

АНАЛІЗ ВИКИДІВ ГАЙСИНСЬКОГО ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано схему виробничої структури відкритого акціонерного товариства «Гайсинський цукровий завод», та її вплив на довкілля. Дана характеристика джерел утворення викидів забруднюючих речовин підприємства. Запропоновані рекомендації щодо зменшення викидів цукрового виробництва відкритого акціонерного виробництва «Гайсинський цукровий завод».

Ключові слова: цукрова промисловість, виробництво цукру, викиди цукрового виробництва, забруднення атмосферного повітря, ресурсозбереження, енергозбереження.

Abstract

The scheme of the production structure of the open joint-stock company "Gaisinsky Sugar Plant" and its impact on the environment are analyzed. The characteristics of the sources of pollutant emissions of the enterprise are given. Recommendations are proposed for reducing emissions from sugar production of the open joint-stock company "Gaisinsky Sugar Plant".

Keywords: sugar industry, sugar production, sugar production emissions, atmospheric air pollution, resource conservation, energy conservation.

Вступ

Цукрова промисловість є найскладнішою за технологічними процесами серед інших галузей харчової промисловості. Велика кількість складних технологічних процесів призводить до утворення значних викидів в атмосферне повітря, утворення стічних вод та відходів під час виробництва.

Метою роботи є аналіз викидів Гайсинського цукрового заводу та розроблення рекомендацій для зменшення їх впливу на навколишнє середовище.

Аналіз викидів забруднюючих речовин цукрового виробництва

ТОВ «Продовольча Компанія «Зоря Поділля» (ВАТ «Гайсинський цукровий завод») розташований у місті Гайсин Вінницької області. Адреса потужностей: вул. Заводська, 150, м. Гайсин, Вінницька область, 23700. Розташування підприємства показано на рисунку 1.

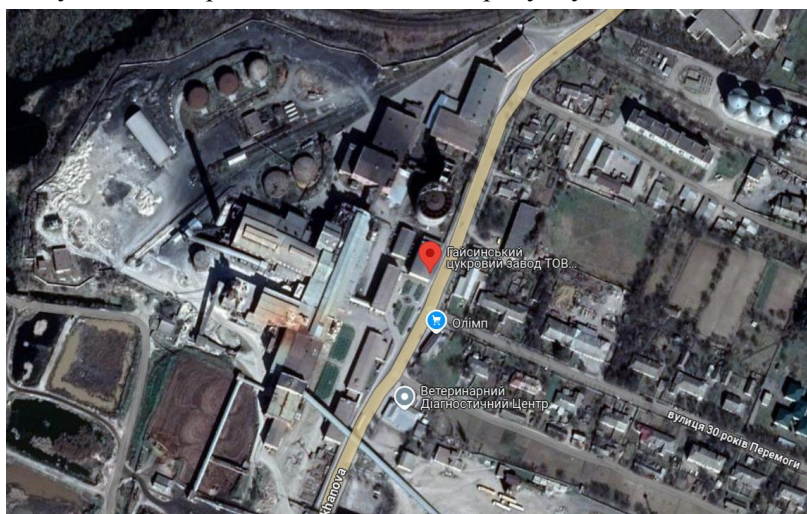


Рис. 1. Розташування ВАТ «Гайсинський цукровий завод»

Характеристика джерел утворення та викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря відбувається під час виготовлення цукру-піску та гранульованого жому із цукрового буряка. Гайсинський цукровий завод має сезонний тип виробництва (сезон триває 110 днів) [1, 2].

Основне виробництво включає котельню, склади вапняку та вугілля, вапнякове відділення, сульфитацію води, сатурацію води, згущення та кристалізацію цукру, сушку цукру, сушку та гранулювання жому. Джерела забруднення повітря представлені на рисунку 2.

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

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

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

Для забезпечення технологічних потреб виробництва достатньо одночасної роботи трьох котлів. В результаті згоряння палива в атмосферне повітря здійснюється викид таких забруднюючих речовин, як азоту діоксид, вуглецю оксид, зола, ангідрид сірчистий, суміш насичених вуглеводнів, метан, вуглецю діоксид.

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

При роботі котлів в атмосферне повітря надходять такі забруднюючі речовини: азоту діоксид, вуглецю оксид, ангідрид сірчистий, зола, суміш насичених вуглеводнів, метан, а також вуглецю діоксид [3, 4].

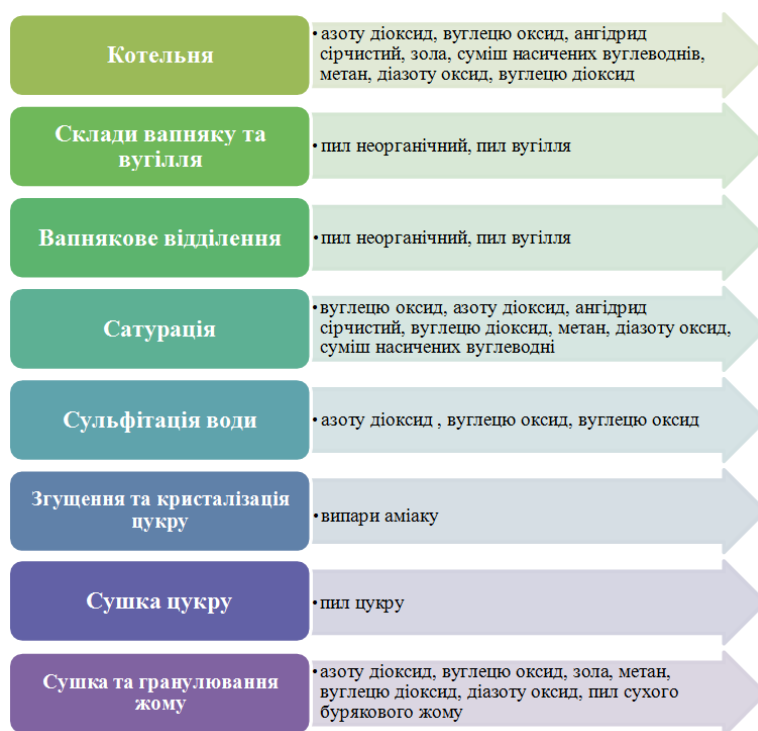


Рис. 2. Джерела забруднення атмосферного повітря

Вугілля та вапняковий камінь, що необхідні для технологічних потреб в процесі виробництва цукру, надходять на підприємство залізницею і зберігаються на складах. При розвантаженні та зберіганні відбувається викид в атмосферне повітря пилу неорганічного та пилу вугілля. Автотранспортом вугілля та вапняковий камінь подається в приймальний бункер для подальшого дроблення до необхідної фракції та сортування. У вапняковому відділенні після віброгрохоту

матеріал подається в дозувальні бункери та за допомогою скіпових ковшів завантажуються в дві шахтних випалювальних печі потужністю 100 та 200 т/добу. При здійсненні цих операцій в атмосферне повітря надходить пил неорганічний та пил вугілля. Вапно і сатураційний газ отримують безпосередньо на цукровому заводі, випалюючи вапняковий камінь у вертикальних вапняково-газових печах. Шахтна піч із змішаною подачею використовує вапняковий камінь розміром 20-80 мм. В якості палива використовується вугілля або кокс, розмір якого трохи менший за розміри каміння, таким чином кокс рухається вниз із камінням, але не крізь проміжки. Вапняк (доломіт) (CaCO_3) разом з твердим паливом подають в піч зверху печі. В процесі випалювання вапняк проходить три зони:

- зона підігріву (вапняк нагрівається до температури 850°C);
- зона безпосереднього випалювання (досягається температура $900-1200^\circ\text{C}$, що дозволяє отримати вапно). В зоні випалювання зі шматків вапняку утворюється вуглекислий газ CO_2 і вапно CaO ;
- зона охолодження, де температура отриманого вапна знижується до $40-100^\circ\text{C}$ способом пропускання через шар продукту повітря, що подається знизу.

Сатураційний газ відсмоктується з верхньої частини печі, проходить певні стадії очистки та охолоджується, після чого насосом подається до сатураторів. Після випалювання вапняку, одержане негашене вапно поступає із печі на гасіння у обертальний вапногасник, куди одночасно подається вода. У вапногасильному апараті відбувається викид пилу неорганічного з вмістом діоксиду кремнію – нижче 20% [5].

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

Перша і друга сатурація – обробка дифузійного соку діоксидом вуглецю з метою очистки його від «нецукрів» шляхом адсорбції їх на поверхні утворювальних кристалів CaCO_3 . З водяними парами в атмосферу викидаються вуглецю оксид, азоту діоксид, ангідрид сірчистий, вуглецю діоксид, а також метан, діазоту оксид, суміш насичених вуглеводнів.

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

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

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

Виробничий процес отримання гранульованого жому складається з наступних операцій: віджимання з жому частини води, сушіння віджатого жому і гранулювання висушеного жому. Віджимання жому проводиться на жомовіджимних пресах, при цьому вміст сухих речовин в жомі підвищується з 6,2 до 15-18%. Для сушіння жому до вологості 10-12% застосовуються барабанні роторні сушарки (2 шт).

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

Сухий жом після сушіння в жомосушильних барабанах подається у відділення для гранулювання. В процесі аспірації відділення гранулювання жому в атмосферне повітря надходить пил сухого бурякового жому. Готові гранули відвантажуються на автотранспорт для подальшої реалізації [11].

Допоміжне виробництво включає опалення, механічну майстерню, кухню, депо, склади інертних матеріалів, лабораторію, поля фільтрації. Допоміжне обладнання, яке присутнє на промисловому майданчику підприємства, призначене для обслуговування та забезпечення роботи цукрового заводу [6-9].

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

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

Для поточного ремонту обладнання на зварювальній дільниці в механічній майстерні присутній пост електрозварювання. Електродугове зварювання відбувається електродами марки АНО-36. При зварювальних роботах в атмосферне повітря надходять такі забруднюючі речовини: заліза оксид, марганцю оксид, кремнію діоксид, фториди добре розчинні, фториди погано розчинні, фтористий водень. На дільниці застосовується також газова різка металу пропан-бутановою сумішшю. Під час газорізальних робіт в атмосферне повітря надходить: заліза оксид, марганцю оксид, азоту оксид, вуглецю оксид.

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

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

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

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

Кількісна та якісна характеристика забруднюючих речовин, що поступають в атмосферу від організованих та неорганізованих джерел викидів ВАТ «Гайсинський цукровий завод» наведена в таблиці 1.

З таблиці видно, що дане підприємство викидає в атмосферу найбільше оксиду нітрогену (II), оксиду сульфуру (II) та оксиду карбону (II).

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

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
Зола	0,3	3	0,178
Кальцію оксид	0,05	3	4,12
Кальцію гідроксид	0,05	3	1,411
Кальцію карбонат	0,05	3	0,61
Сірка елементарна	0,07	-	0,009
Уайт-спіріт	1,0	-	0,069
Пил вугільний	0,11	-	0,215
Оксид феруму (III)	0,04	3	0,091

Рекомендації щодо зменшення викидів цукрового виробництва

Скорочення димових газів котлоагрегатів підприємства можна досягнути за рахунок підвищення енергоефективності і скорочення розмірів втрат теплової енергії в процесі згорання за рахунок зниження температури димових газів, що викидається в атмосферу. Це може бути досягнуто шляхом:

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

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

Перераховані вище стратегії (за винятком періодичної очистки) потребують додаткових інвестицій. Оптимальним для прийняття рішення про їх використання являється період проектування і будівництва нової установки. В той же час, можливо й впровадження цих рішень на існуючому підприємстві (при наявності необхідних площадок для установки устаткування) [9, 10].

Деякі застосування енергії димових газів можуть бути обмежені внаслідок різниці між температурою газів і потребами у певній температурі на вході енерговикористовуючого процесу. Прийнятна величина вказаної різниці визначається балансом між енергозбереженням і витратами на додаткове устаткування, що необхідне для використання енергії димових газів. Однак, заходи по зниженню температури димових газів можуть приводити до збільшення утворень деяких забруднюючих речовин.

Висновки

Для зменшення викидів димових газів і впливу на навколишнє середовище підприємства в цілому, можливе за рахунок зниження надлишку повітря горіння. Надлишок повітря горіння може бути зведений до мінімуму за допомогою регулювання витрат повітря в співвідношенні з витратами палива. Ця задача може бути значно полегшена у вигляді автоматизованого вимірювання вмісту кисню в димових газах. В залежності від того, наскільки швидко і часто змінюються відповідні характеристики технологічного процесу, витрата повітря може регулюватися вручну або в автоматизованому режимі. Занадто низькі витрати повітря приводять до гасіння полум'я і необхідності повторного запалювання, що може викликати зворотні удари полум'я і, як наслідок, пошкодження устаткування. Тому дотримання техніки безпеки завжди потребує деякого надлишку

повітря.

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

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

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

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

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

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

Якщо і далі зменшувати подачу окислювача, то окрім СО в продуктах горіння будуть присутні водень і навіть вуглець у вигляді сажі. Таким чином, наявність достатнього надлишку повітря в топці є гарантією незначної кількості викидів оксиду вуглецю в атмосферне повітря.

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

Отже, підтримання балансу між мінімальним та достатнім надлишком повітря в топці котлоагрегату забезпечує нормативно допустимі викиди NO_x та СО.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Данилишин М. С. Стан, проблеми та перспективи розвитку бурякоцукрового виробництва України / М. С. Данилишин. // Інноваційна економіка. – 2014. – №55. – С. 53–58.
2. Цукрова галузь України в цифрах. // Національна асоціація цукровиків України. – 2019. – С. 20–29.
3. Офіційний сайт Національної асоціації цукровиків України [<http://www.sugarua.com>].
4. Цукрова галузь України в цифрах. // Національна асоціація цукровиків України. – 2019. – С. 20–29.
5. ДСТУ 4623:2006 Цукор білий. Технічні умови – Київ: Держспоживстандарт України, 2007. – 18 с.
6. Про затвердження Інструкції про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві від 10.02.95 № 7 // Зареєстровано в Міністерстві юстиції України. – 15.03.1995 р. – № 61/597.
7. Коваленко О.О., Василів О.Б., Патік Т.П. Оцінка ефективності використання води на підприємствах харчової галузі [Електронний ресурс] Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Otkhv/2010_25/Koval_2.pdf
8. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів, затверджені наказом МОЗ України від 19.06.1996, №173 та зареєстровані в Міністерстві юстиції України 24 липня 1996 р. за №379/1404.
9. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами – Донецьк: Український науковий центр технічної екології, 2004.
10. Технології захисту навколишнього середовища. Ч.1. Захист атмосфери: підручник / Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В., Крусір Г.В., Клименко М.О., Сакалова Г.В. – Херсон:Олді-плюс, 2019. –432 с.

11. Васильківський І. В., Петрук Р. В., Крусір Г. В. Клименко М. О., Сакалова Г. В. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 4. Технології поводження з відходами харчових виробництв. Підручник. – Херсон: Олді-плюс, 2019.- 520 с.

Васильківський Ігор Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: igor.vntu@gmail.com

Тітов Тарас Сергійович – канд. хім. наук, доцент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Гут Іван Сергійович – студ. групи ЕКО-21б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ivanhut2004@gmail.com

Igor V. Vasykivskiy – Ph.D., Docent, Associate Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: igor.vntu@gmail.com

Taras S. Titov – Ph.D. (Chem.), Associate Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Ivan S. Hut – student, Faculty of Civil Engineering, Civil and Ecological Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ivanhut2004@gmail.com