

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Ярмошик Іванна Миколаївна

УДК 541; 661.7

**ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИХ  
СТАНЦІЙ УКРАЇНИ ПРИ ОДОРИЗАЦІЇ ПРИРОДНОГО ГАЗУ**

Спеціальність 101 - Екологія

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня

магістр

Київ-2018

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі інженерної екології в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник доктор педагогічних наук, кандидат технічних наук  
**Кофанова Олена Вікторівна**, Національний  
технічний університет України «Київський  
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
професор кафедри інженерної екології

Захист відбудеться «19» грудня 2018 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» за адресою: 03056, м. Київ, вул.. Борщагівська, 115, ауд. 201.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» за адресою: 03056, м. Київ-56, просп.. Перемоги, 37.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Природний газ на теперішній час є одним із пріоритетних енергоресурсів та найбільш екологічно чистим видом палива.

Природний газ не має кольору та характерного запаху, який би вирізняв його з поміж інших газів, і в зв'язку з цим будь-який нецільовий витік може призвести до самозаймання газу, вибуху, отруєння парами тощо. Для запобігання вище перерахованих проблем природному газу надається запах за допомогою спеціальних речовин – одорантів.

Одоранти – це речовини, які додають до газу, щоб надати йому специфічного запаху, головним чином попереджувального, або за яким можна визначити місце його витіку. Одоризація газу є важливим фактором забезпечення екологічної безпеки при промисловому та побутовому використанні природного газу [1].

В Україні, відповідно до ДСТУ 3377-96, використовується в якості одоранта етилмеркаптан (етантиол). Дана речовина є органічною сполукою, представником ряду тіолів складу  $C_2H_5SH$  [2].

Так як вплив високих концентрацій етилмеркаптану є шкідливим для організму людини, ГОСТ 5542-87 обмежує вміст меркаптанової сірки в паливних газах для побутово-комунального призначення в кількості  $36 \text{ мг/м}^3$  ( $70 \text{ мг/м}^3$  у перерахунку на етилмеркаптан). Нормативне значення концентрації одоранту в газі становить  $16 \text{ мг/м}^3$  [3].

**Мета дослідження** – підвищення екологічної безпеки при одоризації газу шляхом використання одоранту із кращими екологічними характеристиками.

Для досягнення зазначеної мети поставлені та вирішені наступні **задачі:**

- проаналізувати екологічні проблеми процесу одоризації природного газу;

- обґрунтувати вибір кротонового альдегіду у якості одоранту природного газу шляхом проведення оцінки впливу викидів забруднюючих речовин на навколишнє природне середовище та на здоров'я людей;

- встановити залежність між викидами забруднюючих речовин та кількістю перекачаного природного газу;

- розробити стартап-проект «Синтез кротонового альдегіду».

**Методи дослідження:** системний аналіз науково-технічної літератури, методи сучасних комп'ютерних технологій обробки інформації, зокрема програмні комплекси "EOL+" версія 5 (MS Windows) та MS Excel; чисельні методи розв'язання навчальних і науково-технічних задач.

**Об'єкт дослідження** – одоранти природного газу етантіол та кротоновий альдегід.

**Предмет дослідження** – вплив викидів парів одорантів на навколишнє природне середовище та здоров'я людей/

**Наукова новизна отриманих результатів.** Вперше визначено залежність обсягів викидів парів одоранту від кількості перекачаного природного газу газорозподільною станцією. Обґрунтовано вибір кротонового альдегіду як одоранта.

**Практичне значення отриманих результатів.** Використання кротонового альдегіду в якості одоранта природного газу дозволить підвищити екологічну безпеку на газорозподільних станціях України

**Особистий внесок здобувача.** Автором самостійно проведено аналіз літературних джерел, визначені обсяги викидів парів одоранту в залежності від кількості перекачаного природного газу газорозподільною станцією, зроблена оцінка впливу одорантів на навколишнє природне середовище та здоров'я людей, розроблено стартап-проект.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи доповідалися на I Науково-технічній конференції магістрантів Інституту енергозбереження та енергоменеджменту .

**Публікації.** За матеріалами дисертації опублікована 1 робота.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 61 найменування, додатків. Основний текст викладено на 70 сторінках друкованого тексту, містить 8 рисунків, 45 таблиць.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми дисертації.ю сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет досліджень, наведено методи проведення досліджень, показано наукову новизну і практичне значення отриманих в дисертації результатів, вказано особистий внесок здобувача, наведено дані про впровадження результатів роботи, їх апробацію та публікацію.

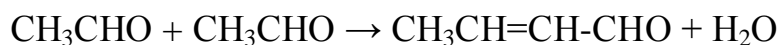
**У першому розділі дисертації** розглянуті екологічні проблеми одоризації природного газу, а саме: збереження експлуатаційних властивостей на всіх етапах одоризації; дотримання вимог до одорантів; утилізації виведених із експлуатації ємностей зберігання одоранта, пошуку «ідеального» одоранта.

Процес одоризації здійснюється в спеціальних установках. На ГРС України використовують гнітові, барботажні, крапельні та з використанням дозуючих насосів установки для одоризації природного газу з автоматичним або півавтоматизованим управлінням. Викиди ЗР здійснюються через джерело викиду блоку одоризації ГРС.

Для підвищення екологічної безпеки при одоризації газу пропонується використання кротонового альдегіду.

**У другому розділі дисертації** надається коротка характеристика потенційного одоранту кротонового альдегіду  $\text{CH}_3\text{CH} = \text{CHCHO}$ . Він представляє собою прозору рідину із різким запахом, пригоріння розкладається  $\text{H}_2\text{O}$  і  $\text{CO}_2$ .

Розглянута методика синтезу кротонового альдегіду шляхом альдокротонізації ацетатальдегіду. Методика ґрунтується на процесі проходження хімічної реакції між 2 молекулами ацетатальдегіду :



Здійснений розрахунок об'ємів викидів ЗР під час експлуатації блоку одоризації ГРС. За рік сумарий валовий викид одоранту, який надходить в атмосферне повітря становить  $E_{\text{сум}} = 9,99 \cdot 10^{-8}$  т.

**У третьому розділі дисертації** здійснена оцінка впливу викидів забруднюючих речовин на навколишнє природне середовище та на здоров'я людей. Для спрощення проведення розсіювання сполук у навколишньому природному середовищі використовувався програмний комплекс "EOL+" версія 5 (MS Windows).

Розрахунок розсіювання ЗР був проведений з урахуванням значень фонових концентрацій та кліматичної характеристики населеного пункту.

Проведена оцінка впливу на навколишнє природне середовище показала, що концентрація викидів етантіола перевищує допустиме значення ГДК у 68 разів; максимальні приземні концентрації ЗР у повітрі становлять:  $0,02007 \text{ мг/м}^3$  для кротонового альдегіду та  $0,00205 \text{ мг/м}^3$  для етантіола.

Проведена оцінка впливу ЗР на виникнення захворювань у людей показала, що максимальний коефіцієнт небезпеки при викиді парів кротонового альдегіду становить  $HQ = 0,05639$ , а при етантіолі -  $HQ = 39,83342$ .

Встановлена залежність між обсягом викиду забруднюючої речовини від кількості перекачаного природного газу газорозподільною станцією, яка має вигляд поліному 3<sup>-го</sup> степеню:

$$y = 0,014x^3 - 1,995x^2 + 94,798x - 1501,5$$

**У четвертому розділі дисертації** було проведено маркетингове дослідження аналізу стартап-проєкту «Синтезу кротонового альдегіду».

Фактори конкурентоспроможності та SWOT-аналіз для стартап-проекту та наведено у табл. 1 та табл. 2.

Таблиця 1 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактори конкурентоспроможності	Обґрунтування фактору
1	Екологічність	Кротоновий альдегід в порівнянні із аналогом - етантіолом, має ряд переваг: відсутність сірки у складі сполуки, здійснює менший токсичний вплив на організм людини; мала летючість за нормальних умов
2	Економічність	Ставка податку за викид кротонового альдегіду становить 4016,11 грн/т, це на 13520,31 грн/т менше як за етантіол
3	Безпечність	За токсикологічними характеристиками кротоновий альдегід відноситься до речовин другого класу небезпеки і другого класу токсичності. Показник ступеню небезпеки становить 2,1.
4	Рівень організації процесу виробництва	Забезпечується високий рівень організації шляхом попереднього планування та прогнозування виробництва потрібної кількості товару

Таблиця 2 – SWOT-аналіз стартап-проекту

<p>S (сильні сторони):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-екологічність продукції;</li> <li>-стабільність цінової політики;</li> <li>-розміреність підприємства на території України;</li> <li>-можливість виготовлення одоранту на будь-якому хімічному підприємстві;</li> <li>-мінімальні затрати на логістику;</li> <li>-низька собівартість виготовленого товару;</li> <li>-наявність людських ресурсів для -забезпечення діяльності;</li> <li>-доступ до ресурсів.</li> </ul>	<p>W (слабкі сторони):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-наявність на ринку впливових виробників товару;</li> <li>-здійснення навантаження на навколишнє природне середовище;</li> <li>-відсутність програм по розвитку галузі виробництва одоранту на території України;</li> <li>-відсутність налагодженої схеми збуту продукції;</li> <li>-зміна економічних тенденцій;</li> <li>-зменшення кількості проданої продукції.</li> </ul>
<p>O (можливості):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-привабливість для іноземних інвестицій;</li> <li>-зростання рівня використання одорантів;</li> <li>-вихід на міжнародний ринок;</li> </ul>	<p>T (загрози):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-велика інфляція;</li> <li>-зменшення зацікавленості у продукті;</li> <li>-поява на ринку більш екологічного продукту</li> </ul>

Розглянувши сильні та слабкі сторони проекту, можна зробити висновки, що ідея проекту є актуальною на українському промисловому ринку, однак технології, по яким здійснюється виробництво кротонового альдегіду потребують доопрацювання.

Економічний ефект стартап-проекту становить 4016622,328 грн, термін окупності – 0,27 року.

## **ВИСНОВКИ**

Магістерська дисертація присвячена питанню підвищення екологічної безпеки газорозподільних станцій.

З аналізу літературних джерел встановлено, що одним із шляхів вирішення даного питання є використання менш токсичної речовини, ніж етантіол для одоризації природного газу.

1. В магістерській дисертації запропоновано використання кротонового альдегіду в якості одоранту природного газу.

2. Встановлено, що кротоновий альдегід має ряд переваг перед етантіолом, зокрема це доступність та екологічна безпека, зумовлена відсутністю Сульфуру у структурному складі речовини.

3. Проведена оцінка впливу викидів ЗР на НПС показала, що максимальна приземна концентрація кротонового альдегіду не перевищує допустимі значення і становить  $0,02007 \text{ мг/м}^3$ , а для етантіолу максимальна приземна концентрація перевищує ГДК у 68 разів.

4. Проведена оцінка впливу викидів ЗР на здоров'я людей показала, що кротоновий альдегід не чинить серйозного шкідливого впливу. Коефіцієнт небезпеки для кротонового альдегіду становить  $HQ = 0,05639$ .

5. Встановлена залежність викиду забруднюючої речовини, яка надходить в навколишнє природне середовище під час експлуатації блоку одоризації, від кількості перекачаного природного газу газорозподільною станцією, яка має вигляд полінома 3-го ступеня:



$$y = 0,014x^3 - 1,995x^2 + 94,798x - 1501,5$$

6. Розроблено стартап-проект синтезу кротонового альдегіду на території України. Економічний ефект, якого становитиме 4016622,328 грн, термін окупності – 0,27 року.

Використання кротонового альдегіду на блоці одоризації забезпечить підвищення екологічної безпеки ГРС України.

### **Список опублікованих праць за темою дисертації**

*Тези доповідей на науково-практичних конференція:*

Ярмошик І. М. Одоризація природного газу на ГРС України: матеріали І науково-технічної конференції магістрантів ІЕЕ, м. Київ, 21-22 листопада 2018 р. Київ, 2018. С.9-10.

### **АНОТАЦІЯ**

**Ярмошик І. М. Підвищення екологічної безпеки газорозподільних станцій України при одоризації природного газу. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня магістр за спеціальністю 101 – Екологія. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерство науки і освіти України, Київ, 2018.

Дисертацію присвячено обґрунтуванню доцільності вибору кротонового альдегіду в якості одоранту природного газу, який вирішить проблему підвищення екологічної безпеки на газорозподільних станціях України.

Встановлена залежність об'єму викиду забруднюючої речовини, яка надходить в навколишнє природне середовище під час експлуатації блоку одоризації, від кількості перекачаного природного газу газорозподільною станцією, яка має вигляді поліному  $3^{-0}$ .

$$y = 0,014x^3 - 1,995x^2 + 94,798x - 1501,5$$

Кротоновий альдегід здійснює незначний вплив на навколишнє природне середовище та здоров'я людей. Розраховано коефіцієнт небезпеки цієї речовини, який становить 0,05639.

Чистий економічний ефект стартап-проекту складатиме 4016622,328 грн; термін окупності становитиме 0,27 року.

*Ключові слова: одоранти, етантіол, кротоновий альдегід, викиди, забруднюючі речовини, оцінка впливу, природний газ, одоризація, газорозподільна станція.*

## АННОТАЦІЯ

**Ярмошик І. М. Повышение экологической безопасности газораспределительных станций Украины при одоризации природного газа. - Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени магистр по специальности 101 - Экология. - Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» Министерство науки и образования Украины, Киев, 2018.

Диссертация посвящена обоснованию целесообразности выбора кротонового альдегида в качестве одоранта природного газа, который решит проблему повышения экологической безопасности на газораспределительных станциях Украины.

Установлена зависимость объема выброса загрязняющего вещества, поступающая в окружающую среду при эксплуатации блока одоризации, от количества перекачанного природного газа газораспределительной станцией, имеет виде полинома 3<sup>-го</sup>:

$$y = 0,014x^3 - 1,995x^2 + 94,798x - 1501,5$$

Кротоновий альдегід здійснює незначительне вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей. Розраховано коефіцієнт небезпеки цього речовини, який становить 0,05639.

Чистый экономический эффект стартап-проекта составит 4016622,328 грн; срок окупаемости составит 0,27 года.

*Ключевые слова: одоранты, этантиол, кротоновой альдегид, выбросы, загрязняющие вещества, оценка влияния, природный газ, одоризация, газораспределительная станции.*

## ABSTRACT

### **I. Yarmoshyk Improvement of ecological safety of gas distribution stations of Ukraine during naturalization of natural gas. - The manuscript.**

Thesis for a Master's Degree in specialty 101 - Ecology. - National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" Ministry of Science and Education of Ukraine, Kyiv, 2018.

The dissertation is devoted to substantiation of expediency of choice of croton aldehyde as odorant of natural gas, which will solve the problem of increasing ecological safety at gas distribution stations of Ukraine.

The dependence of the amount of pollutant released into the environment during the operation of the odorization unit is determined from the amount of pumped natural gas by the gas distribution station, which has the form of the 3rd polynomial:

$$y = 0.014x^3 - 1.995x^2 + 94.798x - 1501.5$$

Croton aldehyde has little effect on the natural environment and human health. The hazard ratio of this substance is calculated to be 0.05639.

The net economic effect of the startup project will be UAH 4016622,328; the payback period will be 0.27 years.

*Key words: odorant, etantiol, crotonic aldehyd, wikidis, early speech, assessment, natural gas, odorization, gazorozpodilnaya stantsi.*

Ярмошик Іванна Миколаївна

**Підвищення екологічної безпеки газорозподільних станцій України при  
одоризації природного газу**

Спеціальність 101 - Екологія

(Автореферат)