

Міністерство освіти і науки України  
Київський національний університет будівництва і  
архітектури

# **ENVIRONMENTAL PROTECTION - 2021**

Збірник наукових праць  
за матеріалами

Міжнародної науково-практичної  
онлайн-конференції,

присвяченої Всесвітньому  
дню охорони довкілля, 5 червня

7 червня 2021 року

Київ 2021

Редакційна колегія: Куліков П.М., Чернишев Д.О., Шкуратов О.І., Журавська Н.Є.

Збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції «ENVIRONMENTAL PROTECTION - 2021», присвяченої Всесвітньому дню охорони довкілля, 5 червня 2021 року. Випуск 1. – Київ: Київського національного університету будівництва і архітектури, 2021. – 127 с.

Міжнародна науково-практична онлайн-конференція «ENVIRONMENTAL PROTECTION - 2021» проводилася в рамках виконання договору про співробітництво між Беларуськими університетами та Київським національним університетом будівництва і архітектури. До збірника увійшли матеріали, які відображають результати досліджень з актуальних проблем охорони довкілля, екологічних ризиків, нормативно-правові аспекти захисту навколишнього середовища, ресурсо-енергозберігаючі технології, матеріали, конструкції, обладнання, а також організації управління та зеленої економіки; презентації результатів наукових досліджень учених і визначення перспектив розвитку, підготовки фахівців і наукових кадрів.

Розрахований на працівників для наукових, науково-педагогічних та інженерно-технічних працівників, аспірантів, магістрантів і студентів.

Матеріали збірника опубліковано на web-сайті Київського національного університету будівництва і архітектури ([www.knuba.edu.ua](http://www.knuba.edu.ua)).

УДК 378.1: 001.89(06)

Матеріали друкуються мовами оригіналів.

За виклад, зміст і достовірність матеріалів відповідають автори.

© Київського національного університету будівництва і архітектур

## ЗМІСТ

*Ростислав С.*

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО В БЛИЖАЙШИХ ГОРОДАХ, ПРИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КРУПНЫХ АВИАЦИОННЫХ УЗЛОВ.....8

*Шарий Г.І., Зигун А.Ю., Галінська Т.А.*

ІНТЕГРОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ.....11

*Баитова С.Н., Журавская Н.Е.*

СОСТОЯНИЕ РОДНИКОВ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ.....14

*Белова А.І., Кочедикова А. Є, Орловська А.В.*

ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО ЯК ІНСТРУМЕНТ СТАЛОГО РОЗВИТКУ .....17

*Довгяло Д.А., Янушкевич В.Ф.*

ЗЕЛЕНЬЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕНДЕНЦИИ ИХ РАЗВИТИЯ .....20

*Бошкова І.Л., Тітлов О.С., Волгушева Н.В.*

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ ЗГЛАДЖУВАННЯ ХВИЛЬ ТИСКУ НА НАФТОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ СТАНЦІЯХ.....23

*Брунько В.М.*

ПЕРЕВАЖАЮЧА РОЛЬ СТРУКТУРИ БУДІВЛІ ЩОДО ЇЇ ОБОЛОНКИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИМОГ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА.....26

*Кузовчикова В.А., Василенко Л.О.*

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ В МІСТІ КИЄВІ.....29

*Vorfolomeiev A. V.*

MEANS OF IMPLEMENTATION TO SUPPORT THE SHIFT TO A CIRCULAR ECONOMY IN UKRAINE.....32

*Гиль А.И., Лазовский Е.Д.*

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКАЯ КОМПОЗИТНАЯ СТЕРЖНЕВАЯ АРМАТУРА БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ В СОСТАВЕ КОМБИНИРОВАННОГО АРМИРОВАНИЯ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ.....35

*Гламаздін П.М., Дяченко А.А.*

КОМПЛЕКСНА МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛОГЕНЕРУЮЧОГО ОБЛАДНАННЯ ЯК ЗАХІД ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....40

*Zhuravska N, Gishko V., Irodova A.*

INNOVATIVE PRODUCTION PROCESS TECHNOLOGY.....43

*Zhuravska N., Lusenko V.*

ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MANAGEMENT DECISIONS AS A COMPONENT OF PRODUCTION PROCESSES OF A CLOSED CYCLE ECONOMY.....46

*Залыгина О.С., Чепрасова В.И.*

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ ЗГЛАДЖУВАННЯ ХВИЛЬ ТИСКУ НА НАФТОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ СТАНЦІЯХ

**Бошкова І.Л.**, д.т.н., проф.

ORCID 0001-5989-9223, [boshkova.irina@gmail.com](mailto:boshkova.irina@gmail.com)

**Тітлов О.С.**, д.т.н., проф.

ORCID 0000-0003-1908-5713, [titlov1959@gmail.com](mailto:titlov1959@gmail.com)

**Волгушева Н.В.**, к.т.н., доц.

ORCID 0000-0002-9984-6502, [natvolgusheva@gmail.com](mailto:natvolgusheva@gmail.com)

Одеська національна академія харчових технологій

***Анотація.** Важливість проблеми вдосконалювання системи згладжування хвиль тиску визначається тенденціями в розвитку сучасних нафтоперекачувальних станцій (НПС). У сучасному світі більша частина завдань керування передається автоматичним системам управління, які виконують не тільки такі традиційні для промислової автоматики функції, як вимір і централізований контроль технологічних параметрів, автоматичне регулювання, захист від аварій і т.п., але й обчислення техніко-економічних показників роботи виробництв, оптимальне керування технологічним режимом, пуск і зупинка агрегатів і т.д. Впровадження автоматизації на НПС забезпечує безперервність процесу перекачування, а так само запобігання аварійних ситуацій, пов'язаних з ударними хвилями, пожежею або екологічним забрудненням. Це можливо завдяки модернізації системи автоматики для скидання ударної хвилі, вивченню й удосконаленню алгоритмів відкачки з ємності системи згладжування хвиль тиску.*

***Ключові слова:** гідравлічний удар, нафтоперекачувальна станція, зупинки насосних агрегатів, перехідні процеси, аварійний стан.*

## RESEARCH OF OPERATION OF THE PRESSURE SMOOTHING SYSTEM AT OIL PUMPING STATIONS

**Boshkova I.L.**, Doctor of Technical Sciences, professor

ORCID 0001-5989-9223, [boshkova.irina@gmail.com](mailto:boshkova.irina@gmail.com)

**Titlov O.S.**, Doctor of Technical Sciences, professor

ORCID 0000-0003-1908-5713, [titlov1959@gmail.com](mailto:titlov1959@gmail.com)

**Volgusheva N.V.**, Ph. D, Associate Professor,

ORCID 0000-0002-9984-6502, [natvolgusheva@gmail.com](mailto:natvolgusheva@gmail.com)

Odessa National Academy of Food Technologies

***Abstract.** The importance of the problem of improving the system of smoothing pressure waves is determined by trends in the development of modern oil pumping stations (NPS). In today's world, most control tasks are transferred to automatic control systems, which perform not only such traditional industrial automation functions as measurement and centralized control of technological parameters, automatic control, protection against accidents, etc., but also the*

*calculation of technical and economic indicators production work, optimal control of the technological mode, start and stop of units, etc. The introduction of automation on the NPS ensures the continuity of the pumping process, as well as the prevention of emergencies related to shock waves, fire or environmental pollution. This is possible due to the modernization of the automation system for shock wave reset, the study and improvement of pumping algorithms from the capacity of the pressure wave smoothing system.*

**Key words:** *hydraulic shock, oil pumping station, pumping unit stops, transients process, emergency condition.*

Надійність нафтоперегінних систем насамперед визначається попередженням аварійних ситуацій при експлуатації основного встаткування на нафтоперегонних станціях. При виникненні хвиль тиску поблизу нафтоперегінної станції виникає ймовірність ушкодження й руйнування основних вузлів, таких як: блок регуляторів тиску, блок фільтрів грязевловлювачів, вихідний колектор магістральної насосної, агрегатні засувки, зворотні клапани, нафтоперегінні агрегати. Хвилі тиску й гідравлічні удари в нафтопроводах здатні викликати розгерметизацію основних ліній і вузлів магістральної трубопровідної системи. Очевидно, що захист основних вузлів магістральних нафтопроводів від впливів хвиль тиску буде сприяти дотриманню вимог екологічної й промислової безпеки. Незважаючи на велику кількість робіт з даної тематики, деякі аспекти залишилися маловивченими й не описаними повною мірою. До них, наприклад, належать питання про облік впливу розчиненого в нафті газу на параметри процесу, про можливість розрахунків втрат на тертя стосовно до несталого режиму плинну, про реалізацію розв'язку складної граничної умови, що полягає з характеристик станції і характеристик зворотної трубопровідної арматури, можливість своєчасного спрацьовування й раціонального вибору параметрів пристроїв захисту.

Хвиля тиску являє собою різку зміну тиску в трубопроводі, що виникає в результаті зміни витрати. Виникла хвиля тиску поширюється по трубопроводу зі швидкістю від 335 м/с до 1372 м/с [1]. Для більш стисливих рідин і рідин, що містять розчинений у них газ, відповідають менші значення швидкості поширення хвиль тиску. І навпаки, чому більш нестисливе середовище, тем з більшими швидкостями поширюються хвилі тиску в трубопроводі. При виникненні хвилі ударного тиску в магістральному нафтопроводі (МН), по якому перекачується середньостатистична сира нафта, хвиля тиску поширюється зі швидкістю порядку 1000 м/с [2]. Можливі наслідки від хвиль тиску, що виникають у системі «нафтоперегінна станція – магістральний нафтопровід» («НПС – МН»): ушкодження й руйнування основного встаткування нафтоперегінних станцій (НПС); осьове роз'єднання фланцевих з'єднань; серйозні ушкодження основних елементів трубопроводів, включаючи опори й підвіски для трубопроводів при наземному й надземному способах прокладки (включаючи трубопроводи на території НПС); порушення співвісності насосів і електромеханічних приводів; ушкодження інших компонентів трубопроводів, таких як наливні рукава, шланги, фільтри, сільфони й т.п.

Причинами виникнення хвиль тиску в магістральних нафтопроводах можуть бути наступні обставини:

- швидке закриття й відкриття відсічних і агрегатних засувок, включаючи засувки з електромеханічним приводом;
- запуск і зупинка магістральних насосних агрегатів;
- спрацьовування зворотних клапанів у напірних лініях магістральних насосних агрегатів;
- зміна величини відбору продукту з магістрального нафтопроводу;
- включення й відключення технологічних вузлів магістрального нафтопроводу.

Для запобігання прийомного колектора технологічних трубопроводів НПС від надмірних тисків на прийманні станції, що виникають при раптових відключеннях НПС, на ділянці трубопроводу між фільтрами-грязевловлювачами й магістральною насосною на байпасі передбачена система згладжування хвиль тиску (СЗХТ). Пристрій типу «Аркрон» працює по наступному принципу: при різкому наростанні тиску на приймальній станції зі швидкістю більш 0,3 Мпа/с відкриваються клапани пристрою «Аркрон» і відбувається зменшення швидкості наростання тиску, що гарантує неможливість гідравлічного удару. При поступовому наростанні тиску (зі швидкістю менш 0,1..0,2 МПа/с) «Аркрон» не спрацьовує.

Досвід експлуатації розглянутих систем згладжування хвиль тиску показує, що необхідна доробка алгоритму відкачки з ємності СЗХТ. Мали місце випадки, коли після зупинки МНА й спрацьовування СЗХТ не відбувалося герметичного закриття одного або декількох клапанів внаслідок влучення в простір між сідлом і клапаном сторонніх тел. При влученні досить великих включень скидання через клапан зіставлено з його повною пропускною здатністю (до 14 м<sup>3</sup>/с). Навіть при одночасній роботі двох насосів відкачки об'єм скидання в резервуари перевищить об'єм відкачки, що неминуче приведе до зупинки НПС при досягненні максимального аварійного рівня й переповненню резервуарів.

Математична модель неусталеної течії малов'язкої рідини в трубопроводі базується на застосуванні такої системи диференціальних рівнянь [3]:

$$\begin{cases} \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial \tau} + \frac{\lambda w |w|}{2d} \\ \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + c^2 \frac{\partial w}{\partial x} = 0 \end{cases}, \quad (1)$$

де  $P$  - зведений тиск,

$$P = \rho \cdot g \cdot z + P_c, \quad (2)$$

$\rho$  - густина рідини за умов перекачування,  $g$  - прискорення сили тяжіння.

### Висновки.

У результаті теоретичних досліджень встановлені закономірності зміни тиску в магістральному нафтопроводі за перехідних процесів, спричинених зупинками насосних агрегатів. Встановлені залежності коефіцієнта затухання хвилі тиску від режимних параметрів роботи нафтопроводу та кількості зупинених насосів. Здійснено прогнозування величини стрибкоподібного підвищення тиску на виході попередньої НПС у випадку зупинки насосів на наступній НПС.

### Література.

1. Фокс, Д. А. Гідравлічний аналіз несталої плинності в трубопроводах / Д. А. Фокс переклад з англійського Н. І. Хвостова. - М. : Энергоиздат, 1981. - 248 с.
2. Wylie, E. B. Fluid Transients / E. B. Wylie, Victor L. Streeter. - USA. : McGraw-hill International Book Company. - 1978. - 384 p.
3. С.Я. Григорський, М.Д. Середюк. Дослідження впливу зупинок насосних агрегатів на режим роботи магістрального нафтопроводу // Транспорт та зберігання нафти і газу. - 2014. - № 1(36). - С. 92 - 102.

Наукове видання

# ENVIRONMENTAL PROTECTION -2021

Збірник наукових праць  
за матеріалами Міжнародної науково-практичної  
онлайн-конференції

Дизайн обкладинки, коректура,  
комп'ютерна верстка Н.Є. Журавської

Друкується в авторській редакції

Підп. до друку 23.06.2021 р. Формат 60x84 1/8  
Папір ксерокс. Друк різнограф.  
Ум. друк. арк. – 57,1  
Тираж 50 прим.

Поліграфічний центр Київського національного університету будівництва і архітектури, 03037, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31. Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції. Серія ДК №7019 від 19.12.2019 р