для підвищення екологічної безпеки цукрового виробництва ТОВ «Світкар»

ТОВ «Світкар» знаходиться в межах населеного пункту, тому впливає на якість повітря і стан здоров'я населення. Для підвищення екологічної безпеки цукрового виробництва запропоновано впроваджувати заходи, спрямовані на зменшення його впливу на навколишнє середовище.

1. Одним з основних джерел викидів забруднюючих речовин на підприємстві є ТЕЦ. З метою поліпшення екологічної ситуації в даному районі і зниження витрат палива, необхідно періодично проводити пуско-налагоджувальні роботи.

2. Проводити заходи по скороченню викидів шкідливих речовин в атмосферу у разі несприятливих метеорологічних умов, які можуть спричинити небезпечне зростання концентрації домішок в повітрі.

Перелік заходів по скороченню викидів забруднюючих речовин в атмосферу при несприятливих метеорологічних умовах:

- посилити контроль за точним дотриманням технологічного регламенту виробництва;
- заборонити продувку, чистку обладнання, ємностей, в яких зберігалися забруднюючі речовини;
- використовувати запас високоякісної сировини, при роботі на якій забезпечується зниження викидів шкідливих речовин;
- посилити контроль за роботою контрольно-вимірювальних приладів;
- обмежити погрузочно-розгрузочні роботи, які пов'язані з виділенням шкідливих речовин;
- знизити продуктивність технологічного обладнання, яке пов'язане з підвищенням виділенням шкідливих речовин;
- обмежити використання автотранспорту та інших пересувних джерел викидів на території підприємства;
- заборонити спалювання відходів виробництва та сміття.

3. Систематично проводити моніторинг стану атмосферного повітря на межі санітарно-захисної зони.

4. Оскільки підприємство межує з житловою забудовою, найменша відстань до якої становить 250 м при нормі 300 м, провести роботу по озелененню території підприємства. Зелені насадження поглинають токсичні гази і тим самим покращують якість атмосферного повітря.

5. Посилити контроль за якістю вхідної сировини та покращити умови зберігання коренеплодів. Переробка більш якісної сировини призводить до зменшення викидів та відходів, витрат енергетичних ресурсів.

7 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ НА ТОВ «СВІТКАР»

Цукрова промисловість одна із багатьох, яка потребує впровадження енергозберігаючих технологій на своїх підприємствах. Основними енергомісткими процесами при виробництві цукру є згущування дифузійного соку випаровування, де застосовуються випарні установки, та варіння, кристалізація і центрифугування утфелів. Енергозбереження або впровадження нових технологій, які потребують менших затрат енергії, мають стати основним орієнтирами подальшого розвитку промисловості в теперішніх умовах економіки.

На підприємстві ТОВ «Світкар» основним видами палива є природний газ, вугілля та мазут. В умовах економічної кризи пропонується перевести підприємство на використання енергії добутої з альтернативних джерел. Основними такими джерелами є вітер і сонце, тобто встановлення сонячних панелей та вітроустановок.

7.1 Розрахунок необхідної площі сонячних панелей для повного заміщення органічного палива на підприємстві

Розрахунок необхідної площі сонячних панелей, які потрібно встановити на території ТОВ «Світкар» для повного заміщення органічного палива проводиться за формулою:

$$S = \frac{E}{E_c}, \quad (7.1)$$

де S - площа сонячних панелей, які потрібно встановити для повного заміщення органічного палива, m^2 ;

E - кількість енергії, яка виділяється при спалюванні всієї кількості палива, МДж;

E_C - потенційна кількість енергії, яку можна отримати з 1 м² сонячної панелі за 1 рік, МДж/м².

Потенційну кількість енергії E_C , яку можна отримати з 1 м² сонячної панелі за 1 рік із врахуванням сумарного річного потенціалу для Вінницької області та ефективності сонячної панелі розраховують за формулою:

$$E_C = P_C \cdot \frac{q}{100\%}, \quad (7.2)$$

де P_C – сумарний річний потенціал сонячної енергії, МДж/м²;

q – ефективність сонячної панелі, %.

Дані для розрахунків: $P_C = 4200$ МДж/м²; $q = 24$ %.

Отже, E_C становить:

$$E_C = 4200 (24/100) = 1008 \text{ (МДж/м}^2\text{)}.$$

Кількість енергії, яка виділяється при спалюванні всієї кількості палива E , розраховується за формулою 7.3:

$$E = N \cdot n, \quad (7.3)$$

де N - загальна кількість палива, т. ум. п.;

n – кількість енергії, яка виділяється при спалюванні 1 т умовного палива, МДж/т ($n = 30000$ МДж/т).

Загальна кількість палива N розраховується як сума мас різних видів палива, приведених до умовного палива:

$$N = N_{\text{вуг}} + 1,26 \cdot N_{\text{пр.г.}} + 1,3 \cdot N_{\text{маз}} + 1,43 \cdot N_{\text{наф}}, \quad (7.4)$$

де $N_{\text{вуг}}$ – маса вугілля, яке використовується на підприємстві за 1 рік, т;

$N_{\text{пр.г.}}$ – об’єм природного газу, який використовується на підприємстві за 1 рік, м^3 ;

$N_{\text{наф}}$ – маса нафти, яка використовується на підприємстві за 1 рік, т;

$N_{\text{маз}}$ – маса мазуту, який використовується на підприємстві за 1 рік, т;

Дані для розрахунків: $N_{\text{вуг}} = 2$ т.; $N_{\text{пр.г.}} = 15000$ м^3 ; $N_{\text{маз}} = 500$ т.; $N_{\text{наф}} = 0$

Отже, загальна кількість палива, яка використовується на ЗАТ “Турбів-цукор”:

$$N = 2 + (15 \cdot 1,26) + (500 \cdot 1,3) = 670,9 \text{ (т. ум. п.)}.$$

Отже, згідно формули 7.3, кількість енергії, яка виділяється при спалюванні всієї кількості палива на підприємстві становить:

$$E = 670,9 \cdot 30000 = 20127000 \text{ (МДж)}.$$

Тоді, необхідна площа сонячних панелей для повного заміщення органічного палива на підприємстві становить:

$$S = 20127000 / 1008 = 19967,26 \text{ (м}^2\text{)}.$$

7.2 Розрахунок кількості вітроустановок, необхідних для повного заміщення органічного палива на підприємстві

Розрахунок кількості вітроустановок k , необхідних для повного заміщення органічного палива на **ТОВ «Світкар»** проводиться за формулою:

$$k = \frac{E}{L}, \quad (7.5)$$

де E - кількість енергії, яка виділяється при спалюванні всієї кількості палива, МДж;

L – кількість енергії, яка виробляється однією вітроустановкою за 1 рік, МДж.

L розраховується згідно формули:

$$L = 3,6 \cdot P \cdot t, \quad (7.6)$$

де P – потужність вітроустановки, кВт·год;

t – кількість годин в році, протягом яких ефективно працює вітроустановка.

Дані для розрахунків: $P = 100$ кВт·год; $t = 2000$ год.

Отже, за формулою 7.6:

$$L = 3,6 \cdot 100 \cdot 2000 = 720000 \text{ (МДж)}.$$

Тоді k , з формули 7.5, буде:

$$k = 20127000/720000 = 28 \text{ (шт.)}.$$

7.2 Розрахунок кількості вітроустановок необхідних для повного заміщення органічного палива на підприємстві

Розрахунок кількості вітроустановок k , необхідних для повного заміщення органічного палива на підприємстві проводиться за формулою:

$$k = \frac{E}{L}, \quad (7.7)$$

де E – кількість енергії, яка виділяється при спалюванні всієї кількості палива, МДж;

L – кількість енергії, яка виробляється однією вітроустановкою за 1 рік, МДж. L розраховується згідно формули:

$$L = 3,6 \cdot P \cdot t, \quad (7.8)$$

де P – потужність вітроустановки, кВт·год;

t – кількість годин в році, протягом яких ефективно працює вітроустановка.

Дані для розрахунків: $P = 100$ кВт·год; $t = 2000$ год.

Отже, за формулою 7.8:

$$L = 3,6 \cdot 100 \cdot 2000 = 720000 \text{ (МДж)}.$$

Тоді k , з формули 7.7, буде:

$$k = 20127000/720000 = 28 \text{ (шт.)}.$$

7.3 Розрахунок чистого доходу від впровадження енергозберігаючих заходів на підприємстві

Розрахунок чистого доходу від впровадження енергозберігаючих заходів на ТОВ «Світкар» проводиться у вигляді використання вітроустановок, потужністю 100 кВт·год кожна, і сонячних панелей

Чистий дохід (ЧД) від впровадження природоохоронних і ресурсозберігаючих заходів на ТОВ «Світкар» розраховується за формулою:

$$\text{ЧД} = i \cdot (B_{en} + P_6 + P_3) - K_t, \quad (7.9)$$

де B_{en} – вартість традиційного палива, грн./рік;

P_6 – плата за викиди забруднювальних речовин в навколишнє середовище, грн./рік;

P_3 – плата за нанесену шкоду здоров'ю населення, грн./рік;

K_t – капіталовкладення в природоохоронні і ресурсозберігаючі заходи, грн.;

i – термін впровадження природоохоронних і ресурсозберігаючих заходів, років.

Розрахунок вартості традиційного палива на підприємстві B_{en} проводиться за формулою:

$$B_{en} = w_{вуг} \cdot N_{вуг} + w_{пр.г.} \cdot N_{пр.г.} + w_{маз} \cdot N_{маз} + w_{наф} \cdot N_{наф}, \quad (7.10)$$

де w – вартість палива, грн;

$N_{вуг}$ – маса вугілля, яке використовується на підприємстві за 1 рік, т;

$N_{пр.г.}$ – об'єм природного газу, який використовується на підприємстві за 1 рік, m^3 ;

$N_{наф}$ – маса нафти, яка використовується на підприємстві за 1 рік, т;

$N_{маз}$ – маса мазуту, який використовується на підприємстві за 1 рік, т;

Дані для розрахунку вартості традиційного палива на підприємстві:

w (1 m^3 газу) – 2,8 грн.; w (1 т вугілля) – 900 грн.; w (1 т мазуту) – 3700 грн.;

$N_{вуг} = 2$ т.; $N_{пр.г.} = 15000$ m^3 ; $N_{маз} = 500$ т.; $N_{наф} = 0$

Отже, за формулою 7.10:

$$B_{en} = (900 \cdot 2) + (2,8 \cdot 15000) + (3700 \cdot 500) = 1934000 \text{ (грн./рік)}.$$

Плата за викиди забруднювальних речовин в навколишнє середовище P_B розраховується за формулою [22]:

$$P_B = \sum_{i=1}^n (M_i \cdot Nb_i \cdot K_{нас} \cdot K_{\phi}), \quad (7.11)$$

де M_i – обсяг викиду забруднювальної речовини, т;

Nb_i – норматив збору за тонну i -ої забруднюючої речовини, грн/т., наведений у таблиці 7.1.

$K_{нас}$ – коригувальний коефіцієнт, який враховує чисельність жителів населеного пункту, наведений в таблиці 7.2;

K_{ϕ} – коригувальний коефіцієнт, який враховує народногосподарське значення населеного пункту, наведений в таблиці 7.3;

Таблиця 7.1 - Нормативи збору за викид забруднюючих речовини в повітря

Назва забруднюючої речовини	Норматив збору, грн/т
Азоту оксиди	80
Аміак	15
Ангідрид сірчистий	80
Вуглецю окис	3
Вуглеводні	4,5
Тверді речовини	3

Таблиця 7.2 - Кориговальний коефіцієнт $K_{нас}$, який враховує чисельність жителів населеного пункту

Чисельність населення, тис.чол.	Коефіцієнт
≤ 100	1
100,1-250	1,2
250,1-500	1,35
500,1-1000	1,55
> 1000	1,8

Таблиця 7.3 - Значення коригувального коефіцієнта, взаємності від народногосподарського значення населеного пункту

Тип населеного пункту	Коефіцієнт
Організаційно-господарські та культурно-побутові центри місцевого значення з перевагою аграрно-промислових функцій (райцентри, міста районного значення, селища та села)	1
Багатофункціональні центри, центри з перевагою промислових і транспортних функцій (республіканські та обласні центри, міста державного, республіканського, обласного значення)	1,25
Населені пункти, віднесені до рекреаційних і курортних	1,65

Обсяги викидів забруднюючих речовин на ТОВ «Світкар» становлять: $M_{NO_2} = 47,96$ т.; $M_{SO_2} = 34,3$ т.; $M_{NH_3} = 5,1$ т.; $M_{CO} = 178,58$ т.; $M_{вугл.} = 3,67$ т.; $M_{тв.р} = 0,215$. Отже за формулою 7.9:

$$P_b = (80 \cdot 47,96) + (80 \cdot 34,3) + (15 \cdot 5,1) + (3 \cdot 178,58) + (4,5 \cdot 3,67) + (3 \cdot 0,215) = 7210,2 \text{ (грн./рік)}.$$

Для розрахунку чистого доходу, за формулою 7.9 плату за нанесену шкоду здоров'ю населення приймаємо рівним 1000 грн./рік. При нормативному терміні експлуатації обладнання 10 років собівартість 1 кВт·год виробленої енергії вітровими установками всередньому становить 5000 грн. на і 20 000 грн. на 1 кВт·год виробленої енергії сонячними панелями. Отже K_t для вітрових установок буде становити:

$$K_t = 5000 \cdot 100 \cdot 28 = 14000000 \text{ (грн.)}.$$

З 1 м² сонячних панелей можна отримати 1008 МДж енергії це становить 0,03 кВт·год, отже з загальної площі сонячних панелів 19967,26 м² можна отримати 638,2 кВт·год енергії. Тоді K_t для сонячних панелей буде:

$$K_t = 20000 \cdot 638,2 = 12764458,5 \text{ (грн.)}.$$

Тоді згідно формули 7.9 чистий дохід, від використання вітрових установок буде становити:

$$ЧД = 10 \cdot (1934000 + 7210,2 + 1000) - 14000000 = 5422102 \text{ (грн.)}.$$

Чистий дохід, від використання сонячних панелей становить:

$$ЧД = 10 \cdot (1934000 + 7210,2 + 1000) - 12764458,5 = 6657643,5 \text{ (грн.)}.$$

Термін окупності (ТО) витрат на впровадження природоохоронних та ресурсозберігаючих заходів розраховується за формулою:

$$TO = \frac{K_t}{ЧД} \quad (7.12)$$

Отже за формулою 7.12 термін окупності для вітроустановок та сонячних панелей, відповідно, буде становити:

$$TO = \frac{14000000}{5422102} = 2,58 \approx 3 \text{ (р.)}$$

$$TO = \frac{12764458,5}{6657643,5} = 1,9 \approx 2 \text{ (р.)}$$

Оскільки нормативний термін окупності витрат на встановлення вітроустановок або сонячних панелей становить 3 – 5 років, то впровадження даних альтернативних джерел енергії є економічно доцільним. Так як показник ТО для сонячних панелей є менший ніж для вітрових установок, то їх встановлення є більш вигідним.

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі на прикладі діяльності ТОВ «Світкар» досліджено вплив цукрового виробництва на навколишнє середовище.

Цукрова промисловість, як і інша галузі харчової промисловості, спричинює забруднення навколишнього середовища. 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.

Проаналізовано сучасний стан цукрової галузі України. Цукробурякове виробництво в нашій державі перетворилося з експортно-стратегічної галузі економіки на дотаційну. Основними причинами є деформація сировинних зон, багаторазова зміна власників, загальна деградація матеріально-технічної бази галузі. Проаналізована типова технологічна схема виробництва цукру, визначені основні джерела утворення твердих відходів, газових викидів та рідких стоків. Розглянуті шляхи утилізації побічних продуктів та відходів цукрового виробництва.

На основі технічної документації ТОВ «Світкар» проаналізовано технологічний процес виготовлення цукру, досліджено джерела утворення забруднюючих речовин.

Проведено розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря та визначено доцільність проведення моделювання розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері.

Здійснено моделювання розсіювання оксиду нітрогену (IV) та оксиду карбону (II) в приземному шарі атмосферного повітря та побудовано карти розсіювання цих забруднюючих.

Розроблено природоохоронні заходи, спрямовані на зменшення викидів підприємства в атмосферне повітря.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. «Сборник удельных показателей выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от предприятий перерабатывающей промышленности агропромышленного комплекса» Курськ, 1989.
2. «Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами», т 1, т 2, т 3. УНЦТЕ, Донецьк, 3.
3. «Временная методика расчета выбросов в атмосферу загрязняющих веществ на сахарных заводах» Київ, 1992.
3. «Временная методика расчета выбросов в атмосферу загрязняющих веществ на сахарных заводах» Київ, 1992.
4. Временные рекомендации по расчету количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Укргрострой, Киев. 1987.
5. «Сборник методик по расчету содержания загрязняющих веществ в выбросах от неорганизованных источников загрязнения атмосферы». Донецьк, 2000 р.
6. Методические указания по расчету количественных выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от основного технологического оборудования предприятий агропромышленного комплекса (мясокомбинаты, клеевые и желатиновые заводы), М. 1987.
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. Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации - выбросов, 2009.
9. Петриченко О. Б., Мінко В. П., Штангєєв В. О. Проблеми ринку українського цукру // Цукор України. – 2003. – № 1 (31). – С. 2 – 4.
10. Борисюк П. Г. Стан і завдання бурякоцукрової галузі України // Цукор України, 2003. – № 4 – 5 (34). – С. 2 – 4.
11. Ярчук М. М. Шляхи підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва України // Цукор України. – 2003. – № 2 (32). – С. 2 – 5.

12. Борисюк П. Г. Підсумки роботи бурякоцукрової галузі України у 2003 р. та завдання на 2004 р. // Цукор України. – 2003. – № 6. – С. 2 – 5.
13. Бугаенко И. Ф. Основы сахарного производства. – М.: ЗАО “Международная сахарная компания”, 2002. – 356 с.
14. Иванов П. Я. Сахар // БСЭ. – 3-е изд. – М., 1976. – Т. 23. – С. 9 – 10.
7. Петренко И. М. Диффузионный аппарат // БСЭ. – 3-е изд. – М., 1972. – Т. 8. – С. 344.
15. Клименко Л. П. Техноекология. – Симферополь: Таврія, 2000. – 526 с.
16. Запольський А. К., Українець А.І. Екологізація харчових продуктів. – К.: Вища школа, 2005. – 423 с.
17. Домарецький В. А., Златев Т. П. Екологія харчових продуктів. – К: Урожай, 1993. – 192 с.
18. Пономарьов П. Х., Сирохман І. В. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини. – К: Лібра, 1999. – 272 с.
19. Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Ленинград, Гидрометеиздат, 1987.
20. Ковальчук П. І. Моделювання і прогнозування навколишнього середовища: Навч. посіб. – К.: Либідь, 2003
21. Ивахненко А. Г. Моделирование сложных систем. – К.: Вища школа, 1987.
22. Берлянд М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат. – 1985.
23. Довгий С. А., Прусов В. А., Копейка О. В. Математическое моделирование техногенных загрязнений окружающей среды. – К.: Наук. думка, 2000.
24. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды – М.: Наука, 1982.
25. Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга. Часть IV: Учебное пособие/ Под ред. Д.Б. Гелашвили. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2000.
26. Яремчук В.І., Гончарук В.С., Васильківський І. В. Аналіз викидів товариства з обмеженою відповідальністю «СВІТКАР» // VII-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю, 25-27 вересня, 2019. Вінниця: ВНТУ, 2019. – С. 157.

Додаток А. Технічне завдання

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕЕБ
к.т.н., доцент
_____ В.А.Іщенко
(підпис)

« 15 » 09 2020 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на магістерську кваліфікаційну роботу
НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВИКИДІВ У
ПОВІТРЯ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«СВІТКАР»

08-48. МКР.213.00.000 ТЗ
спеціальність 183 – Технології захисту навколишнього середовища

Керівник магістерської кваліфікаційної
роботи: д.т.н., професор
_____ Г.В. Сакалова
(підпис)
« 15 » 09 2020 р.

Розробив: студент гр. ЕКО-19м
_____ В.І.Яремчук
(підпис)
« 15 » 09 2020 р.

1. Підстава для проведення робіт.

Підставою для виконання роботи є наказ № 214 по ВНТУ від «25» 09 2020 р., та індивідуальне завдання на МКР, затверджене протоколом № 2 засідання кафедри ЕЕБ від «8» 09 2020 р.

2. Мета роботи. Дослідження впливу цукрового виробництва ТОВ «Світкар» на стан навколишнього природного середовища та розробка заходів, спрямованих на підвищення його екологічної безпеки.

3. Вихідні дані для проведення робіт.

Карта-схема ТОВ «Світкар» (додаток Б). Технологічна схема ТОВ «Світкар» по виробництву цукру-піску (додаток В).

4. Методи дослідження. Використано методи комплексного, системного науково-обґрунтованого аналізу, а також методи математичної статистики та кореляційного аналізу.

5. Етапи роботи і терміни їх виконання

№ з/п	Найменування етапів МКР	Термін виконання
1.	Розробка технічного завдання	15.09.2020
2.	Дослідження технологічної схеми виробництва цукру.	30.09.2020
3.	Аналіз екологічної безпеки діяльності ТОВ «Світкар» та моделювання розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері.	15.10.2020
4.	Аналіз екологічної безпеки переробки відходів цукрового виробництва.	30.10.2020
5.	Розробка природоохоронних заходів для підвищення екологічної безпеки при виробництві цукру.	10.11.2020
6.	Економічна ефективність ресурсоенергозберігаючих заходів на ТОВ «СВІТКАР».	20.11.2020
7.	Підготовка висновків, додатків і переліку літератури.	30.11.2020

6. Призначення і галузь використання

Результати роботи будуть використані для здійснення інвентаризації викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел ТОВ «Світкар» та інших цукрових виробництв.

7. Вимоги до розробленої документації

Пояснювальна записка та графічна частина

8. Порядок приймання роботи

Публічний захист роботи « » _____ 2020 р.

Початок розробки « 8 » 09 2020 р.

Граничні терміни виконання МКР « 1 » 12 2020 р.

Розробив студент групи ТЗД-19м _____ Яремчук В'ячеслав Іванович
(підпис)

Додаток В.

Технологічна схема ТОВ «Світкар» по виробництву цукру-піску

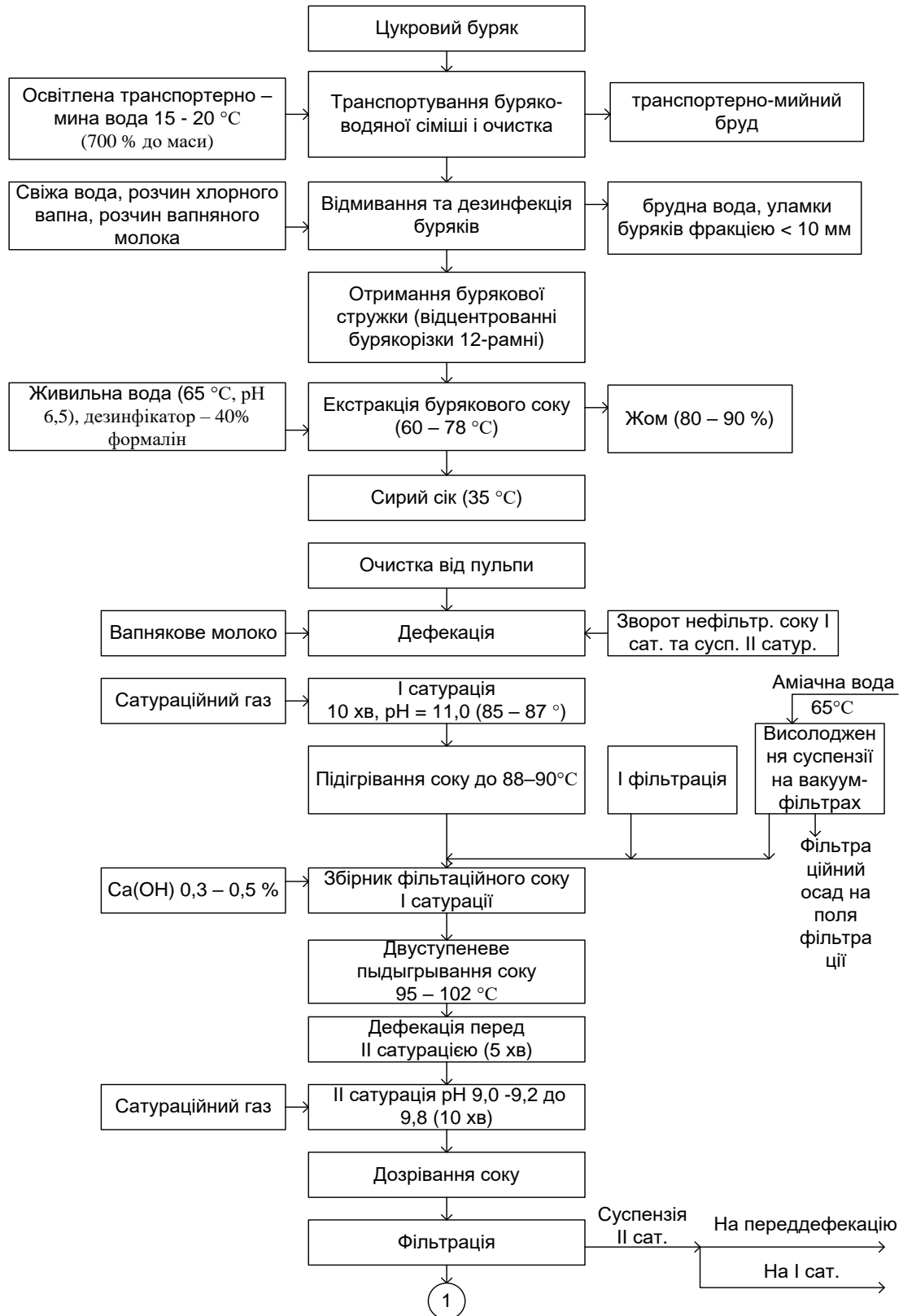
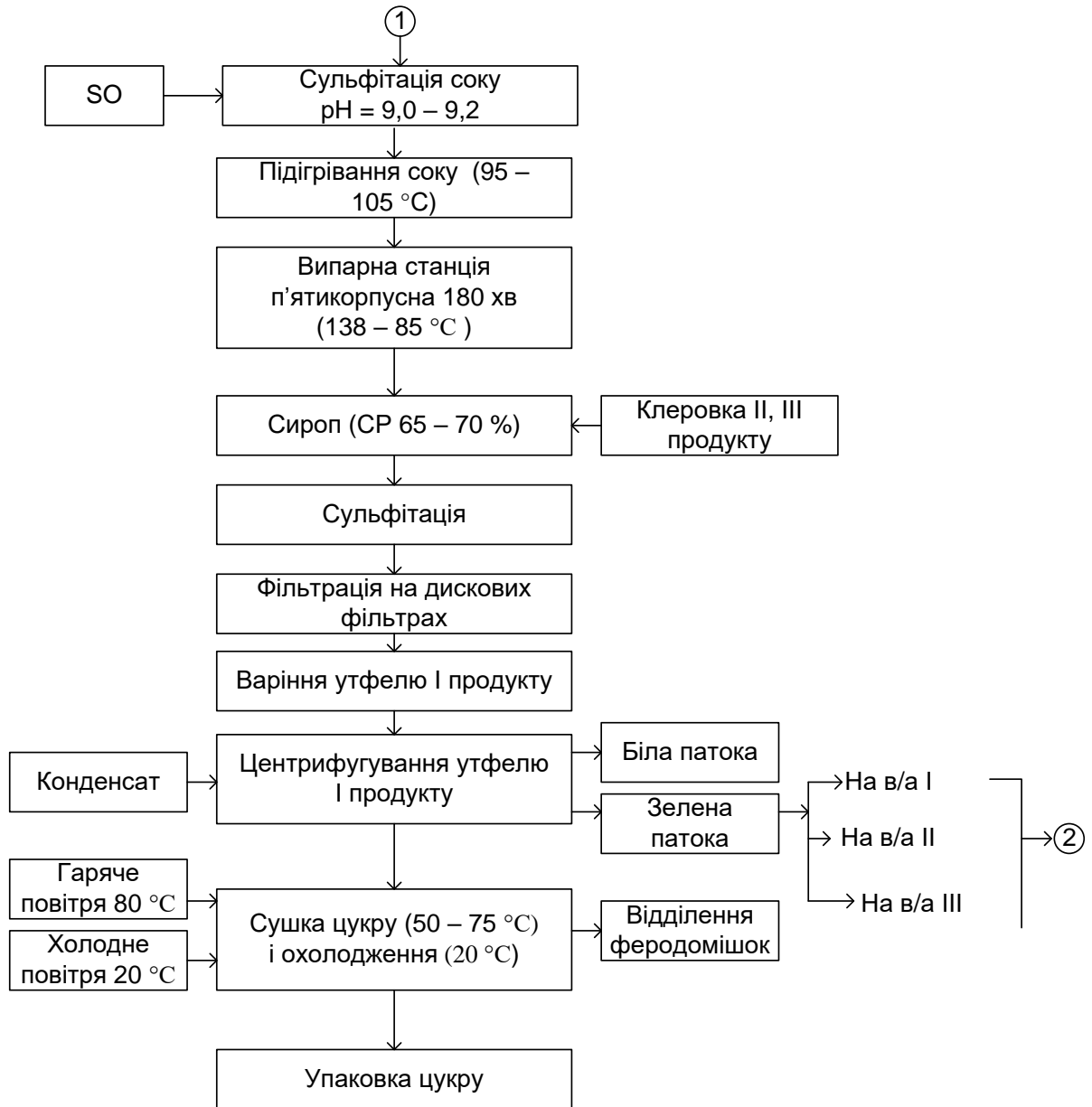
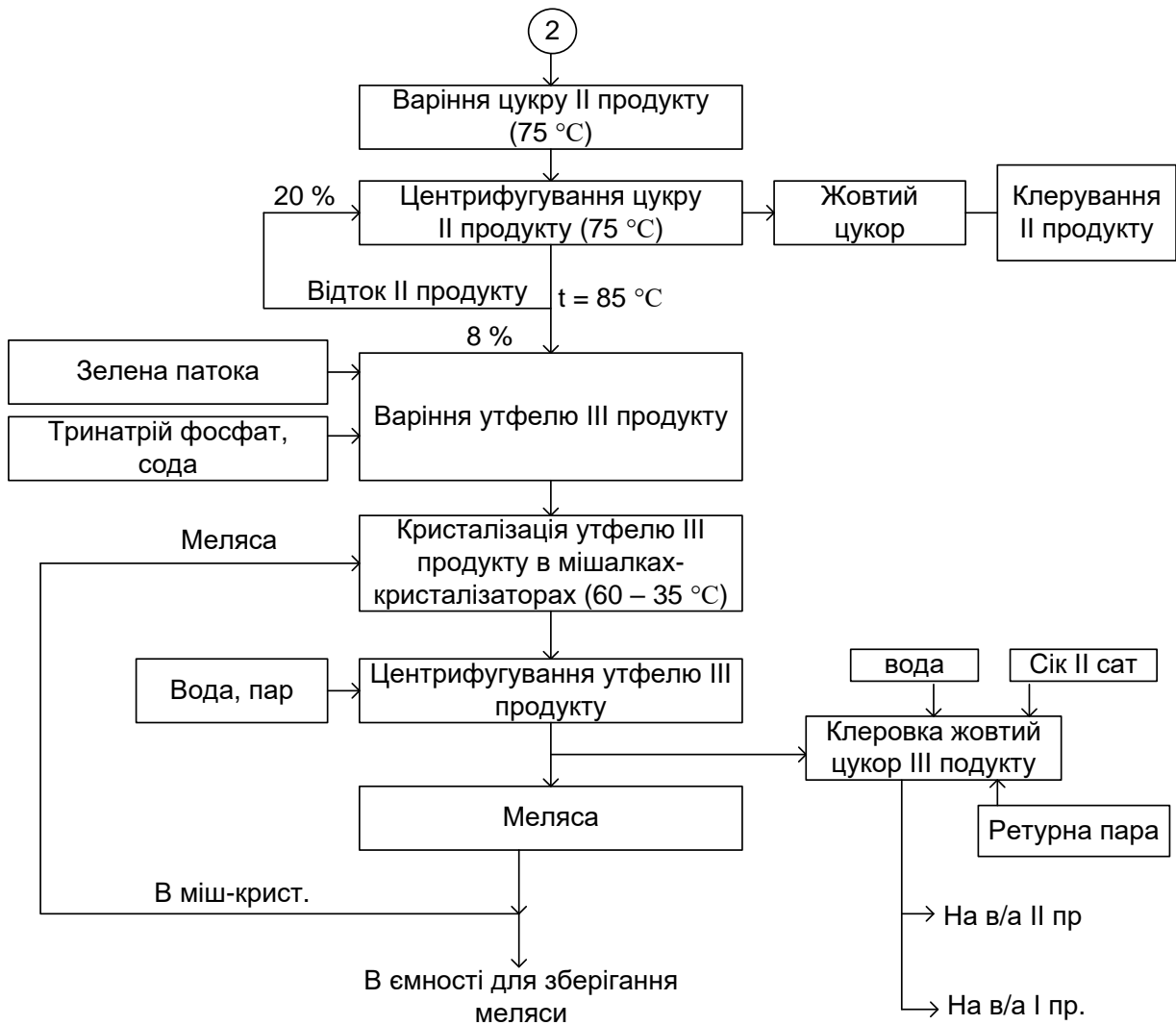


Рисунок В.1 Технологічна схема виготовлення цукру

Продовження рисунку В.1

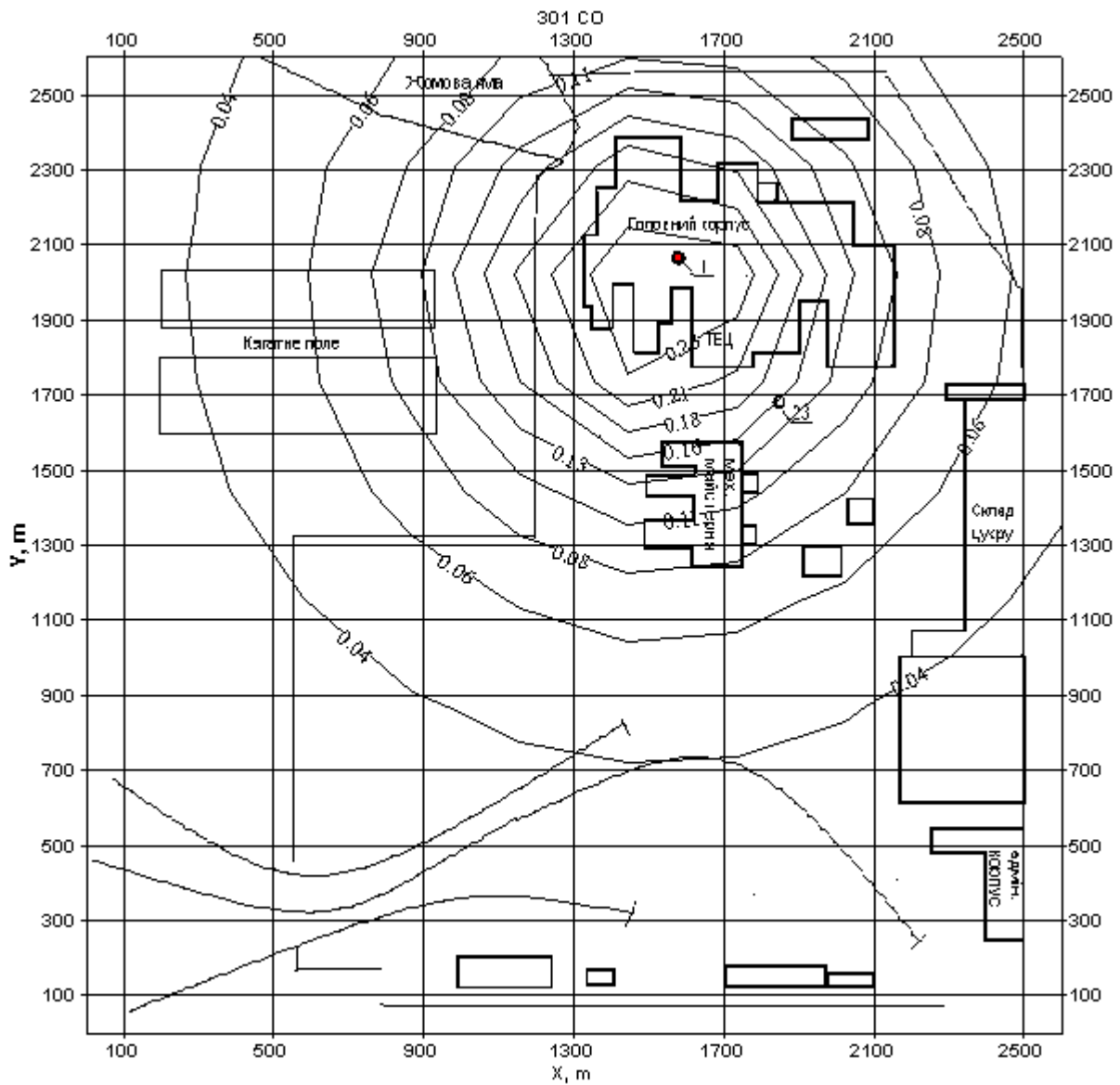


Продовження рисунку В.1



Додаток Г.

Карта розсіювання оксиду карбону (II)



1 – відділ сокоочистки

Рисунок Г.1 – Карта розсіювання оксиду карбону (II)

Додаток Д.

Стационарні джерела викидів шкідливих речовин ТОВ «Світкар»

Таблиця Д.1 – Опис викиду шкідливих речовин

Код джерела	Найменування джерела	Координати джерела		Висота джерела	Діаметр джерела	Параметри пилогазових суміші		
		X, м	Y, м			Об'єм, м ³ /с	Швидкість, м/с	Температура, °С
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Сагурація соку І	65	71	20	0,75	1,74	4,0	80
2	Сагурація соку ІІ	74	75	20	0,5	0,67	3,4	61
3	Сульфатація соку	88	103	20	0,315	0,38	4,92	70
4	Сульфатація сиропу	94	111	20	0,315	0,36	4,61	68
5	Сульфатація 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 дільниця	110	6	10	0,5	0,39	2	19
23	ТЕЦ	127	42	75	2,6	22,2	4,19	130

Додаток Е.
Акт впровадження результатів магістерської кваліфікаційної роботи

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ІнЕБМД, д.т.н.,
професор
_____ Петрук В.Г.
“ ____ ” _____ 2020 р.

АКТ
впровадження результатів
магістерської кваліфікаційної роботи
студента групи ТЗД-19м
Яремчука В'ячеслава Івановича
на тему: «НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
ВИКИДІВ У ПОВІТРЯ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «СВІТКАР»
у навчальний процес

Комісія у складі професора Ранського А. П., доцента Кватернюка С. М., доцента Петрука Р.В. склали цей акт про те, що в інституті екологічної безпеки та моніторингу довкілля Вінницького національного технічного університету під час виконання практичних занять з дисципліни «Організація та управління в природоохоронній діяльності» впроваджено такі результати, розроблені магістрантом Яремчуком В'ячеславом Івановичем:

1. Удосконалена модель екологічного контролю підприємств цукрової галузі, яка дасть змогу підвищити ефективність контролю скидів, викидів та відходів на цих підприємствах.

2. Розроблена методика планування природоохоронних ресурсоенергозберігаючих заходів для підприємств цукрової промисловості, яка базується на використанні показника еколого-економічної ефективності.

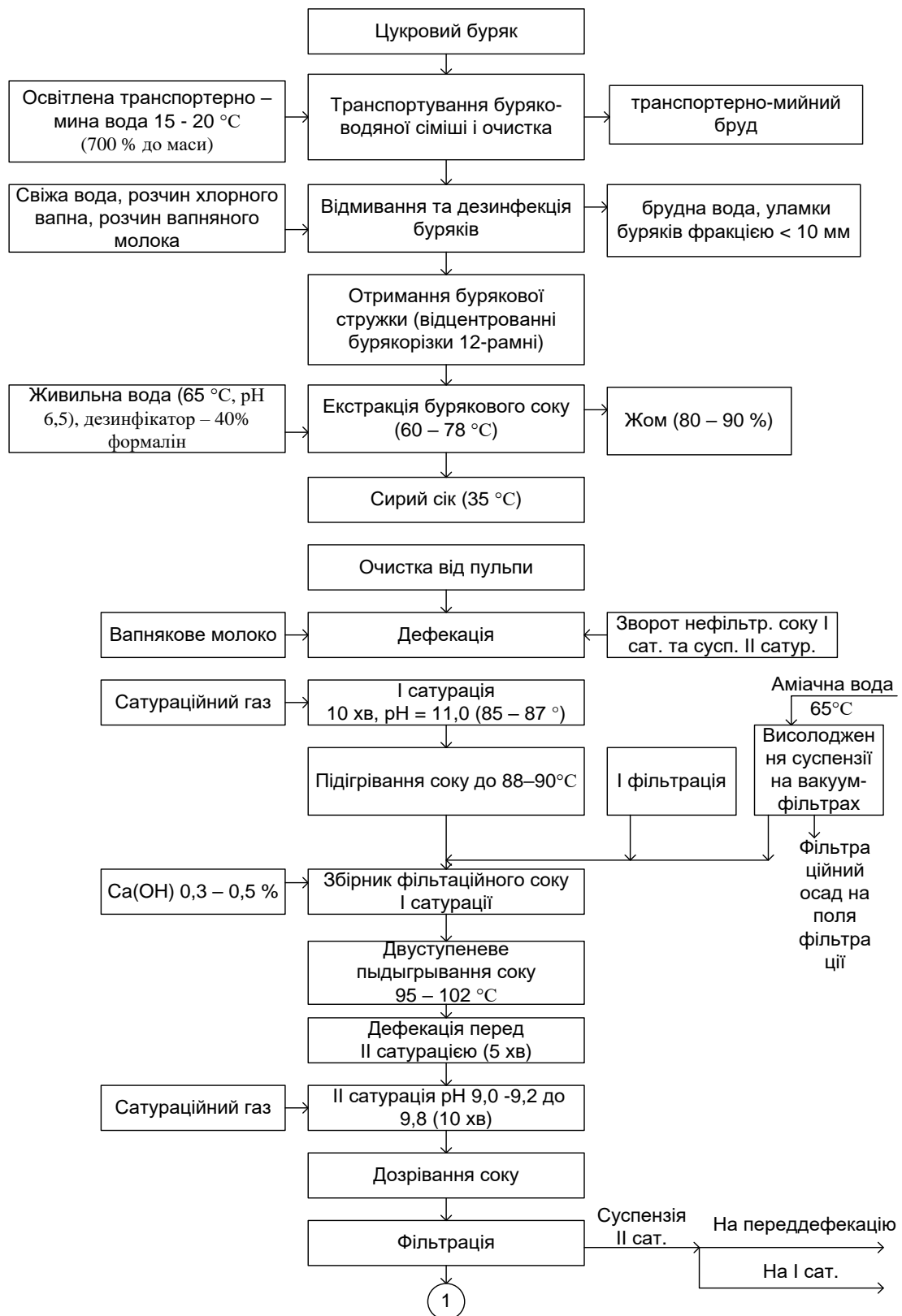
“ ____ ” _____ 2020 р.

Голова комісії: _____ д.х.н., професор, завідувач кафедри
ХХТ Ранський А. П.

Члени комісії: _____ к.т.н., доцент каф. ЕЕБ Кватернюк С.М.

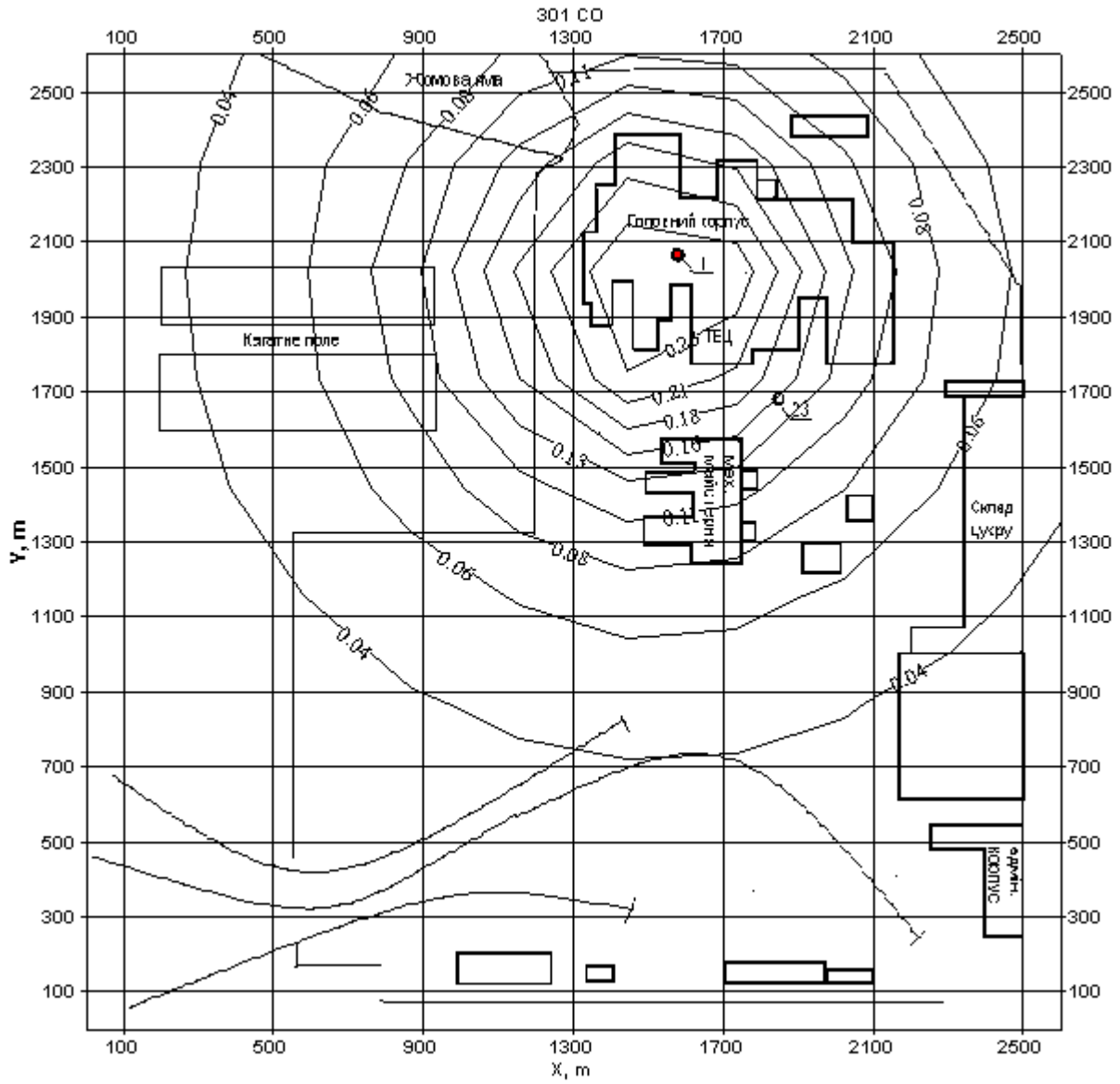
_____ к.т.н., доцент кафедри ЕЕБ Петрук Р. В.

Технологічна схема ТОВ «Світкар» по виробництву цукру–піску



					08-48.МКР.213.00.001 ГЧ				
					Технологічна схема ТОВ «Світкар» по виробництву цукру-піску	Літ.		Маса	Масшт
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата					
Розробив		Яремчук В. І.		30.11					
Перевірів		Сакалова Г.В.		30.11					
Т.контр.						Аркуш 1 5		Аркушів 3	
Рецензент		Тітов Т.С.		30.11	ВНТУ, ІнЕБМД, ТЗД-19м				
Н. контр.		Васильківський І.В.		30.11					
Затвердив		Іщенко В.А.		30.11					

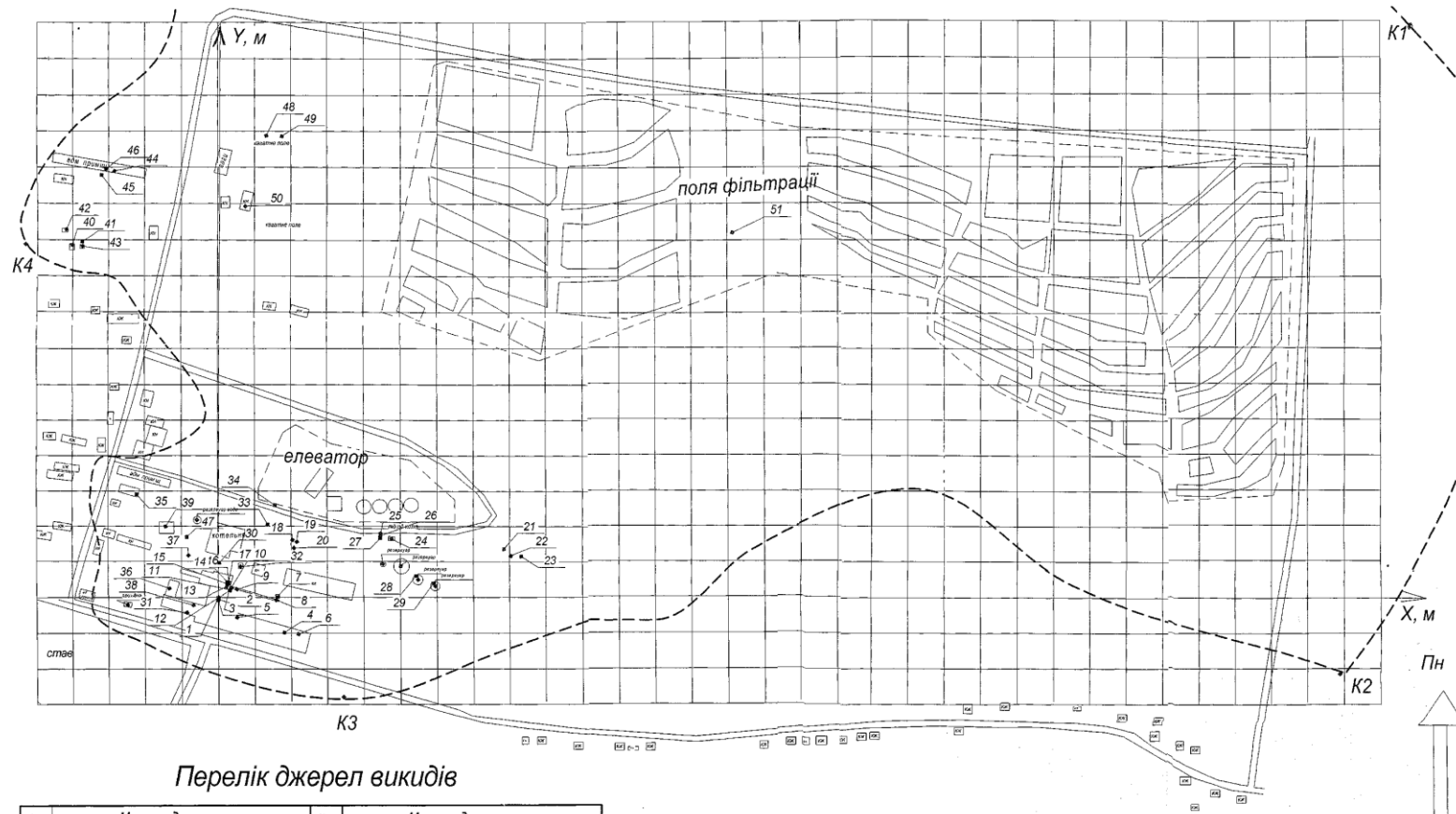
Карта розсіювання оксиду карбону (II)



1 – відділ сокоочистки

					08-48.МКР.213.00.002 ГЧ										
										Карта розсіювання оксиду карбону (II)			Літ.	Маса	Масшт
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата											
Розробив		Яремчук В. І.		30.11											
Перевірів		Сакалова Г.В.		30.11											
Т.контр.							Аркуш 2	Аркушів 3							
Рецензент		Тітов Т.С.		30.11			ВНТУ, ІнЕБМД, ТЗД-19м								
Н. контр.		Васильківський І.В.		30.11											
Затвердив		Іщенко В.А.		30.11											

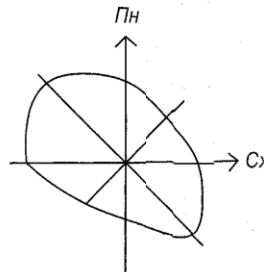
Звіт по інвентаризації викидів забруднюючих речовин ТОВ «Світкар»



Перелік джерел викидів

№	Назва джерела	№	Назва джерела
1	Труба сатуратора I ступеню	26	Дихальний клапан приймального резервуару мазуту
2	Труба сатуратора II ступеню	27	Насоси перекачування мазуту
3	Труба скиду сатураційного газу	28-29	Дихальний клапан резервуару зберігання мазуту №1, 2
4	Труба сульфатації сиропоу	30	Труба котла №1, 2
5	Труба сульфатації води	31-32	Труба опалювального котла №3, 4
6	Труба сушильного барабану	33	Шіфний вентильований пункт
7	Бункр розвантаження валянку та вузеля	34	Газорегуляторний пункт
8	Дробарка валянку	35	Пилорама
9	Грот валянку	36	Витяжна труба обжарювання харчових продуктів
10	Транспортер валянювального каменю та вузеля	37	Пост електрозварювання №1
11	Відвантаження відходів валянку	38	Заточний верстат
12	Відвантаження відходів вузеля	39	Димова труба кузи
13	Труба валянювального апарату	40	Заправний пристрій дизельного палива
14-17	Труба вивантаження некашевого валя	41	Заправний пристрій бензину
18	Розвантаження вузеля на склад	42-43	Дихальний клапан резервуару для зберігання нафтопродуктів
19	Склад зберігання вузеля	44	Акумуляторна
20	Завантаження вузеля зі складу	45	Пост електрозварювання
21	Розвантаження валянку на склад	46	Заточний верстат
22	Склад зберігання валянку	47	Бетонозмішувач
23	Завантаження валянку зі складу	48-49	Навантажувач бурликів №1, 2
24	Димова труба котла (для обжарки цистерми)	50	Труба опалювального котла №6
25	Злив мазуту із залізничних цистерм	51	Поля фільтрації

Умовні позначення:
 - джерело викидів забруднюючих речовин;
 - нормативна санітарно-захисна зона з урахуванням розмірів вітрів;
K1 - контрольні точки на межі нормативної СЗЗ;



Звіт по інвентаризації викидів забр. речовин								
Зм	Лист	Масштаб	Підпис	Дата	ТОВ "СВІТКАР"	Літера	Маса	Масштаб
								1:4000
Генеральний план проммайданчика						Аркуш	Аркушів	
						ПП "Інтер-Еко"		
Н. контроль Затверджені								

					08-48.МКР.213.00.003 ГЧ				
					Звіт по інвентаризації викидів забруднюючих речовин ТОВ «Світкар»	Літ.		Маса	Масшт
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи	Дата					
Розробив		Яремчук В. І.		30.11 20					
Перевірив		Сакалова Г.В.		30.11 20					
Т.контр.						Аркуш 3 5		Аркушів 3	
Рецензент		Тігов Т.С.		30.11 20		ВНТУ, ІнЕБМД, ТЗД-19м			
Н. контр.		Васильківський І.В.		30.11 20					
Затвердив		Іщенко В.А.		30.11 20					