

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

**Міжнародний науковий комітет:**

**Куліков П.М.** – д.е.н., професор, ректор Київського національного університету будівництва і архітектури, Україна;

**Чернишев Д.О.** – д.т.н., професор, перший проректор Київського національного університету будівництва і архітектури, Україна;

**Шкуратов О.І.** – д.е.н., професор, проректор з наукової роботи та інноваційного розвитку Київського національного університету будівництва і архітектури, Україна;

**Приймак О.В.** - д.т.н., професор, декан факультету інженерних систем та екології Київського національного університету будівництва і архітектури, Україна;

**Волошкіна О.С.** - д.т.н., професор, завідувач кафедри охорона праці та навколишнього середовища Київського національного університету будівництва і архітектури, Україна;

**Журавська Н.Є.** – к.т.н., доц. кафедри охорона праці та навколишнього середовища Київського національного університету будівництва і архітектури, Україна;

**Стеценко С.П.** - д.е.н., професор, завідувач кафедри економіка будівництва Київського національного університету будівництва і архітектури, Україна;

**Цифра Т.Ю.** – к.е.н., доц. кафедри економіка будівництва Київського національного університету будівництва і архітектури, Україна;

**Тітлов О.С.** - д.т.н., професор, завідувач кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики Одеської національної академії харчових технологій, Україна;

**Белова А.І.** – д.е.н., професор кафедри економіки та менеджменту ВСП Інституту інноваційної освіти Київського національного університету будівництва і архітектури;

**Бошкова И.Л.** - д.т.н., професор кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики Одеської національної академії харчових технологій, Україна;

**Кіркор М.О.** - к.т.н., доц. ректор Білоруського державного університету харчових і хімічних технологій, Республіка Білорусь;

**Кондратенко Р.Г.** - к.т.н., доц. декан інженерно-технологічного факультету Білоруського державного університету харчових і хімічних технологій, Республіка Білорусь;

**Баїтова С.М.** – к.т.н., доц., завідувач кафедри техносферної безпеки і загальної фізики Білоруського державного університету харчових і хімічних технологій, Республіка Білорусь;

**Ніяковський А.М.** - к.т.н., доц. кафедри теплогазоводопостачання Полоцького державного університету, Республіка Білорусь;

**Клімош Ю.О.** – к.т.н., доц., декан факультету хімічної технології і техніки Беларуського державного технологічного університету, Республіка Білорусь.

## Международный научный комитет:

**Куликов П.М.** - д.э.н., профессор, ректор Киевского национального университета строительства и архитектуры, Украина;

**Чернышев Д.О.** - д.т.н., профессор, первый проректор Киевского национального университета строительства и архитектуры, Украина;

**Шкуратов А.И.** - д.э.н., профессор, проректор по научной работе и инновационного развития Киевского национального университета строительства и архитектуры, Украина;

**Приймак А.В.** - д.т.н., профессор, декан факультета инженерных систем и экологии Киевского национального университета строительства и архитектуры, Украина;

**Волошкина Е.С.** - д.т.н., профессор, заведующий кафедрой охраны труда и окружающей среды Киевского национального университета строительства и архитектуры, Украина;

**Журавская Н.Е.** - к.т.н., доц. кафедры охраны труда и окружающей среды Киевского национального университета строительства и архитектуры, Украина;

**Стеценко С.П.** - д.э.н., профессор, заведующий кафедрой экономика строительства Киевского национального университета строительства и архитектуры, Украина;

**Цифра Т.Ю.** - к.э.н., доц. кафедры экономика строительства Киевского национального университета строительства и архитектуры, Украина;

**Титлов А.С.** - д.т.н., профессор, заведующий кафедрой нефтегазовых технологий, инженерии и теплоэнергетики Одесской национальной академии пищевых технологий, Украина;

**Белова А.И.** - д.э.н., профессор кафедры экономики и менеджмента ВСП Института инновационного образования Киевского национального университета строительства и архитектуры, Украина;

**Бошкова И.Л.** - д.т.н., профессор кафедры нефтегазовых технологий, инженерии и теплоэнергетики, Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина;

**Киркор Н.А.** - к.т.н., доц., ректор Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий, Республика Беларусь;

**Кондратенко Р.Г.** - к.т.н., доц. декан инженерно-технологического факультета Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий, Республика Беларусь;

**Баитова С.Н.** - к.т.н., доц., заведующий кафедрой техносферной безопасности и общей физики Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий, Республика Беларусь;

**Нияковский А.М.** - к.т.н., доц., кафедры теплогазоводоснабжения Полоцкого государственного университета, Республика Беларусь;

**Климош Ю.А.** - к.т.н., доц., декан факультета химической технологии и техники Белорусского государственного технологического университета, Республика Беларусь;



<http://taabs.org>

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.*

ЗЕЛЕННЫЕ 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.*

ПЕРЕРАБОТКА ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПОЛУЧЕНИЕМ ПИГМЕНТОВ РАЗЛИЧНОЙ ЦВЕТОВОЙ ГАММЫ.....	49
<i>Иванов В.П., Дронченко В.А</i> ОХРАНА ОКРУЖЕЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	52
<i>Клименко М.О., Лесько В.І., Делембовський М.М., Згалат-Лозинська Л.О.</i> ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО ПОМОЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ШЛАКОВИХ ВІДХОДІВ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ШЛАКОЛУЖНІ ЦЕМЕНТИ.....	54
<i>Котова Т.В., Качоровська А.В.</i> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЗВАЛИЩ ТРЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В МІСТІ ЖИТОМИР.....	57
<i>Котовенко О.А., Мірошніченко О.Ю., Лабур Н.В.</i> ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ПРИ ВИДОБУТКУ І ПЕРВИННІЙ ПЕРЕРОБЦІ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ.....	60
<i>Кравченко М.В.</i> СУЧАСНИЙ СТАН ПИТНОЇ ВОДИ В УКРАЇНІ ТА ТЕХНОЛОГІЯ КОРИГУВАННЯ ЇЇ СКЛАДУ НА ЛОКАЛЬНОМУ РІВНІ.....	63
<i>Лаповська С.Д., Черненко М.В.</i> ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ЗБАГАЧЕННЯ ЗОЛОТОВМІСНИХ РУД У ВИРОБНИЦТВІ НІЗДРЮВАТИХ БЕТОНІВ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДНЕННЯ.....	66
<i>Лященко М.А.</i> РЕСУРСО-ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ МАТЕРІАЛИ, КОНСТРУКЦІЇ, ОБЛАДНАННЯ, ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	70
<i>Савенко В.И., Высоцкая Л.Н., Кислюк Д.Я.</i> ОСОБЕННОСТИ ЗАЩИТЫ АРМАТУРЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ЗИМНЕМ БЕТОНИРОВАНИИ В АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫМИ МАТЕРИАЛАМИ.....	73
<i>Нияковский А.М., Романюк В.Н.</i> ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	77
<i>Орловська О.В., Вознюк О.М.</i> ВПЛИВ «ЗЕЛЕНОЇ ЕКОНОМІКИ» НА ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ УКРАЇНИ.....	80
<i>Пасічник П.О., Габа К.О., Авраменко Ю.О.</i> ТЕКСТИЛЬНІ АБСОРБЕРИ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	83

***Перегінець І.І.***

НАУКОВІ МЕТОДИ СТВОРЕННЯ ЕНЕРГООЩАДНИХ  
МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ОСНОВІ  
ІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.....86

***Дроздов Е.А., Казаченко А.П., Зинькевич А.Д., Королева Т.И.,  
Пивоварова С.И.***

КОМФОРТНЫЕ РЕСУРСО-ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СИСТЕМЫ  
ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ.....90

***Степова О.В., Задорожня С.О., Серга Т.М., Степовий Д.Є.***

ПОТЕНЦІЙНІ НЕБЕЗПЕКИ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ  
ВУГЛЕВОДНЕВОЇ СИРОВИНИ.....94

***Стефанович П.И., Стефанович И.С., Жеребчук Д.***

ОЦЕНКА РИСКА И УСТАНОВЛЕНИЕ НОРМАТИВА УРОВНЯ  
ПРИЕМЛЕМОГО РИСКА.....97

***Стефанович П.И.***

РАСЧЕТ ВЕЛИЧИНЫ РИСКА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОПАСНОСТЕЙ И  
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ.....100

***Стоянова В.В.***

ВИКОРИСТАННЯ ОКСИДІВ ЗАЛІЗА ДЛЯ ОБРОБКИ ХРОМОВМІСНИХ  
СТІЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВА.....103

***Волошкіна О.С., Жукова О. Г., Ротозій А.Ю., Лубніна А.М.***

ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ.....106

***Ткаченко Т.М., Глущенко Р.О.***

УПРАВЛІННЯ ДОЩОВИМИ СТІЧНИМИ ВОДАМИ В МІСЬКИХ  
СИСТЕМАХ.....109

***Фіалко Н.М., Прокопов В.Г., Меранова Н.О., Рокитько К.В.***

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СПІВВІДНОШЕННЯ ВИТРАТ ПЕРВИННОГО  
І ВТОРИННОГО ПОВІТРЯ НА ЕКОЛОГОЕНЕРГЕТИЧНІ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ МІКРОФАКЕЛЬНИХ ПАЛЬНИКІВ.....112

***Харитоновна Н.М.***

ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ДОРОЖНИХ СТОКІВ  
МІКРОЧАСТИНКАМИ (МІКРОПЛАСТИКАМИ).....115

***Цифра Т.Ю., Шовківська В.В., Вершигора Д.М.***

КОРПОРАТИВНО-СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ДЕВЕЛОПЕРІВ В  
AGENDA 21.....118

***Шибєка Л.А.***

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СКОПА В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ  
СТОЧНЫХ ВОД.....121

***Шпакова Г.В., Шпаков А.В.***

ЦИКЛІЧНЕ РЕСУРСОСПОЖИВАННЯ ЯК ІМПЕРАТИВ СТАЛОГО  
РОЗВИТКУ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ.....124

УДК 504

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

**Ростислав Сипаков**, канд.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0862-5043> ross.s@uaecs.org

Полезная Академия инженерии и компьютерных наук, Inc.

**ECOLOGICAL RISK ASSESSMENT FOR THE POPULATION LIVING IN NEARBY CITIES DUE TO THE ACTIVITIES OF LARGE AVIATION HUBS.**

(Discuss about how many factors contribute to increased ecological risk)

**Rostyslav Sipakov, Ph.D.**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0862-5043> ross.s@uaecs.org

Useful Academy of Engineering and Computer Science, Inc.

**Abstract.** Aviation transportation is a significant contributor to the economy and an essential part of the global trade and travel system. (Kim et al., 2015) The number of cargo and passengers flying in and out of airports continues to rise. In 1930, the number of commercial airlines in operation was just 10 and they were using only about 300 aircrafts to fly around 9 million people per year as opposed to today's 3 billion passengers on 15 thousand planes worldwide. (Abraham, 2016) Fig.1. show the number of air traffic passengers traveling to or from the United States from 2006 to 2020.

The chemicals from jet engine exhausts contain high combustion by-products, leading to reproductive disorders, congenital disabilities, and cancers over long periods of exposure. The formation of carcinogens in the atmosphere is possible due to photochemical reactions leading to so-called secondary pollution. (Voloshkina et al., 2019) Studies have shown that the reaction rate in exhaust plumes is higher than in a typical environment. The chemical reactions continued after the exhaust plume was diluted to the normal state of the atmosphere several miles from the emission area. (Lee et al., 2011) In addition to polluting substances associated with vehicles, aircraft exhaust, or direct fuel emissions, the environment and public health also are exposed to ultrafine particles (UFP). (Merzenich et al., 2021)

Airports' effects on local air quality and public health are poorly studied. (Klemm et al., 2008) The existing research does not consider the factor of increased traffic of road transport within the boundaries of the aviation hub, the car rental companies' locations, parking spaces, and trucks. This research will assess chemical risks due to activities at busiest U.S. airports (Table 1). In this study, will discuss how many factors contribute to increased levels of chemical emissions in areas near airports, such as vehicle traffic and jet engine exhausts from airplanes taking off and landing.

**Methods** of the forecasting air and vehicles traffic demand using an econometric model. In the early 1970s, the United States and Europe were the industry's two main markets. The migration eastward began early in the century, aided by China's and India's rapid economic expansion. When Indians developed the same proclivity for travel as North Americans, the scheduled air transportation market alone increased to three billion people. There are many direct factors affecting global aviation. In particular, it is important to keep an eye on exogenous demand stocks, economic downturns, political and economic sanctions, competition, gross domestic product (GDP), supporting infrastructure, and macroeconomics stability. Using world aggregate time-



series data from 1970 to 2005, the correlation coefficient between air transportation passengers and GDP is 0.99. For the year 2005, the correlation coefficient between air transportation passengers and GDP using cross-sectional data for 137 countries is 0.93. (Hansman and Ishutkina, 2009) There are various forecasting methodologies used in the airline sector to anticipate future air traffic volume.

In this study we will be focusing on econometric model because the econometrics differs both from mathematical statistics and economic statistics. Economic statistics do not provide explanations for the growth of various variables, nor do they provide measurements of the parameters of the connections. Statistical approaches may be inapplicable to economic phenomena since they do not fit inside the framework of controlled experiments. For example, in real-world trials, the variables frequently vary continuously and concurrently, making controlled trials ineffective. Econometrics allows us to employ statistical approaches after applying them to economic concerns. One of the most essential functions of econometrics is to provide tools for modeling based on supplied data. The regression modeling methodology comes in handy for this endeavor. Forecast from a simple linear regression model are easily obtained using the equation

$$y = f(X_1, X_2, \dots, X_k, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k) + \varepsilon$$

where  $f$  is well-defined function,  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  are the parameters which characterize the role and contribution of  $X_1, X_2, \dots, X_k$ , respectively. The term  $\varepsilon$  reflect the stochastic nature of the relationship between  $y$  and  $X_1, X_2, \dots, X_k$  and indicates that such a relationship is not exact in nature. (Shalabh, n.d.)

**Measurement's** the chemicals from jet engine exhausts includes nitrogen oxides ( $NO_x = NO + NO_2$ ), formaldehyde ( $HCHO$ ), acetaldehyde ( $CH_3CHO$ ), carbon dioxide ( $CO_2$ ), ozone ( $O_3$ ), particle number ( $PN$ ), black carbon ( $BC$ ) and other trace compounds. (Wuebbles et al., 2007) The chemical composition from vehicles engine exhausts is almost identical and is described in detail in the scientific work. by (Sipakov, 2021) The concentration of the above-indicated chemicals will be measured using ecochem photoelectric aerosol sensors. The research by (Sipakov, 2021) established a correlation relationship between the emissions of ( $C_xH_x$ ) and meteorological conditions in the formation of secondary formaldehyde pollution. We will apply these methods of this study to determine the concentration of ( $HCHO$ ) produced by photochemical processes from pollution sources associated with airport operations.

The air quality indicators PM2.5 and PM10 are not very sensitive markers for assessing the influence of traffic-related PM emissions on air quality since regional background concentrations dominate them. (Keuken et al., 2013) In this case we will focus on black carbon concentration that can be converted to elemental carbon ( $EC$ ) concentrations. Black carbon concentration we will measure with a multi-angle absorption photometer. For monitoring we will define transects in the 3–10-miles range perpendicular to the direction of the prevailing winds at varying downwind distances. For this purpose, we will use the wind rose provided by NOAA Climate.gov. The planed average time for conduct the measurement is 10 days for each airport.

**Conclusions.** Accurate information about chemical risks for the population living in nearby cities due to a large aviation hub's activity will help create protective measures for the environment and public health. The obtained results of this research can use for creating inventories of the jet engine exhaust emissions.

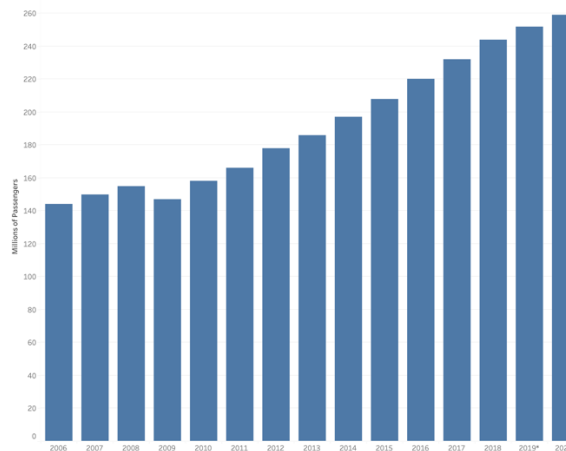
**Key words:** Chemical risks, Jet engine exhausts, Ultrafine particles, Health, Econometric, Forecasting, Air pollution

**Table 1**

Busiest U.S. airports in 2019, based on the number of passengers enplaned (in millions).

#	Location and name of airport	Passengers
1	Atlanta GA (ATL)	53.86
2	Los Angeles, CA (LAX)	43.36
3	Chicago, IL (ORD)	41.01
4	Dallas, TX (DFW)	35.87
5	Denver, CO (DEN)	33.89
6	New York, NY (JFK)	31.13
7	San Francisco, CA (SFO)	27.87
8	Seattle, WA (SEA)	24.99
9	Orlando, FL (MCO)	24.79
10	Las Vegas, NV (LAS)	24.79
11	Charlotte, NC (CLT)	24.22
12	Newark, NJ (EWR)	23.23
13	Phoenix, AZ (PHX)	22.63
14	Houston, TX (IAH)	22.02
15	Miami FL (MIA)	21.48
16	Boston, MA (BOS)	20.73
<b>Total</b>		<b>475.87</b>

Sources by Bureau of Transportation Statistics / June 2020 / [www.transtats.bts.gov](http://www.transtats.bts.gov)



**Fig.1.** Total number of air traffic passengers traveling to or from the United States from 2006 to 2020 (in million passengers).

Sources by Federal Aviation Administration / March 2020 / FAA Aerospace Forecast 2020-2040, page 91

## References.

1. Abraham, D.T., 2016. Airline Demand Growth and Forecasting Using an Econometric Model: A Comparative Empirical Analysis Among Brazil, China and India (Doctoral dissertation, University of Oklahoma).
2. Hansman, R.J., Ishutkina, M.A., 2009. Analysis of the Interaction Between Air Transportation and Economic Activity: A Worldwide Perspective. MIT International Center for Air Transportation (ICAT).
3. Keuken, M.P., Zandveld, P., Jonkers, S., Moerman, M., Jedynska, A.D., Verbeek, R., Visschedijk, A., den, S.E. van, Panteliadis, P., Velders, G.J.M., 2013. Modelling elemental carbon at regional, urban and traffic locations in The Netherlands. *Atmos Environ* 73, 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.03.010>
4. Kim, B., Nakada, K., Wayson, R., Christie, S., Paling, C., Bennett, M., Raper, D., Raps, V., Levy, J., Roof, C., Program, A.C.R., Board, T.R., Medicine, N.A. of S., Engineering, and, 2015. Understanding Airport Air Quality and Public Health Studies Related to Airports. <https://doi.org/10.17226/22119>
5. Klemm, R.J., Lipfert, F.W., Wyzga, R.E., Gust, C., 2008. Daily Mortality and Air Pollution in Atlanta: Two Years of Data from ARIES. *Inhal Toxicol* 16, 131–141. <https://doi.org/10.1080/08958370490443213>
6. Lee, B.H., Wood, E.C., Miake-Lye, R.C., Herndon, S.C., Munger, J.W., Wofsy, S.C., 2011. Reactive Chemistry in Aircraft Exhaust. *Transport Res Rec* 2206, 19–23. <https://doi.org/10.3141/2206-03>
7. Merzenich, H., Riccetti, N., Hoffmann, B., Blettner, M., Forastiere, F., Gianicolo, E., 2021. Air pollution and airport apron workers: A neglected occupational setting in epidemiological research. *Int J Hyg Envir Heal* 231, 113649. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113649>
8. Shalabh, n.d. Econometrics. Chapter 1. Introduction to Econometrics, in: Kanpur, I.I. of T. (Ed.), .
9. Sipakov, R., 2021. Improving management of environmental risk from urbanized areas highways' air pollution (on an example of Kyiv city). <https://doi.org/10.5281/zenodo.4735836>
10. Voloshkina, O., Architecture, K.N.U. of C. and, Tkachenko, T., Sipakov, R., Tkachenko, O., 2019. The estimation and reduction of risks caused by air pollution in cities. *Budownictwo O Zoptymalizowanym Potencjale Energetycznym* 8, 17–25. <https://doi.org/10.17512/bozpe.2019.2.02>
11. Wuebbles, D., Gupta, M., Ko, M., 2007. Evaluating the impacts of aviation on climate change. *Eos Transactions Am Geophys Union* 88, 157–160. <https://doi.org/10.1029/2007eo140001>

УДК 628.4.02.

**Шарий Г.І.**, д.е.н., доц.,  
ORCID: 0000-0001-5098-2661, shariy.grigoriy61@gmail.com  
**Зигун А.Ю.**, к.т.н., доц.,  
ORCID 0000-0002-1743-2294, alinazygun@gmail.com  
**Галінська Т.А.**, к.т.н., доц.,  
ORCID 0000-0002-6138-2757, galinskata@ukr.net

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

## ІНТЕГРОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ

***Анотація.** Створення ефективної системи управління та поводження з відходами вимагає узгодженого, довгострокового та стабільного взаємозв'язку між всіма функціональними елементами системи, в межах якої можуть бути створені необхідні об'єкти та інфраструктура для належного поводження з відходами.*

***Ключові слова:** відходи, інтегроване управління, системний підхід.*

**Shariy G.**, Doctor in Economics, Associate Professor  
ORCID: 0000-0001-5098-2661, shariy.grigoriy61@gmail.com  
**Zyhun A.**, Ph.D, Associate Professor,  
ORCID0000-0002-1743-2294, alinazygun@gmail.com  
**Galinska T.**, Ph.D, Associate Professor,  
ORCID 0000-0002-6138-2757, galinskata@ukr.net

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»

## INTEGRATED WASTE MANAGEMENT

***Abstract.** Establishing an effective waste management and management system requires a coordinated, long-term and stable relationship between all functional elements of the system, within which the necessary facilities and infrastructure for proper waste management can be created.*

***Key words:** waste, integrated management, systems approach*

Обробка і утилізація відходів розвивалися, починаючи з простого захоронення, і закінчуючи складним набором варіантів, включаючи повторне використання, рециркуляцію, спалювання з рекуперацією енергії, передовий дизайн і проектування полігонів, а також цілий ряд інших альтернативні технології, включаючи піроліз, газифікацію, компостування і анаеробне зброджування. Подальший розвиток системи поводження з відходами повинен бути направлений на інтеграцію різних варіантів для створення екологічно і економічно сталого управління відходами[1,2].

Інтегроване управління відходами визначається як інтеграція потоків відходів, методів збору та обробки, екологічна вигода, економічна оптимізація та прийнятність у суспільстві в практичну систему для будь-якого регіону[3].

Системне поводження з відходами передбачає, що жоден варіант обробки та

утилізації не є кращим за інший, і кожен з них має свою роль, але що загальна система поводження з відходами є найкращою екологічно та економічно стійкою для певного регіону[4].



**Рис. 1. Схема взаємозв'язків між функціональними елементами інтегрованої системи управління твердими відходами.**

Екологічна стійкість означає, що інтеграція цих варіантів повинна привести до створення системи управління відходами, яка знижує загальний вплив на навколишнє середовище від управління відходами, включаючи споживання енергії, забруднення землі, повітря та інших матеріалів.

При оцінці найбільш екологічно і економічно стійкої системи необхідно враховувати існуючу місцеву інфраструктуру поводження з відходами, таку як наявність полігонів, існуючих сміттєспалювальних заводів, типи відходів, які повинні бути оброблені, кількість відходів що утворилися[5].

Запобігання утворенню відходів - це заходи, вжиті перед тим, як речовина або продукт стануть відходами. І ці заходи спрямовуються на зменшення кількості відходів, включаючи повторне використання продукції чи продовження життєвого циклу, на зменшення несприятливого впливу утворених відходів на довкілля, здоров'я людини та на зменшення вмісту шкідливих речовин у матеріалах чи продуктах.

Центральним елементом інтегрованої системи управління відходами є збір і сортування відходів, оскільки це впливає на варіанти обробки і транспортування відходів, наприклад, вторинна переробка, компостування, використання для відновлення енергії.

Взаємозв'язок шести функціональних елементів інтегрованої системи управління твердими відходами показано на рисунку 1.

Питання зміни підходів до поводження з відходами і перехід від захоронення відходів до запобігання, зменшення утворення відходів та запровадження сортування, переробки, використання відходів, як матеріальних і енергетичних ресурсів є ключовими для досягнення позитивного результату з вирішення проблем з відходами та впровадження інтегрованого управління відходами.

**Висновки.** В результаті виконання роботи виявлено, що інтегроване управління відходами включає оцінку використання функціональних елементів, а також ефективності і економічності всіх підходів і взаємозв'язків для створення системи управління відходами. Всі функціональні елементи визначають системне управління відходами як вибір і застосування відповідних методів, технологій і програм управління для досягнення конкретних цілей і завдань управління відходами.

### Література.

1. Ghiani, G., Laganà, D., Manni, E., Musmanno, R., & Vigo, D. (2014). *Operations research in solid waste management: A survey of strategic and tactical issues. Computers and Operations Research*, 44, 22-32. doi:10.1016/j.cor.2013.10.006
2. Bing, X., Bloemhof, J. M., Ramos, T. R. P., Barbosa-Povoa, A. P., Wong, C. Y., & van der Vorst, J. G. A. J. (2016). *Research challenges in municipal solid waste logistics management. Waste Management*, 48, 584-592. doi:10.1016/j.wasman.2015.11.025
3. Asefi, H., & Lim, S. (2017). *A novel multi-dimensional modeling approach to integrated municipal solid waste management. Journal of Cleaner Production*, 166, 1131-1143. doi:10.1016/j.jclepro.2017.08.061
4. Marshall, R. E., & Farahbakhsh, K. (2013). *Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. Waste Management*, 33(4), 988-1003. doi:10.1016/j.wasman.2012.12.023
5. Guerrero, L. A., Maas, G., & Hogland, W. (2013). *Solid waste management challenges for cities in developing countries. Waste Management*, 33(1), 220-232. doi:10.1016/j.wasman.2012.09.008

## СОСТОЯНИЕ РОДНИКОВ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Баитова С.Н., к.т.н, доцент<sup>1</sup>

ORCID: 0000-0003-31139-7998, [Baitava268@bgut.by](mailto:Baitava268@bgut.by)

Журавская Н.Е., к.т.н, доцент<sup>2</sup>

ORCID: 0000-0002-4657-0493; [nzhur@ua.fm](mailto:nzhur@ua.fm)

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,  
Республика Беларусь

<sup>2</sup>Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Украина

***Аннотация.** Родники являются уникальными водными природными объектами. В Республике Беларусь проводится работа по инвентаризации и благоустройству родников, а также контроль качества воды в них. Проведенные исследования показали, что в большинстве случаев превышение допустимых норм содержания нитратов наблюдается в родниках, которые находятся в зонах антропогенного влияния.*

***Ключевые слова:** родники, вода, нитраты, контроль, инвентаризация.*

## THE STATE OF THE SPRINGS OF THE MOGILEV REGION

Baitava S.N., Ph. D., associate professor<sup>1</sup>

ORCID: 0000-0003-31139-7998, [Baitava268@bgut.by](mailto:Baitava268@bgut.by)

Zhuravska N.E., Ph. D., associate professor<sup>2</sup>

ORCID: 0000-0002-4657-0493; [nzhur@ua.fm](mailto:nzhur@ua.fm)

<sup>1</sup> Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

<sup>2</sup> Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine

***Abstract:** Springs are unique water natural objects. In the Republic of Belarus, work is being carried out on the inventory and improvement of springs, as well as water quality control in them. The conducted studies have shown that in most cases, the excess of the permissible norms of the content of nitrates is observed in springs that are located in the zones of anthropogenic influence.*

***Key words:** springs, water, nitrates, control, inventory.*

Родники – это уникальные природные водные объекты с точки зрения, как их формирования, так и роли в сохранении ландшафтного и биологического разнообразия, а также возможностей использования. В Беларуси насчитывается более 1 000 родников. Жители Беларуси традиционно доверяют воде из родников. У многих есть заветные места, в которых можно набрать воду не только чистую, но и целебную. Возле некоторых родников построены церкви, а сами родники становятся местом паломничества.

В Беларуси запущен проект «Родники Беларуси», который продолжается и в 2021 году. В 2020 году в рамках информационной кампании «Расскажи о своем роднике» на территории Могилевской области территориальными органами Минприроды,

учащимися школьниками, студентами, представителями общественных организаций, а также местными жителями проводились работы по благоустройству родников.

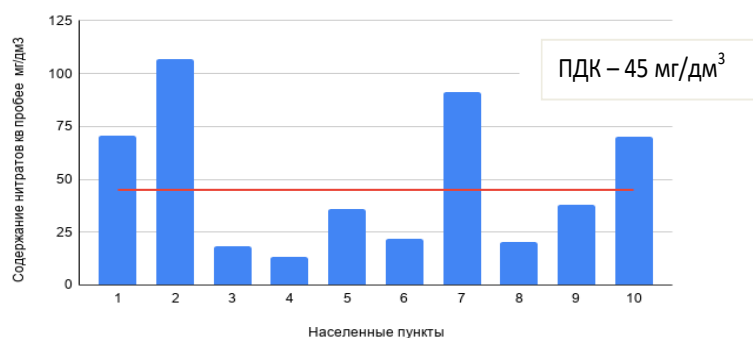
В рамках XVI Республиканского экологического форума и Международной специализированной выставки Ecology Expo-2021 3 и 4 июня в г. Минске проходил VI Международный водный форум. В нынешнем году его основная тема — «Родники Беларуси».

Согласно проведенной инвентаризации в 2019 г. специалистами республиканского унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов» на территории Могилевской области насчитано более 257 родников (в Гродненской области – 230 родников, Гомельской – 150, Брестской – 122, Витебской – 193, Минской – 232), из них 34 имеют статус «Гидрологический памятник природы», «Заказник местного назначения»). Наибольшее количество родников в результате инвентаризации было установлено на территориях следующих районов: Славгородский – 24, Чаусский – 25, Дрибинский – 25, Могилевский – 18 родников. На территории Могилевского района находится памятник республиканского значения «Польковичская криница». В истории об этом источнике впервые упоминается в 1552 году. Источник стал центром духовной жизни жителей многих поселений. На территории Славгородского района находится уникальный памятник природы республиканского значения «Голубая криница». Источник представляет собой небольшое живописное озеро диаметром 20...25 м, окруженное со всех сторон деревьями липы, дуба, ольхи черной с примесью лещины и ивы. Вода в озере имеет необычный голубовато-изумрудный цвет, выходит на поверхность земли с глубины 100...200 метров. Вода «Голубой криницы» обладает высокими питьевыми качествами и, по данным института геохимии и геофизики, может служить эталоном чистоты подземных вод.

Вода родников часто используется населением для питьевых целей, между тем именно они имеют тенденцию к аккумуляции токсичных загрязнений, в том числе и нитратов. Нитраты широко распространены в окружающей среде, они обнаруживаются в пищевых продуктах, в атмосфере и в водных источниках. Поступлению этих ионов в воду способствует гниение растительного и животного материала, бытовые стоки, удаление в почву осадка сточных вод, промышленные сбросы, вымывание из мест захоронения отходов и вымывание из атмосферы. Нитраты попадают в почву и подземные воды с различными химическими удобрениями (нитратные, аммонийные), которые стекают с полей и выбрасываются химическими предприятиями по производству удобрений. Для территории Беларуси весьма характерно нитратное загрязнение грунтовых вод и формирование вод нитратного типа. В природных чистых водах нитратов, как правило, немного. Однако в подземных водах в пределах населенных пунктов, животноводческих ферм и в других местах, где почва длительно и массивно загрязняется, содержание нитратов может быть высоким. В подземных водах была зафиксирована концентрация нитратов 300...600 мг/дм<sup>3</sup>, а в отдельных случаях – 1200...2492 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК – 45 мг/дм<sup>3</sup>). Нитратное загрязнение воды в отдельных населенных пунктах прослеживалось до глубины 200 м. Высокие уровни нитратного загрязнения подземных вод наблюдались и на территории животноводческих ферм [1].

На кафедре техносферной безопасности и общей физики учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» проведены исследования по определению содержания нитратов в воде родников. Измерение концентрации нитрат-ионов проводилось с помощью электрохимического метода с использованием нитратомера типа PNO<sub>3</sub>-07. Для исследования были отобраны пробы воды из 10 родников различных районов Могилевской области. Превышение содержания нитратов в отобранных пробах воды было зафиксировано в 40 %

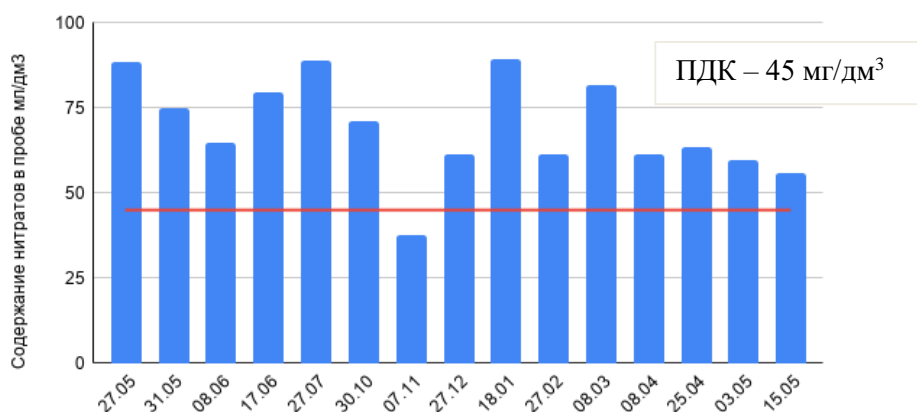
исследованных криниц (рис. 1).



**Рис. 1. Содержания нитратов в воде криниц**

1 - Могилевский р-н, а.г. Польшковичи («Польшковичская криница»), 2 - Круглянский р-н, п. Тетерино, 3 - Могилевский р-н, д. Бовшево; 4 - Могилевский р-н, д.Калиновая, пойма реки Днепр; 5 - Быховский р-н, д. Барколабово; 6 - Славгородский р-н («Голубая криница»); 7 - Шкловский р-н, д. Княжицы; 8 - Шкловский р-н, д.Просалы; 9 - Чауский р-н, д. Будино; 10 - Дрибинский р-н, д. Гремячая

В ходе исследований была определена динамика содержания нитратов в течение года (с мая 2020 г. по май 2021 г.) в воде Польшковичской криницы с учетом сезонных изменений. Как видно из графика на рис. 2, количество нитратов варьировало от 37,7...89,4 мг/дм<sup>3</sup> и увеличивалось в период интенсивных дождей.



**Рис. 2. Динамика изменения содержания нитратов в воде Польшковичской криницы**

**Выводы.** Исследования показали, что проблема загрязнения подземных вод нитратами актуальна. Повышенное содержание нитратов [2] в водах родников связано с тем, что рядом находятся сельскохозяйственные поля и животноводческие комплексы, а также с естественными природными процессами. В связи с этим необходим контроль содержания нитратов в воде родников, которая используется для питьевых целей.

#### Литература.

- 1.Копиця, В.Н. Состояние грунтовых вод // В.Н. Копиця, Е.Н. Попкова // Техника безопасности, № 5. – 2009. – С. 36-38.
- 2.Baitava S. The main directions of development of the "green" economy in the Republic of Belarus / S. Baitava, N. Zhuravska, A. Shkabrov // USEFUL online journal, vol. 3, no. 2, pp. 7-13, December 2019. <https://doi.org/10.32557/useful-3-2-2019-0002>.



## ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО ЯК ІНСТРУМЕНТ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

**Бєлова А.І.**, д.е.н., проф.,  
ORCID: 0000-0003-4106-7351, [allal64@ukr.net](mailto:allal64@ukr.net)  
ВСП Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва і архітектури

**Кочедикова А. Є.**, к.е.н [Alenkalisichka@ukr.net](mailto:Alenkalisichka@ukr.net)  
ORCID 0000-0001-6699-566X,

Бориспільський інститут муніципального менеджменту при МАУП

**Орловська А.В.**, к.е.н., доц. [entony1972@ukr.net](mailto:entony1972@ukr.net)  
ORCID: 0000-0002-7225-0717

Львівська філія Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

***Анотація.** У статті розглядається можливість використання «зеленого» будівництва в якості інструменту сталого розвитку вітчизняних територій, зокрема, виокремлено проблеми формування «зеленої» економіки, відмічено пріоритетний розвиток «зеленого» будівництва та впровадження «зелених» технологій, і виокремлено основні переваги та недоліки «зеленого» будівництва та перспективи його для сталого розвитку.*

***Ключові слова:** зелене будівництво. Інноваційні технології, сталий розвиток зелені технології.*

## GREEN BUILDING AS A TOOL OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

**Bielova A.I.**, Doctor of Economics, Professor,  
ORCID 0000-0003-4106-7351, [allal64@ukr.net](mailto:allal64@ukr.net)

VSP Institute of Innovative Education of Kyiv National University of Construction and Architecture

**Kochedikova A.E.**, Ph.D.,  
ORCID 0000-0001-6699-566X, [Alenkalisichka@ukr.net](mailto:Alenkalisichka@ukr.net)

Boryspil Institute of Municipal Management at IAPM

**Orlovska O.V.**, PhD

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of humanitarian and socio-economic training. Dniprovsky National University of Railway Transport acad. V. Lazaryan, Ukraine

***Abstract.** The article considers the possibility of using "green" construction as a tool for sustainable development of domestic territories, in particular, highlights the problems of*

*"green" economy, highlights the priority development of "green" construction and implementation of "green" technologies, and highlights the main advantages and disadvantages of "green" construction and its prospects for sustainable development.*

**Key words:** *green building. Innovative technologies, sustainable development of green technologies.*

Сучасний стан економічного розвитку вимагає нових підходів забезпечення сталого розвитку, і тому особливе місце має відводитися саме формуванню «зеленої економіки» та впровадження «зелених технологій», і саме «зелена економіка» є основою сталого розвитку, а «зелені технології» виступають її інструментом.

Доцільним слід відмітити, сталий розвиток національної економіки передбачає створення сприятливих умов життєдіяльності сучасної людини, де важлива роль відводиться будівництву. Будівельна галузь, у певному сенсі, чинить негативний вплив на навколишнє середовище, і знизити цей вплив можливо шляхом використання в будівництві «зелених» стандартів.

Наразі наша держава виступає зацікавленою стороною в розвитку «зелених технологій» у будівництві, які можуть застосовуватися при зведенні нових об'єктів, при реконструкції і модернізації існуючих будівель і споруд,

Варто відмітити і наступне, діючі міжнародні і національні «зелені» стандарти покликані вирішувати проблемні питання створення безпечного і комфортного середовища проживання як безпосередньо в будівлях, спорудах, житлових будинках, так і на навколишню їх територію.

Найважливішими моментами на нашу думку мають бути:

- використання екологічно чистих матеріалів при зведенні будівельних об'єктів;
- застосування сучасних інноваційних технологій у процесі експлуатації будівель і споруд, що забезпечують оптимальне зниження споживання води, енергії, тепла;
- вирішення проблеми очищення стічних вод і утилізації відходів, одержуваних у процесі експлуатації об'єктів;
- зниження шкідливих викидів у навколишнє середовище.

Про те, існуючі проблеми формування «зеленої економіки» і впровадження у практичну діяльність унеможливають втілення її у повній мірі. Наразі можемо виокремити низку проблем що пов'язані з неналежним фінансуванням та обмеженим використанням економічних інструментів, недостатністю стимулюючих заходів із боку держави у сфері пільгового кредитування та оподаткування проектів з модернізації, субсидування виробників енергії, одержуваної з альтернативних джерел, системи «зеленої» сертифікації, в тому числі реалізованих на інвестиційно-будівельних сегментах регіонального ринку, що не дозволяє ефективно реалізовувати принципи «зеленої економіки» в усіх регіонах держави.

Поступове вирішення низки зазначених проблем буде сприяти сталому розвитку економіки України в цілому і окремих її регіонів зокрема, при чому особлива увага має бути приділена зміцненню інноваційної складової. Варто нагадати, що матеріальну базу основних сфер формує саме будівництво, так як є фондоутворюючою сферою економічної діяльності.

Наразі, у провідних країнах світу, для оцінки якості екологічного будівництва всіх сфер і галузей використовуються такі системи, як LEED і BREAM, а їх світове визнання пояснюється наявністю низки переваг, а саме: система LEED розпорядженні ефективним інструментарієм, застосування якого дозволяє оптимізувати процеси підготовки всієї необхідної документації та управління проектами; система BREAM передбачає використання наукового підходу і проведення дослідницької діяльності при вирішенні екологічних завдань в галузі будівництва.

Отже доцільним є виокремлення переваг «зелених» технологій, а саме, сприятливий вплив на навколишнє середовище; скорочення викидів в атмосферу парникових газів; збереження природних ресурсів за рахунок активного використання поновлюваних джерел енергії; зниження кількості відходів, одержуваних у результаті будівельної діяльності, а також забруднень, що потрапляють у повітря, воду і землю у процесі будівництва і експлуатації будівлі; сприятливий вплив на здоров'я людей, які проживають у будинках, побудованих за «зеленими» технологіями; розвиток нової «зеленої» архітектури, що має поєднувати екологічні принципи і естетичні переваги з інноваційними технологіями; ресурсозбереження, що забезпечує економію до 25% споживаної енергії і зниження споживання води на 30%. Варто також нагадати про перешкоди зелених технологій, а саме, відсутність ефективних механізмів державного стимулювання розвитку «зеленого» будівництва з метою поліпшення екологічної ситуації; низька екологічна культура населення; неналежна популяризація розвитку «зеленого будівництва»; підвищення відповідальності організацій у складі будівельних комплексів як особливих об'єднань учасників будівельної діяльності, що реалізують впровадження «зелених» ідей в практику національного будівництва.

Доцільним є відмітити бар'єри – високу вартість впровадження інноваційних «зелених» технологій; відсутність належних фінансових можливостей населення та будівельних підприємств у реалізації «зелених» проектів; неналежне стимулювання з боку держави у сфері пільгового кредитування та оподаткування проектів «зеленого будівництва».

Про те, екологічні переваги є безперечними, а значимість «зеленого» будівництва зростає, а місцевим і регіональним органам влади необхідно розробити і реалізовувати ефективну комплексну програму розвитку «зеленого будівництва», що сприятиме сталому розвитку нашої країни у найближчому майбутньому.

### Література

1. Закон України “Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру” № 1809-III від 08.06.2000 року. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1809-14>. (Дата звернення 23.06.2018).

2. Статюха Г.О. До питання кількісної оцінки екологічної безпеки при ОВНС / Г.О. Статюха, В.А. Соколов, І.Б. Абрамов // Східно-Європ. журнал передових технологій. – 2010. - №6/6(48). – с. 44-46.

3. Проект пасивного будинку в Польщі [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://novatechnika.info/proekty/250-proektpasivnogo-budinku-v-polshchi>.

4. Людство освоює зелене будівництво [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://expres.ua/news/2015/07/27/145112-lyudstvo-osvoyuye-zelene-budivnyctvo>.

5. Building design and construction. White Paper on Sustainability [Electronic resource]. – Available on : <https://archive.epa.gov/greenbuilding/web/pdf/bdcwhitepaper2.pdf>.

6. Зеленое строительство – это не просто актуальный тренд [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://russland.ahk.de/ru/publikacii/impuls/inhalt-impuls-2014/zelenoe-stroitelstvo/>.

7. Canada Green Building Trends: Benefits Driving the New and Retrofit Market [Electronic resource]. – Available on : <https://www.cagbc.org/cagbcdocs/resources/CaGBC%20McGraw%20Hill%20Cdn%20Market%20Study.pdf>.

УДК 502.131

## ЗЕЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕНДЕНЦИИ ИХ РАЗВИТИЯ

Довгяло Д.А., к.т.н., доц.,

ORCID: 0000-0002-9751-976X, [d.dovgialo@psu.by](mailto:d.dovgialo@psu.by)

Янушкевич В.Ф., к.т.н., доц.,

ORCID 0000-0002-1433-8817, [v.yanushkevich@psu.by](mailto:v.yanushkevich@psu.by)

Полоцкий государственный университет

**Аннотация.** Показана актуальность развития и применения «зеленых» технологий на практике. Акцентированы задачи, которые позволяют решать зелёные технологии. Показана роль внедрения ведущими странами мира экологически чистых инноваций и «зеленых» технологий для успешного развития экономики. В рамках «зеленой» экономики рассмотрены ведущие сектора. Проанализирована роль в ускоренном развитии альтернативной энергетики энергетических кризисов. Показано одно из важнейших направлений современного развития научно-технического прогресса в виде смены парадигмы: от экстенсивного к устойчивому развитию с акцентом на максимальное сохранение природы и её самого активного члена – человека. Проанализированы наиболее острые глобальные экологические проблемы современного общества.

**Ключевые слова:** «зеленые» технологии, инновации, энергетика.

## GREEN TECHNOLOGIES AND THEIR DEVELOPMENT TRENDS

Dauhiala D.A., Ph.D., Assoc.,

ORCID: 0000-0002-9751-976X, [d.dovgialo@psu.by](mailto:d.dovgialo@psu.by)

Yanushkevich V.F., Ph.D., Assoc.,

ORCID 0000-0002-1433-8817, [v.yanushkevich@psu.by](mailto:v.yanushkevich@psu.by)

Polotsk State University

**Abstract.** *The relevance of the development and application of "green" technologies in practice is shown. The tasks that allow solving green technologies are emphasized. The role of the introduction of environmentally friendly innovations and "green" technologies by the leading countries of the world for the successful development of the economy is shown. The leading sectors are considered within the framework of the "green" economy. The role of energy crises in the accelerated development of alternative energy is analyzed. Shown is one of the most important directions of modern development of scientific and technological progress in the form of a paradigm shift: from extensive to sustainable development with an emphasis on the maximum preservation of nature and its most active member - man. The most acute global environmental problems of modern society are analyzed.*

**Key words:** *Green technologies, innovations, energy.*

Зелёные технологии – технологии, производственные процессы и цепочки поставок которых являются экологически безвредными, либо менее вредными по сравнению с традиционными способами производства. Данные технологии реализуются в экологической, экономической, технологической и инновационной сферах и, как правило,

решают вопросы переработки отходов либо использования альтернативных источников электроэнергии. Примерами таких технологий являются биологическая очистка воды, гидроэнергетика, атомная и солнечная энергетика. Актуальность развития и применения «зеленых» технологий на практике увеличивается стремительными темпами. В настоящее время ведущие страны мира ориентируются на экологически чистые инновации, и «зеленые» технологии выступают в роли основы успешного развития экономики. Выделяют следующие сектора: «зеленая» химия, альтернативная энергетика, переработка отходов, «зеленый» транспорт, энергоэффективное жилье, органическое земледелие, экологический туризм [1].

Можно считать, что в настоящее время альтернативная энергетика все ещё переживает свою юность. Но эта картина быстро меняется под влиянием процессов политического давления, всемирных экологических катастроф (засух, голода, наводнений) и улучшений в технологиях возобновляемых энергий. Не последнюю роль в ускоренном развитии альтернативной энергетике играет энергетический кризис. Энергетический кризис, в котором находится человечество, имеет две причины. Первая – ограниченность существующих ископаемых энергоносителей. Вторая – загрязнение окружающей среды. Если первая из этих причин носит скорее геополитический характер, чем является реальной нехваткой природных углеводородов на сегодняшний день (разведанных запасов нефти, даже с учетом бурного роста потребления в Азии хватит как минимум на 30-40 лет, природного газа на 80 лет, угля не менее чем на полтора века), вторая грозит возможными катаклизмами (ураганами, изменениями направления океанских течений, таянием льдов, изменением состава атмосферы, глобальным потеплением и изменением климата) в самом ближайшем будущем. При этом возможность фазовых переходов (то есть таких, при которых малые изменения параметров влекут за собой глобальные последствия) отнюдь не исключена – а каковы критические значения параметров и когда наступят скачкообразные изменения, трудно предсказать.

В течение последних десятков лет развитые страны мира прогрессивно увеличивают инвестиции в альтернативные и энергетические «зеленые» технологии. Исходя из современных прогнозов многочисленных экспертов, уже к 2050 г. применение «зеленых технологий» сделает возможным генерирование 50% всей потребляемой энергии [2]. Развитые страны переориентируют своё развитие на реализацию стратегии экологически ориентированного роста, одной из главных составляющих которой становятся «зелёные технологии» [3]. Зелёные технологии позволяют решать следующие задачи:

- способствовать устойчивому развитию, предотвращая истощение ресурсов;
- производить товары, которые впоследствии могут быть переработаны, восстановлены или повторно использованы;
- уменьшить загрязнение окружающей среды, повысив ресурсоэффективность производства;
- применить инновации, которые позволяют заменить старые способы производства энергии, наносящие ущерб окружающей среде.

Представленные задачи четко вписываются в стратегическую экологическую оценку (СЭО), подготовленную специалистами Государственного научного учреждения «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» НАН Беларуси. Целью СЭО является обеспечение учета и интеграции экологических факторов в процесс разработки проектов различных стратегий развития, в том числе принятия решений, в поддержку экологически обоснованного и устойчивого развития [4].

Основными направлениями проведения СЭО являются:

- всестороннее рассмотрение и учет ключевых тенденций в области охраны окружающей среды, рационального и комплексного использования природных ресурсов, ограничений в области охраны окружающей среды;
- поиск оптимальных решений, способствующих предотвращению, минимизации и смягчению последствий воздействия на окружающую среду;

– обоснование и разработка мероприятий по охране окружающей среды, улучшению качества окружающей среды, обеспечению рационального использования природных ресурсов и экологической безопасности.

На фоне нарастающего энергодефицита и климатических изменений "Росатом" представил концепцию "зеленого квадрата" – необходимость ускоренного развития гидроэнергетики, энергетики ветра, солнца, атомной энергетики. Эта четверка использует технологии, при которых тепловые выбросы и образование углекислого газа стремятся к минимуму [5].

Таким образом, важнейшим направлением современного развития научно-технического прогресса является смена парадигмы: от экстенсивного к устойчивому развитию с акцентом на максимальное сохранение природы и её самого активного члена – человека, деструктивная активность которого по отношению к природе достигла критического уровня. Антропогенный фактор в нарушении экобаланса со всеми вытекающими из этого негативными последствиями стал доминирующим. В связи с этим в развитых странах общество и правительства ставят задачу и принимают программы национального и интернационального характера по защите окружающей среды. В конце XX века сформировалось и продолжает развиваться в настоящий момент новое направление науки и практики под названием «зелёные технологии», охватывающее практически все сферы деятельности человека [6,7].

**Заключение.** Актуальность применения зеленых технологий растет в геометрической прогрессии, ведущие мировые державы переходят на экологичные рельсы развития экономики. Развитые страны мира постепенно увеличивают инвестиции в альтернативные и зеленые энергетические технологии. Согласно имеющимся оценкам, уже к 2050 году их применение позволит генерировать до 50% всей потребляемой энергии.

«Зелёные технологии» в атомной промышленности широко используются для замены минерального топлива и очищению атмосферы от загрязнения газами. Это позволяет значительно снизить потребление природных ресурсов.

В перспективе ожидается ускоренное развитие широкого спектра экологически чистых технологий. К наиболее острым глобальным экологическим проблемам сегодня относят изменение климата, доступ к качественной воде и другим ресурсам, утрату биоразнообразия, поэтому можно предположить, что развитие технологий будет направлено на их решение. При этом «зелёные технологии» не сводятся к частным случаям. «Зеленые технологии» – это и экологически безопасное сырье, и экологически безопасные конечные продукты, и экологически безопасные технологии производства.

#### **Література.**

1. Водопьянова Т. П. Зеленые инвестиции Беларуси // *Культура и экология — основы устойчивого развития России. Проблемы и перспективы «зеленого роста». Переход на траекторию зеленой экономики.* С. 161-164
2. БЕЛТА — *Новости Беларуси [Электронный ресурс] URL: [https:// belta.by](https://belta.by) (дата обращения: 19.02.2021).*
3. [https://atom.belta.by/ru/news\\_belta/view/news\\_belta/view/zelenye-technologii-investitsii-v-ekonomicheskiju-bezopasnost-belarusi-uchenyj-1733/t\\_id/1](https://atom.belta.by/ru/news_belta/view/news_belta/view/zelenye-technologii-investitsii-v-ekonomicheskiju-bezopasnost-belarusi-uchenyj-1733/t_id/1).
4. Закон Республики Беларусь от 18.07.2016 № 399-З «О государственной экологической экспертизе, стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду» (Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 21.07.2016, 2/2397).
5. <https://baltnews.lt/energy/20190307/1018919131/zelenyy-kvadrat-rosatoma-budushchee-energetiki.html>.
6. <http://spkurdyumov.ru/economy/zelyonye-technologii/>.
7. <https://trends.rbc.ru/trends/green/5e8f620e9a7947520f5bfd0d>.

## 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 плинину, 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 несталого плинку 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.

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

**В.М.Брунько**, здобувач кафедри «Архітектурних конструкцій», КНУБА  
bvmkrem@gmail.com

*Науковий співробітник Науково-дослідного інженерно-технічного Центру ПАТ  
«КиївЗДНІЕП», Київ, Україна*

**Анотація.** У роботі розкривається потенціал термоактивної акумулюючої адаптивної будівельної системи (ТААБС) чиє застосування є інноваційним способом забезпечення довгострокової енергоефективності об'єктів будь-якого призначення як складової концепції зеленого будівництва (green building) і домінуюча роль структури будівлі над її оболонкою як основи мінімальних енерговитрат при експлуатації.

**Ключові слова.** Енергоефективність будівель, ТААБС, структура, оболонка

**Основна частина.** По базовим формулам, тепловтрати будівлі – це функція теплотехнічних характеристик її оболонки. Теплотехнічні характеристики тієї сукупності матеріалів та виробів, що в ній, в оболонці - не враховуються. В то же час оболонка – це один, частіше, кілька шарів матеріалів в певній їх структурі. Тобто маємо протиріччя: не врахування в одному випадку та врахування в іншому тієї чи іншої складності.

При цьому, базове в формулі теплопередачі - це розмір перетину оболонки в напрямку, який співпадає з тепловим потоком. Але же, очевидно, що порівняльна протяжність шляху теплового потоку будь-якої оболонки (товщина оболонки) співвідноситься з протяжністю теплового потоку в середині будівлі, в, плюс мінус, 10 кратній пропорції не на користь цієї самої оболонки.

Показники теплопровідності і теплоємності - це функція не щільності (як часто виникає таке відчуття, коли дивимося на дані відповідних таблиць), а *внутрішньої структури матеріалу*. Так і вода і, наприклад, АБС пластик мають щільність біля 1 т/м<sup>3</sup>. Відповідно, теплоємність 4.18 і 1.3, а теплопровідність 0.68 і 0.13.

Відповідно, є гіпотеза, що і теплотехнічні характеристики *Будівлі*, як штучного стаціонарного *Об'єму* з контрольованим *Кліматом*, залежать в першу чергу від її структури. А зараз основою уваги є практично виключно теплотехнічні характеристики оболонки будівлі – зовнішньої поверхні об'єму будівлі.

Стандартним рішення в контексті енергоефективності будинку були по-перше, зменшення тепловтрат через огорожувальну оболонку будівлі, по-друге, рекуперация в системі вентиляції.

Перше рішення – нарощування R – термічного супротиву оболонки має граничне рішення – вакуум, або повітря ( $\min \lambda$ ) і вже наближається до нелогічного максимуму. Оболонці слід виконувати і функцію механічного захисту внутрішнього об'єму тому «невагові» оболонки мають обмежене використання. Друге рішення стикається з критичною залежністю від санітарно-гігієнічних вимог щодо якості повітря, досягнути якого якнайдешевше та найлогічніше за рахунок природної припливної вентиляції(чи провітрювання) – вимоги зеленого будівництва.



**Мал.1** Ілюстрація зміни теплотехнічних характеристик будівельних матеріалів при зміні їх структури

В той же час ключовими трендами сучасності в контексті енергоефективності будинку є орієнтація на відновлювальні джерела енергії (ВДЕ). ВДЕ характеризуються потужностями: незначними, розподіленими в просторі/території; нестабільним у часі; циклічним у часі доби та року зі збереженням вказаних вище особливостей.

Для використання ВДЕ з вказаними особливостями будинок має мати акумулятор тепла/холоду, який компенсує вказані нерівномірності та накопичить/віддасть потрібну потужність вже під графік споживання.

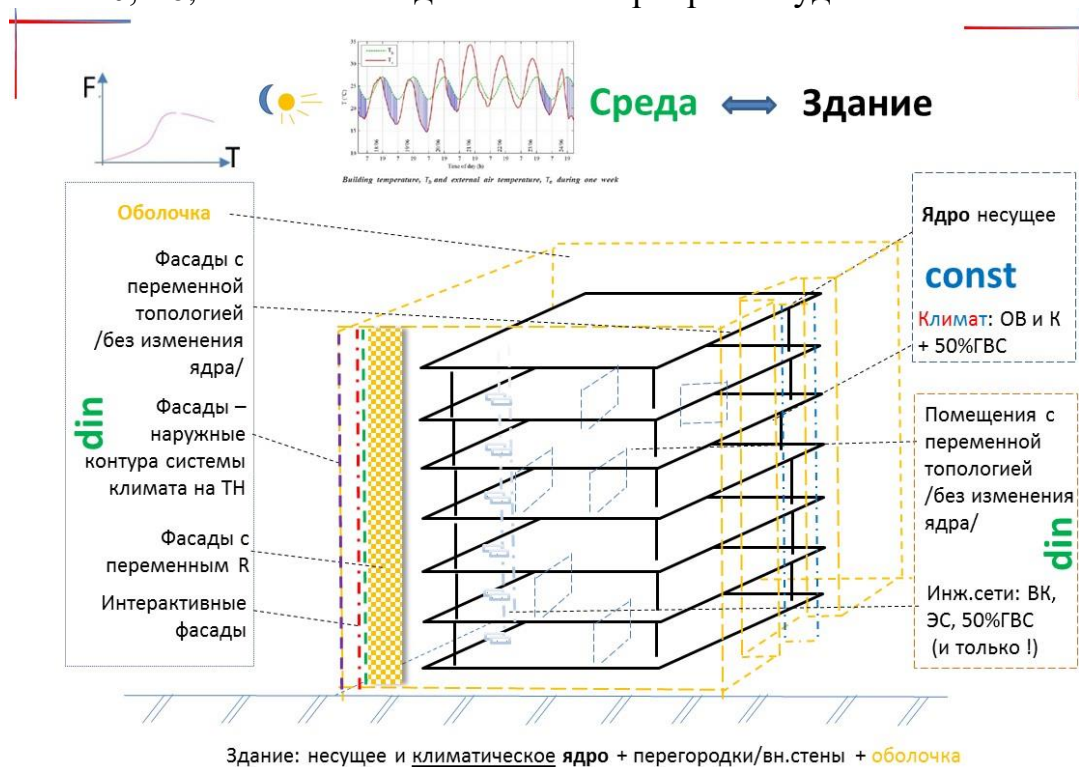
Найбільш раціональне рішення: *забезпечення клімату в приміщенні шляхом контролю температури несучих горизонтальних частин будинку.*

Дослідження автора статті на протязі 10 років та побудовані 22<sup>1</sup> будинків за технологією ТААБС загальною площею біля 7 тис.м<sup>2</sup> дозволили стверджувати, що для середньо поверхових будинків (до 5-6 поверхів)<sup>2</sup> оптимальне за критерієм мінімуму ВЖЦ є показник ТКП (термо-

<sup>1</sup> Котеджі індивідуальні 4 шт по 58 м<sup>2</sup>; багатоквартирні будинки 7 шт. від 200 до 700 м<sup>2</sup>, офісний будинок 1500 м<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> що зумовлено певним співвідношенням площі забудови – поверхня, контактуюча з ґрунтом - до загальної площі поверхонь будинку, що контактують із зовнішнім середовищем - повітрям

кліматичний потенціал) на рівні 0,17-0,19 кВт/°С\*м<sup>2</sup> для індивідуальних будинків та 0,2-0,22 кВт/°С\*м<sup>2</sup> для багатоквартирних будинків.



**Мал.2** Модель Будівлі для забезпечення вимог зеленого будівництва

### Література.

1. Брунько В.М. Термо-кліматичний потенціал будинку. Збірник статей «Енергоінтеграція» КНУБА 2016 р.
2. Фаренюк Г. Г. Теплова надійність огорожувальних конструкцій та енергоефективність будинків при новому будівництві та реконструкції : Дис... д-ра наук: 05.23.01 – 2010
3. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЕЛЬ Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні (EN ISO 13790:2008, IDT)
4. ДСТУ Б EN 15217:2013 Енергетична ефективність будівель. Методи представлення енергетичних характеристик та енергетичної сертифікації будівель (EN 15217:2007, IDT);
5. ДСТУ Б EN 15603:2013 Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки (EN 15603:2008, IDT)
6. Табунщиков Ю. А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач – М.: АВОК Пресс, 2002. – 193 с
7. Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces. Part 2: Human contact with surfaces at moderate temperature
8. EN 15377-1:2008 Heating systems in buildings – Design of embedded water based surface heating and cooling systems – Part 1: Determination of the design heating and cooling capacity
9. EN 15459:2007 Energy performance of buildings – Economic evaluation procedure for energy systems in buildings
10. DIN EN 12831 Bbl 1:2008 Heating systems in buildings – Method for calculation of the design heat load – National Annex NA

## ОЦІНКА ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ В МІСТІ КИЄВІ

Кузовчикова В.А. студент ЕК-41

Василенко Л.О., к.т.н., доцент

<https://orcid.org/0000-0003-4201-5481> [lesya.kiev@ukr.net](mailto:lesya.kiev@ukr.net)

Київський національний університет будівництва і архітектури

***Анотація.** Досліджено та охарактеризовано сучасний екологічний стан питної води міста Києва, проаналізовані показники якості води з позначкою «чиста», виявлені параметри питної води, що надходить через водопровідну систему населенню, які не відповідають санітарно-гігієнічним нормам. Лабораторія Ecosoft проводить аналізи води в Києві, та розміщує результати на «картах якості води» Наведені результати свідчать, що тривале використання такої води в якості питної може призвести до негативних наслідків здоров'ю людини.*

***Ключові слова:** водопостачання, карти якості води, санітарно-гігієнічні норми, показники якості, кольоровість, мутність, питна вода.*

## DRINKING WATER QUALITY ASSESSMENT IN KYIV CITY

Kuzovchikova V. A., student EC-41

Vasilenko L.O., Ph.D., Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0003-4201-5481> [lesya.kiev@ukr.net](mailto:lesya.kiev@ukr.net)

Kyiv National University Construction and Architecture

***Abstract.** The current ecological condition of drinking water in Kyiv city has been studied and characterized, water quality indicators marked "clean" have been analyzed, and the parameters of drinking water coming through the water supply system to the population that do not meet sanitary and hygienic norms have been identified. Ecosoft Laboratory analyzes water in Kyiv city and places the results on "water quality maps" These results show that long-term use of such water as drinking water can lead to negative consequences for human health.*

***Key words:** water supply, water quality maps, sanitary and hygienic norms, quality indicators, chromaticity, turbidity, drinking water.*

Найважливіша складова екологічно безпечного розвитку природних і соціально-економічних систем є природокористування. Природокористування передбачає надійну організацію використання водних джерел, при цьому забезпечується сталий розвиток і протягом тривалого часу зберігається достатній водно-ресурсний потенціал. Минуле сторіччя характеризується збільшенням техногенного впливу на водне середовище. Безконтрольне використання водних ресурсів, розвиток промисловості, збільшення транспорту. Все це призводить до збільшення споживання води та зростання її забруднення. Згідно даних Всесвітньої організації охорони здоров'я, близько 75% хвороб у

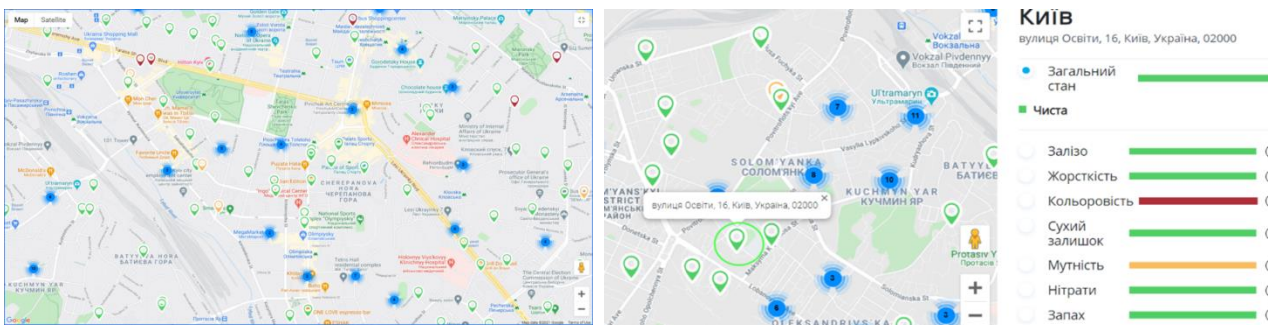
людини викликає саме вживання води низької якості, а також використання в побутових цілях води, яка не відповідає гігієнічним нормам [1-2]. Наявність високоякісної питної води в кількості, що задовольняє основні потреби людини, є однією з умов зміцнення здоров'я людей і сталого розвитку держави. Будь-яке недотримання стандарту якості питної води може призвести до несприятливих, як короткострокових, так і довгострокових наслідків для здоров'я і благополуччя населення.

Але, якщо в кількісному відношенні місто задовольняється питною водою повністю, але забезпечувати якісні показники стає все складніше. Забруднюючі речовин потрапляють у водні об'єкти при скиданні очищених стічних вод з Бортницької станції аерації та стічних вод з Дніпровської та Деснянської водопровідних станцій.[2]

Значний вклад у розвиток, вдосконалення оцінки та визначенню змін екологічного стану водних екосистем внесли такі вчені: Сніжко С.І., Хільчевський В.К., Яцик А.В., Осадчий В.І., Набиванець Б.Й., Горшков В.Г., Данилов-Данильян В.І., Васюков А.Є., Удод В.М., Бланк А.Б., Романенко В.Д, Мислюк О.О., V. Nebel, R. Wright, Волошкіна О.С. та ін. В наукових працях цих вчених приділено увагу визначенню екологічних змін у природних системах із врахуванням рівнів якісних та кількісних змін стану водних екосистем за умов постійної дії на них антропогенної діяльності людини. За даними Управління екологічної безпеки Києва, забір «свіжої води питної якості» у місті – близько мільярда кубометрів на рік. Основними постачальниками столичного водопроводу є Деснянський і Дніпровський водозабори. За даними екологів, Дніпро і Десна в межах міста відносяться до III класу – «помірно забруднена вода», а в деяких місцях – до IV класу – «брудна вода».

Метою дослідження є оцінка якості питної води в місті Києві Об'єктом дослідження є питна вода, що поступає до київських квартир.

Технології очищення води, цілеспрямовані в першу чергу на зниження каламутності води та її кольоровості. Окрім цього, під час очищення на станціях водопідготовки, видаляється частина важких металів, нітратів, фосфатів, зменшується вміст заліза та знижується твердість. Вода не відповідає вимогам до якості питної води у зв'язку зі «вторинним забрудненням». [3, 4] рис. 1 рис.2



Щороку в лабораторії «Ecosoft» аналізують тисячі параметрів якості питної води. Було вирішено проаналізувати якість води в місті Києві за допомогою представлених лабораторією «карт якості». (рис.1) [6]. Згідно «карт якості» та при аналізі повної характеристики таблиці (рис. 2) можна зробити висновок, що загальний стан води приймається як «чистий», тобто вода придатна до вживання. рис. 2 [6]

Але необхідно звернути увагу, що Показники кольоровості та мутності в повній мірі не задовольняють показники ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». [5]

Кольоровість може з'явитися при наявності органічні сполуки, які надають воді жовтуватий колір і в'язучий присмак, а при хлоруванні утворюють канцерогенні хлорорганічні продукти.

Органічні речовин бувають природного (бактерій та продуктів їх життєдіяльності) чи штучного походження (миючі засоби, масла, добрива, пестициди, побутові та промислові стоки).

Мутність зумовлена наявністю у воді завислих частинок (піску, іржі, мулу). Це призводить до засмічення і зносу клапанів і прокладок побутових приладів, появи відкладень в трубопроводах, брудних плям і розводів на сантехніці та кухонному обладнанні.

#### **Висновки.**

Оцінка якості води в місті Києві, за представленими аналізами проб води лабораторією Ecosoft, дозволяє зробити висновок, що в цілому вода в місті Київ – безпечна, але при тривалому її використанні в якості питної води, може призвести до негативних наслідків здоров'я.

Для покращення якості питної води в Києві, необхідно здійснити ряд заходів:

1. Замінити водопровідної мережі в плановому порядку.
2. Замінити реагенти в процесі підготовки води на більш сучасні.
3. Промивати міські мережі після проведення ремонтних робіт.
4. Щоденно виконувати перевірку якості води, для попередження відхилень у показниках якості. Перевіряти відповідність гранично допустимим концентраціям

#### **Література.**

1. Василенко Л.А., *Анализ качества вод для центрального водоснабжения г. Киев (Украина) / Василенко Л.А., Жукова Е.Г., Самусенко В.В.// журнал Биосферная совместимость, человек, регион, технологии. – Курск, 2018. – номер 2(22). – С. 76-84.*
2. Василенко Л.О./*Ecological evaluation of the man-caused impact on the headwater aquatic ecosystems of Zhytomyr region (case study the Gnylopiat river) //Екологічна безпека та природокористування. Василенко Л.О., Жукова О.Г., Гончаренко А.В // Збірник наукових праць. Випуск 4(28), жовтень грудень 2018р Київ 2018. С48-56. <http://www.yuston.com.ua/>*
3. «Актуальні питання стану якості питної води» -Ю.Г. Бондаренко, М. В. Загородній, М.М. Олексієнко, С.В. Овчаренко-Черкаська облсанепідстанція, Черкаський державний технологічний університет, комунальне підприємство Черкаський водоканал, м. Черкаси
4. Прокопов В. О. *Оцінка якості питної води з підземних вододжерел України з погляду впливу на стан здоров'я населення / В. О. Прокопов, О. Б. Липовецька // Науковий вісник НМУ. – К., 2012. – Вип. 4. – С. 122–126.*
5. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною»
6. <https://ecosoft.ua/water-map/>

УДК 330.366

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

Vorfolomeiev A.V., Ph.D., Associate Professor  
ORCID 0000-0001-5789-5149, [a.vorfolomeiev@kpi.ua](mailto:a.vorfolomeiev@kpi.ua)

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

***Abstract.** Circular economy offers good solutions the most pressing global challenges, such as environment degradation and decoupling economic growth. The adoption of circular economy principles and practices in Ukraine will ensure the sustainable use of resources, create additional jobs, provide favourable conditions for innovation and bring additional income to the national economy, while reducing the negative impact on the environment. Ukraine and its government have taken several steps towards implementation the circular economy by introducing it into the national legislation on waste treatment and the National Economic Strategy 2030. However, lack of public awareness, proper legislation developed and incorporated and national capacity could be significant barriers for the transition to a circular economy in Ukraine.*

***Key words:** circular economy, environmental protection, resource efficiency, waste treatment.*

## ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПІДТРИМКИ ПЕРЕХОДУ ДО ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ

Ворфоломеев А.В., к.т.н., доцент  
ORCID 0000-0001-5789-5149, [a.vorfolomeiev@kpi.ua](mailto:a.vorfolomeiev@kpi.ua)

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

***Анотація.** Циркулярна економіка пропонує рішення для найбільш актуальних глобальних проблем, таких як деградація навколишнього середовища і відмежування економічного зростання. Прийняття принципів і підходів циркулярної економіки в Україні забезпечить стале використання ресурсів, створить додаткові робочі місця, надасть сприятливі умови для інновацій і принесе додатковий дохід національній економіці, одночасно знижуючи негативний вплив на навколишнє середовище. Україна та її уряд вжили низку кроків по впровадженню циркулярної економіки, включивши її в національне законодавство щодо поводження з відходами і Національну*



*економічну стратегію 2030. Однак, прогалени в інформованості населення, законодавстві, а також національній спроможності можуть стати значними перешкодами для переходу до циркулярної економіці в Україні.*

***Ключові слова:** циркулярна економіка, природоохоронна діяльність, ресурсоефективність, поводження з відходами.*

Circular economy is a modern approach with the key idea of creating new business models based on eco-design, repair, reuse, recycling, renovation and so on to avoid waste as much as possible [1]. There is a common understanding that a circular economy offers a promising solution to some of the most pressing global challenges [2]. It may facilitate the achievement of Sustainable Development Goals, while advancing the implementation of the Paris Agreement on Climate Change.

The adoption of circular economy principles and practices in Ukraine will ensure sustainable use of resources. In addition, circular economy has the potential to provide for many additional jobs and small and medium-sized businesses will create most of them. Circular economy enables favourable conditions for innovation, new areas of expertise and knowledge. Scaling up both recycling and reuse of products will bring additional income for the national economy, will help preserve its resource potential and reduce negative footprint on the environment. Introducing a circular economy in Ukraine is an integral part in shaping strategic priorities of the national development, which in turn will have a positive impact on the welfare of the population.

Adopted in 2021 the National Economic Strategy until 2030 [3] determines strategic steps for the development of industry, agriculture, mining, infrastructure, transport, energy, information and communication technologies, creative industries and services. CE along with RECP and eco-industrial parks are parts of this Strategy. Thus, strategic goal 3 “Strengthening the competitiveness of industrial products produced in Ukraine, the introduction of resource- and energy-efficient technologies” prioritizes development of a circular economy and improving resource efficiency. It sets objectives, in particular, towards waste reduction, extended producer responsibility, resource efficient technology and education, sustainable public procurement, tax incentives for modernization, BAT.

One of the objectives of the reform “Safe and efficient waste management” is to launch an information centre for the collection, processing, analysis and dissemination of waste management information [4]. The overall purpose of the reform is to create the proper infrastructure of waste management facilities, improve the state of the environment, health conditions, disease control and well-being of the communities. The reform is also aimed to reduce waste generation and, hence, waste accumulation at landfills and dumps, intensify waste sorting and recycling, promote the use of waste-free and sustainable technology. One of the important goals of the reform is to create a set of definitions consistent with the EU legislation. These new terms together with the National Waste List will help discuss waste management issues with the EU using the same language. The reform will introduce sole producer responsibility for the management of the waste generated at each stage of product use. The extended producer responsibility system will apply to the following types of products: packaging, electrical and electronic equipment, batteries and accumulators, end-of-life vehicles, oils, tires, etc. The reform will form the basis for making up the National Waste List fully conforming to the EU list. Waste will be classified under the National Waste List and the Waste Classification Procedure by origin, composition and hazardous substance concentration

threshold.

Despite these positive developments, in general the Ukrainian government hasn't yet put big focus to circular economy. In the first place, it happens because Ukraine has been always a rich country if talking about its natural resources and that is why it still hasn't yet accustomed to counting them and recording their consumption carefully. The strategic aims stated in the National Economic Strategy until 2030 need the development of appropriate tools for implementation and monitoring.

A circular economy should fundamentally change the way we design, produce, use, and dispose things, thus stimulating the development of industry. In doing so, there will occur a need for additional jobs and new recruits will require new professional skills. Therefore, we will need training programs that will teach new technologies, new techniques, new tools, and most importantly, new business models.

The concept of circular economy is still very difficult to perceive both by governmental agencies of Ukraine and by businesses as well. The UNIDO started the introduction of a 'Cleaner Production' in Ukraine 13 years ago, and it is for sure that the situation with cleaner production those times was similar to that one with the circular economy today. Now the phrase 'Resource Efficient and Cleaner Production' is well recognized by many, and has been already used in legislation and regulations of Ukraine, and many enterprises have started the implementation of the resource efficiency methodology to enhance their production places. That is why Ukraine needs support in raising awareness on circular economy by means of implementing several pilot projects and disseminating knowledge about circular economy, and first of all to governmental agencies of all levels. Domestication of knowledge on CE is also a key task. Firstly, for most of Ukrainians the language barrier is still relevant. Secondly, differing interpretations of some provisions and definitions slow down progress. For example, at least 5 Ukrainian variants of the term "circular economy" are used by different stakeholders, which adds to the confusion.

Therefore, active awareness raising, advocating at political level and piloting the national examples from businesses should be a good starting point to facilitate the transition to a circular economy in Ukraine.

### References

1. Цибка М.М. Ресурсоефективне та чисте виробництво. Навчальний посібник // М.М. Цибка, К.О. Романова, А.В. Ворфоломєєв. - Київ Демонстраційний компонент ЮНІДО «Ресурсоефективне та чисте виробництво» програми «Екологізація економіки країн Східного партнерства Європейського Союзу» (ЕaP GREEN), 2017. – 84 с.
2. Main Findings of the Regional Preparatory Meetings for the Global Consultations on Circular Economy. – UNIDO, 2020. – 4 p. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://www.unido.org/sites/default/files/files/2021-04/Main%20findings%20of%20the%20regional%20preparatory%20meetings%20for%20the%20global%20consultations%20on%20circular%20economy\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2021-04/Main%20findings%20of%20the%20regional%20preparatory%20meetings%20for%20the%20global%20consultations%20on%20circular%20economy_0.pdf)
3. Національна економічна стратегія на період до 2030 року / Затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 3 березня 2021 р. № 179. – 343 с. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/uploads/public/604/13e/648/60413e6481b69340709542.doc>
4. Environmental Policy.. – Government Portal. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/en/reformi/ekonomichne-zrostannya/ekologichna-polityka>

УДК 691.175.3

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

Гиль А.И.,

[a.hil@psu.by](mailto:a.hil@psu.by)

Лазовский Е.Д., к.т.н., доц.,

[y.lazouski@psu.by](mailto:y.lazouski@psu.by)

Полоцкий государственный университет, Республика Беларусь

*Аннотация.* В статье рассмотрен вариант расширения области применения неметаллической композитной стержневой арматуры без предварительного напряжения в составе комбинированного армирования для изгибаемых железобетонных элементов. Выделены основные физико-механические характеристики, преимущества и недостатки композитной стержневой арматуры на основе различных высокопрочных волокон. Определены организационные и технологические трудности, препятствующие расширению области применения данного армирования. Приведены факторы, не позволяющие выполнять полную замену металлической арматуры на композитную стержневую арматуру эквивалентной прочности без предварительного напряжения. Представлена возможная область применения композитной арматуры в составе комбинированного армирования совместно с металлическими арматурными стержнями, при котором будут наиболее полно использованы ее физико-механические характеристики. Выделены проблемы и задачи, решение которых позволит применять комбинированное армирование в изгибаемых железобетонных элементах без предварительного напряжения.

**Ключевые слова:** композитная неметаллическая арматура, комбинированное армирование, железобетон, изгибаемые элементы.

**NON-METALLIC COMPOSITE ROD REINFORCEMENT WITHOUT  
PRESTRESSING AS A PART OF COMBINED REINFORCEMENT: PROSPECTS  
OF APPLICATION IN BENT REINFORCED CONCRETE ELEMENTS**

Hil A.I.,

[a.hil@psu.by](mailto:a.hil@psu.by)

Lazouski Y.D., Ph. D, Associate Professor,

[y.lazouski@psu.by](mailto:y.lazouski@psu.by)

Polotsk State University, Republic of Belarus

*Annotation.* The article considers a variant of expanding the scope of application of non-metallic composite rod reinforcement without prestressing as part of combined reinforcement for bent reinforced concrete elements. The main physical and mechanical characteristics, advantages and disadvantages of composite rod reinforcement based on various high-strength fibers are

*highlighted. The organizational and technological difficulties hindering the expansion of the field of application of this reinforcement are identified. The factors that do not allow to perform a complete replacement of metal reinforcement with composite rod reinforcement of equivalent strength without prestressing are given. A possible field of application of composite reinforcement in the composition of combined reinforcement together with metal reinforcement rods, in which its physical and mechanical characteristics will be most fully used, is presented. The problems and tasks are highlighted, the solution of which will allow the use of combined reinforcement in bent reinforced concrete elements without prestressing.*

**Keywords:** *composite nonmetallic reinforcement, combined reinforcement, reinforced concrete, bendable elements.*

В настоящее время современная строительная индустрия требует непрерывного роста эффективности и технологичности производства строительных изделий, снижения трудоемкости и экономических затрат, применения новых прогрессивных технологий материалов, конструкций и конструктивных систем. Одной из задач по развитию и совершенствованию строительных конструкций является расширение области применения неметаллического композитного стержневого армирования в изгибаемых железобетонных элементах. Данный вид армирования не является новым для Республики Беларусь, однако его применение не получило широкого распространения, в отличие от зарубежной строительной практики, где композитная неметаллическая стержневая арматура применяется в конструкциях зданий и сооружений, которые эксплуатируются в сильно агрессивных кислотных или щелочных средах, где необходимо обеспечить надёжную коррозионную защиту металлической стержневой арматуре, что является достаточно проблематичной задачей.

Композитная арматура (международное обозначение FRPC – fiber reinforced polymer composite (англ. полимерный композит, армированный волокном) представляет собой гетерогенную систему, состоящую из армирующего высокопрочного волокна, составляющего основу композита и определяющего его прочность и жесткость, и полимерной матрицы, выполняющей функцию связи волокон между собой, защиты поверхности от внешних воздействий при транспортировке, монтаже и эксплуатации, передачи усилий на волокно. В качестве исходного материала для армирующего волокна используется стекло, базальт, арамид, углерод, для полимерного связующего – различные виды термореактивных смол, в частности кремнийорганические, фенольноальдегидные, эпоксидные, высокотермостойкие полиамидные, полибензимидазольные полимеры. Композитная неметаллическая арматура производится в виде стержней различного вида профиля, пластин, холстов [1].

В результате многочисленных исследований физико-механических свойств стержневой композитной арматуры на основе различных высокопрочных волокон [2-7]. Можно выделить следующие основные преимущества данной арматуры:

- высокая прочность на растяжение (от 1000 до 1500МПа);
- устойчивость к некоторым химическим воздействиям и неподверженность коррозии (кислот, щелочей, солей, морской и аммиачной воды, сернистого газа и влажной среды);
- не изменчивость свойств под воздействием электромагнитных полей;
- малый удельный вес;
- широкий диапазон рабочих температур: от -70 до +100<sup>0</sup>С;
- долговечность;
- не образует никаких продуктов коррозии;

– коэффициент теплового расширения совпадает с бетоном;

Однако наряду с преимуществами есть и определенные недостатки, основные из которых:

– низкий модуль упругости по отношению к металлической арматуре;

– низкая огнестойкость, при нагреве свыше  $+100^{\circ}\text{C}$  происходит снижение заявленных физико-механических характеристик;

– трудности в технологии изготовления гнутых арматурных изделий;

– отсутствие надежных анкерных устройств для создания предварительного напряжения в арматуре;

– относительно высокая стоимость.

Вместе с тем, присутствуют значительные организационные и технологические трудности в области применения неметаллической композитной стержневой арматуры, требующие дополнительных исследований: отсутствие единых нормативных документов, регламентирующих ее физико-механические характеристики, отсутствие нормативных документов по расчету железобетонных конструкций с неметаллической композитной стержневой арматурой, отсутствие опыта применения таких конструкций, отсутствие единой методики определения и контроля физико-механических характеристик арматуры данного вида, кроме того, характеристики и геометрические параметры неметаллической композитной стержневой арматуры разных производителей существенно отличаются между собой [8].

Исходя из выделенных недостатков композитной стержневой арматуры, была определена одна из основных проблем внедрения ее в практику строительства, а именно: низкий модуль упругости и отсутствие площадки текучести. Применение данного вида армирования в качестве основного армирования растянутой зоны изгибаемых железобетонных элементов, как правило, приводит к их хрупкой форме разрушения. Это происходит, в первую очередь, вследствие повышенной деформативности и значительной ширины раскрытия трещин на ранних этапах загрузки. Одним из вариантов решения данной проблемы является предварительное напряжение неметаллической композитной арматуры [10-12]. Анализ приведенных работ, посвященных исследованиям изгибаемых железобетонных элементов с композитной предварительно напряженной неметаллической стержневой арматурой позволил сделать выводы, что композитную арматуру целесообразно использовать только с предварительным напряжением, а низкий модуль упругости композитной арматуры в самой значительной степени предопределяет её недостаточное использование и невозможность полной замены стальной арматуры. Кроме того, было обосновано использование существующих методов расчёта железобетонных изгибаемых конструкций со стальной арматурой применительно к композитной арматуре с уточнениями и дополнениями, исходя из свойств применяемой композитной стержневой арматуры. Так как теоретическая прочность бетонных элементов с полностью композитным армированием значительно превышает экспериментальную прочность, это приводит к необходимости корректировки существующего расчётного аппарата по прочности по нормальным сечениям.

На сегодняшний день полная замена стальной арматуры на композитную без предварительного напряжения невозможна, однако, при этом, для преднапряжения композитных стержней необходимо использование высокотехнологичных надежных анкерных устройств для стержней и эффективная технология изготовления конструкций. На сегодняшний день данные мероприятия не разработаны на должном уровне, что препятствует широкому применению изгибаемых преднапряженных железобетонных

конструкций. В конечном итоге, это приводит к тому, что неметаллическая композитная стержневая арматура практически не используется в качестве основного вида армирования растянутой зоны железобетонных изгибаемых конструкций.

Одним из решений данной проблемы является применение комбинированного армирования – введение в растянутую зону, армированную неметаллическими композитными стержнями, изгибаемого железобетонного элемента некоторого количества металлической стержневой арматуры. Согласно экспериментальным исследованиям [10], при применении такого вида армирования в растянутой зоне изгибаемых железобетонных балок, была получена пластическая форма разрушения образцов, а в их работе выделялась более протяженная стадия пластического деформирования, чем в аналогах с эквивалентным (по предельному растягивающему усилию) металлическим армированием.

Результаты данных исследований позволили эффективно применить неметаллическую композитную стержневую арматуру в изгибаемых железобетонных элементах без предварительного напряжения и предположить, что комбинированное армирование может иметь наиболее полезный эффект при применении в растянутой зоне сечений на промежуточных опорах статически неопределимых железобетонных балок, где, за счет более протяженной стадии пластического деформирования, будет происходить более рациональное перераспределение усилий между пролетными и опорными зонами элемента.

#### **Выводы.**

Применение неметаллической композитной стержневой арматуры без предварительного напряжения в составе комбинированного армирования растянутой зоны сечений на опорах изгибаемых статически неопределимых железобетонных балок значительно расширит область применения данного вида армирования и позволит более рационально использовать ее физико-механические характеристики. Ограничивающими факторами являются отсутствие методики расчета таких конструкций и данных экспериментальных исследований конструкций с предложенным видом армирования.

Таким образом, разработка научно обоснованной методики расчета сопротивления изгибаемых статически неопределимых железобетонных балок с комбинированным армированием растянутой зоны сечений на промежуточных опорах с учетом нелинейной работы материалов, позволяющей достоверно учесть перераспределение усилий между пролетными и опорными сечениями, является актуальной задачей в строительной науке и практике, а решение данного вопроса позволит расширить область применения неметаллической композитной стержневой арматуры без предварительного напряжения в Республике Беларусь.

#### **Литература.**

1. Гиль А.И. *Стеклопластиковая и углепластиковая арматура в строительстве: преимущества, недостатки, перспективы применения* / А.И. Гиль, Е.Д. Лазовский, Е.Н. Бадалова // *Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки.* – 2015. – №16. – С. 48-53.
2. fib 2005 "FRP Reinforcement for reinforced concrete structures", Task Group 9.3 (Fiber-Reinforced Polymer) Reinforcement for Concrete Structures, Lausanne, Switzerland, 2005 –173 p.
3. ACI 440.1R-03 "Guide for the Design and Construction of Concrete Reinforced with FRP Bars", American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, USA – 2003 – 81 p.
4. *Guide for the Design and Construction of Concrete Structures Reinforced with Fiber Reinforced Polymer Bars* – CNR–DT 203/206, Rome, June 2007 – 35 p.

5. Фролов Н.П. *Стеклопластиковая арматура и стеклопластбетонные конструкции*. – М.: *стройиздат*, 1980. – 104 с., ил.
6. Зак, А. Ф. *Физико-химические свойства стеклянного волокна* / А. Ф. Зак. – М. : *Ростехиздат*, 1962. – 224 с.
7. Гвоздев А.А. *Арматура из стеклопластиков для армирования бетонных конструкций* / А.А. Гвоздев, К.В. Михайлов, И. Никула // *Бетон и железобетон*. – 1960. – №3. – с. 105-111.
8. Лешкевич, О.Н. *Перспективы применения композитной арматуры* / О.Н. Лешкевич // *Проблемы современного бетона и железобетона : материал Третьего междунар. симпоз. (Минск, 9-11 нояб. 2011 г.) : в 2 т. / [редкол.: М. Ф. Марковский (гл. ред.) и др.]*. – Минск, 2011. – Т. 1 : *Бетонные и железобетонные конструкции*. – С. 262–268.
9. Тур В.В., *Экспериментальные исследования изгибаемых бетонных элементов с комбинированным армированием стальными и стеклопластиковыми стержнями* / Тур В.В. Мальха В.В. // *Вестник Полоцкого гос. ун-та. Серия F Строительство. Прикладные науки*. – 2013. – №8. – С. 58-65
10. Польской П.П. *О влиянии стеклопластиковой арматуры на прочность нормальных сечений изгибаемых элементов из тяжёлого бетона* // П.П. Польской, Мерват Хишмах, Михуб Ахмад // *Эл. журнал «Инженерный вестник дона»*, №4, Ростов-на-дону, 2012.
11. Теплова Ж.С. *Проектирование и строительство элементов здания с использованием стеклопластиковых арматурных стержней ООО «СК»* / Ж.С. Теплова, С.С. Киски, Д.В. Немова, А.В. Соклов // *Сб. «Строительство уникальных зданий и сооружений»*; № 4 (19), М.: 2014, с. 62-74.
12. Лоскутов А.В. *Напряжённно-деформированное состояние бетонных конструкций с предварительно напряжённой композитной арматурой* / А.В. Лоскутов // *Сб. ст. международной научно-практической конференции «Инновационная наука и современное общество» в 2 ч. Ч.1; 5 декабря 2014 г., Уфа; Уфа: Аэтерна, 2014. с. 38-42*

## КОМПЛЕКСНА МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛОГЕНЕРУЮЧОГО ОБЛАДНАННЯ ЯК ЗАХІД ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

**Гламаздин П.М.** доцент

ORCID-0000-0003-2611-2687, [sib.kiev@gmail.com](mailto:sib.kiev@gmail.com),

**Дяченко А.А.** студент

ORCID- 0000-0001-7115-7310, [diachenko.rnsns@gmail.com](mailto:diachenko.rnsns@gmail.com),

Київський національний університет будівництва і архітектури

**Гламаздин Д.П.** інженер, Bay-Boilers Systems GmbH, ФРН.

ORCID-0000-0002-2851-9352, [glamazdin.d@gmail.com](mailto:glamazdin.d@gmail.com)

***Анотація.** Авторами запропоновані методи підвищення екологічних характеристик паливо споживаючого обладнання, зокрема теплоенергетичного. Підвищення екологічних характеристик діючого обладнання досягається шляхом модернізації обладнання. При цьому модернізація має проводитись комплексно, як за рахунок удосконалення технологій спалювання органічних палив так і в результаті удосконалення конструкції елементів теплоенергетичних установок.*

*Показано, що подібна модернізація не тільки підвищує екологічні характеристики обладнання, а й несе позитивні екологічні наслідки за рахунок підвищення енергоефективності паливо споживаючого обладнання.*

***Ключові слова:** екологія, модернізація теплоенергетичного обладнання, шкідливі викиди.*

## COMPREHENSIVE MODERNIZATION OF HEAT GENERATING EQUIPMENT AS A MEASURE OF INCREASING ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS

**Glamazdin P.M.** docent

ORCID-0000-0003-2611-2687, [sib.kiev@gmail.com](mailto:sib.kiev@gmail.com)

**Diachenko A.A.** student

ORCID- 0000-0001-7115-7310, [diachenko.rnsns@gmail.com](mailto:diachenko.rnsns@gmail.com),

Kyiv National University Construction and Architecture

**Glamazdin D.P.** engineer, Bay-Boilers Systems GmbH, Germany

ORCID-0000-0002-2851-9352, [glamazdin.d@gmail.com](mailto:glamazdin.d@gmail.com)

***Abstract.** The authors propose methods to improve the environmental performance of fuel consuming equipment, in particular heat and power. Improving the environmental performance of existing equipment is achieved by upgrading equipment. At the same time, modernization should be carried out comprehensively, both due to the improvement of technologies for burning organic fuels and as a result of improving the design of elements of thermal power plants.*



It is shown that such modernization not only increases the environmental performance of equipment, but also has positive environmental consequences by increasing the energy efficiency of fuel consuming equipment.

**Key words:** ecology, modernization of thermal power equipment, harmful emissions.

Постійне зростання ціни на вуглеводне паливо, надмірна політизація ринку вуглеводів викликали прискорений зріст інтересу до відновлюваних та нетрадиційних джерел теплоти та і взагалі енергії. При цьому іноді цей рух призводить до небажаних наслідків в економіці країн, які дуже активно впроваджують подібні енергетичні технології. Так, за словами віце-президента Electricite de France (EDF) в її доповіді на Всесвітньому енергетичному конгресі в 2019 році відзначила, що Німеччина, яка найбільше з країн європейського союзу просунулась в частині впровадження нетрадиційних джерел енергії, отримала неочікувано важкий результат в сфері промисловості – за останні роки ціна на електроенергію для промисловості зросла і на 2019 рік на 30% перевищувала ціну для промисловості у Франції[1]

В той же час на жаль часто лишається незадіяним інший шлях до зменшення антропогенного навантаження на навколишнє середовище - удосконалення технологій спалювання вуглеводних та паливоспоживаючого обладнання. Зокрема це стосується і теплоенергетичної галузі. Цей напрямок має синергетичний характер, тому що він призводить не тільки до зменшення шкідливих викидів від теплогенеруючого обладнання за рахунок його удосконалення, але і до підвищення енергоефективності обладнання, тобто до зменшення питомих витрат палива, що додатково зменшує валову кількість шкідливих викидів.

Взагалі модернізація теплогенеруючого обладнання може проводитися в двох напрямках – це удосконалення технології спалювання та удосконалення обладнання.(Рис. 1.) Сучасний стан цифрового моделювання дає змогу більш-менш точно задовольняючи вимоги конструкторів описувати теплове поле та картину аеродинамічних процесів в топці котла, що дозволяє при розробленні проектів модернізації обладнання оптимізувати розміщення і кількість пальників в існуючій топці з точки зору повноти вигорання палива і мінімізації генерування шкідливостей в широкому діапазоні навантажень [2].

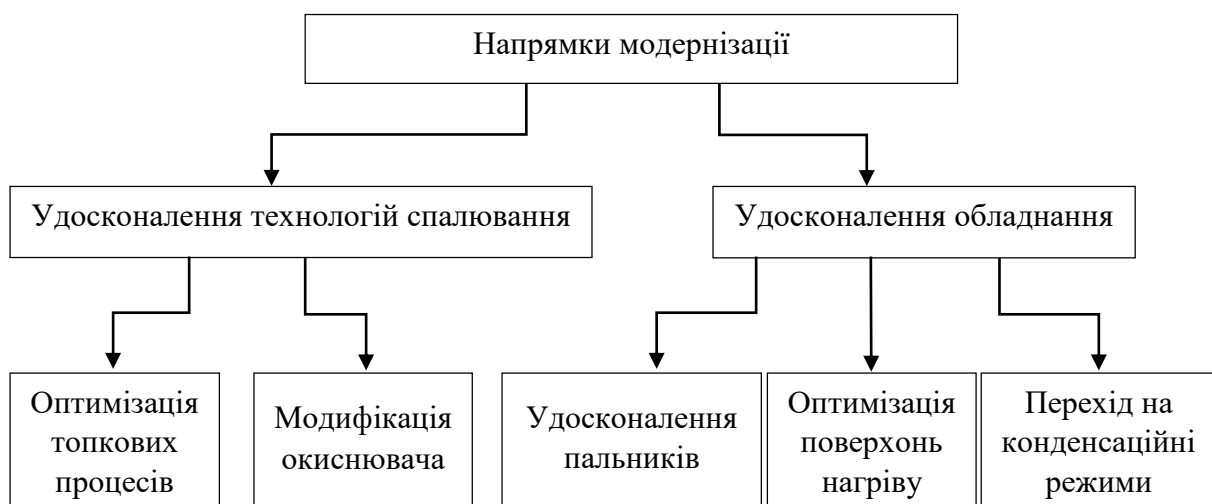


Рис. 1. Напрямки модернізації теплогенеруючого обладнання

Розвиток мембранних технологій дозволив суттєво знизити вартість отримання кисню, що дає змогу збагачувати ним дуттьове повітря. Збагачене киснем дуттьове повітря призводить до зменшення кількості генерованих оксидів азоту (NO<sub>x</sub>) [3] та підвищення ккд обладнання [4]. Особливо ефективно використання збагаченого киснем дуттьового повітря при використанні обладнання непроектного вугілля, що для теплових електростанцій України є хронічною хворобою [5]. При цьому збільшується вигорання палива в топці і зменшується його питома витрата за рахунок зниження втрати з механічним недопалом в тепловому балансі.

Удосконалення конструкції пальників безумовно веде до зменшення кількості генерованих шкідливостей. Основні виробники промислових пальників [6,7,8] пропонують пальники з викидами NO<sub>x</sub> не більше 100 мг<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>, що вкладається в норми ЕС і навіть на рівні 80 мг<sup>2</sup>/м<sup>3</sup> і менше. Тому заміна застарілих пальників, що експлуатуються, на нові є ефективним заходом із суто екологічної точки зору. Оптимізація поверхонь нагріву і перехід на конденсаційні режими веде до зменшення питомих витрат палива, а відтоді і до екологічного позитивного ефекту. [9]

**Висновки.** Проведення наведених заходів дозволить без зайвого навантаження на фінансовий стан підприємств, що в своїй основі мають теплоенергетичні процеси, суттєво підняти свій екологічний рівень.

#### Література.

1. В EDF отметили отсутствие пользы от перехода Германии на возобновляемые источники энергии. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://energосmi.ru/archives/40145>
2. Особенности расчета температурного поля в топке водотрубного котла при размещении горелок в поду / П. М. Гламаздин, Д. П. Гламаздин // Прикладна геометрія та інженерна графіка. - 2012. - Вип. 90. - С. 84-86. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/prgeoig\\_2012\\_90\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/prgeoig_2012_90_19)
3. Ратников П. Э., Менделев Д. В., Трусова, И. А., Кабишов, С. М. Технико-экономическая эффективность использования дутья, обогащенного кислородом, в отопительных котлах малой мощности. / Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. № 6, 2013. - Минск : БНТУ, 2013.- с. 52 - 58.
4. Тимошпольский В. И., Кабишов С. М., Трусова И. А. и др. Методика оценки энергоэффективности обогащения воздуха кислородом при сжигании газообразного топлива/ Энергоэффективность. № 1, 2013.-Минск: РУП Белинвестэнергосбережение, 2013.- с. 32 - 34.
5. Аналіз потреби ТЕС України в енергетичному вугіллі з урахуванням вимог до якості палива / М. О. Перов, В. М. Макаров, І. Ю. Новицький // Проблеми загальної енергетики. - 2016. - Вип. 3. - С. 40-49. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/PZE\\_2016\\_3\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/PZE_2016_3_8)
6. SAACKE-burners for the industry [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.saacke.com/industry/product-overview-industry/burners>
7. Studies on energy saving and lower emissions [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://emcombustion.es/en/burners-studies-on-energy-saving-lower-emissions/>
8. Pillard Burners [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://combustion.fivesgroup.com/products/pillard-product-line/burners/burners.html>
9. Аронов, И.З. Использование тепла уходящих газов газифицированных котельных / И.З. Аронов. – Москва: Энергия, 1967. – 192 с.

## INNOVATIVE PRODUCTION PROCESS TECHNOLOGY

**Zhuravska N**, Ph. D, Associate Professor,  
ORCID 0000-0002-4657-0493, [nzhur@ua.fm](mailto:nzhur@ua.fm)

**Gishko V.**, stud., Faculty of Civil Engineering

**Irodova A.**, stud., Construction and Technology Faculty

Kyiv National University Construction and Architecture

**Annotation.** *The analysis of the economics of environmental management at heat and power facilities, in heat supply systems (SS), has an endogenous characteristic of technological processes when using reagent-free water treatment in electromagnetic fields (artificial purposeful technogenesis) and is characterized by open (external) connections with the environment (atmosphere), with potentially possible technological emissions (heat of vaporization). At the same time, organizational and managerial decisions are an important component of production processes.*

**Key words:** *economics of nature management, innovative technology, environmental protection, electromagnetic water treatment.*

## ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

**Журавская Н.Е.** к.т.н., доц.,  
ORCID 0000-0002-4657-0493, [nzhur@ua.fm](mailto:nzhur@ua.fm)

**Гишко В.И.**, студ., СФ

**Иродова А.**, студ., СТФ

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

**Аннотация.** *Анализ экономики природопользования на теплоэнергетических объектах, в системах теплоснабжения (СТ), имеет эндогенную характеристику технологических процессов при применении безреагентной подготовки воды в электромагнитных полях (искусственный целенаправленный техногенез) и характеризуется открытыми (экстернальными) связями с окружающей средой (атмосферой), при*

*потенциально возможных технологических выбросах (теплота испарения). При этом важной составляющей производственных процессов является организационно-управленческие решения.*

**Ключевые слова:** экономика природопользования, инновационная технология, природоохранная деятельность, электромагнитная подготовка воды.

Investigated innovative technologies for processes

Integral management is a goal and depends on the features of the technology under study with reagent-free water treatment in electromagnetic fields for heat and power facilities thermal power facilities, systems in different industries, construction industry, housing and communal complexes, which affect development of the foundations of the mechanisms of nature management in the conditions of its local nature conservation activities. The definition of economic tasks affects the organization of heat generation processes and potential emissions into the atmosphere [1-3].

The components of monitoring in the system were identified almost 30 years ago by Y.Israel (1975 - 1984) [4].

The problems of monitoring and changes in the quality of the environment [5] for the previous period are conceptually shown to the present time, is being considered, investigated the ability to simulate processes and predict them.

Monitoring of air pollution in Ukraine is carried out by several subjects of activity. The State Statistics Committee (Goskomstat) summarizes the reporting of business entities on waste that is rejected into the atmosphere [6].

The vector diagram of the characteristics of technogenic conditioned production systems and the ways of their operation presented in our works [1, 2, 3, 5, 9] shows that all components are interconnected, and organizational and management activities have a central structural focus.

Such a system was the result of the establishment of scientific regularities (principles) of the functioning of the system of reagent-free water treatment in electromagnetic fields [9].

Engineering and technological aspect of passive monitoring and the methods of its formalization proposed by us make it possible to establish the structural and functional properties of the influence of industrial technogenesis on material flows in the systems of heat and power facilities. And the engineering and environmental aspect of passive monitoring made it possible to show that in the process of reagent-free water treatment with the help of electromagnetic fields the level of biofouling in pipelines decreases and the level of use of natural resources decreases [5, 6].

It should also be noted that the conceptual model for the implementation of the scientific method of research has permissions with the presented formalization of parameters

heat supply systems according to the specific indicators proposed by us.

The classification of ecological situations in the feasibility study is proposed according to the defining backbone units of at heat and power facilities, the most important classification according to structural and functional changes that reflect the structure and algorithms of functioning. In addition, we took into account certain criteria of integral control.

According to the data, it can be determined that the assessment of environmental and economic [9, 10, 11-15] indicators in the feasibility study is the process of comparing the totality of environmental and economic conditions with certain established standards for the feasibility study.

Thus, it can be concluded that the proposed innovative technology meets the requirements of innovative renewal of production processes [5, 9, 10-15].

### **Bibliography.**

1. Kulikov P. *Environmental management of production processes in heating systems when receiving magnetic water in reagent-free method with the aim of environmentalization* / P. Kulikov, N. Zhuravska // *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*. Vol. 7, N 3.2. - 2018. - C.621-625.
2. Zhuravska N. *Characterization and substantiation of conflict situations in the preparation of water for heat energy objects in the construction industry* / N. Zhuravska / *USEFUL, Online Journal / Maimi*, 2018. - vol. 2 - is. 3. - p. 7-9.
3. Kulikov P. *Management of production processes* / P. Kulikov, N. Zhuravska // *El. Int. Collection "Transboundary cooperation in the field of environmental security. and protection. env. Wednesday"*, IV Int. conf. Gomel, June 4-5, 2018, GGU im. F. Scorini, 2018. - p. 181-184.
4. Israel Y. *Ecology and control of the state of the natural environment* / Y. Israel, A. Tsiban. Ed. 2nd. - M.: Gidrometeoizdat, 1984. - 24 p.
5. Malkin E. *Special food for heat and mass transfer* / *Pidruchnik* // E. Malkin, I. Furtat, N. Zhuravska. - K.: KNUBA. - 2017. - 288 p.
6. *National extrapolation about the camp of the natural environment in Ukraine 2015.* - K.: Center for Ecological Education and Information, 2015. - 254 p.
7. *Stan Dovkilla in Ukraine 2008-2009. Statistical scholar* / Ministry of Statistics of Ukraine. - K.: Technika, 2005. - 468 s.
8. Trofimovich V. *Monitoring of atmospheric drinking. Problems of model and forecasting* / V. Trofimovich, N. Zhuravska and insh. // *Ecological safety and environmental protection: Zb. sciences. prats* / Ministry of Education and Science of Ukraine, KNUBA, National Academy of Sciences of Ukraine, Institute Telecommunication and Global inform. spaciousness; editor-in-chief: O. Voloshkina, O. Trofimchuk (head of ed.) [that in.]. - K.: 2012. - VIP. 10. - S. 102-112.
9. Kulikov P. *Galuzevi special features of the management management function in the framework of the ecology of the economy of the economy. 3rd international scientific and practical conference* / P. Kulikov, N. Zhuravska // *"Renewal of the budget: economy, organization, management"*. 15-16 leaf fall 2017. - K.: KNUBA, 2017. - p. 74-76.
10. Ayrapetova A. *Economic foundations of environmental management.* SPB: 2002. - 116 p.
11. Zhuravska N. *The scientific principle of integrated control of heat supply systems during the preparation of water in electromagnet fields [Text]* / N. Zhuravska // *Budivelne virobnitstvo: interdisciplinary sciences. magazine. Series: "Economics"* - K.: *НДІББ*, 2020. - № 70. - p. 98-101.
12. Zhuravska N. *Principles of nature management when using non-reagent water treatment* / N. Zhuravska // *Symposium "Erbe der europäischen Wissenschaft"* - Karlsruhe, Germany, 2020. - p. 269-292.
13. Zhuravska N. *Determination of heat supply efficiency with external indicators for building industry* / N. Zhuravska // *International conference of European Academy of Science, February 20-28 Business, Economics & Managment.* Bonn, Germany. - 2019. - p. 10.
14. Zhuravska N. *Scientific-applied nutrition for economic management: energy saving, economical-technological concept of heating and energy facilities in alarm halls* / N. Zhuravska // *Zbirnik: KRUGLIY STIL "Actual problems of awakening halls."* - KNUBA, 2020. - p. 21 - 23.
15. Zhuravska N., Kulikov P. *Management of production processes* / *El. Int. Collection "Transboundary cooperation in the field of environmental security. and protection of the environment"*, IV MNPK. Gomel, GSUim. F. Skorini, 2018.- pp. 181-184.

УДК 504

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

**Zhuravska N.**, Ph. D, Associate Professor,  
ORCID 0000-0002-4657-0493, nzhur@ua.fm  
**Lusenko V.**, stud., Faculty of Civil Engineering

Kyiv National University Construction and Architecture

***Annotation.** Activities that make up the circular economy, including environmental and man-made hazards - the consequences of labor, which is now considered a new paradigm for sustainable development. As a result, the relevance of the study lies in the complexity of the events that influenced the economic development of many countries, including our country. Research, as a result of the country's transition to a closed-cycle economy, can introduce a new vector of development. State boiler houses are currently located with obsolete equipment from the times of the Ukrainian SSR on these boiler houses, which is the biggest problem in incomplete combustion of gas, leading to the release of CO<sub>2</sub> into the atmosphere. Therefore, organizational and managerial decisions are an important component of production processes at many enterprises.*

***Key words:** economics of nature management, innovative technology, environmental protection, electromagnetic water treatment.*

**ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОУПРАВЛІНСЬКИ РІШЕННЯ ЯК СКАДОВА ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ЕКОНОМІКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛУ**

**Журавська Н.Е.** к.т.н., доц.,  
ORCID 0000-0002-4657-0493, nzhur@ua.fm  
**Лисенко В.Ю.**, студ., СТФ

Київський національний університет будівництва і архітектури

***Анотація.** Види діяльності складові циркулярну економіку, що включають екологічну та техногенну небезпеку - наслідки роботи, яка в даний час вважається новою парадигмою сталого розвитку. В результаті, актуальність дослідження полягає в складності подій, які вплинули на економічний розвиток багатьох країн, в тому числі і нашої країни. Дослідження, в результаті переходу країни до економіки замкнутого циклу може ввести новий вектор розвитку. Державні котельні в даний час знаходяться з морально застарілими обладнанням часів УРСР на цих котельнях є сама велика проблема в неповному згорянні газу, веде за собою викид в атмосферу CO<sub>2</sub>. Тому важливою складовою виробничих процесів на багатьох підприємствах є організаційно-управлінські рішення.*

***Ключевые слова:** экономика природопользования, инновационная технология, природоохранная деятельность*

Depletion of natural resources, pollution of the environment with anthropogenic substances, etc. - as the main global problems of industrial nature management, formed mainly in the twentieth century. The unity of Mankind + Nature has become a phenomenon due to the disruption of the natural cycle of evolution of the biosphere... The solution to the problems of the global crisis is possible only with the direct use of the relationship between man and nature, excluding the consequences of work: destruction and degradation of the natural environment [1, 2].

In the autumn of 2020, the European Commission adopted a new Action Plan for the Circular Economy – one of the main constituents of the European Green Pact – the Europe's new agenda for sustainable growth. The circular economy will have positive net benefits in the form of GDP growth and job creation, etc. The Community Executive wants [4] to ensure that less waste is produced and, to this end, attention will be paid to avoiding the production of waste as a whole and turning it into high-quality secondary resources that benefit from a functioning secondary raw materials market. In order to establish the new economic model, the governments of the developed countries reform the legislation, implement social programs to support the development of the circular economy and its individual components. In this regard, the implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development [3] of the United Nations, adopted on 25 September 2015, sets a global framework for achieving sustainable development by 2030. It includes an ambitious set of 17 sustainable development goals for sustainable development, in particular we would like to highlight the Goal 12 of sustainable development, which brings to the fore the need for the integrated promotion of environmental, social and economic elements.

Currently, the world has a problem of emissions of harmful substances when using natural fuels.

In Europe, there are many boilers that use natural gas as fuel. At the very front on the territory of Ukraine there are gas distribution stations in the cities beyond the GDS. At these stations there are filters with a mesh structure, I can rid the gas of solid contaminants.

The main problem of gas combustion is the incomplete combustion of gas, which in turn leads to emissions of carbon monoxide (CO<sub>2</sub>). Carbon monoxide is a very toxic substance that can bind to the blood even in negligible concentrations and accumulate to cause poisoning. Carbon monoxide is especially dangerous indoors if 0.5% of carbon monoxide in the room volume can be fatal after 20 minutes.

When considering the operation of the boiler room, both state and private enterprises, the difference is very large. State-owned boiler houses are currently equipped with obsolete equipment [10] from the times of the Ukrainian SSR. These boiler houses have the biggest problem with incomplete gas, which leads to the emission of CO<sub>2</sub> into the atmosphere. As in their own boilers, there are newer boilers that have two or three stages of gas survival and minimal CO<sub>2</sub> emissions. Thus, we can see two alternatives: it is the modernization of the State gas boilers and the installation of such absorbers filter physical or chemical method of cleaning [7, 11, 12]. Only in this way then we will be able to see any changes with emissions of harmful gases into the atmosphere.

The analysis of available data of scientific and technical literature convinced us that the solution of the researched problem, it is absolutely necessary to carry out by formalization of parameters of factual material at operation of systems of heat supply of housing and communal sector. The development of new sustainable business models that promote the efficient use of resources is the key to a circular economy in the country. In this regard, it is important to identify the characteristics of the transition to the circular economy and to determine the main indicators of sustainable development [5-9]. The results of research have convinced us that to determine and compare the environmental potential of man-made systems, it is appropriate to

have not one but more criteria and apply them either integrally, or combined or differentiated, depending on the objectives and specifics of the analyzed objects [6].

To carry out this study, a methodological tool was used that included different methods, comparative analysis and integral management.

### **Bibliography.**

1. Israel Y. Ecology and control of the state of the natural environment / Y. Israel, A. Tsiban. Ed. 2nd. - M.: Gidrometeoizdat, 1984. - 24 p.
2. National extrapolation about the camp of the natural environment in Ukraine 2018. – K.: Center for Ecological Education and Information, 2018. - 254 p.
3. Kulikov P. Environmental management of production processes in heating systems when receiving magnetic water in reagent-free method with the aim of environmentalization / P.Kulikov, N. Zhuravska // International Journal of Engineering and Technology (UAE). Vol. 7, N 3.2. - 2018. - C.621-625.
4. Report of the World Commission on Environment and Development, A/42/427, 4 August 1987.
5. Zhuravska N. Energy efficiency system of heat supply with increased ecological properties / N. Zhuravska, E. Malkin // Ventilation, lighting and heat and gas supply: NTZ. - Vip. 19. - K.: КНУБА, 2016. - с. 87 - 93.
6. Zhuravska N. Models, methods and tools of optimizing costs for development of clusterized organizational structures in construction industry / S. Terenchuk, N. Zhuravska, M. Mykytas // IJET. V. 7, N 3.2. - 2018. – pp. 250 - 254.
7. Zhuravska N. Energy efficient processing of geothermal water for energy-heating objects of the building industry / N. Zhuravska, E. Malkin etc. // WMESS9.09.2019 World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium WMESS. – M. Hory, Czech Republic. – Electronic resource. – [iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/362/1/012116/pdf](https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/362/1/012116/pdf) (Data of the application 2.03.2020).
8. Zhuravska N. Promising directions for the development of BIM technologies in Ukraine on the path of European integration / N. Zhuravska etc In: Onyshchenko etc. ICBI 2019. Lecture Notes in Civil Engineering, v.73. Springer, Cham. - pp. 533-544.
9. Kulikov P. Modern Possibilities of Management of Technogenic-Natural Systems of Heat-Energy Objects of Industrial and Construction Industry / P. Kulikov, N. Zhuravska // In: V. Onyshchenko etc (eds) Proceedings of the 2-International Conference on Building Innovations. ICBI 2019. Lecture Notes in Civil Engineering, 73. Springer. - pp. 115-121.
10. Dinzhos R., Fialko N. and Prokopov V. and Zhuravska N. etc. Identifying the Influence of the Polymer Matrix Type on the Structure Formation of Micro-Composites When They Are Filled With Copper Particles / R. Dinzhos, N. Fialko and V. Prokopov and N. Zhuravskaya etc. (October 23, 2020). Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5(6 (107)), 49-57. doi: 10.15587/1729-4061.2020.214810, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3728266>.
11. Zhuravska N. Protection of building materials against biodeterioration using energy saving nanotechnology. Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. – Vol. 13, № 8, Lublin, 2014. – P. 145 – 152.
12. Zhuravska N. Calculations of energy and exergy efficiency of hot water supply systems of housing and communal services / N. Zhuravska, E. Malkin // Ventilation, lighting and heat and gas supply: NTZ. - Vip. 20 [resp. ed. ES Malkin] - K.: КНУБА, 2016. - p. 3 - 12.



УДК 504.064.47:628.386

## ПЕРЕРАБОТКА ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПОЛУЧЕНИЕМ ПИГМЕНТОВ РАЗЛИЧНОЙ ЦВЕТОВОЙ ГАММЫ

Залыгина О.С., к.т.н., доц.,  
ORCID 0000-0002-2626-3242, [zalyhina@mail.ru](mailto:zalyhina@mail.ru)  
Чепрасова В.И., к.т.н., ст. науч. сотр.,  
ORCID 0000-0001-7630-6995, [vicacheprasova10@mail.ru](mailto:vicacheprasova10@mail.ru)

Белорусский государственный технологический университет

*Аннотация.* Показана необходимость отдельного отведения промывных сточных вод и отработанных электролитов гальванического производства. Показана возможность переработки отработанных электролитов цинкования, никелирования, меднения, хромирования и кадмирования с получением пигментов различной цветовой гаммы.

*Ключевые слова:* отход, отработанный электролит, переработка, пигмент.

## PROCESSING OF WASTE ELECTROLYTES OF GALVANIC PRODUCTION TO OBTAIN PIGMENTS OF DIFFERENT COLORS

Zalyhina V.S., Ph.D., Associate Professor,  
ORCID 0000-0002-2626-3242, [zalyhina@mail.ru](mailto:zalyhina@mail.ru)  
Cheprasova V.I., Ph. D, Senior Researcher,  
ORCID 0000-0001-7630-6995, [vicacheprasova10@mail.ru](mailto:vicacheprasova10@mail.ru)

Belarusian State Technological University

*Abstract.* The necessity of separate disposal of rinsing wastewater and waste electrolytes from galvanic production is shown. The possibility of processing waste electrolytes from galvanizing, nickel plating, copper plating, chromium plating and cadmium plating to obtain pigments of various colors is shown.

*Key words:* waste, waste electrolyte, recycling, pigment.

В Республике Беларусь гальваническое производство функционирует более чем на 140 предприятиях. Нанесение гальванических покрытий является не только хорошим способом защиты металлов от коррозии, но и возможностью значительно повысить износостойкость готового изделия, его электропроводность и ряд других свойств. Номенклатура гальванических покрытий зависит от их целевого назначения. Мировой объем производства в процентном соотношении распределяется следующим образом: цинкование 40–50 %, никелирование 8–10 %, меднение 7–8 %, хромирование 7–8 %, кадмирование 4–5 %, другие 18–33 % [1].

В то же время, гальваническое производство является одним из наиболее опасных источников загрязнения окружающей среды вследствие образования отработанных технологических растворов, среди которых наиболее опасными являются отработанные

электролиты, которые характеризуются высокой концентрацией ионов тяжелых металлов (цинка, никеля, меди, хрома, кадмия и др.). Отработанные электролиты образуются периодически (в среднем от 1 до 4 раз в год) непосредственно в ваннах нанесения гальванических покрытий вследствие накопления примесей, удаление которых не представляется возможным. Поэтому возникает необходимость замены электролитов, которая также может происходить в случае изменения их состава или номенклатуры выпускаемых изделий. Отработанные электролиты образуются также в ваннах улавливания, которые используются для снижения выноса компонентов электролита в промывные сточные воды, а также при проведении ремонта оборудования, например, при сливе кубового остатка кассетных фильтров, используемых в системе регенерации электролитов.

Анализ работы очистных сооружений в Республике Беларусь показывает, что на большинстве предприятий осуществляется совместный сброс и очистка отработанных электролитов и промывных сточных вод, в которых концентрация ионов тяжелых металлов в сотни раз ниже [2]. Периодический характер таких сбросов приводит к нарушению работы очистных сооружений, ухудшению качества очистки и ее удорожанию, а также к попаданию в окружающую среду ионов тяжелых металлов, которые характеризуются токсическим, канцерогенным и мутагенным действиями. Совместная очистка отработанных электролитов и промывных сточных вод приводит к образованию больших объемов осадков, которые в большинстве случаев хранятся на территории предприятий, также вызывая риск попадания в окружающую среду ионов тяжелых металлов. Поэтому целесообразно проводить раздельное отведение промывных сточных вод и отработанных электролитов с последующей переработкой последних.

Существуют различные способы переработки отработанных электролитов (извлечение металлов, получение катализаторов, пигментов, удобрений и др.). В качестве наиболее перспективного было выбрано осаждение ионов тяжелых металлов в виде труднорастворимых соединений, которые обладают хромофорными свойствами и могут быть использованы в качестве пигментов. Данный вариант переработки является для Республики Беларусь наиболее актуальным, поскольку производство пигментов отсутствует, а промышленность работает на привозных пигментах.

Для исследования были отобраны отработанные электролиты цинкования, никелирования, меднения, хромирования и кадмирования различных белорусских предприятий. Для установления возможности их использования в качестве сырья для производства пигментов было определено содержание в них хромофорных ионов: концентрация которых составила, г/дм<sup>3</sup>: Zn<sup>2+</sup> от 17,5 до 52,3, Ni<sup>2+</sup> от 51,4 до 95,4, Cu<sup>2+</sup> от 30,8 до 41,5, Cr<sup>6+</sup> от 114,4 до 244,5, Cd<sup>2+</sup> от 18,5 до 30,1. Высокие концентрации хромофорных ионов свидетельствуют о возможности получения пигментов на основе отработанных электролитов гальванического производства.

Исходя из составов отработанных электролитов и используемых в настоящее время пигментов, в качестве осадителей ионов Zn<sup>2+</sup> были выбраны карбонат и фосфат натрия, ионов Ni<sup>2+</sup> – гидроксид и фосфат натрия, ионов Cu<sup>2+</sup> – фосфат натрия, ионов Cd<sup>2+</sup> – карбонат натрия.

Осаждение проводилось следующим образом: в отработанный электролит дозировали раствор осадителя, образовавшийся осадок выдерживали под слоем маточного раствора в течение определенного времени, промывали водой и высушивали при температуре 80–100 °С. Термообработку полученных образцов проводили при следующих температурах: 230 °С с целью получения ZnO белого цвета, 350 °С – NiO черного цвета, 880 °С – Ni<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> Ni<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> желтого цвета, 590 °С – Cu<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> бирюзового цвета, 370 °С – CdO красно-коричневого цвета. Для получения смеси Zn<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> Zn<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> белого цвета использовали двухступенчатый режим термообработки с выдержкой при

температурах 380 и 505 °С в течение 1 часа. Образование соответствующих фаз подтверждают результаты рентгенофазового анализа.

Для отработанного электролита хромирования исследовали предварительное восстановление Cr(VI) до Cr(III) раствором сульфита натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  и тиосульфата натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . В дальнейшем планируется исследовать условия осаждения Cr(III) из отработанных электролитов хромирования раствором фосфата натрия.

Для определения возможности использования полученных материалов в качестве пигментов были определены такие их свойства, как маслосъемкость I и II рода, остаток после просеивания на сите №0056, pH водной суспензии, а также определен цвет для цветных пигментов и белизна для белых пигментов (таблица).

**Таблица**

Свойства полученных пигментов

Состав пигмента	Маслосъемкость, г/100 г продукта		Остаток после просивания на сите №0056, %, не более	pH водной суспензии	Цветовые координаты ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ ) для цветных пигментов, белизна для белых (%)		
	I рода	II рода			$L^*$	$a^*$	$b^*$
Белые пигменты							
ZnO	27–33	44–71	0,03	6–7	95–97		
$\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7$	18–34	27–46	0,03	6,5–7,0	95–98		
Цветные пигменты							
NiO	19–25	47–53	0,04	6,5–7,5	22,85– 23,42	0,11– 0,15	0,88– 0,98
$\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2$ $\text{Ni}_2\text{P}_2\text{O}_7$	26–31	46–57	0,03	6–7	64,53– 74,15	0,61– 1,89	36,54– 39,88
$\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$	18–22	37–41	0,04	6–7	64,88– 71,08	-8,5– (-13,04)	-63,80– (-68,18)
CdO	15–24	26–39	0,03	6–7	70,29– 75,18	72,25– 76,09	60,17– 64,11

**Выводы.** На основании проведенных исследований, можно сделать вывод, что пигменты, полученные из исследуемых отработанных электролитов, по своим свойствам не уступают производимым в настоящее время пигментам.

### Литература.

1. *Обработка поверхностей металлов и пластмасс с использованием электролитических или химических процессов (ИТС 36-2017): информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М.: Бюро НДТ, 2017. – 228 с.*
2. *Очистка сточных вод гальванических цехов предприятий Республики Беларусь / В. Н. Марицунь [и др.] // Труды БГТУ. – 2013. – № 3: Химическая технология неорганических материалов и веществ. – С. 61–66.*

**ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ  
РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

ORCID 0000-0002-4621-71055, **Иванов В.П.**, д.т.н., проф.,

[ivprem@tut.by](mailto:ivprem@tut.by)

**Дронченко В.А.**, ст. преп.,

[v.dronchenko@psu.by](mailto:v.dronchenko@psu.by)

Полоцкий государственный университет

***Анотація.** В качестве комплексного решения в части исключения вредного влияния на здоровье рабочих и окружающую среду нефтесодержащих отходов ремонтного производства предложено приготовление на их основе безопасной эмульсии с последующим использованием последней в качестве материала антиадгезионного покрытия форм при изготовлении железобетонных изделий или добавки к основному топливу котельной.*

***Ключові слова:** нефтесодержащие отходы, геоэкология, утилизация, ремонтное производство.*

**ENVIRONMENTAL PROTECTION FROM OIL-CONTAINING WASTE FROM  
REPAIR PRODUCTION**

ORCID 0000-0002-4621-71055, **Vladimir P. Ivanov, Dr. Sc., professor**

[ivprem@tut.by](mailto:ivprem@tut.by)

**Vladimir A. Dronchenko, senior lecturer**

[v.dronchenko@psu.by](mailto:v.dronchenko@psu.by)

Polotsk State University

***Abstract.** The special place of oil-containing waste is indicated. As a comprehensive solution in terms of eliminating the harmful effects on the health of workers and the environment of oil-containing waste from repair production, the preparation of a safe emulsion based on them is proposed, followed by the use of the latter as a material for the anti-adhesive coating of forms in the manufacture of reinforced concrete products or an additive to the main fuel of the boiler house.*

***Key words:** oil-containing waste, geoecology, recycling, repair production.*

В результате производственной деятельности предприятия образуются опасные для рабочих и окружающей среды отходы, которые даже при соблюдении всех существующих правил и норм хранения и захоронения представляют огромную потенциальную опасность как для работников этих предприятий, так и для окружающей среды в целом.

Среди таких отходов особое место занимают нефтесодержащие, которые, с одной стороны, представляют угрозу для здоровья и жизни работников предприятий, населения и окружающей среды, а с другой – могут служить источником вторичных материальных ресурсов. Поэтому разработка технических методов и средств безопасной переработки и утилизации отработанных нефтепродуктов (НП) и различных нефтесодержащих отходов крайне необходима и является важной научной задачей.

По данным [1], загрязнение вод нефтесодержащими отходами (НСО) составляет более 30% общего техногенного загрязнения. Данные отходы подлежат обязательному сбору и утилизации, а в отдельных случаях – уничтожению.

Нефтедержавные отходы и отработанные водные растворы технических моющих средств ремонтного производства содержат моторные и трансмиссионные масла, консистентные смазки, топливные фракции, промывочные жидкости и другие вещества, которые могут не только угрожать окружающей среде как отходы, но и стать ценным сырьем, позволяющим снизить зависимость страны от импорта.

Говоря о маслах, доля которых в нефтедержавной составляющей отходов ремонтного производства составляет 94% [2], следует отметить неутешительное состояние вопроса их сбора и утилизации, требующего немедленного разрешения. Данная проблема по своему масштабу и тяжести экологических, экономических и социальных последствий, а также сложности её решения является крупной научной и хозяйственной проблемой.

Накопление различных НСО на предприятиях во многом объясняется теми требованиями, которые предъявляются к отработанным НП, предназначенным для регенерации, очистки и использования взамен или наряду с другими НП. Для выполнения требований ГОСТа необходимо наличие на предприятии дорогостоящего специализированного оборудования, что в сочетании с большими расходами на транспортировку к местам централизованной приемки для большинства предприятий делает сбор, регенерацию и утилизацию экономически нецелесообразными.

В качестве комплексного решения в части исключения вредного влияния на здоровье рабочих и окружающую среду НСО ремонтного производства предприятий нефтехимического комплекса предлагается их *переработка и утилизация*. Переработка предполагает превращение НСО в неопасные соединения путем эмульгирования с улучшением условий труда, а утилизация – использование полученных эмульсий, во-первых, в качестве антиадгезионных покрытий рабочих поверхностей форм для получения железобетонных изделий и, во-вторых, в качестве добавки к топливу котельных агрегатов (установок). Первое направление позволит отказаться от использования дорогостоящих промышленных эмульсолов и смазок, а второе – уменьшить объем вредных выбросов с дымовыми газами в атмосферу за счет снижения времени пребывания газов в высокотемпературной области [2–5].

**Выводы:** Проведенные исследования показали, что для ремонтных предприятий актуальна проблема организации сбора отработанных НП и формулирования требований к их качеству для последующей переработки и использования. Доказана возможность приготовления эмульсии на основе НСО с помощью ударных волн, возникающих при работе пневматического излучателя, реализуемая в условиях предприятия.

#### Література.

1. Смазочные материалы и проблемы экологии / А. Ю. Евдокимов [и др.]. – М. : ГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2000. – 424 с.
2. Иванов, В. П. Охрана труда рабочих и защита окружающей среды от вредного влияния нефтедержавных отходов : научное издание / В. П. Иванов, В. А. Дронченко. – Новополюк: ПГУ, 2016. – 248 с.
3. Иванов, В. П. Утилизация нефтедержавных сточных вод эмульгированием и сжиганием / В. П. Иванов, В. А. Дронченко, Т. В. Вигерина, С. В. Пилипенко // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331. № 1. – С. 27–33.
4. Иванов, В. П. Приготовление эмульсий на основе отработанных пластичных смазок / В. П. Иванов, В. А. Дронченко, Г. Н. Троцан, В. П. Лопата // Проблемы трибологии. – 2016. – Т. 80, № 2. – С. 63 – 68.
5. Дронченко, В. А. Получение мелкодисперсной эмульсии на основе нефтедержавных отходов и её утилизация / В. А. Дронченко // Вестник БрГТУ. Машиностроение. – 2017. – № 4 (106). – С. 51 – 54.

УДК 621.926

**ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО ПОМОЛЬНОГО  
УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ШЛАКОВИХ ВІДХОДІВ  
МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ШЛАКОЛУЖНІ ЦЕМЕНТИ**

**Клименко М.О.**, к.т.н., доц.,  
ORCID 0000-0002-6166-8966, [klymenko.mo@knuba.edu.ua](mailto:klymenko.mo@knuba.edu.ua)

**Лесько В.І.**, доц.,  
ORCID 0000-0002-6166-8966, [lesko.vi@knuba.edu.ua](mailto:lesko.vi@knuba.edu.ua)

**Делембовський М.М.**, к.т.н., доц.,  
ORCID 0000-0002-6166-8966, [delembovskyi.mm@knuba.edu.ua](mailto:delembovskyi.mm@knuba.edu.ua)

**Згалат-Лозинська Л.О.**, к.е.н., доц.,  
ORCID: 0000-0002-2063-5738, [zghalat-lozynska.lo@knuba.edu.ua](mailto:zghalat-lozynska.lo@knuba.edu.ua)

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

***Анотація.** В роботі розглянуто використовувані технології цементного виробництва на основі його головного обладнання – млинів. Визначено основні шляхи поліпшення ситуації в цементній галузі, як провідної ланки будівельного ринку України. Запропоновано звернути увагу виробників цементу на широке впровадження інноваційних технологій в цементній промисловості, які зможуть не тільки забезпечити суттєве зменшення енергоємності виробництва за одночасного збільшення продуктивності і стати рушійною силою у загальному оздоровленні економічної ситуації в Україні, а також забезпечити вирішення екологічних проблем.*

***Ключові слова:** охорона навколишнього середовища, інноваційне обладнання, помел цементу, ефективність використання, вертикальні валкові млини, енергоефективність, переробка шлаків.*

**USE OF HIGHLY EFFICIENT GRINDING EQUIPMENT FOR PROCESSING OF  
SLAG WASTE OF THE METALLURGICAL INDUSTRY AT THE SLAG  
ALKALINE**

**Klymenko M.O.**, Ph. D, Associate Professor,  
ORCID 0000-0002-6166-8966, [klymenko.mo@knuba.edu.ua](mailto:klymenko.mo@knuba.edu.ua)

**Lesko V.I.**, Associate Professor,  
ORCID 0000-0002-6166-8966, [lesko.vi@knuba.edu.ua](mailto:lesko.vi@knuba.edu.ua)

**Delembovsky M.M.**, Ph. D, Associate Professor  
ORCID 0000-0002-6166-8966, [delembovskyi.mm@knuba.edu.ua](mailto:delembovskyi.mm@knuba.edu.ua)

**Zgalat-Lozynska L.O.**, Ph. D, Associate Professor,  
ORCID: 0000-0002-2063-5738, [zghalat-lozynska.lo@knuba.edu.ua](mailto:zghalat-lozynska.lo@knuba.edu.ua)

Kyiv National University Construction and Architecture

***Abstract.** There are investigation of the cement production technologies on the basis of its main equipment - mills. The main ways to improve the situation in the cement industry as a leading link in the construction market of*

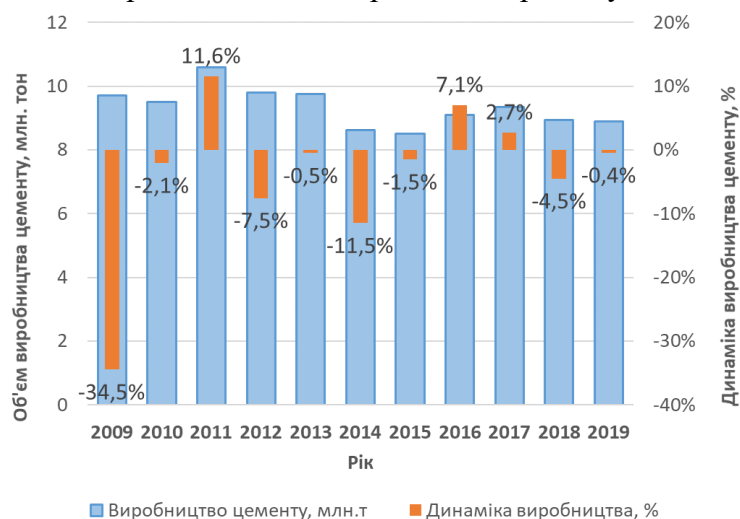
*Ukraine are identified. It is proposed to draw the attention of cement producers to the widespread introduction of innovative technologies in the cement industry. This may not only significantly reduce energy consumption while increasing productivity and become a driving force in the overall economic situation in Ukraine, as well as solving environmental problems.*

**Key words:** *environmental protection, innovative equipment, cement grinding, efficiency of use, vertical roll mills, energy efficiency, slag processing.*

Одночасно зниження рівня промисловості та нехтування сучасними вимогами щодо переробки відходів металургійних виробництв призвели до того, що значна частина території в нашій державі зайнята відвалами металургійних шлаків, які не тільки засмічують родючі землі, але й призводять до екологічних проблем та негативно відбиваються на здоров'ї людей. Разом з цим, ефективне використання і переробка шлаків для потреб будівельного та дорожнього будівництва, яке доведене теоретичними дослідженнями і практичними прикладами, має вагомий економічний ефект. Головним чинником, що створює перепони в поширенні інноваційних технологій, є відсутність в Україні належного обладнання для ефективної переробки шлаків, відповідної технологічної і нормативної бази будівельних підприємств та створення сприятливих інвестиційних умов.

Незважаючи на те, що для України цементна промисловість - стратегічна галузь виробництва базового матеріалу для будівництва об'єктів промислової і транспортної інфраструктури країни, вітчизняне виробництво цементу постійно зменшується протягом останніх 12 років. Ці тенденції чітко корелюються з об'ємами виконаних будівельних та дорожніх робіт, для яких цемент є основним сировинним матеріалом.

Поряд з переважним (понад 75%) використанням на українських підприємствах застарілої технології мокрого помелу та старих млинів, з 2008 р. спостерігається постійне зменшення використання виробничого потенціалу підприємств. Так за наявної максимальної загальної продуктивності усіх українських заводів на рівні 20-22 млн. тон реальне їх використання протягом останніх років не перевищує 50-53%.



**Рис.1. Виробництво цементу в Україні протягом останніх 10 років**

Наслідком використання технології мокрого помелу є висока енергоємність як на етапі виробництва клінкеру (до 8000 МДж/тону клінкеру), так і остаточного помелу цементу (до 150 кВт·год/тону цементу при сучасних світових показниках 92-102 кВт·год/тону).

Понад 100 років будівельні і промислові матеріали (цемент, вугілля, руда і т.п.) подрібнюються, в основному, в кульових млинах, які є вкрай енергоємні і не забезпечують необхідної якості готового продукту-порошку. Так при виробництві цементу близько 75% електроенергії, що витрачається, припадає на помел. Коефіцієнт корисної дії таких млинів оцінюється в межах 4-6%, інша енергія витрачається на тертя, звук, вібрацію і тепло. Отже, кульові млини за своїми конструктивними властивостями досягли межі, а подальше вдосконалення конструкції пов'язано зі збільшенням габаритів, що не є можливим через відсутність досить міцного матеріалу для його виготовлення. Основним рішенням стало використання вертикальних валкових млинів із питомими витратами електроенергії в межах 15-25 кВт·год/т. Вертикальні валкові млини здатні досягти значень продуктивності значно вищі, ніж досяжні традиційними кульовими млинами, в деяких випадках до 500 т/год. Крім того, вертикальні валкові млини пропонують більшу універсальність, ніж традиційні кульові млини. Завдяки можливості створення під валком високих значень зусиль стискання на вертикальні валкові млини наразі покладається інше завдання – помел шлаків.

На українських меткомбінатах зберігається понад 160 млн. т відходів. На теплоелектростанціях - більше 250 млн.т. Додатково щороку на металургійних комбінатах утворюється близько 11 млн.т відходів, на ТЕС - до 7 млн.т. Утилізується при цьому лише до 4 млн.т відходів металургійних комбінатів і до 700 тис.т відходів теплоелектростанцій.

Один із перспективних напрямів, яке може споживати велику кількість відходів, - дорожнє будівництво та поточний ремонт доріг. Однак лише 4% від загального обсягу реалізації шлакових матеріалів утилізується в дорожньому будівництві. Шлакові та золошлакові матеріали можуть використовуватися у всіх шарах дорожнього «пирога» і підходять для будівництва асфальтобетонних і цементобетонних доріг. Але головною перевагою шлаколузних бетонів є їх довговічність і міцність, які, на відміну від портландцементу, із плином часу тільки зростають.

**Висновки.** Вирішення екологічних питань, пов'язаних з переробкою промислових відходів металургійної промисловості, носять для України невдільний характер. Правильний вибір інноваційного помольного обладнання має велике техніко-економічне значення. З усіх цементних млинів: кульових, валкових, прес-валкових, струминних тощо, переважне промислове використання при будівництві нових цементних заводів, незалежно від потужності і способу виробництва отримують вертикальні валкові млини; які мають збільшену одиничну продуктивність за значно нижчих питомих енерговитратах, ніж в кульових млинах. Крім того, використання вертикальних валкових цементних млинів великої одиничної продуктивності, особливо при змелюванні шлаків, скорочують витрати на капітальне будівництво і технічне обслуговування під час експлуатації.

### Література.

1. M. Keybner, T. Fahrland, Drive selection for large vertical roller mills// *CEMENT INTERNATIONAL*. – 2/2016. – VOL. 14. – P.41-48.
2. Daniel Workman. *Cement Exports by Country*. – May 16, 2020. Режим доступу: <http://www.worldstopexports.com/cement-exports-by-country/>
3. U.S. Geological Survey, 2020, *Mineral commodity summaries 2020: U.S. Geological Survey, 200 p.*, <https://doi.org/10.3133/mcs2020>
4. Peter Edwards *The 2010s: A decade in the cement sector // Global Cement Magazine*. – Desebmer 2019. – P.10-14
5. D. Strohmeyer, *Latest technological innovations in grinding with the vertical roller mill // CEMENT INTERNATIONAL*. – 2/2015. – VOL. 13. – P.42-48.



## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЗВАЛИЩ ТРЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В МІСТІ ЖИТОМИР

**Котова Т.В.**, к.т.н., доцент  
ORCID: 0000-0001-9586-5418, tvk-5@ua.fm,

Київський національний університет будівництва і архітектури

**Качоровська А.В.**, студентка  
ORCID: 0000-0002-7377-0829, ka68156@ukr.net

Київський національний університет будівництва і архітектури

***Анотація.** Проблема поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) є актуальною для всіх регіонів України. Кількість ТПВ з кожним роком збільшується, а їх компонентний склад оновлюється. Чим складнішою стає хімічна природа відходів, тим більшу небезпеку вони несуть для людей та навколишнього природного середовища. Управління відходами є однією із пріоритетних сфер діяльності розвинених країн у двохосновних контекстах: забезпечення екологічної безпеки та впровадження ресурсного рециклінгу. Переважна маса ТПВ складається на сміттєвих звалищах, стихійних або спеціально організованих у вигляді «сміттєвих полігонів». Це найменш ефективний спосіб поводження з ТПВ, оскільки сміттєві звалища займають значні території переважно родючих земель. На міських звалищах щорічно накопичуються сотні тисяч тон побутових відходів. Розкладаючись, вони забруднюють повітря, ґрунт, підземні води і формують суттєву екологічну небезпеку.*

***Ключові слова:** тверді побутові відходи; морфологічний склад; біогаз; розміщення побутових відходів.*

### Ensuring environmental safety of solid waste landfills in Zhytomyr

**Tetiana Kotova**, Doctor of technics  
tvk-5@ua.fm, ORCID: 0000-0001-9586-5418

Kyiv National University of Construction and Architecture

**Angelina Kachorovska**, student

ka68156@ukr.net, ORCID: 0000-0002-7377-0829

Kyiv National University of Construction and Architecture

***Abstract.** The problem of solid waste management (MSW) is relevant for all regions of Ukraine. The amount of solid waste increases every year, and their component composition is updated. The more complex the chemical nature of waste, the greater the danger it poses to humans and the environment. Waste management is one of the priority areas of development of developed countries in two main contexts: environmental safety and the introduction of resource recycling. The vast majority of solid waste is stored in landfills, natural or specially organized in the form of "landfills". This is the least efficient way to deal with solid waste, as landfills occupy large areas of mostly fertile land. Most landfills operate in overload mode. Hundreds of thousands of tons of household waste are accumulated annually in municipal landfills. Decomposing, they pollute the air, soil, groundwater and pose a significant environmental hazard.*

***Key words:** solid household waste; morphological composition; biogas; disposal of household waste.*

Незважаючи на те що в ієрархії поводження з відходами їх складування на полігонах та звалищах посідає останнє місце, в Україні поховання твердих побутових відходів (ТПВ) на сміттєзвалищах залишається найпоширенішим методом видалення побутового сміття. Так, із 48 млн. м<sup>3</sup> ТПВ, що утворилися в країні в 2015 р. (без урахування даних АР Крим, Луганської області та м. Севастополь), перероблено та утилізовано було лише 5,93%, з яких 2,73% спалено, а 3,2% потрапило на заготівельні пункти вторинної сировини та смітте переробні заводи. Кількість ТПВ, вивезених на діючі сміттєзвалища, порівняно з 2014 р. скоротилася лише на 2,23% і становила 94,07% [1]. Майже нульового показника прямого захоронення побутових відходів досягли Швейцарія, Німеччина та Швеція, а Бельгія, Данія, Нідерланди, Норвегія та Австрія наблизилися до рівня 1–3% [2]. У найближчій перспективі досягнення пріоритетних цілей поводження з відходами в Україні також має забезпечити рух у напрямі «циклічної» економіки з каскадним використанням ресурсів і мінімізацією обсягів залишкових продуктів [3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Останніми роками з'явилася значна кількість публікацій, присвячених проблемі ефективного управління відходами, зокрема праці В.Г. Петрука [4], О.І. Бондаря [5], В.Л. Пілюшенка [6], В.С. Міщенко [7; 8], в яких здебільшого розглядаються питання організації системи поводження з ТПВ та розвитку відповідної інфраструктури. Також у роботах вітчизняних дослідників знайшли відображення деякі аспекти методичного забезпечення процесів поводження з побутовими відходами, наприклад: І.С. Дулиним [9]; П.В. Писаренко та М.С. Самойлика [10]; О.В. Горобець [11-15].

**Мета статті** полягає в аналізі наявних методичних підходів до оцінки збитків від розміщення твердих побутових відходів на полігоні міста Житомир.

#### **Виклад основного матеріалу досліджень.**

Однією з найбільших проблем, що призводить до погіршення стану навколишнього природного середовища є загальна тенденція збільшення об'ємів відходів та їх накопичення. Негативний вплив звалищ і полігонів ТПВ на довкілля значною мірою зумовлений низкою складних біохімічних реакцій, процесів конвективно-дифузійного переносу та трансформації речовин, які відбуваються в результаті накопичення значних обсягів відходів. Для вирішення даної проблеми, необхідно проводити комплексну роботу направлену на ефективне поводження з відходами та вживати заходи необхідні для недопущення поглиблення екологічної кризи, яка може призвести до подальшого загострення соціально-економічної ситуації в цілому.

Полігон ТПВ був утворений стихійно на місці кар'єру Крошенського цегельного заводу та експлуатується з 1957 року відповідно до Паспорту місця видалення відходів. На даний час, в місті відсутня альтернатива у сфері поводження з відходами, окрім, як їх захоронення. На полігоні ТПВ в результаті анаеробного розкладання органічної складової відходів утворюється біогаз або так званий «звалищний» газ, який містить до 60% метану, що дозволяє його використовувати як місцеве паливо. Так на території полігону, відповідно до умов договору укладеного між комунальним підприємством «Автотранспортне підприємство 0628» Житомирської міської ради та ТОВ «ЛНК», розміщено установку та влаштовано 42 свердловин для відкачування біогазу, що значно зменшує ризик виникнення самозаймання відходів та знижує рівень пожежної небезпеки на полігоні ТПВ. На даний час, для отримання зазначеної ліцензії, яка дасть можливість функціонувати існуючому полігону до будівництва сміттєпереробного заводу та будівництва проєктованого полігону, ліцензіату необхідно провести роботи по огороженню полігону ТПВ, визначити коефіцієнт протифільтраційного екрану, розробити проєкт рекультивації полігону та затвердити Схему санітарної очистки міста Житомира.

**Висновки.** Процеси поводження з ТПВ за своєю природою належать до категорії еколого-економічних процесів, специфічною відмінністю управління якими є те, що об'єктом управління виступає взаємодія природних явищ та суспільно-виробничих відносин. З огляду на це, під час прийняття управлінських рішень одночасно мають вирішуватися природоохоронні та соціально-економічні завдання. Своєчасна та повна оцінка еколого-економічного збитку від функціонування сміттєзвалищ має забезпечити умови щодо ефективного управління у сфері поводження з побутовими відходами.

## Список використаних джерел.

1. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2015 рік / Інформаційний портал з благоустрою BLAGOUSTRIY.INFO [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://blagoustriy.info/statistics/35/show/>.
2. Ігнатенко О.П. Куди подіти сміття / О.П. Ігнатенко // ЖКГ. – 2014. – №5. – С. 37–39 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://jkg-ukraine.com.ua/wp-content/uploads/2015/04/cherven2014.pdf>.
3. Міщенко В.С. Стратегія апроксимації законодавства України до права ЄС у сфері поводження з відходами / В.С. Міщенко, Т.Л. Омеляненко, Ю.М. Маковецька // Матеріали Національного форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології» (4–7 листопада 2014 р.). – Київ, 2014. – С. 34–38.
4. Харченко Т. Удосконалення системи переробки твердих побутових відходів в Україні / Т. Харченко, Ю. Сагайдак // Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Економіка. – 2014. – № 12. – С. 41–45.
4. Управління та поводження з відходами : [навч. посіб.] Ч. 2. Тверді побутові відходи / В.Г. Петрук, І.В. Васильківський, С.М. Кватернюк [та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 100 с.
5. Управління відходами: вітчизняний та зарубіжний досвід : [посібник] / О.І. Бондар, В.С. Барановська, М.О. Баринов [та ін.] ; за ред. О.І. Бондаря. – К. : Айва Плюс Лтд, 2008. – 196 с.
6. Теоретико-методичні і практичні засади управління твердими побутовими відходами високо урбанізованих промислових регіонів : [монографія] / В.Л. Пілюшенко, І.В. Шкрабак, В.І. Антіпов [та ін.] ; за ред. В.Л. Пілюшенко. – Донецьк : Технопарк, 2009. – 338 с.
7. Міщенко В.С. Організаційно-економічний механізм поводження з відходами в Україні та шляхи його вдосконалення / В.С. Міщенко, Г.П. Виговська. – К. : Наукова думка, 2009. – 294 с.
8. Міщенко В.С. Удосконалення системи управління відходами в Україні в контексті європейського досвіду / В.С. Міщенко, Г.П. Виговська, Ю.М. Маковецька, Т.Л. Омеляненко. – К. : Лазурит-Поліграф, 2012. – 120 с.
9. Дулин І.С. Еколого-економічні засади використання та знешкодження твердих побутових відходів : автореф. дис. канд. екон. наук: спец. 08.00.06 «Економіка природокористування та охорони навколишнього середовища» / І.С. Дулин. – Львів, 2009. – 22 с.
10. Писаренко П.В. Еколого-економічна оцінка впливу полігонів і звалищ твердих побутових відходів на сталий розвиток регіону / П.В. Писаренко, М.С. Самойлик // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2009. – № 4. – С. 15–22.
11. Горобець О.В. Методика розрахунку збитку, спричиненого забрудненням атмосфери внаслідок розміщення твердих побутових відходів на звалищах / О.В. Горобець // Економічний форум. – 2012. – № 4. – С. 247–253.
12. Визначення функціонально-планувальних зон первинних пунктів збору твердих побутових відходів / Л.В.Золотар// Містобудування та територіальне планування. - 2012. - Вип.46. - С.235-245.
13. Контейнери для побутових відходів. Загальні технічні вимоги [Текст]. - Чинний від 2017-07-01. - Київ : УкрНДНЦ, 2017. - III, 14 с. : рис., табл. - (Національний стандарт України). - Бібліогр.: с. 14.
14. Класифікація твердих побутових відходів як передумова формування системи поводження з ними в регіонах України [Текст] : монографія / Т. А. Сафранов, Т. П. Шаніна, В. Ю. Приходько ; Одес. держ. екол. ун-т. - Дніпро : Біла К. О. [вид.], 2018. - 99 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 92-98. - 50 прим. - ISBN 978-617-645-284-3.
15. Інтегроване управління та поводження з твердими побутовими відходами на Вінниччині. Монографія / В.Г. Петрук, О.В. Мудрак, О.Г. Яворська, В.В. Черній, С. М. Кватернюк, П.М. Турчик, Р.В.Петрук/ Під ред. д.т.н., проф. Петрука В.Г. – Вінниця: Універсум-Вінниця, 2007. – 187 с.

## ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ПРИ ВИДОБУТКУ І ПЕРВИННІЙ ПЕРЕРОБЦІ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ

Котовенко О.А., к.т.н., доц.

ORCID 0000-0001-6725-2112, [kotovenko\\_ea@ukr.net](mailto:kotovenko_ea@ukr.net)

Мірошниченко О.Ю., ст. викладач

ORCID 0000-0001-9549-547X, [elenamiroshka@ukr.net](mailto:elenamiroshka@ukr.net)

Лабур Н.В., студентка ЕК-31

[natasha.labur@gmail.com](mailto:natasha.labur@gmail.com)

Київський національний університет будівництва і архітектури

***Анотація.** В роботі проведений аналіз впливу процесу видобутку і первинної переробки залізної руди на гідросферу. Виявлені та проаналізовані основні джерела ризиків виникнення процесів техногенних змін в гідросфері. Досліджено вплив териконів і хвостосховищ, як основних пунктів збереження відходів видобутку та первинної переробки залізної руди, на забруднення водоносних горизонтів та поверхневих вод. Проаналізована карбонатно-кальцієва рівновага у гідросфері територій, прилеглих до хвостосховищ. Виявлені закономірності зміни карбонатно-кальцієвої рівноваги для різних хвостосховищ.*

***Ключові слова:** залізновидобування, терикон, хвостовище, екологічний ризик, гідросфера*

## ENVIRONMENTAL RISKS IN IRON MINING AND PRIMARY PROCESSING

Kotovenko O., PhD., Associate Professor.

ORCID 0000-0001-6725-2112, [kotovenko\\_ea@ukr.net](mailto:kotovenko_ea@ukr.net)

Miroshnychenko O., Senior Lecturer

ORCID 0000-0001-9549-547X, [elenamiroshka@ukr.net](mailto:elenamiroshka@ukr.net)

Labur N., student EK-31

[natasha.labur@gmail.com](mailto:natasha.labur@gmail.com)

Kyiv National University of Construction and Architecture

***Abstract.** The analysis of extraction process influence and primary processing of iron ore on hydrosphere is carried out in the work. The main sources of technogenic changes processes risks in the hydrosphere are identified and analyzed. The heaps and tailings influence, as the waste mining preservation main points and primary processing of iron ore, on the aquifers and surface waters pollution has been studied. The carbonate-calcium equilibrium in the hydrosphere of the territories adjacent to the tailings is analyzed. The regularities of carbonate-calcium equilibrium change for different tailings are revealed*

***Key words:** iron mining, waste heap, tailings, environmental risk, hydrosphere*

Україна є одним із найбільших у світі виробників чорних металів, експорт яких дає їй майже третину валютних надходжень. Експлуатація родовищ залізної руди практично неможлива без впливу як на окремі компоненти довкілля, так і на біосферу в цілому. Зміни відбуваються у всіх складових довкілля: геологічному і водному середовищі, атмосферному повітрі, тваринному і рослинному світі.

*Метою роботи є визначення основних джерел ризиків змін в гідросфері під впливом відходів видобутку та первинної переробки залізної руди.*

Відходи, формування яких пов'язано з видобутком залізної руди, її збагаченням, а також накопичення їх у місцях довгострокового зберігання (терикони, шламо- і хвостосховища, ставки-відстійники) формують складні природно-техногенні геосистеми (ПТГС) «об'єкт складування відходів видобутку і переробки мінеральної сировини – навколишнє середовище», які суттєво погіршують безпеку життєдіяльності у більшості гірничодобувних районів. У розрахунку на душу населення в Україні утворюється відходів 13-16 т/рік, а в країнах ЄС 5,8-6,2 т/рік. [1]

Велике нагромадження некондиційної руди в териконах спричиняє екзогенні геологічні процеси, такі як підтоплення, заболочення прилеглих територій, утворення зсувних явищ. Осадка основи терикону, що виникає під тиском маси відвалу, призводить до зменшення пористості ґрунтів та, як наслідок, коефіцієнтів фільтрації у нижчезалегаючих ґрунтах, а також зменшення об'єму водоносного горизонту. Зростання маси відвалу, нерівномірний тиск в різних його частинах, додаткове вібраційне навантаження, що створює транспорт та вибухи на кар'єрах, призводить до крихких деформацій в алевролітах і аргілітах. В результаті формуються розриви та тріщинуватості по яких забруднені атмосферні опади з відвалу мігрують одразу у водоносний горизонт, при цьому частина важких металів накопичуються в суглинках та глинах. Таким чином забруднюються всі водоносні горизонти, прилеглі до відвалу терикону. [1,4]

Оскільки під час гірничодобувних процесів забруднюється гідросфера, то в таких регіонах відзначаються водні ресурси з низькою якістю. Території біля гірничозбагачувальних комбінатів характеризуються забрудненням та зниженням рівня підземних вод та високою мінералізацією поверхневих вод. Такі гідрологічні зміни викликані:

- будівництвом кар'єрів, відвалів, хвостосховищ, насипів;
- деформацією рельєфу в результаті гірничих робіт;
- запилення під час вибухів на кар'єрі;
- фільтраційні втрати з хвостосховищ, ставків-накопичувачів;
- інфільтрацією високо мінералізованих вод через тіло териконів;
- зменшенням русел рік, будівництвом водойм, перепадів та інших гідротехнічних споруд.

Видобуток і переробка залізної руди пов'язана з великою кількістю відкачки і використання води. На площі родовища виникають депресійні воронки. Наприклад, щорічно діючими гірничорудними підприємствами Кривого Рогу відкачується близько 40,0 млн.м<sup>3</sup> підземних вод, із яких 17-18 млн.м<sup>3</sup> високомінералізовані шахтні води, більшість з яких скидаються у річку Інгулець. Внаслідок відкритої розробки залізної руди відбувається і механічне забруднення р. Інгулець, що знаходиться поблизу Інгулецького гірничозбагачувального комбінату.

Оцінка забруднення підземних вод хімічними сполуками відвальних порід показала, що при міграції мікроелементів із порід відвалів у воду під дією атмосферних опадів відбуваються хімічні процеси розчинення залістистих кварцитів. [2] Враховуючи масу відвалу можна стверджувати, що забруднення прилеглих до відвалу територій розчинними речовинами з відвальних порід буде значним. Крім того, з відвалів

вноситься велика кількість механічних часток та розчинних речовин, серед яких присутні вкрай небезпечні.

В той же час взаємодію між хвостами переробки залізної руди, що скидаються у хвостосховища, та водою водоймища можна розглядати як ряд окремих хімічних реакцій. Початковими продуктами цих реакцій є мінерали та вихідні води, кінцевими – вторинні мінерали, а також іони й нейтральні молекули, які перейшли у рідку фазу.

Наприклад, аналіз водних ресурсів Криворізької області, де відбувається видобуток залізної руди, показав, що карбонатно-кальцієва рівновага схильна до відкладення  $\text{CaCO}_3$ , що зумовлене високими значеннями рН внаслідок процесу гідролізу. [2,4]

Найбільший вплив на перебіг процесу гідролізу мають концентрації іонів водню  $\text{H}^+$  : високі концентрації обумовлюють інтенсивний розвиток гідролітичної дисоціації силікатів, низькі – обмежують цей процес. У слаболужних умовах (рН  $\sim 7,5$ ) рівноважними з водою є монтморилоніт і кальцит. При більших значеннях рН в системі залишається хлорит, здатний до гідролізу. Наявність цього мінералу обумовлює стабілізацію рН умов та перехід гідрохімічної системи у зону, у якій гідрохімічні процеси регулюються високими значеннями рН. [3]

Дослідження процесів змін у гідросфері під дією залізодобування у хвостосховищах гірничо-збагачувальних комбінатів показали, що карбонатно-кальцієва рівновага у більшості хвостосховищ схильна до відкладення  $\text{CaCO}_3$  та підвищення рН.

При вивченні процесів, які відбуваються в хвостосховищах, наприклад Інгулецького ГЗК, було з'ясовано, що вода у хвостовищі агресивна, що призводить до розчинення карбонатів. Як з'ясувалось, у хвостосховищі підвищений вміст амінів. Саме вміст амінів у воді водоймища призвів до зменшення рН при постійному зростанні мінералізації та вмісту гідрокарбонат-іону. Присутність амінів у водоймищі хвостосховища призводить до активізації процесів гідролізу у хвостах та зміщенню рівноваги у карбонатній системі до розчинення і зміни хімічного складу прилеглих водойм.

### Література.

1. Мірошніченко О.Ю., Кузьменко М. Вплив процесу видобутку залізної руди кар'єрним методом на навколишнє середовище // *Proceedings: International scientific-practical conference of young scientists "Build-Master-Class-2018"* 28.-30. 11 2018, р. 146
2. Шерстюк Н.П. Гідрохімія водоймищ хвостосховищ Криворізького залізорудного басейну / Н.П. Шерстюк // *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. - 2011. - Т. 2. - С. 90-101
3. Оцінка забруднення підземних вод хімічними сполуками відвальних порід О.В. Орлинська, Н.М. Максимова, Д.С. Пикареня // *Збірник наук. праць НГУ* // - Дніпропетровськ: НГУ, 2012 – с.299-304
4. Орлинская О.В. Экологические проблемы железорудных регионов / О.В.Орлинская, О.А.Терешкова, Д.С. Пикареня. *Екологічні проблеми гірничо-металургійного комплексу за умов формування принципів збалансованого розвитку: матер. Всеукр. Наук.-практ. Конф. (Дніпропетровськ, 2-3 грудня 2008р.)*. Київ: Центр екологічної освіти та інформації, 2008. С.165-172
5. Ион Дж. Тинсли. Поведение химических загрязнителей в окружающей среде /пер. с англ. Л.Д.Мапитова /под ред. М.М.Сенявина. – Москва: Мир, 1982. 168 с.

## СУЧАСНИЙ СТАН ПИТНОЇ ВОДИ В УКРАЇНІ ТА ТЕХНОЛОГІЯ КОРИГУВАННЯ ЇЇ СКЛАДУ НА ЛОКАЛЬНОМУ РІВНІ

Кравченко М.В., к.т.н., доц.,  
ORCID ID: 0000-0003-0428-6440, [marina-diek@ukr.net](mailto:marina-diek@ukr.net)

Київський національний університет будівництва і архітектури

**Анотація.** Наведено обґрунтування сучасного стану питної води в Україні. Сформульовано терміни «природна вода», «підготовлена питна вода» як розбавлені водні розчини та термін «очистка води» як коригування складу розбавлених водних розчинів. Запропоновано стадії багатостадійної поетапно-функціональної технології підготовки питної води – коригування складу розбавлених водних розчинів на основі вдосконалення баромембранних процесів, які протікають в системі «вода (розбавлений водний розчин) – мембрана».

**Ключові слова:** багатостадійна функціонально - поетапна технологія, питна вода, розбавлений водний розчин, баромембранні методи, мембрана.

## THE CURRENT STATE OF DRINKING WATER IN UKRAINE AND THE TECHNOLOGY OF CORRECTING ITS COMPOSITION AT THE LOCAL LEVEL

Kravchenko M.V., Ph. D, Associate Professor,  
ORCID ID: 0000-0003-0428-6440, [marina-diek@ukr.net](mailto:marina-diek@ukr.net)

Kyiv National University Construction and Architecture

**Abstract.** The substantiation of the current state of drinking water in Ukraine is given. The terms "natural water", "prepared drinking water" are formulated as dilute aqueous solutions and the term "water purification" is formulated as an adjustment to the composition of dilute aqueous solutions. Stages of multi-stage step-by-step technology of drinking water preparation are proposed - adjustment of the composition of dilute aqueous solutions on the basis of improvement of baromembrane processes that take place in the system "water (dilute aqueous solution) - membrane".

**Key words:** multistage functional - step technology, drinking water, dilute aqueous solution, baromembrane methods, membrane.

Однією з основних глобальних екологічних проблем, в тому числі і для України, є екобезпека життєдіяльності і здоров'я людини, яка обумовлена, в першу чергу, якісним і кількісним складом питної води та процесами, що в ній протікають [1 – 3].

«Відсутність чистої води несе відповідальність за більшу кількість випадків смерті у світі, ніж війна. У деяких країнах, половина населення не має доступу до безпечної питної води і, як результат, має поганий стан здоров'я» [4].

Що стосується України, за результатами масштабної роботи, яка була проведена активістами Громадського руху «За право громадян на екологічну безпеку», на основі взятих понад 200 проб води з водопровідних кранів великих і малих міст України,

зроблено важливий висновок: українці отруюють себе «питною» водою. «Споживаємо ми не питну воду, а рідину, яка завдає неабиякої шкоди здоров'ю, тобто розбавлені господарсько-побутові, виробничі та зливні стоки. Це стосується понад 35 мільйонів українців» [5].

Невдосконалені технології очистки забруднених вод, які суттєво не змінювалися на протязі століть, вносять свій вклад в проблему екобезпеки життєдіяльності і здоров'я людини. Тому досить актуальними сьогодні є пошуки нових підходів і розробка нових ефективних технологій питного водопостачання.

На сьогоднішній день важко сказати що таке «питна вода» і якими конкретними границями, в залежності від якісного і кількісного складу, це поняття визначається.

В джерелах літератури поняття «питна вода» – це вода, склад якої за органолептичними, фізико-хімічними, мікробіологічними, паразитологічними та радіаційними показниками відповідає вимогам державних стандартів та законодавства санітарного стану, призначена для забезпечення фізіологічних, санітарно-гігієнічних, побутових та господарських потреб населення, а також для виробництва харчової продукції і, особливо, продукції дитячого харчування [6].

Останні дослідження в області структури води свідчать про існування у воді гігантських (до 0,1 мм) впорядкованих структур – субмолекулярних комплексів, які були названі академіком Гончаруком В.В. «гігантськими гетерофазними кластерами води (ГГКВ)» [7].

Виходячи з таких новітніх знань про структуру води, можна визначити поняття «природна питна вода» і «підготовлена питна вода» як розбавлені водні розчини.

Природна питна вода – це еволюційно сформовані джерела водопостачання, які являють собою відкриті динамічні структурно-складні системи, в яких стаціонарний стан легко порушується при будь-якому зовнішньому впливові з виникненням в таких системах перехідних станів, які характеризуються зміною структурних властивостей та, внаслідок саморегуляції, можуть повернутися у вихідний стан або перейти в новий стаціонарний стан, а поява нової структури може розглядатися як нерівноважно фазовий перехід.

Підготовлена питна вода як розбавлений водний розчин – відкриті динамічні структурно-складні кластерні системи структурованих розбавлених водних розчинів зі строго збалансованим якісним і кількісним складом та співвідношенням природних компонентів, рН середовища, які повинні бути піддані впливу енергетичних полів чи природним мінералам та біоадаптовані шляхом повільної фільтрації через фільтр з іммобілізованими на його наповнювачах пробіотичними бактеріями [8].

Підготовка питної води не обмежується коригуванням її мінерального складу. Досить важливим показником якості питної води являється її бактеріологічна безпека [9].

Постає проблема, постановка якої вже не відповідає певним наявним новітнім знанням про теоретичні основи наукової суті води – це проблема не просто очистки води, а проблема підготовки води, шляхом коригування складу води за зваженими частинками, мікроорганізмами, органічними та неорганічними речовинами, тобто підготовка питної води з максимальними вимогами до фізичних, фізико-хімічних та, особливо, біологічних властивостей води, яка необхідна людині на клітинному рівні для нормального протікання всіх процесів забезпечення біологічної системи, якою є людина.

Основою для створення технології коригування складу розбавлених водних розчинів – підготовки питної води є процеси, які протікають в системі «мембрана – розбавлений водний розчин», а саме: основний процес – селективне видалення компонентів із питної води (розбавлених водних розчинів), вплив на це видалення структури і властивостей мембрани, особливо заданої селективності до окремих



компонентів чи їх груп, що може бути реалізовано тільки при створенні типорозмірного ряду мембран за селективністю .

Технологія повинна відповідати і стадійності: видалення зважених та колоїдного ступеню дисперсності частинок, коригування органічного складу, коригування неорганічного складу компонентів.

Якщо слідувати цим принципам, то окрім названих стадій повинні бути і стадії впливу енергетичних полів та мінерального походження на завершення формування складу питної води. Останньою стадією є стадія біологічної адаптації до її природних властивостей шляхом повільної фільтрації через фільтр з іммобілізованими на його наповнювачах пробіотичними бактеріями.

#### **Висновки.**

В результаті виконання роботи, на основі сучасних даних, було сформульовано терміни «природна вода», «підготовлена питна вода» як розбавлені водні розчини та термін «очистка води» як коригування складу розбавлених водних розчинів. Запропонована загальна багатостадійна поетапно-функціональна технологія коригування складу розбавлених водних розчинів (підготовки питної води) на локальному рівні з її розподілом на функціональні етапи, якими є: етап видалення зважених та колоїдного ступеню дисперсності частинок, етап коригування органічного складу, етап коригування неорганічного складу компонентів, етап впливу на водні розбавлені розчини енергетичних полів та природних мінералів та етап біологічної адаптації води до норм і значень показників, які відповідають якості питної води в сучасному її розумінні.

#### **Література.**

1. Кравченко М.В. Коригування складу водних розбавлених розчинів (питної води) баромембранними процесами: позитивні та негативні сторони / М.В. Кравченко, Я.М. Заграй // *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*. – 2011. - №18. – С. 6 – 25.
2. Гапула О.В. Безпека життєдіяльності та проблеми і задачі забезпечення людини питною водою / О.В. Гапула, М.В. Камченко, О.П. Величенко, Я.М. Заграй // *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*. – 2008. – № 10. – С. 19 – 24.
3. Кравченко М.В. Баромембранні процеси при підготовці питної води (аналіз гіпотез і механізмів) / М.В. Кравченко, О.В. Гапула, Я.М. Заграй // *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*. – 2008. – № 11. – С. 12 – 24.
4. Mark R Riley. *Biological approaches for addressing the grand challenge of providing access to clean drinking water* / Mark R. Riley, Charles P. Gerba, Menachem Elimelech // *Journal of Biological Engineering*. – 2011. – 5:2.
5. Довгаль С. Губить людей не пиво / С. Довгаль // *Україна молода*. – 2011. – С. 12 – 13.
6. ДСанПіН 2.2.4-171-10 (ДСанПіН 2.2.4-400-10). Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 400 від 12.05.2010; введено в дію 16.07.2010. – К., 2010.
7. Гончарук В.В. Кластеры и гигантские гетерофазные кластеры воды / В.В. Гончарук, В.Н. Смирнов, А.В. Сыроешкин, В.В. Маляренко // *Химия и технология воды*. – 2007. – Т. 29, № 1. – С. 3 – 17.
8. Гвоздяк П. І. Методи водопідготовки: імперативи еволюції та біохімія води / П. І. Гвоздяк // *Вісник НАНУ*. – 2010, №2. – С. 14 – 17.
9. Linden K.G. *UV disinfection of Giardia lamblia cysts in water* / K.G. Linden, G.A. Shin, G. Faubert, M.D. Sobsey // *Environ. Sci. and Technol.* – 2002. – 36, №11. – P. 2519 – 2522.

## ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ЗБАГАЧЕННЯ ЗОЛОТОВМІСНИХ РУД У ВИРОБНИЦТВІ НІЗДРЮВАТИХ БЕТОНІВ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДНЕННЯ

**Лаповська С.Д.**, д.т.н., професор, заст. директора з наукової роботи,  
**Черненко М.В.**, студент, м.н.с.,  
 Державне підприємство «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів»

В даний час виснаження бази первинної мінеральної сировини і екологічні проблеми в гірничодобувній галузі обумовлюють необхідність залучення в повторну переробку хвостів збагачувальних фабрик і техногенної сировини, що є по суті конкурентоспроможним, перспективним, постійно поповнюваним мінеральним ресурсом.

Використання нерудної частини гірничо-промислових відходів після вилучення з них чорних, кольорових, рідкісних, благородних, металів та інших цінних мінеральних утворень для виробництва будівельних матеріалів допомагає вирішувати проблеми, пов'язані з відновленням порушених територій гірничопромислових регіонів.

Відходи гірничо-металургійного виробництва є потужним джерелом забруднення навколишнього середовища, і в той же час, є цінною техногенною сировиною для промисловості, яка, як правило, характеризується складним хімічним, мінералогічним і петрографічним складом, оскільки в процесі тривалого зберігання в відвалах відбуваються геохімічні перетворення, в результаті яких склад компонентів змінюється, утворюються нові техногенні мінерали, відбувається збіднення цінними металами.

Протягом багатьох років винос елементів за межі сховищ призводить до забруднення навколишнього середовища. Цей процес буде тривати до повного розчинення або нейтралізації за рахунок переведення в нерозчинні форми всіх металів і хімічних сполук, які містяться у відходах.

Сьогодні для багатьох золотодобувних компаній набуває актуальності переробка відходів збагачення золотовмісних руд з накопичених техногенних мінеральних об'єктів, в першу чергу, з відвалів і хвостів.

В результаті детального геолого-генетичного, мінерало-фізичного і термобарогеохімічного дослідження руд Рахівського рудного району Закарпаття [1] встановлено, що протягом п'ятистадійного процесу мінералоутворення сформувалося п'ять мінеральних комплексів: піротин-кварцовий, турмалін-кварцовий, пірит-кварцовий, золото-полісульфідний, кварц-карбонатний.

Речовий склад руд родовищ Закарпаття досить простий. Сьогодні тут виявлено понад 20 мінералів, серед яких переважають кварц, карбонати і сульфіди (табл. 1). Вміст сульфідних мінералів в жильній масі рудних тіл становить до 1-2% [1].

*Таблиця 1*

Гіпо- і гіпергенні мінерали родовищ Рахівського рудного району Закарпаття [1]

Мінерали	Гіпогені		Гіпергенні
	Рудні	нерудні	
Головні	Пірит-I, II, III, галеніт, сфалерит, піротин, халькопірит, золото	Кварц-I, II, III, IV, V, карбонат-I, II, III (кальцит), серицит	Кальцит, церусит
Другорядні	Арсенопірит, аргентит, станін	Анкерит, доломіт, сидерит, барит	Марказит
Рідкісні знахідки	Алтаїт, гесит	-	-

Як відомо Закарпаття – це найбільш насичений заповідними територіями регіон України. Так, екосистема Карпатського біосферного заповідника віднесена до найцінніших на планеті і з 1993 входить до міжнародної мережі біосферних резерватів, що охороняються ЮНЕСКО.

Тому при організації промислового виробництва, особливо видобутку і переробки золотовмісних руд питання екології є першочерговими для цього регіону. Необхідно комплексно і максимально повно переробляти відходи і хвости збагачення, не допускаючи їх накопичення у відвалах.

З цією метою НДІ України були проведені дослідження по визначенню придатності відходів та хвостів збагачення золотовмісних руд для виробництва ряду будівельних матеріалів: бетону, сухих будівельних сумішей, стіновий кераміки, штучних наповнювачів і ніздрюватого бетону.

Гранулометричний склад відходів збагачення золотовмісних руд родовищ Закарпаття наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Гранулометричний склад відходів збагачення золотовмісних руд Рахівського рудного району Закарпаття

Вміст, % зерен при діаметрі, мм			
1,00-0,06	0,06-0,01	0,01-0,005	Менше 0,005
22,43	44,87	12,85	19,85

Істина густина відходу збагачення становить  $2,76 \pm 0,1$  г / см<sup>3</sup>, насипна густина  $0,9 \pm 0,05$  г / см<sup>3</sup>, залишок на ситі № 0063 - 66,8%. Хімічний склад відходу збагачення наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Хімічний склад відходів збагачення золотовмісних руд Рахівського рудного району Закарпаття

п.п.п.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Co	Pb	As	Cl <sup>-</sup>	Σ
20-22	45-46	3-4	2-3	0.2-0.3	21-22	3-4	0.9-1.0	0.5-0.6	0.35-0.45	0.0004	0.0007	0.001	0.0007	100-101

В результаті проведених комплексних досліджень за допомогою диференційно-термічного і рентгенофазового аналізів визначено, що досліджуваний матеріал складається переважно з аморфного кремнезему, карбонату кальцію (кальциту) і мусковіту, а також має значну дисперсність – порядку 4000 см<sup>2</sup>/г.

У зв'язку з великими втратами при прожарюванні відходи збагачення золотовмісних руд не можуть бути використані в якості активної мінеральної добавки для цементних систем.

Визначення принципової можливості застосування відходів збагачення золотовмісних руд у виробництві неавтоклавного пористого бетону проводилося ТОВ «НСМ» на бетоні, склад якого наведено в таблиці 4 [2].

Склад ніздрюватої суміші неавтоклавного газобетону (на 1 м<sup>3</sup>)

Вид бетону	Сировинний компонент	Кількість, кг
Контрольний	Портландцемент ПЦ І-500	313
	Зола-винесення	218
	Низькоактивне в'яжуче	94
	Алюмінієва пудра	0,50
	Пластифікатор	1,25
	Лужний компонент	2,18
	Вода	187
Основний (з відходами збагачення золотовмісних руд родовищ Закарпаття)	Портландцемент ПЦ І-500	313
	Зола-винесення	155
	Відходи збагачення	63
	Низькоактивне в'яжуче	94
	Алюмінієва пудра	0,50
	Пластифікатор	1,25
	Лужний компонент	2,18
	Вода	187

Заформовані масиви неавтоклавного газобетону основних і контрольних складів тверднули в природних умовах. Після набору необхідної пластичної міцності масиви були розрізані на стінові блоки. У віці 28 діб з готових виробів були відібрані серії зразків-кубів 100x100x100 мм (по n+1 шт.) і випробувані на міцність при стиску і середню густину у сухому стані. Результати випробувань наведені в таблиці 5.

Таблиця 5

Вид бетону	Міцність на стиск, МПа	Середня густина в сухому стані, кг/м <sup>3</sup>
Контрольний	2,30	602
Основний (з відходами)	1,32	598

Як показують результати проведених досліджень, заміна 30% золи-винесення відходами збагачення золотовмісних руд призводить до зниження міцності при стиску зразків на 50% в порівнянні із зразками контрольного складу, при практично рівній величині середньої густини в сухому стані.

Принципово можливо використовувати відходи збагачення золотовмісних руд у виробництві ніздрюватих бетонів неавтоклавного тверднення для заміни частини кремнеземистого компонента за умови ретельного підбору рецептури суміші.

Інститутом НДІБМВ були проведені дослідження по визначенню можливості застосування тонкодисперсних відходів збагачення золотовмісних руд у виробництві ніздрюватого бетону автоклавного твердіння.

Дослідження можливості застосування відходів збагачення золотовмісних руд у виробництві ніздрюватих бетонів автоклавного твердіння проводили на бетонах, що містять від 5 до 100% відходів від загальної кількості кремнеземистого компонента.

Як сировинні компоненти ніздрюватобетонної суміші були застосовані традиційні сировинні матеріали: бездобавочний портландцемент ПЦ І-500, пісок кварцовий річковий мелений, вапно негашене 2-го сорту, алюмінієва пудра, добавки, вода. Водо-тверде відношення брали в межах 0,56-0,6 для всіх складів.

Автоклавну обробку зразків виконували в лабораторному автоклаві при температурі  $175 \pm 5$  °С і надлишковому тиску  $0,8 \pm 0,01$  МПа. Після автоклавної обробки були визначені міцність при стиску і середня густина зразків відповідно до чинних стандартів на методи випробувань.

Результати випробувань наведено в табл. 6.

Таблиця 6

Фізико-механічні показники ніздрюватого бетону автоклавного твердіння

Показники	Фактичні значення для складу:								
	контроль-ного		основного при вмісті відходів, % від маси кремнеземистого компонента						
			100	75	50	30	20	10	5
Середня густина бетону в сухом стані, кг/м <sup>3</sup>	620	603	628	625	625	617	623	610	628
Марка бетону за середньою густиною	D600	D600	D600	D600	D600	D600	D600	D600	D600
Міцність при стиску, МПа	2,95	2,92	1,24	1,37	1,88	2,67	2,81	2,94	3,32

Висновки.

В результаті проведених досліджень встановлено, що:

- повна заміна кварцового піску відходами збагачення золотовмісних руд викликає значне зниження міцності при стиску ніздрюватого бетону автоклавного твердіння;

- вищезгадані відходи можуть використовуватися як компонент ніздрюватих бетонів автоклавного твердіння тільки для часткової заміни кварцового піску (не більше 10-15%);

- необхідно провести більш детальні дослідження для визначення оптимального вмісту відходів збагачення золотовмісних руд родовищ Закарпатської області в ніздрюватому бетоні автоклавного твердіння.

#### ЛІТЕРАТУРА

[1] Фізико-хімічні умови і стадійність формування золоторудного родовища Сауляк (Рахівський рудний район) І. Попівняк, С. Ціхонь, Т. Олійник, А. Ніколенко, П. Ніколенко, В. Марусяк. МІНЕРАЛОГІЧНИЙ ЗБІРНИК. 2006. № 56. Вип. 1–2. С. 76–97

[2] ЕКВ-218-260.11-001 Рекомендації щодо застосування відходів збагачення золотовмісних руд ... у виробництві будівельних матеріалів. Л.В. Шейніч, П.В.Попруга. Київ-2011.

# РЕСУРСО-ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ МАТЕРІАЛИ, КОНСТРУКЦІЇ, ОБЛАДНАННЯ, ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Лященко М.А., магістр

ORCID 0000-0002-0102-7964, [veterdneyn@gmail.com](mailto:veterdneyn@gmail.com)

Київський національний університет будівництва і архітектури

***Анотація.** Виробництво у наш час- це часто забруднення навколишнього середовища та його руйнування, тому глобальні екологічні проблеми стають більш критичними. Дизайн має бути розробленим стійким. Сьогоднішня концепція дизайну створює нескінченний потік нових матеріалів для дизайнерів, щоб забезпечити їх джерелом нових ідей. Інноваційне застосування сучасного дизайну до нових екологічно чистих матеріалів напрямком розвитку дизайнерських та проєктувальних дисциплін. Проведений опис деяких основних характеристик та використання екологічних матеріалів та функції застосування нових матеріалів та продуктів зеленого дизайну.*

***Ключові слова:** охорона навколишнього середовища; еко-матеріали; зелений дизайн*

## RESOURCE AND ENERGY EFFICIENT MATERIALS, STRUCTURES, EQUIPMENT, TECHNOLOGIES FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION

Mariia Liashchenko, Master

ORCID 0000-0002-0102-7964, [veterdneyn@gmail.com](mailto:veterdneyn@gmail.com)

Kyiv National University Construction and Architecture

***Abstract.** Production today is often causes environmental pollution and destruction, so global environmental problems are becoming more critical. The design must be sustainable. Today's design concept creates an endless stream of new materials for designers to provide them with a source of new ideas. Innovative application of modern design to new environmentally friendly materials in the direction of development of design and engineering disciplines. The description of some basic characteristics and use of ecological materials and functions of application of new materials and products of green design is carried out.*

***Key words:** environmental protection; sustainable materials; green design*

Екологічний вплив з боку будівельного сектору з кожним роком безперервно зростає. Світове будівництво використовує 40% природних ресурсів, споживає 70% електроенергії, 12% питної води, а також виробляє 40% відходів, які щодня транспортуються на звалища. З кожним роком очікується збільшення цього впливу, яке пов'язано з ростом світового населення [1].

В останні десятиліття були прикладені більші зусилля для зниження енергозатрат, необхідних на етапі експлуатації будівель, а також пошук більш ефективних технічних рішень та матеріалів. Це призвело до вдосконалення енергетичних характеристик будівлі в процесі їх використання та під час всього життєвого циклу. Сучасна тенденція до експлуатації відновлюваних джерел енергії призвело до швидкого зростання концепції будівництва з нульовою енергією, розуміння нульової річної рівноваги між енергією, що використовується для експлуатації будівлі, та енергії, отриманої з відновлюваних джерел, таких як, наприклад, «сонячні будинки» [2].

Все більше уваги приділено етапу попереднього використання споруди, тобто впливу будівельних матеріалів на навколишнє середовище (видобуток сировини, виробничий процес та логістика на будівельний майданчик) [3]. Так впливи можна кількісно оцінити за допомогою параметрів, визначених у процедурах оцінки життєвого циклу: енергозатрати, внесок у виробництво парникових газів, використання джерел водних ресурсів та ін. Енергозатрати представляють собою енергію, затрачену на матеріали, видобуток, виробництво та доставку до будівельного майданчика. Але за даними досліджуваних джерел слід зазначити, що [1-2] вони також повинні включати в себе «регулярні» передачі енергії, які використовують на підтримання та відновлення процесів виробництва будівельних матеріалів, компонентів, енергії, необхідної для демонтажу і утилізації матеріалів. Навіть не беручи до уваги інші форми впливу на навколишнє середовище, викликане будівельними матеріалами, лише «втілена у будівництві енергія» в даний час складає 2-38% від загального споживання енергії (протягом 50-річної служби будівельних матеріалів в звичайних будинках, 9-46% у будівлях з низьким енергоспоживанням [2]), тим самим вказуючи на велике значення вибору стійких будівельних матеріалів у процесі проектування.

Під час аналізу було виявлено, що деякі автори затверджують про те, що будівництво з низькою енергією працює краще, ніж будівництво з нульовою енергією в перспективі всього життєвого циклу, через використання високоенергетичних матеріалів. З цієї причини, була розглянута потреба сучасного будівництва в «будівництві з нульовим енергетичним циклом», щоб

включати не тільки експлуатаційну енергію, але і енергію, яка була використана на всьому життєвому циклі.

На даний момент не існує загальноприйнятого визначення «зелених» будівельних матеріалів.

За даними такі матеріали приймаються екологічно чистими чи екологічно стійкими матеріалами природного походження. Властивість «екологічність» означає, що продукція показує мінімальний вплив на навколишнє середовище і здоров'я людини при розгляді повного життєвого циклу (тобто від видобутку сировини до утилізації). З-за цієї невизначеності на ринку було випущено кілька матеріалів із загальною назвою «greenes», але без яких-небудь доказових, підтверджуючих це фактів чи характеристик.

### ВИСНОВКИ.

При дослідженні даного визначення виникало питання про відсутність «досконалого зеленого будівельного матеріалу» у противагу «незеленим матеріалам», так як виробництво, транспортування, розміщення і використання матеріалів завжди розуміється як ненульовий вплив. Тому неможливо скласти остаточний список «зелених» матеріалів. Крім вимоги «екологічності», як було описано раніше, матеріали повинні відповідати широкому спектру вимог, встановлених національними законами, міжнародними стандартами і місцевими будівельними правилами.

### Література.

1. *Girya L.V., Sheina S.G., Fedyaeva P.V. The procedure of substantiation of selection of the energy-efficient design solutions for residential buildings // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. V. 10. № 8. pp.19263-19276.*
2. *Sandrolini F, Franzoni E. Embodied energy of building materials: a new parameter for sustainable architectural design. Heat Tech 2010; 27: pp. 163–167.*
3. *Kim M.J., Oh M.W., Kim J.T. A method for evaluating the performance of green buildings with No. 66. pp. 203–210.*



УДК 620.197

**ОСОБЕННОСТИ ЗАЩИТЫ АРМАТУРЫ  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ЗИМНЕМ  
БЕТОНИРОВАНИИ В АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ  
ЧИСТЫМИ МАТЕРИАЛАМИ**

**Савенко Владимир Иванович.**, канд. техн. наук, д.т.н. DSc доктор строительства

профессор Киевский национальный университет строительства и архитектуры

(КНУСА) Украина, E-mail [savenkoknuba@gmail.com](mailto:savenkoknuba@gmail.com)

**Savenko Volodymyr**

**Высоцкая Людмила Николаевна**, технический директор ЧП «Руслан и Людмила»,

Украина E-mail [contrrust@gmail.com](mailto:contrrust@gmail.com)

**Vysotska Lyudmyla**

**Кислюк Дмитрий Ярославович** канд. техн. наук доцент

Луцкий национальный технический университет (ЛНТУ), Украина E-mail

[d.kyslyuk@gmail.com](mailto:d.kyslyuk@gmail.com)

**Аннотация**

Исследования и опыт длительной эксплуатации металлоемких изделий показывают, что наиболее важным фактором защиты и предотвращения коррозии является надежная и правильная подготовка металлических поверхностей к покраске, покрытию бетоном или полимерными материалами.. Проще и надежнее предотвратить процесс коррозии, чем останавливать и ремонтировать поврежденные детали и изделия. Применение инноваций, исследований и разработок при соответствующей поддержке правительства и общества может принести пользу экономике и окружающей среде. В результате многолетнего применения в строительстве и смежных отраслях нарабатан положительный опыт использования для защиты от коррозии металлических конструкций и металлоемких изделий экологически чистого модификатора ржавчины на растительной основе CONTRRUST/ В условиях зимнего бетонирования, когда применяются химически активные противоморозные добавки и используется электропрогрев бетонной массы, арматура особенно нуждается в защите от коррозии. Вот тут и может

пригодиться экологически чистый модификатор ржавчины , не ухудшающий при этом сцепления арматуры с бетоном.

**Ключевые слова:** коррозия, модификатор ржавчины, факторы защиты, противоморозные добавки, инновации, электропрогрев, сцепление арматуры с бетоном

### **Annotation**

Research and experience of long-term operation of metal-intensive products show that the most important factor in the protection and prevention of corrosion is reliable and correct preparation of metal surfaces for painting, coating with concrete or polymer materials. It is easier and more reliable to prevent the corrosion process than to stop and repair damaged parts and products. The application of innovation, research and development, with appropriate support from government and society, can benefit the economy and the environment. As a result of many years of application in construction and related industries, positive experience has been gained in the use of environmentally friendly plant-based rust modifier CONTRRUST for corrosion protection of metal structures and metal-consuming units / needs protection against corrosion. This is where an environmentally friendly rust modifier can come in handy, which does not impair the adhesion of reinforcement to concrete.

### **Key words:**

corrosion, rust modifier, protection factors, antifreeze additives, innovations, electric heating, adhesion of reinforcement to concrete

Изучение видов коррозии и процессов, которые происходят в начале и во время коррозии металлов, чтобы найти надежные реагенты для демпфирования микроисточников коррозии и создать надежную пленку (защитный слой) на поверхности перед окраской, под которой невозможно начало коррозии под защитным слоем. Сохранение объектов на основе металла за счет эффективного использования инновационных технологий является очень важной проблемой, но не менее важным является создание условий и поддержка инновационной деятельности, которая создает инновации. Нахождение и применение экологически чистых материалов и технологий было и остается злободневным и актуальным вопросом на уровне всего человечества.

Исследования и лабораторные испытания проводились в специализированных лабораториях Киевского национального университета строительства и архитектуры (КНУСА), Луцкого национального технического университета (ЛНТУ), Института электросварки им Патона Е.О. НАН Украины, ГП Научно-исследовательский институт строительного производства (НИИСП) и многих других.

Коррозия арматурного каркаса недопустима. Это может привести к разрушению адгезии между бетоном и каркасом, растрескиванию и расслоению защитного слоя бетона, кроме того, это приводит к потерям предварительного напряжения в предварительно напряженных элементах, уменьшает сечение рабочей арматуры, что может вызвать разрушение зданий и сооружений. В настоящее время испытан, применяется в Украине и за рубежом экологически чистый эффективный модификатор ржавчины на растительной и водной основе CONTRRUST , производимый в Украине

предприятием Руслан и Людмила. Может наноситься на поверхность арматуры, не ухудшая сцепления с бетоном или добавляться в состав бетона.

Весь спектр окислительно-восстановительных реакций приводит к получению металлической полимерной пленки черного цвета с синим отливом толщиной 30-50 мкм, точки сцепления 1 (ISO 4618: 2014) 3 и индекса ударной вязкости 50 см (ISO 8501-1). 4 на поверхности раскисленного металла.

Преобразующие модификаторы «Contrust» на металле со средней толщиной ржавчины в пределах 300 мкм обеспечивают 100% очистку от ржавчины. «КОНТРАСТ» - модификатор ржавчины, высокоэффективный защитный грунт, нетоксичный, экологически безопасный.

Может использоваться в труднодоступных местах любой конфигурации. Заменяет временный рабочий праймер. Положительно влияет на сварку. Следует наносить на прочный слой железной окалины. Обладает хорошей диффузией. Блокирует центры коррозии в металлических оболочках. Быстро сохнет. Не нужно слишком смывать поверхность.

Преобразует ржавчину толщиной 100-300 мкм в защитную антикоррозийную пленку-грунтовку, которая со временем блокирует поверхность от повторной коррозии. Расход продукта: 40-80 мл / м<sup>2</sup>.

Стойкость преобразованного слоя ржавчины на модифицированной поверхности к воздействиям воды, сырой нефти, нефтепродуктов при температуре (20 ± 2) °C не менее 72 ч.

Гарантийный срок на защиту «Contrust», применяемую в соответствии с инструкциями производителя, составляет не менее гарантийного срока на лакокрасочное покрытие, которое будет нанесено на поверхность после обработки «Contrust» (включая покрытия, выдерживающие температуру выше 300 °C). ) Во всех случаях рекомендуется использовать покрытия или краску после обработки «Contrust».

Может использоваться в труднодоступных местах любой конфигурации. Заменяет удаление коррозии и служит грунтовочным слоем. Заменяет временный рабочий праймер. Положительное влияние на сварку.

Восстанавливает и защищает поверхность. Следует наносить. Обладает хорошей диффузией. Блокирует центры коррозии в металлических оболочках. Быстро сохнет. Не нужно слишком смывать поверхность. Преобразует ржавчину толщиной 100-300 мкм в защитную антикоррозийную пленку-грунтовку, которая со временем блокирует поверхность от повторной коррозии. Расход продукта: 40-80 мл / м<sup>2</sup>.

Особенно актуальным становится применение модификатора CONTRRUST при зимнем бетонировании с применением химически активных противоморозных добавок и электропрогреве бетона, когда под воздействием электрохимических процессов усиливается коррозия металла.

Материал CONTRRUST запатентован в Украине и за рубежом, имеет сертификаты качества и сертифицированную систему управления качеством в Украине, международный сертификат Бюро Веритас (VERITAS) и международные гранды на развитие производства.

Выводы:

1. Учитывая тот факт, что модификатор Contrust не ухудшает сцепления арматуры с бетоном (подтверждено в лабораториях КНУСА и ЛНТУ), то целесообразно экологически чистым веществом Contrust обрабатывать арматурный каркас конструкций, работающих в неблагоприятных агрессивных средах, когда в бетон вводятся химически активные добавки, производится электропрогрев бетона, сопровождающийся усилением электрохимической коррозии металлов..

2. Применение модификатора CONTRRUST снижает трудоемкость и стоимость работ по подготовке и защите металлических поверхностей от коррозии, исключая процессы пескоструения, дробоструения, пассивации и утилизации отходов после очистки.

3. Поскольку модификатор Contrrust производится на растительной основе и воде, экологически чистый, он не причиняет вреда ни людям, ни окружающей среде.

#### **Вывод.**

Экономический эффект от использования модификатора ржавчины на различных объектах, конструкциях и металлических конструкциях в настоящее время составляет более 62 млн. грн

#### **Литература.**

1. Савенко В.И., Висоцкая Л.Н., Кислюк Д.Я., Журавский А.Д. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ, МАШИН И ИЗДЕЛИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫМИ СРЕДСТВАМИ НА РАСТИТЕЛЬНОЙ ОСНОВЕ (ТИПА CONTRRUST) (ECOLOGICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY OF PROTECTION AGAINST CORROSION OF METAL STRUCTURES .MASHINES AND PRODUCTS BY ENVIRONMENTAL LY FRIENDLY PLANT BASED MEDIA ( CONTRRUST TYPE ) Erde der europaischen wissenschaft .Umweltschutz. Monografische Reihe Europaischen Wissenschaft Buch 2.Teil1.pp.170-188 ISSN 2709-2313 DOI :10.30888/978-3-9821783-0-1.2020-01-01-074 Monographic series *Europeen Sciense Scientific World Karlsruhe Germany* 2020 ISBN 9783-9821783-3-2 DOI ::10.21893/9783-9821783-3-2.2020-02-01

2. Савенко В.И., Висоцкая Л.Н., Кислюк Д.Я., Клещенко А.С. Инновации для экологически чистой защиты металлоемких конструкций и изделий от коррозии Міжнародна науково-практична інтернет-конференція Розвиток освіти, науки та бізнесу : результати 20203-4 грудня 2020р.-Україна Дніпро, 2020,-т.2,-с.350-351

3. Плугин А.Н. Основы теории твердения, прочности, разрушения и Долговечности портландцемента, бетона и конструкций из них: В 3-х тт. Т.1. Коллоидная химия и физико-химическая механика цементных бетонов/А.Н.Плугин А.А.Плугин, Л.В.Трикоз, А.С.Кагановский; под ред. А.Н.Плугина.-Київ: Наукова думка, 2011.-331с.

4. Плугин А.Н. Основы теории твердения, прочности, разрушения и долговечности портландцемента, бетона и конструкций из них: В 3-х тт..Т2. Теория твердения портландцемента/ А.Н.Плугин, А.А.Плугин, О.А.Калинин, С.В.Мирошниченко, Д.А.Плугин, О.В.Градобоев; Под ред. А.Н.Плугина.-Київ: Наукова думка, 2012.-224с.

## ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Нияковский А.М.<sup>1)</sup>, к.т.н.,  
ORCID 0000-0001-5106-6278, [a.m.niyakovski@pdu.by](mailto:a.m.niyakovski@pdu.by)  
Романюк В.Н.<sup>2)</sup>, д.т.н., профессор,  
[rvn\\_bntu@rambler.ru](mailto:rvn_bntu@rambler.ru)

<sup>1)</sup>Полоцкий государственный университет (Новополоцк, Беларусь)

<sup>2)</sup>Белорусский национальный технический университет (Минск, Беларусь)

***Аннотация.** Рассмотрены актуальные вопросы выполнения эксергетического анализа процессов тепловой обработки бетонных и железобетонных изделий и теплотехнологических установок для их осуществления. Сформулированы основные эксергетические показатели для оценки энергетической эффективности таких процессов и установок. Приведены основные математические зависимости, позволяющие выполнять их расчет.*

***Ключевые слова:** экономия топлива, энергетическая эффективность, показатели энергетической эффективности, эксергия, эксергетический анализ, теплотехническое оборудование, тепловая обработка бетонных изделий.*

## EXERGETIC EFFICIENCY INDICATORS OF HEAT TECHNOLOGY INSTALLATIONS FOR HEAT TREATMENT OF CONCRETE PRODUCTS

Niyakovskii A.M.<sup>1)</sup>, Ph.D. of Eng. Sc., Associate Professor,  
ORCID 0000-0001-5106-6278, [a.m.niyakovski@pdu.by](mailto:a.m.niyakovski@pdu.by)  
Romaniuk V.N.<sup>2)</sup>, Dr. habil. in Eng. Sc., Professor,  
[rvn\\_bntu@rambler.ru](mailto:rvn_bntu@rambler.ru)

<sup>1)</sup>Polotsk State University (Novopolotsk, Republic of Belarus)

<sup>2)</sup>Belarusian national technical University (Minsk, Republic of Belarus)

***Abstract.** The current issues of performing exergetic analysis of the processes of heat treatment of concrete and reinforced concrete products and heat technology installations for their implementation are considered. The main exergetic indicators for evaluating the energy efficiency of such processes and installations are formulated. The main mathematical dependencies that allow performing their calculation are given.*

***Key words:** fuel economy, energy efficiency, energy efficiency indicators, exergy, exergy analysis, heat technology installations, heat treatment of concrete products.*

Эксергетический анализ тепловых процессов в технологических установках является универсальным инструментом, позволяющим выбрать наиболее энергоэффективные варианты из некоторого их дискретного множества. В отличие от других показателей энергетической эффективности, например, удельных расходов топлива на единицу сырья или готовой продукции, эксергетические показатели учитывают энергетические затраты на всех эта-

пах технологического передела и позволяют судить о рациональности построения технологической цепочки с термодинамической точки зрения [1, 2]. Рациональное построение теплотехнологической системы позволяет сократить затраты первичного топлива и, как следствие, снизить углеродный след, уменьшить негативное влияние теплотехнологий на окружающую среду.

Эксергетические превращения, имеющие место в ходе тепловой обработки бетонных изделий, могут быть представлены диаграммой, приведенной на рис. 1.

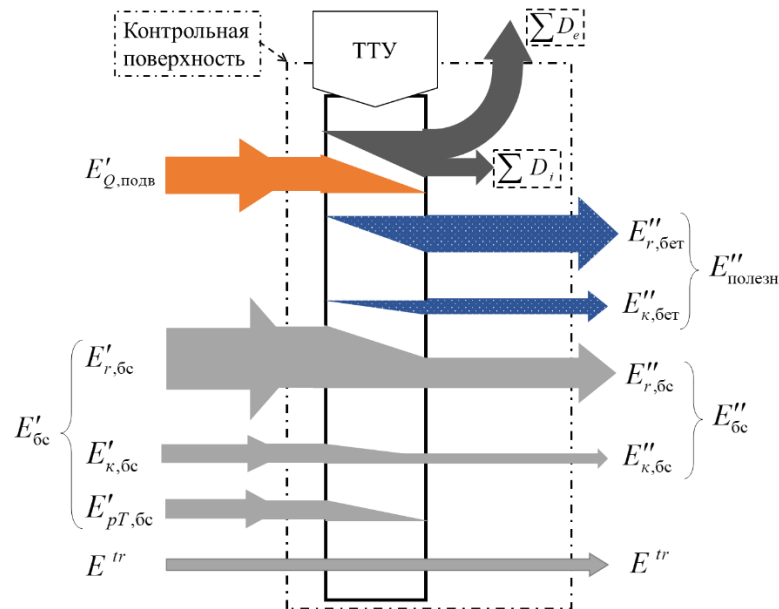


Рис. 1. Эксергетические превращения в процессе тепловой обработки бетонного изделия (пояснения к рисунку даны после формулы (2))

Эксергетический баланс процесса тепловой обработки выражается уравнением:

$$E'_{гс} + E'_{Q,подв} + E^{tr} = (E''_{г,бет} + E''_{к,бет}) + E''_{гс} + E^{tr} + \sum D_e + \sum D_i. \quad (1)$$

На основании эксергетических потоков, показанных на рис. 1, могут быть сформулированы следующие эксергетические показатели энергоэффективности:

- *степень термодинамического совершенства системы* тепловой обработки бетонного изделия в установке ускоренной гидратации может быть записана в следующем виде:

$$\nu = \frac{\sum E''}{\sum E'} = \frac{E''_{полезн} + E''_{гс} + E^{tr}}{E'_{Q,подв} + E'_{гс} + E^{tr}} = \frac{(H/100) \cdot \psi \cdot e_{г,бет} \cdot M_{бет} \cdot \gamma \cdot \phi + \left(1 - \frac{H}{100}\right) \cdot e_{гс} \cdot M_{бет} + E^{tr}}{E'_{Q,подв} + E'_{гс} + E^{tr}}, \quad (2)$$

где  $E'_{полезн}$  – полезная эксергия твердеющего бетона, МДж;  $E'_{Q,подв}$  – подведенный извне при тепловой обработке поток эксергии, МДж;  $E'_{гс}$  и  $E''_{гс}$  – эксергия потока бетонной смеси соответственно на входе и выходе теплотехнологической установки, МДж;  $E^{tr}$  – сумма эксергий компонентов бетонного изделия, не участвующих в физико-химических превращениях, МДж;  $H$  – степень гидратации бетона в изделии, достигнутая к моменту окончания обработки, %;  $\psi$  – коэффициент, учитывающий неполноту протекания реакции гидратации;  $e_{г,бет}$  – удельная массовая реакционная эксергия твердеющего бетона, МДж/кг;  $M_{бет}$  – масса бетона в изделии, кг;  $\gamma$  – массовая доля активной части цементного клинкера в цементе;  $\phi$  – массовая доля продуктов гидратации в затвердевшем бетоне, определяемая из материального баланса реакции гидратации как сумма массовых долей цемента и воды в бетонной

смеси;  $E_{r, \text{бс}}$ ,  $E_{k, \text{бс}}$ ,  $E_{pT, \text{бс}}$  – соответственно реакционная, концентрационная и термомеханическая составляющие эксергии бетонной смеси, МДж;  $\sum D_e$  и  $\sum D_i$  – соответственно внешние и внутренние потери эксергии, МДж; индекс (') – на входе, индекс (") – на выходе системы.

– *термодинамический КПД<sub>e</sub> системы:*

$$\eta_e = \frac{\sum E'' - \sum E^{tr}}{\sum E' - \sum E^{tr}} = \frac{(H/100) \cdot \psi \cdot e_{r, \text{бет}} \cdot M_{\text{бет}} \cdot \gamma \cdot \varphi}{E'_{Q, \text{подв}} + E'_{\text{бс}} \cdot H/100}; \quad (3)$$

– *степень технологического совершенства системы:*

$$\beta = 1 - \frac{\sum E^{tr}}{\sum E'} = 1 - \frac{(1 - H/100) \cdot E'_{\text{бс}} + E^{tr}}{E'_{Q, \text{подв}} + E'_{\text{бс}} + E^{tr}}. \quad (4)$$

Расчет величины эксергии подведённого теплового потока  $E'_{Q, \text{подв}}$ , а также степени гидратации  $H$ , фигурирующих в приведённых выше уравнениях, применительно к рассмотренным процессам может быть выполнен с использованием математического обеспечения, разработанного авторами данной статьи с соавторами [3–7].

Выполненные по формулам (2)–(4) расчеты показывают, что величина эксергетического КПД<sub>e</sub> системы тепловой обработки (применительно к некоторому условному изделию) составляет от 18,9 до 81,7 %, в зависимости от учета величины затрат эксергии на создание требуемого дисперсного состава цемента.

**Выводы.** Предложены основные эксергетические показатели, позволяющие осуществить выбор энергоэффективных режимов тепловой обработки бетонных и железобетонных изделий в теплотехнологических установках из дискретного множества возможных вариантов.

## Литература

1. Brodyanskii V. M., Sorin M. V. (1985) Principles for determining the efficiency of technical systems for energy and substance conversion. *Energetika. Izvestiya vuzov = Power engineering. News of higher educational institutions. No 1*, 60–65 (in Russian).
2. Brodyanskii V. M., Fratsher V., Mixalek K. (1998) *The exergetic method and its applications. Moscow, Energoatomizdat Publ.*, 288 (in Russian).
3. Niyakovskii A. M., Romaniuk V. N., Yatskevich Yu. V., Chichko A. N. (2019) Improving the Energy Efficiency of Heat-Technical Equipment on the Basis of Numerical Simulation of Non-Stationary Processes. *Energetika. Proc. CIS Higher Educ. Inst. and Power Eng. Assoc.* 62 (2) 177–191. <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2019-62-2-177-191> (in Russian).
4. Niyakovskii A. M., Romaniuk V. N., Chichko A. N., Yatskevich Yu. V. (2019) Verification of Non-Stationary Mathematical Model of Concrete Hardening in Thermal Technological Installations. *Science and Technique.* 18 (2), 137–145. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2019-18-2-137-145> (in Russian).
5. Niyakovskii A. M., Romaniuk V. N., Yatskevich Yu. V., Chichko A. N. (2019) Discrete Optimization of Software-Controlled Modes of Heat Treatment of Concrete Products in Heat-Technological Facilities. *Energetika. Proc. CIS Higher Educ. Inst. and Power Eng. Assoc.* 62 (3) 280–292. <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2019-62-3-280-292> (in Russian).
6. Niyakovskii A.M., Romaniuk V.N., Chichko A.N., Yatskevich Yu.V. The Method of Calculation of the Evolution of Thermal and Energy Characteristics of the Accelerated Hydration Process of Concrete Products. *ENERGETIKA. Proceedings of CIS higher education institutions and power engineering associations.* 2019;62(4):327-324. (In Russ.) <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2019-62-4-327-324>.
7. Niyakovskii A. M., Ramaniuk U. N., Chychko A. N., Yatskevich Yu. V. Unsteady model of the hydration process of a reinforced concrete product at software-controlled heating. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2019, vol. 63, no. 4, pp. 496–505 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2019-63-4-496-505>.

## ВПЛИВ «ЗЕЛЕНОЇ ЕКОНОМІКИ» НА ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ УКРАЇНИ

**Орловська О.В.**, к.е.н., доцент  
0000-0002-7225-0717, [entony1972@ukr.net](mailto:entony1972@ukr.net)

**Вознюк О.М.**, к.пед.н., доцент  
0000-0002-4186-6113, [oksa\\_w2000@yahoo.com](mailto:oksa_w2000@yahoo.com)

Львівська філія Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна

***Анотація.** Європейський шлях розвитку транспортної системи передбачає запровадження «зеленої економіки», що визначається як певна форма введення господарської діяльності з дотриманням принципів збереження навколишнього середовища. Приділено увагу політичним, юридичним та соціально-економічним чинникам розвитку господарського комплексу України. Визначено основні причини запровадження принципів «зеленої економіки» для ефективного та раціонального використання природних багатств виробничим комплексом країни.*

***Ключові слова:** «зелена економіка», природно-ресурсний потенціал, транспорт, транспортна система України, цифровізація.*

## THE IMPACT OF THE "GREEN ECONOMY" ON THE RAILWAY TRANSPORT OF UKRAINE

**Orlovskaya O.V.**, PhD, Associate Professor,  
0000-0002-7225-0717, [entony1972@ukr.net](mailto:entony1972@ukr.net)

**Voznyuk O.M.**, PhD, Associate Professor,  
0000-0002-4186-6113, [oksa\\_w2000@yahoo.com](mailto:oksa_w2000@yahoo.com)

Lviv branch of Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V.Lazaryan

***Abstract.** The European way of development of the transport system involves the introduction of a "green economy", which is defined as a form of economic activity in compliance with the principles of environmental protection. Attention is paid to political, legal and socio-economic factors of development of the economic complex of Ukraine. The main reasons for the introduction of the principles of "green economy" for the efficient and rational use of natural resources by the country's industrial complex are identified.*

***Key words:** "green economy", natural resource potential, transport, transport system of Ukraine, digitalization.*

Основною проблемою людства у 21 столітті визначено ступінь нераціонального використання природних ресурсів, нищення природного фонду планети, отруєння ґрунтових вод, а також забруднення повітря від діяльності промислових комплексів країн. Дана ситуація вимагає прийняття нових перспективних планів, стратегічний напрямок яких повинен бути орієнтований на зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище наслідків життєдіяльності людини.

Сьогодні світова економіка не ставить перед собою завдання використання тільки природних ресурсів, а вимушена вести пошуки більш раціональних способів функціонування виробничого сектора із пріоритетом збереження природного потенціалу.

Одним із заходів досягнення даної стратегії є впровадження новітніх технологій, оновлення та модернізація основних фондів виробництва. Це надає можливості до створення конкурентоздатної продукції, що приведе до отримання високих прибутків до бюджету країни.

З досвіду економічно розвинутих країн Європи [1], основна увага у світі приділяється формуванню інституційної детермінанти регіонального розвитку всіх галузей економічної



складової, яка, перш за все, полягає в удосконаленні організаційно-управлінського механізму транспортної галузі країни. Цей підхід вимагає перегляду сфер впливу транспорту на всі елементи господарського механізму регіону, розробки нових етапів розвитку та регулювання суспільних відносин на вимогу ринкової економіки. Це стосується сфери інноваційно-інвестиційної діяльності країни, що створює нові форми організаційних структур, таких як кластери транспортних підприємств, транспортні хаби із розподілом на вантажні та пасажирські сектори тощо. Інституційно-правові важелі організаційно-правового механізму, на нашу думку, повинні полягати у створенні напряму нормативно-правових положень, які обумовлені юридичною підтримкою правового поля та дотриманням законності у функціонуванні транспортної галузі, розробки та впровадження транспортної карти етапів реформи кожного виду транспорту окремо.

З метою пошуку шляхів виходу із кризових ситуацій, пов'язаних із проявом постпандемічного синдрому, ЄС запропонував розробку Стратегії стійкої та розумної мобільності, що здатна зміцнити транспортну складову на ринку послуг та вивести європейський транспорт на нові майбутні методи функціонування. Основною ідеєю даної стратегії визначено посилення ролі транспортного сектора в ЄС.

Для виконання Україною Національної транспортної стратегії-2030, необхідно стати активним учасником Європейської програми «Стратегія сталого та розумного розвитку мобільності», яка передбачає перехід національних транспортних мереж за допомогою «зеленої економіки» та процесу цифровізації, які дозволять адаптувати галузь до вимог транспортної системи ЄС [2]. Дана стратегія покликана на скорочення кількості викидів шкідливих речовин, продуктів горіння як наслідок роботи транспорту, особливо залізничного, в атмосферу до 90%. Такі плани для національного транспорту несуть у собі кардинальні зміни філософії експлуатаційної роботи: нові підходи до надання потенційним споживачам вантажних послуг, повний перегляд підходів та впровадження інноваційних винаходів з метою забезпечення комфортності пасажирів під час рейсу, а також прокладання найбільш економічно-вигідних маршрутів, що потребує перегляду всієї логістики перевезень.

Запровадження цифровізації послуг стимулює та активізує прокладання нових комбінованих маршрутів, які будуть еколого-економічно вигідними для суспільства. З метою виходу із кризового становища, спричиненого пандемією, передбачено впровадження політики зміцнення єдиного транспортного ринку за допомогою подальшої розбудови Транс'європейської транспортної мережі (TEN-T) та відновлення її функцій за допомогою інвестиційних вливань для оновлення та модернізації рухомого складу. На нашу думку, дана стратегія може привести до активізації мультимодальних перевезень Україною та в Європі. Вона буде сприяти стійкості до кризових проявів, що є невід'ємною умовою для транспортної політики ЄС.

У світовій практиці, з метою вирішення проблем еколого-економічного характеру, було започатковано програму «зеленої економіки» [3], яка може стати тим інструментом дії, що дозволить розв'язувати гострі проблеми щодо зниження негативних наслідків від прояву глобальної економічної кризи. Метою впровадження «зеленої економіки» є досягнення задоволення людини від впливу на неї навколишнього середовища, основним пріоритетом якої виступає збереження природно-ресурсного потенціалу та добробут наступних поколінь [4]. Етапи впровадження принципів «зеленої економіки» повинні включати в себе комплекс заходів, які стосуються всебічного впливу на економіку та екологію країни. Це принципи правової, соціально-економічної, організаційної сфер життя та побуту людини, що дозволить поступово проводити координальні зміни у структурі національної економіки щодо забезпечення рівня економічної та екологічної безпеки.

Особливої уваги вимагають проблеми, що виникають як результат дії залізничного транспорту на навколишнє середовище. Розширення географії транспорту, впровадження досягнень технічних новітніх технологій, особливо при збільшенні швидкостей, не завжди здатні забезпечити населенню регіону захист від таких проявів діяльності транспорту як шум, вібрація, випаровування, забруднення ґрунтових вод від просочування у ґрунти паливно-мастильних речовин тощо [5]. У таких випадках залучення принципів «зеленої економіки» приводить до розробки принципово нової моделі функціонування транспортної галузі в

концепції світової економіки. Це стосується процесу пошуку шляхів функціонування економіки в межах енергозберігаючої та енергоефективної моделі [6]. Стратегія впровадження методів переходу на низьковуглецеву економіку може бути використана у національному туристичному секторі як сфері взаємодії людини і технологій. Сфера туристичних послуг як невід'ємна частина господарського механізму країни, дає можливість до посилення конкурентних переваг транспортної складової на ринку транспортних послуг завдяки залучення принципів «зеленої економіки». Ця стратегія вимагає синергетичного посилення регіонального розвитку, який здатен до послаблення монополізму на ринку послуг, особливо на ринку послуг залізниці, сприяє структурній перебудові економічного сектора країни із розумінням високої цінності природного і соціального капіталу, інтерналізації зовнішніх екологічних витрат, «зеленого» обліку, оцінки витрат за період усього життєвого циклу і покращення адміністративних методів управління.

Одним із таких принципово нових методів роботи залізничного транспорту є створення екологічного регіонального поїзда, що працює на водні. [Водневий поїзд Siemens і Deutsche Bahn: ставка на електроліз і зелений H<sub>2</sub> [7].

Даний проєкт є результатом спільної роботи технологічного холдингу Siemens і німецького державного залізничного концерну Deutsche Bahn (DB), завдання яких полягало у розробці методу заміни дизельних локомотивів на водневі із дотриманням високого коефіцієнту корисної дії. Даний спосіб запроваджується лише на неелектрифікованих ділянках залізниці. Перші екземпляри водневих поїздів були введені в експлуатацію у 2020 році.

*Висновки.* Національну транспортну галузь чекають значні координальні зміни, які пов'язані з інноваціями у сферу виробничої діяльності залізничного транспорту. Специфіка технічної складової в світі полягає у запровадженні принципово нових методів роботи транспортної сфери, зміна підходів до перспективного проєктування транспортних одиниць рухомого складу. Ці зміни обумовлені орієнтацією світової економіки на енергозберігаючу систему функціонування та зменшення ступеню забрудненості довкілля від дії транспортного комплексу. Розвиток «зеленої економіки» може сприяти покращенню добробуту та загального здоров'я населення, укріпленню соціально-економічного фактору життєдіяльності людини, забезпечити соціальну та енергетичну безпеку країні, що особливо важливо для України.

### Література.

1. Т. І. Грицюк, Т. В. Василенко. Стратегічні пріоритети розвитку «зеленої економіки» у країнах світу. Електронний журнал «Ефективна економіка» № 5, 2014.
2. Д.Беспалов. Фундаментальна транспортна трансформація: Єврокомісія представляє свій план екологічної, розумної та доступної мобільності. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://pro-mobility.org/tag/ec/>
3. Основні засади впровадження моделі «зеленої економіки» в Україні : навч. посіб. / Т.П. Галушкіна, Л.А. Мусіна, В.Г. Потапенко та ін.: за наук. ред. Т.П. Галушкіної. – К. : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017, 154 с.
4. Ю.Т.Боровик, Ю.В.Єлагін, О.М.Полякова. «Зелена економіка»: сутність, принципи, перспективи для України. Вісник економіки транспорту і промисловості. №69, 2020, ст. 75
5. Г.Б.Марушевський. Інтеграція екологічної політики в транспортну політику ЄС та України. Електронний ресурс. Режим доступу: [http://www.investplan.com.ua/pdf/6\\_2016/17.pdf](http://www.investplan.com.ua/pdf/6_2016/17.pdf)
6. Доповідь України до Конференції ООН зі сталого (збалансованого) розвитку Ріо+20 (проєкт) /За ред. Л.Г. Руденка– Київ: Інститут географії НАН України, 2012, 69 с.
7. Водневий поїзд Siemens і Deutsche Bahn: ставка на електроліз і зелений H<sub>2</sub>. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.dw.com/uk/vodnevyi-poizd-siemens-i-deutsche-bahn-stavka-na-elektroliz-i-zelenyi-h2/a-55727116>

## ТЕКСТИЛЬНІ АБСОРБЕРИ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

**Пасічник П.О.**, к.т.н., доц.

ORCID 0000-0001-8499-6949, [pasichnik89bigmir.net](mailto:pasichnik89bigmir.net)

**Габа К.О.**, к.т.н., доц.

ORCID 0000-0003-2201-1408, [chibra@bigmir.net](mailto:chibra@bigmir.net)

Київський національний університет будівництва і архітектури

**Авраменко Ю.О.**, к.т.н., доц.,

ORCID 0000-0003-2132-5755, [Avramenko.pntu@gmail.com](mailto:Avramenko.pntu@gmail.com)

Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка

***Анотація.** Важливим енергетичним та екологічним заходом є використання сонячної енергії для теплопостачання будівель і споруд, а також у промисловості. Цей факт спонукає до розвитку геліосистем та їх елементів. Важливим кроком у розвитку геліотехніки є розвиток систем, де теплоносієм являється повітря. Одним з шляхів розвитку сонячних нагрівачів повітря є використання нових матеріалів для виготовлення абсорберів сонячного випромінювання, що значно розширене можливістю застосування насадкових та пористо-капілярних матеріалів, на відміну від рідинних геліоколекторів. Доцільним є використання текстильних матеріалів, що дозволить знизити вартість колекторів сонячної енергії, а також значно зменшити їх вагу та капітальні затрати на них.*

***Ключові слова:** Сонячна енергія, енергозбереження, зниження викидів, textile materials*

## TEXTILE ABSORBERS OF SOLAR ENERGY

**Pasichnyk P.O.**, Ph. D, Associate Professor,

ORCID 0000-0001-8499-6949, [pasichnik89bigmir.net](mailto:pasichnik89bigmir.net)

**Gaba K.O.**, Ph. D, Associate Professor,

ORCID 0000-0003-2201-1408, [chibra@bigmir.net](mailto:chibra@bigmir.net)

Kyiv National University Construction and Architecture

**Avramenko Y.O.**, Ph. D, Associate Professor,

ORCID 0000-0003-2132-5755, [Avramenko.pntu@gmail.com](mailto:Avramenko.pntu@gmail.com)

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic

***Abstract.** An important energy and environmental measure is the use of solar energy for heat supply of buildings and structures, as well as in industry. This fact encourages the development of solar systems and their elements. An important step*

*in the development of solar engineering is the development of systems where the coolant is air. One of the ways to develop solar air heaters is the use of new materials for the manufacture of solar absorbers, which is greatly expanded by the possibility of using nozzle and porous-capillary materials, in contrast to liquid solar collectors. It is advisable to use textile materials, which will reduce the cost of solar energy collectors, as well as significantly reduce their weight and capital costs for them.*

**Key words:** solar energy, energy saving, emission reduction.

Для схеми теплопостачання наведеної в [1] необхідно розробити відповідний сонячно-електричний повітропідігрівач. Для того щоб підігрівати абсорбер КСЕ електростумом його матеріал з якого він виготовлений повинен бути електропровідним, але мати достатній електричний опір.

Це означає, що при відповідному електричному опорі можна обходитися відносно малими та безпечними силами струмами. Перевага повітряних КСЕ над рідинними заключається також у можливості безпечного прямого пропускання електричного струму через абсорбер, тому що повітря не проводить електричний струм.

З урахуванням вище сказаного для абсорбера такого КСЕ висуваються вимоги як до сонячних теплових колекторів та електронагрівачів. По-перше, високу поглинаючу здатність сонячного випромінювання, на рівні  $As \geq 0,9$ [2, 3], це забезпечується властивостями поверхні світлосприйняття, тобто природної селективності. По-друге, мати розвинену поверхню теплообміну з тим, щоб інтенсифікувати теплообмін між абсорбером і омиваючим його повітрям [4,5]. По-третє, володіти відповідними фізичними властивостями: мала вага, стійкість до ультрафіолетового випромінювання, термостійкість, а також мати низьку вартість для більшої ліквідності геліосистеми [6]. Як для електронагрівача має бути достатній питомий електричний опір та спостерігатися стійкість до впливу електричного струму [7].

Таблиця 1

#### Порівняльна характеристика ВТП і традиційних для геліотехніки металів

Назва характеристики	Алюміній	Мідь	Сталь	Вуглеграфітове полотно УТП
Теплопровідність, Вт/(м·К)	211	385	47,6	287
Теплоємність, кДж/(кг·К)	0,93	0,385	0,46	0,72
Густина, кг/м <sup>3</sup>	2675	8795	7850	2200
Температуропровідність, м <sup>2</sup> /с	0,085	0,114	0,008	0,181
Електричний опір, Ом·м ·10 <sup>4</sup>	0,0271	0,0175	0,14	0,4
Необхідність сективного покриття	Так	Так	Так	Ні

Для задоволення висунутих вимог було використано вуглеграфітове трикотажне полотно, що вироблено в Інституті проблем матеріалознавства НАНУ ім. Францевича під маркою УТП, ринковим аналогом такого полотна є полотно типу УРАЛ-ТР (ГОСТ 28005-88), що випускається білоруськими та російськими фабриками напряму «хімволокно».

Використання вуглеграфітових волокон, карбонізованих і графітизованих тканин та вуглецевого паперу у якості електропідігрівачів відоме [7], що зумовлено питомим електричним опором вуглецевих волокон, термо- та електростійкістю. Сфери використання різноманітні: гнучкі нагрівачі для технологічних процесів при бетонуванні; медичинські теплі ковдри та інші грілки; опалювальні елементи для «теплих підлог» та «теплих стін». Фізико-хімічні властивості полотна УТП надані виробником та перевірені на акредитованій випробувальній лабораторії ПрАТ «Волтекс-Меланж» в м. Луцьк.

Теплотехнічні характеристики ВТП (теплопровідність, температуропровідність і т.д.) відповідають традиційним металам, що використовуються у геліотехніці для виготовлення абсорберів. Порівняльна характеристика приведена в табл.1.

Виробництво ВТП зосереджено в країнах ближнього зарубіжжя (Білорусь, Російська Федерація), а також є невеликі потужності в Україні, зокрема на дослідному виробництві Інституту проблем матеріалознавства імені І.М. Францевича Національної академії наук України при відділі композиційних матеріалів і ці потужності на жаль не задіяні

Згідно [8, 9] підвищення ефективності сонячних теплових колекторів пов'язано з інтенсивністю відведення тепла (тепложому) від поверхні абсорбера і світлопрозорого покриття, а також від внутрішньої поверхні теплоізоляції корпусу.

**Висновки.** В результаті виконання роботи була проаналізована можливість використання нетрадиційних поглинаючих елементів для сонячних колекторів та показано необхідність подальшого дослідження тепломасообмінних процесів в сонячних колекторах, де у якості абсорберів сонячної енергії застосовується вуглеграфітове трикотажне полотно

### Література.

1. Приймак О.В. Визначення частки теплового навантаження, що заміщується енергією сонця та вітру для системи тепlopостачання з комбінованим сонячно-електричним повітронідогрівачем / О.В. Приймак, П.О. Пасічник, Р.В. Білан, О.С. Нагорний // Науково-технічний збірник «Енергоефективність в будівництві та архітектурі». Вип. 8. – К.: КНУБА, 2016, с.251-256.
2. Даффи Д. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. / Дж. Даффи, У. Бекман // — М.: Мир, 1977. С. 354.
3. ООО «Виссманн». Книга о «солнце» /- К.: Злато-Граф, 2010, 195с.
4. Керн Д. и Краус А. Развитие поверхности теплообмена/ Д. Керн и А. Краус// Пер. с англ.- М., «Энергия», 1977. 464с.
5. Ройзен Л.И. и Дулькин И.Н. Тепловой расчет ребренных поверхностей/ Л.И. Ройзен, И.Н. Дулькин// Под ред. В.Г.Фастовского, - М., «Энергия», 1977, 256 с.
6. Павел Пасечник. Особенности воздушных солнечных систем теплоснабжения / П. Пасечник, А. Приймак // Czestochowa, Czestochowa University of Technology, Construction of Optimized Energy Potential, vol.1(15)2015, с.152-158
7. Горелов В.П. Низкотемпературные нагреватели из композиционных материалов в промышленности и быту; 2-е изд., стер. / В.П. Горелов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 208с
8. Бекман У. и др. Расчет систем солнечного теплоснабжения / Пер. С англ. – Москва: Энергоиздат, 1982. – 80 с.
9. Аvezов Р.Р. Повышение эффективности использования низкопотенциальных солнечных нагревателей в системах теплоснабжения. Автореф. дис. ... докт.техн.наук – Ташкент, 1990 – 42с.

**НАУКОВІ МЕТОДИ СТВОРЕННЯ ЕНЕРГООЩАДНИХ МАЛОПОВЕРХОВИХ  
БУДІВЕЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНОГО  
МОДЕЛЮВАННЯ**

**Перегінець І.І.**, к.т.н.,  
ORCID 0000-0000-0000-0000, iintcabu@gmail.com

Академія будівництва України  
Київський національний університет будівництва і архітектури

**Анотація.** При розробці концепцій, проектуванні, будівництві та експлуатації містобудівних проектів малоповерхового формату автором запропоновано використання варіантного підходу для реалізації та управління такими проектами на основі BIM-технологій. На містобудівних об'єктах містобудівних проектів автором запропоновано прогнозування технологічних, організаційних та управлінських процесів. Такі процеси передбачає використання інноваційних теоретичних та методологічних підходів, які є нейтральними до оточуючого середовища. Проведено аналіз екологічно безпечного управління інженерно-будівельною інфраструктурою при експлуатаційному періоді життєвого циклу містобудівного проекту. Проаналізовано моделі, теоретичні та методологічні параметри впливу містобудівних проектів на довкілля. Надано уваги особливості становлення цих систем. Визначено концепцію застосування BIM-технології в зведенні і управлінні нерухомістю, як найбільш перспективної та актуальної в найближчому столітті.

**Ключові слова:** BIM-технології, управлінські заходи, природоохоронна діяльність, містобудівні проекти, інформаційне моделювання.

**SCIENTIFIC METHODS OF CREATION OF ENERGY-SAVING LOW-FLOOR  
BUILDING COMPLEXES ON THE BASIS OF INFORMATION MODELING**

**Pereginets I.I., Ph. D**  
ORCID 0000-0002-0000-0000, iintcabu@gmail.com

Academy of Civil Engineering of Ukraine  
Kyiv National University Construction and Architecture

**Abstract.** In the development of concepts, design, construction and operation of urban projects of low-rise format, the author proposes the use of a variant approach to the implementation and management of such projects based on BIM-technologies. At town-planning objects of town-planning projects the author offers forecasting of technological, organizational and administrative processes. Such processes involve the use of innovative theoretical and methodological approaches

that are neutral to the environment. The analysis of ecologically safe management of engineering and construction infrastructure at the operational period of a life cycle of the town-planning project is carried out. Models, theoretical and methodological parameters of influence of town-planning projects on environment are analyzed. Attention is paid to the peculiarities of the formation of these systems. The concept of application of BIM-technology in construction and management of real estate as the most perspective and actual in the next century is defined.

**Key words:** BIM-technologies, management measures, environmental activities, urban projects, information modeling.

Індустріальна епоха розвитку людської цивілізації, яка почалася в XVII столітті значною мірою вплинула на розвиток міст та оточуюче середовище. Постіндустріальний період, після стрімкого розростання міст останніх століть, утворення гігантських агломерацій, в межах яких відбувається постійне ущільнення існуючої забудови, призводить до необхідності її реконструкції. Забудова нових територій, відповідно, має базуватися на найбільш новітніх технологіях, до яких відноситься BIM-технологія (Building Information Modeling або Building Information Model - інформаційне моделювання будівлі або інформаційна модель будівлі).

Сучасний світ в останнє десятиліття став міксом фізичного і цифрового форматів, які впливають на повсякденне життя кожної окремої людини і всього суспільства в цілому. Цифровий формат входить в кожен аспект нашого життя, починаючи від того, як ми спілкуємося, купуємо товари, плануємо життєві перспективи, проводимо час, і до того, як боремося з пандемією Covid 19. Ці обставини нового життя трансформують тисячолітній, звичний спосіб комунікації, розваг і отримання нової інформації. Люди досить швидко стали цифровими споживачами, вже не представляють своє життя без гаджетів і цифрових додатків. За допомогою діджиталізації ми прокладаємо маршрути пересування, проводимо конференції, робимо хірургічні операції. Процесори управління фізичними механізмами - «мізки», є складовою частиною будь-якого механізму або виробничого процесу.

Більш того, за допомогою інтернету, процесори об'єднуються в єдину систему і начитають взаємодіяти між собою навіть без участі людини. Вже звичним стало поняття штучного інтелекту (ІІ), набагато перевищує розумово-аналітичні можливості людини.

Безперечною перспективою проектування, будівництва та експлуатації об'єктів нерухомості та цілісних містобудівних проектів є застосування цифрових технологій, зокрема BIM, що є цифровою версією фізичних, технічних, технологічних, фінансових, часових параметрів будови, а не тільки геометрію будівлі, як це проектується в класичному форматі.

BIM інтегрально враховує безліч факторів і інформацію про об'єкт та його окремі елементи: артикули, номенклатуру деталей виробників, календарну та фінансову модель, регламенти обслуговування, вплив будівлі на здоров'я людей і навколишнє середовище. Люди знаходяться в приміщенні більше 70% часу протягом усього свого життя. Проживання в будинку за BIM-технологією, враховуючи контроль якості повітря, води, освітлення приміщень, провокацію гарного настрою за допомогою аудіо, аромо і світло терапевтичними приладами, з аналізу психо-фізичного стану людини, може сприяти збільшенню тривалості життя до 120 років.

BIM - це база інформації про об'єкт, що служить основою для прийняття фінансових та управлінських рішень власника будинку протягом його життєвого циклу, від архітектурної ідеї до знесення.

Час стрімкого цифрового зміни економіки і суспільства, будівництво нових та експлуатація існуючих об'єктів нерухомості не можуть функціонувати за старою моделлю. Інноваційні проектно-виробничі процеси в будівництві неможливі без діджиталізації. BIM-

технології забезпечать більш комфортне і швидке взаємодія людини і будівлі. Цифрових трансформація будівництва поліпшить якість життя людей, піднімає капіталізацію, автоматизує індивідуальні життєві особливості людини і спростить внутрішні і зовнішні комунікації.

Варіантний формат проектування нових містобудівних проектів та реконструкції існуючого середовища визначає різні підходи до відповідної стратегії реалізації таких проектів.

ВІМ-технології дозволяють вирішувати проблему відповідності містобудівної форми соціально-екологічній унікальності населеної території та моделювати різні підходи проектування міського середовища як багатокомпонентної і в той же час інтегрально цілісної системи. При варіантному підході проектування територій, застосовуючи інформаційні технології, вирішуються наступні основні задачі містобудування:

1. Розбудові та реконструкції міста, покращують його інфраструктурні та природоохоронні аспекти, що відповідають головним цілям енергоефективного будівництва, мінімізують негативний вплив усіх етапів життєвого циклу будівель і споруд на навколишнє середовище, підвищують комфорт, здоров'я та довголіття мешканців відповідної локації
2. Застосовування інноваційних екологічних технологій містобудівних проектів мобілізує створення національних стандартів енергоефективного зеленого будівництва у відповідності до міжнародних аналогів.
3. Конструктивні рішення технологій зеленого будівництва позитивно впливають на розвиток таких секторів міського середовища, як будівельні і земельні відносини, житлово-комунальне господарство, транспортна інфраструктура та мобільність населення, екологічна політика та її вплив на довкілля, розвиток публічного простору, транспортна безпека та цивільний захист, охорона історичної та архітектурно-культурної спадщини.
4. Виконання принципів енергоощадного будівництва з застосуванням оптимальних конструктивно-архітектурних рішень та інженерних систем, зниження матеріалоемності будівель і споруд системи, покращать вплив будівель і споруд на стан здоров'я людей та мінімізують вплив нерухомості на оточуюче середовище на всіх етапах життєвого циклу.
5. Слугує позитивним прикладом для розвитку зеленого будівництва в Україні.
6. Підвищує синергетичний ефект співпраці стейкхолдерів містобудівних проектів: інвесторів; органів влади; громадськості; бізнесу; науково-освітніх установ; міжнародних організацій.
7. Впровадженням теоретично-методичного моделювання за ВІМ-технологіями як результат науково-практичних та проектних досліджень інноваційних організаційно-технологічних методів енергоефективного будівництва, за міжнародними стандартами

### Література.

*1. Перегінець І. І. Кластерні форми організації будівельного виробництва в умовах розвитку соціально-економічних трансформацій сучасної України / І. І. Перегінець // Містобудування та територіальне планування. - 2017. - Вип. 64. - С. 560-569. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP\\_2017\\_64\\_75](http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2017_64_75).*

*2. Савицький М. В. Показники енергоефективності малоповерхових екобудинків з використанням місцевих матеріалів / М. В. Савицький, Ю. Б. Бендерський, І. І. Перегінець, М. М. Бабенко // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Создание высокотехнологических экокомплексов в Украине на основе концепции сбалансированного*



(устойчивого) развития. - 2011. - Вып. 60. - С. 168-170. - Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmcvtek\\_2011\\_60\\_32](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmcvtek_2011_60_32).

3. Савицький М. В. Світовий досвід енергоефективного будівництва з місцевих матеріалів та доцільність його використання в умовах України / М. В. Савицький, Ю. Б. Бендерський, Є. Л. Юрченко, І. І. Перегінець, О. О. Коваль, М. М. Бабенко // *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия : Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения.* - 2011. - Вып. 61. - С. 375-381. - Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmit\\_2011\\_61\\_65](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmit_2011_61_65).

4. Перегінець І. І. Адміністративно-територіальна реформа в Україні як джерело розвитку малоповерхового житлового домобудування / І. І. Перегінець, М. В. Савицький, І. І. Куліченко, О. О. Коваль // *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия : Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения.* - 2015. - Вып. 82. - С. 149-153. - Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmit\\_2015\\_82\\_25](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmit_2015_82_25).

5. Перегінець І. І. Ефективність інноваційних моделей будівельного виробництва в умовах конкурентного середовища / І. І. Перегінець, М. В. Савицький, О. О. Коваль, М. М. Бабенко, В. В. Пупа // *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия : Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения.* - 2016. - Вып. 91. - С. 115-118. - Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmit\\_2016\\_91\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmit_2016_91_17).

6. Перегінець І. І. Синергетичний ефект кластерних домобудівних стратегій житлового сектору України в умовах соціально-економічних трансформацій / І. І. Перегінець, І. І. Назаренко, М. В. Савицький, Є. Л. Юрченко, О. О. Коваль, Є. В. Бринзін // *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Создание высокотехнологических экокомплексов в Украине на основе концепции сбалансированного (устойчивого) развития.* - 2016. - Вып. 87. - С. 92-97. - Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmcvtek\\_2016\\_87\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmcvtek_2016_87_14).

7. Перегінець І. І. Розвиток малоповерхового житлового будівництва України через житлово-будівельну кооперацію / І. І. Перегінець, М. В. Савицький, Є. Л. Юрченко, О. О. Коваль, Т. А. Ковтун-Горбачова, А. С. Коваль, Д. М. Зезюков, М. М. Махінко // *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения.* - 2014. - Вып. 77. - С. 139-143. - Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmit\\_2014\\_77\\_27](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmit_2014_77_27).

8. Назаренко М. І. Моделювання структури мобільних комплектів машин для організації технології процесів зведення енергоефективних будинків нового покоління / М. І. Назаренко, І. І. Перегінець, Є. В. Бринзін // *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия : Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения.* - 2017. - Вып. 100. - С. 115-117. - Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmit\\_2017\\_100\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmit_2017_100_18).

9. Николаева Т.В. Управление жизненным циклом зданий на единой информационной основе / Т.В. Николаева // Тезисы докладов IX Междунар. науч.- практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Проблемы и перспективы развития экономических наук в XXI веке», г. Москва, 23 – 24 ноября 2012 г. - М.: Аналит.центр «Экономика и финансы», 2012. С. 54 – 57.

10. Николаев В.П. Нові засади ціноутворення в інвестиційнобудівельному процесі / В.П.Николаев // *Формування ринкових відносин в Україні: Зб.наук.праць / Наук. ред. І.Г. Манциуров. – К.: НДЕІ Мінекономрозвитку і торгівлі, 2010. - №. 4.– С. 71 -77.*

## КОМФОРТНЫЕ РЕСУРСО-ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

**Дроздов Е.А., магистрант;**  
egor.a.drozдов@students.psu.by

**Казаченко А.П.; студент;**  
[18tv.kazachenko.a@pdu.by](mailto:18tv.kazachenko.a@pdu.by)

**Зинькевич А.Д.; студент;**  
[17tv.zinkevich.a@pdu.by](mailto:17tv.zinkevich.a@pdu.by)

**Королева Т.И., к.т.н., доц.,**  
t.i.koroleva@psu.by

**Пивоварова С.И., к.т.н.**  
pivovar-svetlana@mail.ru; [s.i.pivovarova@psu.by](mailto:s.i.pivovarova@psu.by)

Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»,

г.Новополоцк, Республика Беларусь

***Аннотация:** Рассмотрены системы поквартирного отопления и вентиляции жилых зданий с целью обеспечения комфортного микроклимата в помещениях квартиры во все периоды года и даны рекомендации по выбору энергоэффективного ресурсо-энергосберегающего и экономически выгодного варианта компоновки этих инженерных систем, что способствует охране окружающей среды в результате уменьшения выбросов тёплого воздуха в атмосферу системами вытяжной вентиляции.*

***Ключевые слова:** ресурсо-энергосбережение, жилое здание, микроклимат, система вентиляции, система водяного отопления, утилизация теплоты, компоновка оборудования, приточно-вытяжная установка, экономическое сравнение.*

## COMFORTABLE RESOURCE-ENERGY-SAVING SYSTEMS OF HEATING AND VENTILATION IN RESIDENTIAL BUILDINGS

**Drozдов E.A., undergraduate,**  
egor.a.drozдов@students.psu.by

**Kazachenko A.P., student ,**  
[18tv.kazachenko.a@pdu.by](mailto:18tv.kazachenko.a@pdu.by)

**Zinkevich A.D., student,**  
[17tv.zinkevich.a@pdu.by](mailto:17tv.zinkevich.a@pdu.by)

**Karaliyova T.I., associate professor,**  
t.i.koroleva@psu.by

**Pivovarova S.I., associate professor,**  
pivovar-svetlana@mail.ru; [s.i.pivovarova@psu.by](mailto:s.i.pivovarova@psu.by)

## COMFORTABLE RESOURCE-ENERGY-SAVING SYSTEMS OF HEATING AND VENTILATION IN RESIDENTIAL BUILDINGS

**Annotation:** *The issue of the systems of apartment heating and ventilation of residential buildings are considered in order to ensure a comfortable microclimate in the premises of the apartment during all seasons, given recommendations on the choice of an energy-efficient, resource-energy-saving and cost-effective option for the layout of these engineering systems, which contributes to environmental protection by reducing warm air emissions into the atmosphere by exhaust ventilation systems.*

**Key words:** *resource-energy-saving, residential building, microclimate, ventilation system, water heating system, heat recovery, equipment layout, air handling unit, economic comparison.*

### **Введение.**

Значительная часть капитальных и эксплуатационных затрат приходится на долю систем отопления и вентиляции зданий, что требует в современных условиях внедрения ресурсо-энергосберегающих разработок и реализации технологий, которые позволят эффективно снизить потребление энергоресурсов с минимальными капитальными затратами и наибольшей экономией от их внедрения [1-2]. Согласно Программе энергосбережения Республики Беларусь на 2021–2025 гг. утилизация тепловых вторичных энергоресурсов является приоритетным направлением государственной политики [1], а выполнение санитарно-гигиенических норм для воздуха жилых помещений [3-5] позволит сократить расход энергии на его подготовку [6].

Существует много способов снижения энергозатрат в системах вентиляции, один из которых предусматривает применение метода утилизации (возврата) теплоты удаляемого воздуха, используемого на нагрев наружного воздуха. Данный метод применим как в холодное время года для нагрева воздуха в системах вентиляции, так и в теплое время года для охлаждения наружного воздуха в системах кондиционирования воздуха.

### **Общая часть.**

Для создания комфортных условий в помещениях гражданских зданий в литературных источниках недостаточно рассмотрено энергосберегающих схем для систем отопления и вентиляции, поэтому этот вопрос требует дальнейшего углубленного изучения. При проектировании систем отопления в последние годы отмечается тенденция к применению системы теплого пола [2], которая является более экономичной и создаёт комфортные условия в помещении по сравнению с традиционной системой отопления с использованием радиаторов и конвекторов.

Нами предложены четыре варианта поквартирных энергосберегающих систем отопления и вентиляции на примере угловой трёхкомнатной квартиры в многоэтажном жилом доме:

- 1) система отопления с радиаторами и центральная приточно-вытяжная система вентиляции;
- 2) система отопления с радиаторами и установка приточно-вытяжных стеновых клапанов;
- 3) отопление «теплый пол» и центральная приточно-вытяжная система вентиляции;
- 4) отопление «теплый пол» и установка приточно-вытяжных стеновых клапанов.

Нами сделан расчёт, где показано, что если одно и тоже помещение отапливать попеременно тремя разными системами так, чтобы человеку находящемуся в нем было

комфортно, то самые большие потери тепла будут в помещении с радиаторами, а помещение с водяным «теплым полом» потребует на 21% тепловой энергии меньше, а помещение с «теплым плинтусом» позволит на 24% уменьшить потребность в теплоте. Это получается, главным образом, из-за рационального распределения тепла по объему здания [2].

В первом и втором вариантах применены отопительные приборы в виде радиаторов стальных панельные «Лидея» ЛК-20-310. Радиаторы располагаются под оконными проемами, для отсечения холодного воздуха, поступающего через окна. Установлен индивидуальный котел в каждой квартире мощностью 8 кВт, который размещается в подсобном помещении.

В третьем и четвертом вариантах рекомендовано напольное отопление без применения радиаторов. Трубопроводы напольного отопления покрывают 100 % площади пола помещений квартиры и монтируются из труб экструдированного термостойкого полиэтилена с внутренним кислородным барьером. Узел регулирования установлен в том же подсобном помещении жилой квартиры.

Естественная вентиляция, традиционно применяемая в системах вентиляции жилых зданиях массовой застройки, имеет определенные недостатки: тёплый воздух загрязняет окружающий атмосферный воздух; не утилизируется теплота удаляемого воздуха; работа системы естественной вентиляции зависит от погодных условия и нестабильна. В последние годы, в связи с повышением герметичности зданий, при увеличении содержания внутри помещений синтетических отделочных материалов и в связи с ужесточением требований к качеству внутреннего микроклимата [7-8], указанные выше недостатки еще сильнее обострились.

Одним из вариантов экологических и энергоэффективных систем вентиляции является система с использованием центральной приточно-вытяжной установки, где удаляемый воздух отдаёт свою теплоту наружному воздуху, тем самым защищается окружающая среда от излишних тепловых выбросов. В первом и третьем вариантах применена приточно-вытяжная установка Smarty 3X V для обслуживания одной квартиры, которая устанавливается на лоджии и оснащена приточным и вытяжным ЕС вентиляторами, пластинчатым теплообменником. В результате расчётов получен КПД утилизации теплоты.

Во втором и четвертом вариантах в жилых помещениях квартиры используются приточно-вытяжные клапаны «Эко-Свежесть». Размеры клапанов, устанавливаемых в помещениях, определены по каталогу предприятия «Mmotors» [9]. Для санузла и ванной комнаты подобран осевой вентилятор «Вентс» периодического действия с автоматическим регулированием для обеспечения комфортного микроклимата.

### **Выводы.**

По результатам выполненного исследования сделаны следующие выводы:

1. Предложенные системы поквартирного отопления с «тёплым полом» имеют преимущества по сравнению с системой отопления с радиаторами, как экономические, так и технические. В результате, повышается уровень класса жилья, так как отсутствуют открытые трубопроводы в поквартирной системе отопления и отсутствуют застойные зоны при распределении теплоты в каждом жилом помещении.
2. Предлагаемая центральная приточно-вытяжная установка, при всех ее недостатках, а в частности что пространство в квартире потребуется для ее монтажа и значительные капиталовложения и эксплуатационные расходы по сравнению с приточно-вытяжными клапанами «ЭКО СВЕЖЕСТЬ», создаёт в рассматриваемой квартире требуемый микроклимат, тем самым обеспечивая равномерный воздухообмен в каждой комнате это и создаёт высокий уровень комфорта.
3. Капитальные затраты на установку системы поквартирного напольного отопления по отношению к радиаторной системе дешевле на 153 \$ (383,36 руб.бел.).

4. Затраты на монтаж системы приточно-вытяжной вентиляции с установкой стеновых приточно-вытяжных клапанов и бытового вентилятора в ванной на 366 \$ (915,1 руб.бел.) дешевле, чем система с центральной приточно-вытяжной установкой, а эксплуатационные затраты для установленных приточно-вытяжных клапанов «ЭКО СВЕЖЕСТЬ» меньше на 31 \$ (76,8 руб.бел.), по сравнению с центральной приточно-вытяжной установкой.
5. Годовые эксплуатационные расходы для систем отопления являются одинаковыми, так как источник тепловой энергии не меняется и направлен на восполнение теплонедостатков всех помещений в квартире.
6. Результаты проведенных исследований могут быть полезными для студентов, а так же специалистов, осуществляющих проектирование систем отопления и вентиляции гражданских зданий.

### Литература.

1. Государственная программа "Энергосбережение" на 2021 – 2025 годы. Постановление СМ РБ от 24.02.2021 г. № 103 ([Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь](#)).
2. Покотилов В.В. Пособие по расчёту систем отопления. - Мн.: HERZ Armaturen, 2006. – 144 с.
3. Жилые здания: СН 3.02.01-2019 Строительные нормы Республики Беларусь. – Введ. 16 дек. 2019. - Минск.: Минстройархитектуры, 2019. – 25 с.
4. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях: ГОСТ 30494-2011. Введ. 01.01.2019, (с отменой ГОСТ 30494-96). – Минск: Госстандарт, 2019. – 16 с.
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : СН 4.02.03. -2019. – Введ. 16 дек.2019. – Минск : Минстройархитектуры, 2019.– 68 с.
6. Здания и сооружения. Энергетическая эффективность: СН 2.04.02-2020. – Введ.12 нояб. 2020. – Минск: Минстройархитектуры, 2020. – 21 с.
7. Василевич, Н.А. Энергосберегающие системы водяного отопления с использованием возобновляемых источников энергии для гражданских зданий с высотой этажа более четырёх метров / Н.А. Василевич, Д.А. Василевич, С.И. Пивоварова // Международная научная конференция «Архитектурно-строительный комплекс: проблемы, перспективы, инновации» 28-29 нояб. 2019 г. – Новополоцк: Полоцкий государственный университет, 2019. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - С. 409-417.
8. Василевич, Д.А. Ресурсо-энергосберегающие системы обеспечения микроклимата в культовых зданиях / Д.А. Василевич, Е.В. Бобкова, Т.И. Королёва, С.И. Пивоварова // Збірник наукових праць Міжнар. наук.-практ. онлайн-конф. «ENVIRONMENT PROTECTION – 2020» присвяч. Всесвітн. дню охорони довкілля, Випуск 1., Київ, 5 черв. 2020 р. / Київськ. націон. ун-т будівн. і архіт.; редкол.: П.М. Куліков П.М. [та інші.]. – Київ, 2020. – С.118-122.
9. Каталог приточно-вытяжных установок MMotors JSC с рекуперацией тепла Эко-Свежесть <https://www.vent-style.ru/goods/ekosvezhest-01-standart>

## ПОТЕНЦІЙНІ НЕБЕЗПЕКИ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ВУГЛЕВОДНЕВОЇ СИРОВИНИ

Степова О.В., д.т.н., доц.,

ORCID 0000-0002-6346-5484, [alenastepovaja@gmail.com](mailto:alenastepovaja@gmail.com)

Задорожня С.О., вчитель біології,

Серга Т.М., магістрантка, [tetjanaserga@gmail.com](mailto:tetjanaserga@gmail.com)

Степовий Д.Є., учень Полтавської гімназії №17 Полтавської міської Ради

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Полтавська гімназія №17 Полтавської міської Ради

***Анотація.** Встановлено потенційні небезпеки при можливих витоках нафти і нафтопродуктів за допомогою моделювання розгерметизації лінійної частини магістрального нафтопроводу, розраховано об'єми витоків нафти при характерних розмірах дефектних пошкоджень, які показують, що з врахуванням режимів витоків нафти та розмірів пошкодженої ділянки труби середня кількість втрат нафти з моменту зупинки перекачування нафти до закриття засувки (з врахуванням сценаріїв аварій) складе 2774389,5 кг, при цьому площа забруднення ґрунтової поверхні складе 3552,44 м<sup>2</sup>.*

***Ключові слова:** нафтопроводи, корозія, екологічні ризики, потенційні небезпеки.*

## POTENTIAL HAZARDS DURING TRANSPORTATION OF HYDROCARBONS

Stepova O.V., Doctor of Technical, Professor,

ORCID 0000-0002-6346-5484, [alenastepovaja@gmail.com](mailto:alenastepovaja@gmail.com)

Zadorozhnia S.O., biology teacher

Serga T.M., master, [tetjanaserga@gmail.com](mailto:tetjanaserga@gmail.com)

Stepovyi D.E. student of Poltava gymnasium №17

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»

Poltava Gymnasium №17 of Poltava City Council

***Abstract.** Potential hazards at possible leaks of oil and oil products by means of modeling of depressurization of a linear part of the main oil pipeline are established, volumes of oil leaks at the characteristic sizes of defective damages which show that taking into account modes of oil leakage and the sizes of the damaged site oil pumping stops before closing the valves (taking into account accident scenarios) will be 2774389.5 kg, while the area of soil contamination will be 3552.44 m<sup>2</sup>.*

***Key words:** oil pipelines, corrosion, environmental risks, potential hazards.*

Нафтотранспортна система України – одна з найбільших у світі. Достатньо розгалуженою є мережа нафто-газопроводів і у Полтавській області, адже нафтогазовий комплекс області є одним з найбільш потужних у державі та поєднує в собі не лише

видобуток і переробку нафти та газу, а і їх транспортування [1]. Внаслідок тривалої експлуатації значної частини нафто-газопроводів зростає ризик аварійно-небезпечних дефектів, що призводить до розгерметизації нафто-газопроводів та негативно впливає на стан довкілля.

Однією з найсерйозніших проблем екологічної безпеки магістральних нафтопроводів є їх розгерметизація. Трубопроводи відносяться до категорії енергонапружених об'єктів, аварії яких поєднані з великим матеріальним і екологічним збитком, так як призводять до локальних і масштабних забруднень довкілля, створюють підвищений екологічний ризик.

Одним з головних чинників екологічно безпечного нафто транспорту є технічний стан нафтопроводів та нафтового обладнання. Основна частина нафто транспортної системи України є застарілою: тривалість експлуатації 70 % нафтопроводів України більше 20 років. На Полтавщині усі магістральні нафтопроводи експлуатуються більше цього терміну. Тож в найближчий час значна частина нафто транспортної системи України вичерпає свій експлуатаційний ресурс. Тому, забезпечення екологічної безпеки нафто транспортної системи України і, зокрема Полтавської області, є актуальною проблемою, що вимагає пошуку нових наукових рішень.

Не існує жодного чинника природного середовища, на який не вплинув б аварійний розрив нафти (повітряне середовище, мікроклімат, водне, ґрунтове середовище....). За статистичними даними, при аварійних виливах нафти близько 80% нафти потрапляє у ґрунтове середовище, 17

Нафто-газопроводи експлуатуються в природних умовах, головним чином, під землею, тому вони підлягають впливу підземної ґрунтової корозії. Дослідження корозійних властивостей ґрунтового середовища, в якому експлуатуються нафто-газопроводи України, зокрема Полтавської області, є особливо доречним, оскільки мережа трубопроводів є розгалуженою, а ґрунти, в яких вони пролягають, є різноманітними за своїм типом, механічним складом й іншими показниками. Одним із негативних чинників, які підвищують екологічні ризики виникнення надзвичайних ситуацій пов'язаних із забрудненням ґрунтів, водою, атмосферного повітря, є зовнішні корозійні процеси сталевих нафтопроводів [2].

Авторами [1] визначено ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних з витоком, згорянням або вибухами нафтопродуктів внаслідок розгерметизації нафтопроводів та шкідливим впливом на довкілля. Зважаючи на значну протяжність нафтопроводів територією України, у середньому слід очікувати 1 аварію на 10 місяців (7500 годин). Найбільшу небезпеку несуть нафтопроводи, що мають велику протяжність, але треба враховувати також термін експлуатації трубопроводу.

Метою роботи є встановлення потенційних небезпек при розгерметизації ділянки магістрального нафтопроводу протяжністю 148,3 км на території Полтавської області.

Для встановлення потенційних небезпек при виливах нафти і нафтопродуктів з лінійної частини магістрального нафтопроводу під час аварій використано методу [3] для досліджуваної ділянки магістрального нафтопроводу.

Протяжність ділянки становить  $l = 148,3$  км, діаметр труби  $D = 530$  мм. Різниця геодезичних позначок становить  $\Delta Z = 42$  м. Прийнято витрату нафти у діючому нафтопроводі при працюючих насосних станціях  $Q_0 = 1,08$  м<sup>3</sup>/с витрата нафти в пошкодженому нафтопроводі  $Q_в = 1,35$  м<sup>3</sup>/с; тиск на початку і в кінці ділянки трубопроводу в пошкодженому стані становить  $P_1 = 50,4 \cdot 10^5$  Па та  $P_2 = 5,05 \cdot 10^5$  Па відповідно. Густина нафти досліджуваного родовища складає 838 – 872 кг/м<sup>3</sup>, приймаємо середню  $\rho = 855$  кг/м<sup>3</sup>. Умовно прийнято гідравлічний ухил при перекачуванні нафти по діючому нафтопроводу  $i_0 = 0,006$  мм. Протяжність від насосної станції до місця пошкодження  $x = 83$  км. Показник

режиму руху нафти по нафтопроводу  $m_0 = 1,75$ . Умовно приймемо, що аварія сталася о  $\tau_a = 8$  год 15 хв, час зупинки насосів  $\tau_o = 8$  год 30 хв, час закриття засувок  $\tau_3 = 9$  год 00 хв, тоді  $\tau_1 = 15$  хв (900 с), а  $\tau_2 = 45$  хв (2700 с).

Середню (з врахуванням сценаріїв аварій) кількість втрат  $M_3$  нафти розраховано за зазначеною методикою і складає 27744389,5 кг

За отриманими даними згідно з [246] оцінено забруднення земель та водних об'єктів. З точки зору тяжкості екологічних наслідків в загальному випадку можна виділити три види взаємного розташування місця аварії на нафтопроводах з природними об'єктами: аварії на ділянках далеко від водних об'єктів; аварії на підводних переходах нафтопроводу; аварії поблизу водоймищ і потоків. У першому випадку весь об'єм нафти, що вилілася, розподіляється по поверхні суші. Площа первинного забруднення і глибина проникнення в ґрунт істотно залежать від шорсткості поверхні (мікро- і макрорельєф, пористість та ін.).

Для наближених розрахунків площі забруднення поверхні землі  $F_{гр}$  з урахуванням заходів щодо збору нафти, що розлилася визначено

$$F_{гр} = 53,3 \left( \frac{M_3}{\rho} \right)^{0,89} = 53,3 \left( \frac{2774389,5}{855} \right)^{0,89} \quad (2)$$

де  $M_3$  – маса втраченої нафти, кг (середня по різних сценаріям).

Наближена оцінка площі забрудненої водної поверхні складає 324, 5 м<sup>2</sup>

При аваріях поблизу водоймищ і потоків співвідношення об'єму нафти, що забруднила сушу, і об'єму нафти, що потрапила у водні об'єкти, істотно залежить від взаємного розташування нафтопроводу і водних об'єктів, макрорельєфу прилеглої території, наявності захисних споруд, а також від загального об'єму нафти  $V$ , що витекла. Визначення відношення для кожного такої ділянки нафтопроводу здійснюється експертним шляхом. Використовуючи методику визначення збитків навколишньому природному середовищу при аваріях на магістральних нафтопроводах виконано оцінку ступеню забруднення земель. Ступінь забруднення земель визначається нафто насиченістю ґрунту.

Нафтонасиченість ґрунту або кількість нафти, що поглинулася ґрунтом і складає 1154,2 т. Об'єм нафтонасиченого ґрунту  $V_{гр}$  дорівнює 3552, 44 м<sup>3</sup>

Таким чином, встановлено потенційні небезпеки при можливих виливах нафти з лінійної частини магістрального нафтопроводу під час ймовірної аварії, розраховано об'єми виливів при різних розмірах дефектних пошкоджень.

## Література.

1. Гомеля М.Д., Степова О.В. Оцінка рівня техногенно-екологічної безпеки експлуатації нафтопроводів. *Екологічні науки: науково-практичний журнал / Головний редактор О.І. Бондар*. К.: ДЕА. 2019. №(2)25. Т.2 С. 12 – 15.

2. Штенгауэр О.В. Оценка экологических рисков при транспортировке, хранении нефти и нефтепродуктов. *Стандартизация, метрология и управление качеством: матер. Всерос. науч. - техн. конф.* Омск. 2015. С.273-277

3. Бабаджанова О.Ф., Павлюк Ю.Е., Сукач Ю.Г. Пожежонебезпечні аварійні виливи нафти з лінійної частини магістрального нафтопроводу. *Пожежна безпека: Зб. наук. праць*. Львів, 2010. №16. С.84-91.



## ОЦЕНКА РИСКА И УСТАНОВЛЕНИЕ НОРМАТИВА УРОВНЯ ПРИЕМЛЕМОГО РИСКА

Стефанович П.И. старший преподаватель,  
Stefanovych Pavlo, ORCID ID:0000-0001-9733-3618, [mr.stalker7@gmail.com](mailto:mr.stalker7@gmail.com)

Стефанович И.С. старший преподаватель,  
Stefanovych Ivan, ORCID ID: 0000-0002-0619-7719, [salevap9@gmail.com.ua](mailto:salevap9@gmail.com.ua)

Жеребчук Д., студ. БТФ КНУБА

Київський національний університет будівництва і архітектури  
Kyiv National University Construction and Architecture

***Аннотация.** Обеспечение здоровых и безопасных условий труда на рабочих местах осуществляет система управления охраной труда (СУОТ), которая представляет собой подготовку, принятие и реализацию решений, включающих правовые, социально-экономические, организационные, технические, психофизиологические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства, а также – оценка производственного риска и решения задач, позволяющих нанимателю реализовать свои обязанности по обеспечению требований охраны труда в соответствии с законодательством.*

**Ключевые слова:** риск, вероятность, вредные и опасные производственные факторы, опасность, отказы, СОУТ – система управления охраны труда.

***Abstract.** Ensuring healthy and safe working conditions at workplaces is carried out by the Occupational Safety and Health Management System (OSHMS), which is the preparation, adoption and implementation of decisions, including legal, socio-economic, organizational, technical, psychophysiological, sanitary-hygienic, treatment-and-prophylactic, rehabilitation and other measures and means, as well as - assessment of industrial risk and solving problems that allow the employer to fulfill his obligations to ensure labor protection requirements in accordance with the law.*

**Key words:** risk, probability of harmful and dangerous production factors, method, dangers, failures.

Для систематизации работы по оценке риска, рабочая группа из всех Карт выбирает опасности, имеющие самые большие риски в баллах, и оформляет реестр ранжирования рисков по форме **приложения Л**.

Минимальную величину рисков в балах, которые рабочая группа вносит в реестр ранжирования рисков, устанавливает ООТ с таким расчетом, чтобы в реестр ранжирования рисков было включено примерно 20-30 рисков.

Риски в реестре ранжирования сортируются сначала по столбцу 2 «Величина риска» в порядке убывания баллов по числу.

Потом риски в реестре ранжирования сортируются по столбцу 3 «Описание опасности» в порядке убывания по тексту, а затем, при необходимости, по столбцу 4 «Профессия рабочего (должность служащего)» в порядке убывания по тексту.

Реестр ранжирования рисков является «путеводителем» при формировании очередности для установления норматива уровня приемлемого риска на очередной период.

Оформленные Карты и реестр ранжирования рисков подписываются членами рабочей группы и сдаются в ООТ.

Контрольные экземпляры Карт ООТ хранит в отдельной папке с реестром карт опасностей и рисков в качестве документального подтверждения выполненных расчетов величин рисков для идентифицированных опасностей.

Доведение Карт до работающих не требуется.

Но при необходимости ООТ, по согласованию с Ответственным по СУОТ, может принять решение о доведении до работников Карт в части их касающейся. Данное решение оформляется распоряжением Ответственного в соответствии с СУОТ, в котором определяется порядок доведения Карт и исполнители. По результатам рассмотрения Реестра ранжирования рисков, с учетом предложений рабочей группы по идентификации опасностей и оценке рисков, директор утверждает **норматив уровня приемлемого риска**.

Первоначально решение по нормативу уровня приемлемого риска оформляется **протоколом заседания рабочей группы** по идентификации опасностей и оценке рисков, который утверждает директор. В дальнейшем норматив уровня приемлемого риска пересматривается (при необходимости повышается или снижается), при проведении анализа функционирования СУОТ, с учетом выполненных (невозможности выполнения) мероприятий, и (или) возможности (невозможности) выделения ресурсов для снижения рисков. Новый норматив уровня приемлемого риска на очередной период документально оформляется в отчете анализа функционирования СУОТ.

#### **Актуализация результатов идентификации опасностей, оценки рисков и возможностей**

Актуализация результатов идентификации опасностей, оценки рисков и возможностей проводится полная и локальная. Полная актуализация результатов идентификации опасностей, оценки рисков и возможностей проводится с периодичностью, аналогичной требованиям при аттестации рабочих мест по условиям труда, а именно: пересмотр Карт осуществляется не реже одного раза в пять лет рабочей группой по идентификации опасностей и оценке рисков. Если в течение пяти лет условия труда на рабочих местах не изменились, то действие Карт продлевается приказом на следующий срок, о чем делается запись на первой странице Карты: «Срок действия продлен. Приказ от «\_\_» \_\_\_\_ 20 \_\_ г. № \_\_». Локальная актуализация результатов идентификации опасностей, оценки рисков и возможностей осуществляется непрерывно в повседневной деятельности в случаях:

**Первый случай:** идентификация новых опасностей, риски от воздействия которых в Картах не оценены;

**Второй случай:** замена или модернизация производственного оборудования, замена сырья и материалов, аппаратуры и инструмента, изменение технологического процесса, условий работы, средств коллективной защиты;

**Третий случай:** введение новых или внесение изменений и дополнений в НПА, ТНПА, ЛПА, содержащих требования по ОТ и изменяющих условия работы;

**Четвертый случай:** реализация мероприятий по управлению рисками;

**Пятый случай:** при несчастном случае или профессиональном заболевании либо аварии.

В первых трех случаях, в зависимости от объема изменений или дополнений, разрабатываются дополнения к Картам либо Карты заменяются на новые.

В четвертом и пятом случаях, порядок внесения изменений или дополнений в Карты установлен в следующем разделе методической инструкции.

**Приложение Л (обязательное)**

**Форма реестра ранжирования рисков РЕЕСТР РАНЖИРОВАНИЯ РИСКОВ**

№ п/п	Величина риску	Описание опасности	Профессия рабочего (должность служащего)	Виды выполняемых работ	Программа управления неприемлемыми рисками, номер и дата акта повторной оценки риска, величина остаточного риска
1	2	3	4	5	6

**Приложение Д (обязательное)**

**Тяжесть вреда от воздействия опасности «Т»**

Величина	Описание тяжести последствий
1	Травма без утраты трудоспособности, болезненное состояние, переутомление
2	Травма, не относящаяся к тяжелой
3	Тяжелая травма с временной утратой трудоспособности.
4	Травма или профессиональное заболевание с утратой возможности работать по профессии
5	Травма или профессиональное заболевание со стойкой утратой трудоспособности
6	Несчастный случай со смертельным исходом
7	Групповой несчастный случай со смертельным исходом

**Приложение Е(обязательное)**

**Вероятность возникновения опасности «В»**

Величина	Описание вероятности возникновения опасности
1	Вероятность возникновения опасности <b>незначительная</b> . Невозможно предположить возникновение этой опасности
2	Вероятность возникновения опасности <b>низкая</b> . Подобного рода опасности возникают, но шансы для этого невелики
3	Вероятность возникновения опасности <b>на среднем уровне</b> . Опасность может неожиданно возникнуть
4	Вероятность возникновения опасности <b>высокая</b> . Опасность возникает достаточно регулярно, но непродолжительно
5	Вероятность возникновения опасности <b>очень высокая</b> . Опасность имеется регулярно на протяжении достаточно продолжительного промежутка времени

**Литература.**

1. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник. – К.: Каравела, 2006. С. 392
2. Г.А. Вершина. Охрана труда: учеб. пособие – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. 487 с.
3. Т.Ф. Митнюх Безопасность жизнедеятельности: учебник - Минск: ИВЦ Минфина, 2015. 341 с.
4. Журавська Н., Стефанович П, Стефанович І. Аналіз виробничого ризику з допомогою експертної оцінки. Монографія. International Science Group. Boston: Published by Primedia eLaunch, 2021. 660 p, p 283-297.

## РАСЧЕТ ВЕЛИЧИНЫ РИСКА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОПАСНОСТЕЙ И ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Стефанович П.И. старший преподаватель,  
Stefanovych P.I. ORCID ID:0000-0001-9733-3618, [mr.stalker7@gmail.com](mailto:mr.stalker7@gmail.com)

Київський національний університет будівництва і архітектури  
Kyiv National University Construction and Architecture

**Аннотация.** Оценка рисков – краеугольный камень планирования мероприятий по охране труда. Она является непрерывным и систематическим процессом, проводится поэтапно, с учетом выявленных опасностей. Целесообразность использования определенного метода расчета риска с анализом условий труда на основе распределения по весу параметров имеющих вредных и опасных производственных факторов на две канонические величины – по единицам измерения и их долям к предельно допустимым концентрациям.

**Ключевые слова:** риск, вероятность, вредные и опасные производственные факторы, опасность, отказы, СОУТ – система управления охраны труда.

**Abstract.** Risk assessment is the cornerstone of health and safety planning. It is a continuous and systematic process, carried out in stages, taking into account the identified hazards. The expediency of using a certain method for calculating risk with an analysis of working conditions based on the weight distribution of parameters of harmful and hazardous production factors into two canonical values - by units of measurement and their shares to the maximum permissible concentrations.

**Key words:** risk, probability of harmful and dangerous production factors, dangers, method, failures

Величина риска (Р) рассчитывается членами рабочей группы по идентификации опасностей и оценке рисков (далее сокращенно – рабочая группа) отдельно для каждой опасности по формуле:

$$P = T \times V \times [(C + D + Ч) / 3]$$
, где применяются следующие обозначения и коэффициенты: «Р» – **величина риска**. После расчета по вышеуказанной формуле, величина риска заносится в соответствующую строку столбца 10 Карты с округлением до 0,1. «Т» – **величина тяжести вреда от воздействия опасности субъективная**. Определяется каждым членом рабочей группы индивидуально по **приложению Д** с учетом информации о несчастных случаях в ООО «Ваша организация», а также из информационных писем о подобных несчастных случаях в других организациях. Заносится в соответствующую строку столбца 5 Карты. «В» – **величина вероятности воздействия опасности субъективная**. Определяется каждым членом рабочей группы индивидуально по **приложению Е**. Заносится в соответствующую строку столбца 6 Карты:

$[(C + D + Ч) / 3]$  – **величина поправочного коэффициента вероятности возникновения опасности**, вычисляется как среднеарифметическая величина от полученных коэффициентов: «С» – **величина статистики проявления опасности**. Определяется рабочей группой на основании имеющейся статистики о несчастных случаях в ООО «Ваша организация» за последние 10 лет по **приложению Ж**. Заносится в соответствующую строку столбца 7 Карты; «Д» – **величина длительности воздействия опасности в течение рабочего дня субъективная**. Определяется каждым членом рабочей группы индивидуально по **приложению И**. Заносится в соответствующую строку столбца 8 Карты. Информация о длительности воздействия опасности может браться из карт фотографий рабочего времени; «Ч» – **величина вероятности проявления человеческого фактора субъективная**. Определяется

каждым членом рабочей группы индивидуально по **приложению К**. Заносится в соответствующую строку столбца 9 Карты.

Величина вероятности проявления человеческого фактора определяется с учетом анализа информации отдельно по каждой опасности из следующих источников: информация по результатам всех видов контроля о случайных ошибочных, или осознанных действиях или решениях, работающих по невыполнению установленных требований, которые могли привести к несчастному случаю; информация о несчастных случаях в ООО «Ваша организация», а также из информационных писем о несчастных случаях, имевших место в подобных других организациях. Коэффициенты **Т, В, Д, Ч** определяются в баллах каждым членом рабочей группы индивидуально, и заносятся в соответствующий столбец Карты как среднеарифметическая величина в зависимости от количества членов рабочей группы с округлением до 0,1.

**Оценка возможностей СУОТ** по устранению опасностей и снижению рисков в области ОТ, а также других возможностей для улучшения СУОТ, осуществляется рабочей группой при определении величины вышеуказанных коэффициентов для расчета рисков от идентифицированных опасностей.

При оценке возможностей по устранению опасностей и снижению рисков для каждой опасности идентифицируются существующие мероприятия управления воздействием опасностей с учетом информации из следующей документации:

- инструкции по ОТ по профессиям и видам работ;
- инструкции по эксплуатации оборудования, машин, механизмов, инструментов;
- паспорта на оборудование;
- технологическая и другая техническая документация;
- планы (программы) в области ОТ;
- гигиенические сертификаты на материалы;
- результаты мониторинга и оценки соответствия.

В результате выполненной работы, величина коэффициентов, применяемых для расчета рисков, формируется с учетом оценки возможностей выполнения мероприятий управления воздействием по каждой опасности, а также других возможностей для улучшения СУОТ.

Оценка возможностей для улучшения СУОТ, может являться основанием для:

- модернизации или замены оборудования, машин, механизмов, инструментов;
- установки блокировочных и предохранительных устройств;
- проведения технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, освидетельствования, диагностики;
- улучшения состояния рабочих поверхностей, полов;
- изменения технологии выполнения работ;
- замены применяемых материалов;
- пересмотра инструкций по ОТ, технологической и другой технической документации, планов реагирования в аварийных ситуациях, в случае выявления в вышеуказанных документах отсутствия полноты отражения требований по ОТ;
- разработки инструкций по ОТ, технологической и другой технической документации, планов реагирования в аварийных ситуациях;
- обучения или повышения квалификации работников;
- проведения инструктажей и проверок знаний по вопросам ОТ;
- проведения медицинских осмотров;
- применения смывающих и обезвреживающих средств;
- предоставления компенсаций по условиям труда;
- выдачи и применения СИЗ не предусмотренных в типовых нормах.

**Приложение Б**

**КАРТА ОПАСНОСТЕЙ И РИСКОВ № ----**

Подразделение \_\_\_\_\_

Профессия  
(должность) \_\_\_\_\_

Вид  
работы

№ п/п	Виды работы, ситуация, применяемые объекты	Описание опасности (опасной ситуации)	Условия работы (Н),(А)	Существующие меры управления воздействием опасности (документы по ОТ)	«Т»	«В»	«С»	«Д»	«Ч»	Величина риска «Р»	Величина остаточного риска «Ро», дата
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Дата разработки карты опасностей и рисков « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Подписи членов рабочей группы: Должность /подпись/ расшифровка подписи

Примечания:

- 1. При оформлении Карты по конкретной профессии рабочего или должности служащего:** в разделе I записать профессию рабочего или должность служащего. При необходимости, в разделе I можно указать наименование структурного подразделения. Раздел II не заполнять.
- 2. При оформлении Карты для вида работы, выполняемой работниками различных профессий рабочего или должности служащего в аналогичных условиях:** в разделе I перечислить все профессии рабочих (должности служащих), которые выполняют данный вид работы в аналогичных условиях. При необходимости, в разделе I можно указать наименование структурного подразделения. В разделе II указать вид работы.
- 3. При оформлении Карты для видов работ, выполняемых подрядчиками:** в разделе I записать слово «Подрядчик», в разделе II указать виды работ, выполняемых подрядчиками.
- 4. В столбце 11 Карты «Величина остаточного риска «Ро» , дата** указывается величина риска, полученная при выполнении повторных работ по оценке риска после выполнения мероприятий Программы управления неприемлемыми рисками «Ро», или после несчастного случая «Рнс».

**Литература.**

1. Г.А. Вершина, А.М. Лазаренков. Охрана труда: учеб. пособие – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. 487 с.
2. Т.Ф. Митнюх Безопасность жизнедеятельности: учебник - Минск: ИВЦ Минфина, 2015. 341 с.
3. П.І.Стефанович, І.С. Стефанович. Виробничий ризик в управлінні охорони праці. Колективна монографія. Київ: «Видавництва Людмила», 2020. 140 с, ст.103 – 109.
4. Журавська Н., Стефанович П, Стефанович І. Аналіз виробничого ризику з допомогою експертної оцінки. Монографія. International Science Group. Boston: Published by Primedia eLaunch, 2021. 660 p, p 283-297.

## ВИКОРИСТАННЯ ОКСИДІВ ЗАЛІЗА ДЛЯ ОБРОБКИ ХРОМОВМІСНИХ СТІЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВА

Стоянова В.В., аспірантка,  
ORCID 0000-0003-2510-3586, [victoriya199420@gmail.com](mailto:victoriya199420@gmail.com)

Київський національний університет будівництва і архітектури

***Анотація.** Гальванічне виробництво є одним із найбільш небезпечних джерел антропогенного забруднення навколишнього середовища. Гальванічні стоки містять солі важких металів, кислоти, луги, поверхнево-активні речовини та ін. Здебільшого недостатньо очищені стічні води гальванічного виробництва скидаються до міської каналізаційної мережі або у найближчі річки та водні об'єкти, що негативно впливає на навколишнє середовище і живі організми. Очистка хромовмісних стічних вод з одночасною регенерацією з них хрому входить, як складова частина, в комплекс задач по створенню замкнених систем промислового водопостачання і являє собою проблему, якій в Україні приділяється серйозна увага в зв'язку зі зростаючим дефіцитом води і нестачею ряду кольорових металів.*

*Розроблено економічно доцільний метод очистки хромовмісних стічних вод на основі використання відпрацьованих травильних розчинів, які містять іони заліза (II), що дозволяє інтенсифікувати процес очищення, зменшити об'єм осаду і площу очисних споруд.*

***Ключові слова:** гальванічне виробництво, травильні розчини, хромовмісні стічні води, оксиди заліза, регенерація, концентрація, реагентний метод, залізна стружка, відновлення, магнетит.*

## USE OF IRON OXIDES FOR TREATMENT OF CHROME-CONTAINING WASTEWATER OF THE ENTERPRISE

Stoianova V.V., graduate student,  
ORCID 0000-0003-2510-3586, [victoriya199420@gmail.com](mailto:victoriya199420@gmail.com)

Kyiv National University Construction and Architecture

***Abstract.** Galvanic production is one of the most dangerous sources of anthropogenic pollution. Galvanic effluents contain salts of heavy metals, acids, alkalis, surfactants, etc. In most cases, insufficiently treated galvanic wastewater is discharged into the municipal sewerage network or into nearby rivers and water bodies, which has a negative impact on the environment and living*

*organisms. Treatment of chromium-containing wastewater with simultaneous regeneration of chromium is part of the task of creating closed industrial water supply systems and is a problem that is receiving serious attention in Ukraine due to the growing shortage of water and lack of non-ferrous metals.*

*An economically feasible method of chromium-containing wastewater treatment based on the use of spent pickling solutions containing iron (II) ions has been developed, which allows to intensify the treatment process, reduce the volume of sludge and the area of treatment facilities.*

**Key words:** *galvanic production, pickling solutions, chromium-containing wastewater, iron oxides, regeneration, concentration, reagent method, iron chips, reduction, magnetite.*

Очистка хромовмісних стічних вод включає відновлення шестивалентного хрому до тривалентного двовалентним залізом, яке є відходом виробництва і отримується в результаті травлення сталевих деталей. Якщо кількість двовалентного заліза не достатня, то додаткову його кількість отримують розчиненням залізної стружки в відпрацьованих травильних розчинах. Видалення хрому після відновлення здійснюється підлученням при добавлянні магнетиту і розчину заліза (II). Гідроксильні форми хрому і заліза утворюються на магнетиті, який виконує роль центрів кристалізації.

В ході дослідження була встановлена залежність швидкості процесу розчинення від марки металу, який розчиняємо. Сталь СтУ8А інструментальна, високоякісна вуглецева сталь з вмістом вуглецю 0,8%. Сталь Ст3 маловуглецева сталь з вмістом вуглецю 0,03%. Більша швидкість зростання концентрації заліза в розчині при використанні сталі Ст3 в порівнянні з СтУ8А пояснюється тим, що Ст3 має менший вміст вуглецю, ніж СтУ8А, а також різною структурою цих сталей.

При вмісті 0,8% вуглецю сталь має структуру ферит-цементит, а при вмісті вуглецю менше 0,8% сталь має структуру ферит-перліт. Включення вуглецю утворюють свого роду просторову каркасну систему елементів такої системи, яка в сталях з високим вмістом вуглецю, на порядок більше, ніж в низьковуглецевих сталях. Збільшення кількості осередків в одиниці об'єму, оточених оболонкою вуглецю гальмує проникання кислоти до поверхні металу.

Швидкість розчинення залізної стружки в кислоті залежить як від виду, так і від концентрації вільної кислоти, температури, швидкості перемішування і площі поверхні металу [1]. Вивчення процесу розчинення необхідне для вибору оптимального варіанту по концентрації розчину і визначення ємності, в якій виконуватиметься процес розчинення.

Розчинення заліза в соляній кислоті характеризується тим, що хлорне залізо, яке утворюється в процесі розчинення, не уповільнює протікання процесу, а навпаки, прискорює його. Процес розчинення залізної стружки в сірчаній кислоті протікає дещо інакше, ніж в соляній кислоті. По мірі зменшення концентрації  $H_2SO_4$  і збільшення концентрації  $FeSO_4$  поступово підвищується температура розчину від 0 до 80°C [2].

Кількість заліза (II) на 1 мг видаляемого хрому залежить від рН середовища. При  $pH < 6$  кількість заліза, необхідного для відновлення хрому більше оптимального. При  $pH = 7$  виходить практично повністю видалити хром зі стічних вод при мінімальній кількості заліза (II). Так наприклад, при  $pH = 7$ , кількість заліза (II) складає 3,6 мг на один мг хрому, а при  $pH = 8$  – 3,7 мг на один мг хрому (VI).

Ефективність сорбції Cr (VI) магнетитом при  $pH = 5$ ,  $pH = 7$ ,  $pH = 9$ , повне видалення іонів хрому (VI) зі стічних вод досягається при співвідношенні  $Fe_3O_4 : Cr(VI) = 120$  при



pH=7. При pH=5 і pH=9 отримується каламутний розчин і стічні води не освітлюються. Очистка води від хрому (VI) за допомогою магнетиту показала, що можна виконувати видалення хрому сорбцією при більш низькому pH ніж в випадку застосування заліза (II), однак кількість магнетиту складає 120 мг на один мг Cr (VI), що призводить до великої витрати реагенту [3].

Подача магнетиту не викликає зміну солевмісту системи, що є безсумнівною перевагою. Для видалення хрому потрібна велика кількість магнетиту, однак, якщо порівнювати об'єми осаду для випадків: очистка магнетитом – очистка подачею в воду заліза (II), то застосування навіть великих кількостей магнетиту призводить до різкого зменшення об'єму осаду – більш ніж в два рази.

Для інтенсифікації процесу очистки стічних вод від хрому і ущільнення осаду необхідно виконати сумісну обробку стічних вод частинками магнетиту і розчином двовалентного заліза [4]. Досліджена ефективність відновлення Cr (VI) в залежності від дози магнетиту при співвідношеннях Fe(II) : Cr(VI)=2 і Fe(II) : Cr(VI)=1. Результати показують, що повне видалення хрому (VI) зі стічних вод досягається при наступних параметрах процесу: Fe(II) : Cr(VI)=2 і Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> : Cr(VI)=10. Так як основний процес сорбції хрому протікає на гідроксиді заліза Fe(OH)<sub>3</sub> і частково на магнетиті Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, то можна вважати, що магнетит служить каталізатором процесу утворення Fe(OH)<sub>3</sub> з переходом його в магнетит. При співвідношенні Fe(II) : Cr(VI)=2 і Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> : Cr(VI)=10, і pH середовища 7...8 ефект освітлення 99% і практично постійна кількість осаду спостерігається після 15 – хвилинного відстоювання.

#### **Висновки.**

Досліджена можливість застосування травильних розчинів для очистки промивних вод від хрому (VI). Показано, що при малій кількості в ньому заліза (II) можна збільшити його вміст додатковим травленням в ньому сталевій стружці. Визначені параметри процесу розчинення сталевій стружці.

В процесі експериментальних досліджень вивчений механізм видалення хрому (VI) спільною взаємодією магнетиту і заліза (II). Показано, що залізо (II) виконує функцію відновлювача, а магнетит інтенсифікує процес сорбції, являючись центрами кристалізації, на яких утворюються гідроксиди Fe(OH)<sub>3</sub> і Cr(OH)<sub>3</sub>.

Для інтенсифікації процесу очистки води від хрому слід використовувати магнетит, одержуваний в діапазоні pH=9,5...10,5, він володіє найкращою намагніченістю. Для отримання такого магнетиту з травильних розчинів необхідна кількість хлору 0,07...0,08 г, а їдкою натру 1,28...1,3 г на 1 г заліза (II).

На основі експериментальних досліджень очистки води від хрому визначені основні параметри процесу pH=7, Cr<sup>6+</sup> : Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> =1:10, Cr<sup>6+</sup> : Fe<sup>2+</sup> =1:2.

#### **Література.**

1. Гомеля Н.Д., Глушко Е.В., Трохименко А.Г., Бутченко Л.И. Электролитическое извлечение ионов тяжелых металлов из солянокислых растворов // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2017. – № 1. – С. 60-67.
2. Терновцев В.Е., Сергеев Ю.С. Очистка сточных вод от хрома // наука и техника в городском хозяйстве. – Киев. – 1986. Вып. 62. С. 68-71.
3. Терновцев В.Е., Михайловский В.А., Марич Н.К. Способ приготовления ферромагнитной жидкости : Авторское свидетельство СССР № 1093149. – 1984. - №12. Опубл. 12.04.1985.
4. Кульский Л.А., Трещенко В.Д., Соболевская Т.Т. Методы очистки сточных вод гальванических цехов. – Киев: Знание, 1989. – 19 с.

## ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ

**Волошкіна О.С., д.т.н., професор,**  
ORCID 0000-0002-3671-4449, e.voloshki@gmail.com  
**Жукова О. Г., к.т.н., доцент,**  
ORCID 0000-0003-0662-9996, zhukova.og@knuba.edu.ua  
**Ротозій А.Ю., студент групи ТЗНС-31**  
rotozii\_ay@knuba.edu.ua  
**Лубніна А.М., студент групи ЕК-11**  
lubnina1510@gmail.com

Київський національний університет будівництва і архітектури

***Анотація.** У всьому світі мільярди людей відчують на собі наслідки зміни клімату через воду. Частота стихійних лих, пов'язаних з водою, зростає в зв'язку зі збільшенням інтенсивності таких природних явищ, як шторми, сильні вітри, сильні опади та посушливі періоди. Повені, посухи, зсуви, прориви льодовикових озер і штормові нагони впливають на життя людей та інфраструктуру в прибережних зонах і на вершинах гір, на посушливих рівнинах і в пустелях, на річкових берегах і в заплавах річок. Найбільш уразливими є найбільш розвинені країни. І все ж, коли світ говорить про пом'якшення наслідків і про адаптацію до нової реальності зміни клімату, проблема води рідко фігурує в порядку денному. Такий стан справ має змінитися, і негайно. Зміна клімату посилює мінливість у кругообігу води, викликаючи велике число екстремальних явищ погоди, знижуючи передбачуваність наявності води і впливаючи на якість води. У свою чергу такий каскад наслідків ставить під загрозу сталий розвиток, біорізноманіття та здійснення права людини на воду і санітарію в усьому світі.*

Вода - основа життя. Зростання населення, урбанізація та розширення промислового і сільськогосподарського виробництва привели до збільшення попиту на цей цінний природний ресурс. На базовому рівні люди потребують доступу до питної води, який стає все більш затрудненим в таких районах, як посушливі регіони Південної Америки і Африки та внутрішні регіони Азії і Австралії. Запаси підземних вод виснажуються, і в глобальному масштабі нестача води є основною проблемою, яка зачіпає кожного третього жителя нашої планети.

У міру того, як криза, пов'язана зі зміною клімату, стає глобальною реальністю, зростає і значення води. Доступна питна вода має найважливіше значення для стабільних людських суспільств і стійких екосистем. Більш того,

зараз очевидно, що нестача води може призвести до політичних і соціальних збурень. В Азії Договір про води Інду 1960 року, між Індією і Пакистаном в даний час оскаржується обома країнами в зв'язку з недавніми змінами в характері випадання опадів і зростаючими обсягами «забору води» в результаті будівництва гребель в обох країнах. В Австралії розвивається інший вид водної кризи: спустошливі лісові пожежі відбуваються одночасно з цвітінням водоростей, яке загрожує прісноводним екосистемам і знижує якість питної води

Зсув сезонних опадів, посилення мінливості клімату, вплив на доступність водних ресурсів та інші проблеми, які вже проявили себе, ймовірно, будуть посилюватися в результаті наслідків зміни клімату, включаючи підвищення рівня моря та ймовірність посилення екстремальних явищ, таких як повені та посухи. Це призведе до далекосяжних негативних наслідків з точки зору виробництва продовольства, охорони здоров'я, енергетики, міського та промислового водопостачання і біорізноманіття. Це також вплине на життя людей, екосистеми і соціально-економічний розвиток, що може завдати шкоди сталому розвитку й зусиллям по скороченню масштабів бідності.

Підвищення температури води і умови низького стоку в результаті посухи, за прогнозами, приведуть до погіршення якості води. Скорочення запасів підземних вод в прибережних районах може призвести до інтрузії солоних вод в системи водопостачання, засновані на підземних водах. Підвищення рівня моря в прибережних районах також впливає на підземні водоносні горизонти в зв'язку зі скороченням запасів прісної води. Паводки можуть активізувати річкові відклади, що містять токсичні матеріали.

Сільське господарство споживає більше 75% світових запасів прісної води. Інформація про настання, місцезнаходження та інтенсивність дощових і посушливих сезонів задовго до їх прогнозованого виникнення допомагає фермерам планувати терміни посадки і вибір культур. Кліматичні умови також впливають на кількість води, доступної для гідроенергетики. Більш ефективно управління запасами води на дамбах, у водосховищах, річках та підземних водоносних горизонтах допомагає пом'якшити мінливість наявності водних ресурсів, а також поліпшити управління паводками і засухами.

Кліматичні дані та інформація лежать в основі планування і управління запасами поверхневих вод і зменшення небезпеки лих. Вони необхідні для розрахунків частоти і тривалості сильних дощів, ймовірного максимуму опадів, низького стоку і прогнозування паводків та оцінки водних ресурсів. Такі дані, зібрані в тижневих, сезонних і річних часових проміжках на національному, регіональному та місцевому рівнях і надаються зацікавленим сторонам на всіх рівнях, в даний час є більш важливими, ніж будь-коли для розробки оперативних стратегій управління водними ресурсами, включаючи забезпечення готовності до паводків і засух і реагування на них. Згідно з

прогнозами російських вчених, уже в період 2035-2045 рр. обсяг прісної води, що споживає людство, зрівняється з її ресурсами. Для пом'якшення негативного впливу перерахованих вище факторів на водні ресурси, потрібні новітні стратегії розвитку водного господарства та раціонального використання водних ресурсів, які включають і адаптацію до очікуваних змін клімату.

Наслідки зміни клімату часто проявляються у вигляді повеней або посух. Крім того, зміна клімату виражається в більшій мінливості клімату і в наступаючих один за одним великих явищах екстремальної погоди, які різко послаблюють сталий розвиток. Таким чином, основними наслідками зміни клімату є або значний недолік води, або сильне затоплення водою. За даними Групи експертів і керівників високого рівня з питань води та стихійних лих (HELP) на частку пов'язаних з водою стихійних лих доводиться 90% з 1000 найбільш серйозних стихійних лих, що мали місце з 1990 року. Пов'язані з водою лиха в 2018 році привели до загибелі 6 500 осіб і вплинули на джерела коштів для існування понад 57 млн осіб, при цьому економічний збиток в усьому світі склав 140 млрд доларів США (HELP, 2019).

Важливо також зазначити, що зміна клімату перш за все значно вплине на вразливі держави і регіони, посилюючи існуючі соціальні, економічні, екологічні та управлінські проблеми. Уразливі регіони часто виявляються цілями для конфліктів і збройного екстремізму. Тому при прийнятті заходів реагування на зміну клімату слід враховувати і додаткові фактори, які роблять країни і регіони нестабільними. Пом'якшуючи вплив цих факторів, найбільш вразливі країни можуть підвищити рівень готовності до вирішення проблем, пов'язаних із змінним кліматом.

### **Література.**

1. Kaczmarek Z. Оцінка вразливості польських водних ресурсів, Доповідь Програми досліджень країн США. - 1995.
2. Kaczmarek Z. Управління водними ресурсами / Внесок робочої групи II до Другого звіту про оцінку Міжурядової групи з питань зміни клімату, Cambridge University Press, Кембридж та Нью-Йорк. - 1996. –Р. 880.
3. Плунтке Т., Барфус К., Микнович А., Бернгофер К. Гідрологічні ефекти зміни клімату в басейні Західного Бугу // Міжнародна конференція Глобальні та регіональні зміни клімату (16–19 листопада 2010 р.).
4. Лобода Н.С., Сербова З.Ф., Божок Ю.В. Вплив змін клімату на водні ресурси України у сучасних та майбутніх умовах (за сценарієм глобального потепління А1В) / Український гідрометеорологічний журнал: Наук.журнал. – Одеса: ТЕС, 2014. – Вип. 15. - С.149-159.

УДК 628.3:712.3

## УПРАВЛІННЯ ДОЩОВИМИ СТІЧНИМИ ВОДАМИ В МІСЬКИХ СИСТЕМАХ

Ткаченко Т.М., д.т.н., проф.

ORCID: [orcid.org/0000-0003-2105-5951](https://orcid.org/0000-0003-2105-5951), [tkachenkoknuba@gmail.com](mailto:tkachenkoknuba@gmail.com)

Глушенко Р.О., аспірант, [gr2017inc@gmail.com](mailto:gr2017inc@gmail.com)

Київський національний університет будівництва і архітектури

***Анотація.** У зв'язку з високими темпами урбанізації у сучасних містах загострюється багато екологічних, економічних і соціальних проблем. Однією з таких проблем є управління дощовими стічними водами в міських системах. На зміну концепції швидкого відведення дощових стічних вод у каналізаційні зливові системи технічними засобами прийшла природна концепція «місто-губка», яка базується на кількісному та якісному регулюванні стічних вод завдяки природним механізмам: використанню «зелених» конструкцій, біологічних фітосистем, водонепроникних поверхонь та нерівних форм рельєфу. Розроблено схему, яка класифікує компоненти стійких дренажних систем для використання у міських системах.*

***Ключові слова:** урбанізація, дощові стічні води, компоненти стійких дренажних систем*

## MANAGED BOARD WATER IN MISKYE SYSTEMS

Tkachenko T.M., Doctor of Technical Sciences, prof.

ORCID: [orcid.org/0000-0003-2105-5951](https://orcid.org/0000-0003-2105-5951), [tkachenkoknuba@gmail.com](mailto:tkachenkoknuba@gmail.com)

Glushchenko R.O., postgraduate student, [gr2017inc@gmail.com](mailto:gr2017inc@gmail.com)

Kyiv National University of Construction and Architecture

***Abstract.** Due to the high rate of urbanization in modern cities, many environmental, economic and social problems are exacerbated. One such problem is the management of rainwater in urban systems. The concept of rapid drainage of rainwater into storm sewers has been replaced by technical means of the natural concept of "sponge city", which is based on quantitative and qualitative regulation of wastewater through natural mechanisms: the use of "green" structures, biological phytosystems, permeable surfaces and uneven shapes. relief. A scheme has been developed that classifies the components of stable drainage systems for use in urban systems.*

***Key words:** urbanization, rainwater, components of sustainable drainage systems`*

Україна належить до малозабезпечених водними ресурсами країн Європи. Вони складають 92,4 км<sup>3</sup>, з яких доступними є 56,6 км<sup>3</sup>/рік. Високий рівень урбанізації країни сприяє забрудненню водних ресурсів промисловими та житлово-комунальними стоками, які навіть після досить досконалої технології очищення містять в собі безліч

забруднювачів і вимагають 5-10 кратного розведення для подальшої асиміляції в біосфері. При цьому на території міста відбувається і інфільтрація у водоносні підземні горизонти забруднювачів, що утворюються на промислових об'єктах, в житлових кварталах, на полігонах для захоронення сміття тощо [1,2]. Тому в сучасних містах багатьох країн світу постає питання управління стічними водами.

Якщо раніше дощові стічні води розглядалися як непотрібний міський ресурс, якого потрібно швидко позбутися за допомогою інженерних колекторних систем, то зараз підхід повністю змінено. Сьогодні дощова вода розглядається як цінний природний ресурс до якого потрібно ставитися дбайливо та раціонально використовувати як альтернативу питної води. При очищенні дощові стічні води можна використовувати для побутових потреб: для прання, прибирання, змиву туалетів, прийняття душу, поливу декоративних та сільськогосподарських культур. У багатьох країнах дощові стічні води використовуються для охолодження повітря, що допомагає позбавитися ефекту теплового острова. Сьогодні розповсюджена концепція «міста-губки», яка базується на використанні природних міських ресурсів [3].

Нами розроблена схема, яка показує, які технології та системи використовуються для кількісного та якісного управління дощовими стічними водами (рис.1).

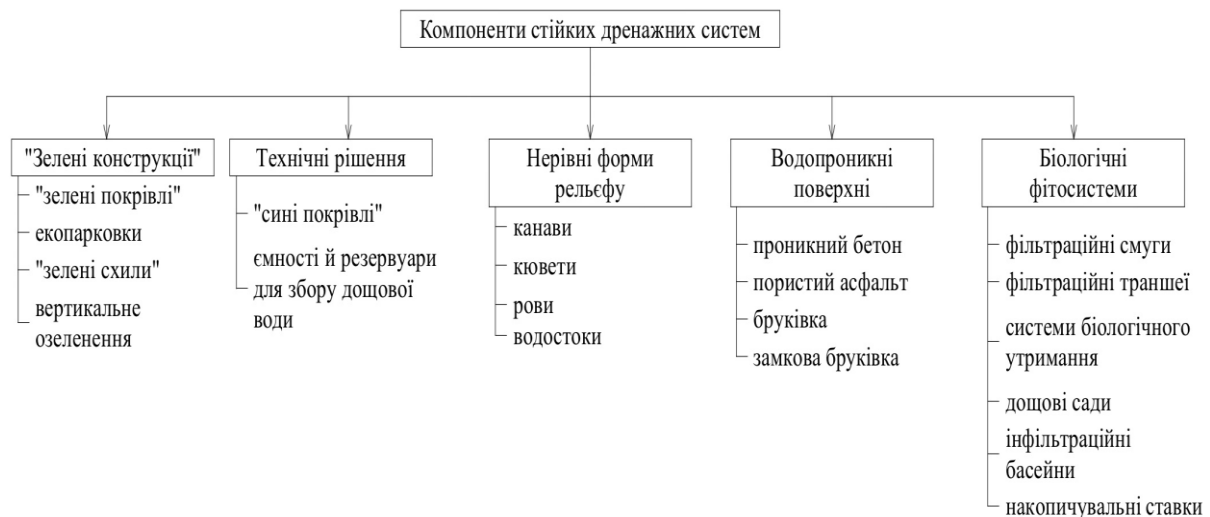


Рис. 1. Кількісне та якісне управління дощовими стічними водами у міських системах

До компонентів стійких дренажних систем відносяться: «зелені» конструкції; технічні рішення; нерівні форми рельєфу; водопроникні поверхні; біологічні фітосистеми.

«Зелені конструкції» представлені «зеленими» покрівлями, екопарковками, «зеленими» схилами та вертикальним озелененням. «Зелені» покрівлі регулюють кількісні та якісні показники дощових стічних вод. Вони фільтрують воду, поглинають її надлишки [4]. Крім того, що знижується навантаження на міські дощові зливі системи, фільтрована вода, позбавлена від сміття, може вторинно збиратися у резервуари та використовуватися на побутові потреби. Вертикальне озеленення сприяє зниженню швидкості дощових потоків та поглинає надлишок води. Екопарковки відносяться до екологічних проникних «зелених» конструкцій, які сприяють фільтрації, вільному та швидкому надходженню дощової води в ґрунт, розвантажуючи дощові зливі системи. Аналогічну функцію виконують «зелені» схили.

«Сині» покрівлі не відносяться до зеленої інфраструктури. Вони збирають і накопичують дощові опади, зменшуючи потрапляння стічних вод у каналізацію. На «синіх» дахах використовуються відстійні ставки або відстійні басейни для збору дощу, перш ніж він потрапить в водні шляхи і каналізацію з контрольованою швидкістю. Крім економії енергії за рахунок зниження витрат на охолодження, «сині» дахи зменшують ефект міського теплового острова в поєднанні з відбиваючим покрівельним матеріалом. Також до технічних рішень належать ємності й резервуари для збору дощової води.

Нерівні форми рельєфу можуть бути як штучними так і природними. До них відносяться канали, кювети, рови, водостоки тощо. Чим більше нерівностей має рельєф, тим ефективніше відходить надлишок води після зливів.

У містах та навколо них повно вулиць, які перешкоджають фільтрації води в ґрунт. Проникні поверхні дозволяють воді проникати в ґрунт, де вона потім може фільтрувати різні забруднювачі, а також підживлювати підземний ґрунт. Непроникні поверхні викликають безліч проблем, таких як забруднення води і затоплення поверхневих вод. Ця практика може бути особливо рентабельною, коли вартість землі висока, а затоплення або обмерзання є проблемою. Вона може коштувати на п'ятдесят відсотків менше, ніж звичайні системи дорожнього покриття, і в довгостроковій перспективі може бути дешевшою в обслуговуванні. Водопроникні поверхні роблять з проникного бетону, пористого асфальту, бруківки.

До біологічних систем належать фільтраційні смуги, траншеї, системи біологічного утримання, дощові сади, інфільтраційні басейни, накопичувальні ставки. Всі перелічені системи являють собою поєднання нерівностей рельєфу і рослин. Наприклад, дощові сади - це форма управління зливовими водами з використанням водозбору. Дощові сади - це неглибокі поглиблені ділянки ландшафту, засаджені кущами і рослинами, які використовуються для збору дощової води з дахів або тротуарів і дозволяють зливової воді повільно просочуватися в землю. Дощові сади імітують функції природного ландшафту, вловлюючи зливові води, фільтруючи забруднювачі і підживлюючи ґрунтові води. Саджанці для зливових вод можуть легко поміститися між іншими вуличними ландшафтами й ідеально підходять для ділянок з обмеженим простором.

#### **Висновки.**

Таким чином, задля управління дощовими стічними водами в міських системах, розроблено авторська схема, яка класифікує компоненти стійких дренажних систем для використання на урбанізованих територіях.

#### **Література.**

- 1.Самойленко Н.Н./Н.Н. Самойленко, В.Б. Байрачный, В.П. Шапорев. *Экологически устойчивое развитие городов.* – Харьков: «Щедра садиба плюс», 2015. – 220 с.
- 2.Водные ресурсы и обеспечение продовольственной безопасности и питания. Доклад группы экспертов высокого уровня по вопросам продовольственной безопасности и питания. – Рим, 2015. – 163 с.
- 3.Ткаченко Т.М. Розрахунок утримання поверхневого стоку покрівлю німецького виробника/ Т.М. Ткаченко, І.О. Прокопенко// *Екологічна безпека та природокористування.* – Вип. 35, 2020. – С.44-57.
- 4.Ткаченко Т.М. Зелені технології для регулювання дощових стоків /Т.М. Ткаченко, Р. О.Глуценко // *Актуальні проблеми, пріоритетні напрямки та стратегії розвитку України: тези доповідей I Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції, м. Київ, 15 березня 2021 року/ редкол. О.С. Волошкіна та ін.* – К.: ІТТА, 2021. –С. 51-53.

УДК 536.24:533

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СПІВВІДНОШЕННЯ ВИТРАТ ПЕРВИННОГО І  
ВТОРИННОГО ПОВІТРЯ НА ЕКОЛОГОЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
МІКРОФАКЕЛЬНИХ ПАЛЬНИКІВ**

**Фіалко Наталія Михайлівна**, чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф.

ORCID 0000-0003-0116-7673;

**Прокопов Віктор Григорович**, д.т.н., проф.

ORCID 0000-0002-9026-8742;

**Меранова Наталія Олегівна**, к.т.н., ст.н.с.

ORCID 0000-0001-7223-8753;

**Рокитько Костянтин Володимирович**

ORCID 0000-0002-8503-030X

Інститут технічної теплофізики НАН України, [nmfialko@ukr.net](mailto:nmfialko@ukr.net)

***Анотація.** Наводяться дані комп'ютерного моделювання робочих процесів мікрофакельних пальникових пристроїв з асиметричною подачею палива. Аналізуються можливості регулювання характеристик пальників шляхом зміни співвідношення витрат первинного і вторинного повітря. Визначено раціональні значення даного співвідношення, за яких досягаються сприятливі величини екологоенергетичних характеристик досліджуваних пальникових пристроїв.*

***Ключові слова:** мікрофакельні пальники, асиметричний паливорозподіл, екологоенергетичні характеристики*

**INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE RATIO OF PRIMARY AND  
SECONDARY AIR FLOW RATES ON THE ECOLOGICAL AND ENERGY  
CHARACTERISTICS OF MICROFLAME BURNERS**

**Fialko Nataliia**, Corresponding Member of NAS of Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Prof.,

ORCID 0000-0003-0116-7673;

**Prokopov Victor**, Doctor of Technical Sciences, Prof.,

ORCID 0000-0002-9026-8742;

**Meranova Nataliia**, Ph.D, Senior Scientific Scientist,

ORCID 0000-0001-7223-8753;

**Rokytko Konstantin**, Ph.D., ORCID 0000-0002-8503-030X

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, [nmfialko@ukr.net](mailto:nmfialko@ukr.net)

***Abstract.** The data of computer modeling of working processes of microjet burner devices with asymmetric fuel supply are presented. The possibilities of regulating the characteristics of burners by changing the ratio of the primary and secondary air flows are analyzed. The rational value of this ratio has been determined, at which favorable values of the ecological and energetic characteristics of the investigated burners are achieved.*

***Key words:** microjet burners, asymmetric fire distribution, ecological energy characteristics*

В останній період питання підвищення ефективності спалювання палива і проектування відповідних пальникових пристроїв привертають до себе все більше уваги [1-9]. Серед різних способів можна виділити спалювання в мікрофакельних пальниках, яке



має низку переваг: застосування цих пальників дозволяє, як відомо, поліпшити стабілізаційні властивості, досягти високого ступеня гомогенізації зони горіння, знизити рівень втрат тиску на пальнику тощо. Однією з модифікацій мікрофакельних пальникових пристроїв є пальники з асиметричною подачею палива. В ряді опублікованих робіт за вказаною тематикою висвітлюються лише окремі напрями досліджень робочих процесів цих пристроїв. В деяких публікаціях як метод дослідження застосовується комп'ютерне моделювання, яке дозволяє виконувати широкий параметричний аналіз і отримувати детальну польову картину щодо характеристик процесу горіння [7-9].

В даній роботі наведено результати досліджень особливостей робочих процесів, що протікають при спалювання газоподібного палива у мікрофакельних стабілізаторних пальниках з асиметричним паливорозподілом. В цих пальниках паливний газ подається з однієї з бічних поверхонь стабілізатора полум'я, яка обернена до стінки каналу. На іншій бічній поверхні вздовж неї на торці стабілізатора встановлюється пластина певної довжини (закрилок). Вказані пальники раціонально застосувати в умовах підвищених значень коефіцієнта надлишку повітря  $\alpha$  ( $2,0 \leq \alpha \leq 4,0$ ). У цьому діапазоні зміни  $\alpha$ , як відомо, може реалізовуватися підвищена хімічна неповнота згоряння палива. Для забезпечення високої енергетичної та екологічної ефективності необхідна спеціальна організація робочого процесу розглянутих пальників. Дана робота спрямована на вирішення цієї проблеми.

У пальникових пристроях з асиметричною подачею палива реалізується схема двостадійного спалювання палива, при якому первинне повітря подається в пристінкові канали, а вторинне - в канал між стабілізаторами, і далі в зону горіння за закрилками, які сприяють формуванню циркуляційних течій в закормових областях стабілізатора і реалізації вказаної двостадійної схеми. В даній роботі представлено результати досліджень для трьох співвідношень витрат первинного і вторинного повітря  $\varepsilon$ , які відповідають різним величинам ширини пристінкових  $H_1$  і міжстабілізаторного  $H_2$  каналів  $\varepsilon = H_1/H_2 = 17,0/5,5 \approx 3,1$ ;  $13,5/9,0 = 1,5$  і  $10,0/12,5 = 0,8$ . Отримані дані свідчать про те, що в досліджуваному діапазоні зміни співвідношення  $\varepsilon$  витрат первинного і вторинного повітря структура течії, температурні режими зони горіння, характеристики вигорання палива є суттєво різними. Зокрема, відповідно до результатів комп'ютерного моделювання, при спалюванні паливного газу для співвідношення  $\varepsilon = 3,1$  спостерігається значний хімічний недопал. Коефіцієнт повноти вигорання палива на виході з каналу складає лише 0,545. Щодо найінтенсивнішого вигорання палива, то воно має місце при співвідношенні  $\varepsilon$ , яке дорівнює 0,8, практично по всій довжині каналу.

При цьому на виході з каналу спостерігається відносно невелика концентрація оксидів азоту, яка складає всього 77,9 мг/м<sup>3</sup>. Отже оптимальне співвідношення витрат первинного і вторинного повітря для величини коефіцієнта надлишку повітря  $\alpha = 3,0$  відповідає значенню  $\varepsilon = 0,8$ .

Виконані дослідження оптимальних співвідношень витрат первинного і вторинного повітря  $\varepsilon = H_1/H_2$  для різних величин коефіцієнту надлишку повітря  $\alpha$  показали, що в розглянутих умовах зазначені співвідношення однакові і становлять  $\varepsilon = 0,8$ . Щодо коефіцієнту повноти вигорання палива  $\eta_z$ , то на виході з каналу його величина наближується до одиниці. Концентрація оксидів азоту при цьому не перевищує значення 112,4 мг/м<sup>3</sup>, що свідчить про досить високу енергетичну та екологічну ефективність пальників, що розглядаються.

**Висновки.** Виконано дослідження процесів переносу в мікрофакельних пальникових пристроях, в яких газ подається через систему отворів, розташованих на одній з бічних

поверхонь стабилизатора полум'я, що обернена до стінки каналу. Встановлено особливості впливу на робочі процеси пальників співвідношення витрат первинного і вторинного повітря. Показано, що дане співвідношення суттєво впливає на структуру течії, температурні режими зони горіння, характеристики вигорання палива. Визначено раціональне значення співвідношення первинного і вторинного повітря, яке відповідає покращеним екологічним та енергетичним характеристикам пальників.

#### Література.

1. Фіалко Н.М., Шеренковський Ю.В., Майсон Н.В., Меранова Н.О., Бутовський Л.С., Абдулин М.З., Полозенко Н.П., Клищ А.В., Стрижеус С.Н., Тимощенко А.Б. Интенсификация процессов переноса в горелочном устройстве с цилиндрическим стабилизатором пламени. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. 24. С.136-142.
2. Шеренковський Ю.В., Фіалко Н.М., Іваненко Г.В., Ольховська Н.М., Мілко Є.І., Озеров А.А., Кутняк О.М., Новіцький В.С., Швецова Л.А., Дончак М.І. Влияние шага между газовыми струями на характеристики течения в стабилизаторных горелочных устройствах. *Науковий вісник НУБіП. Серія «Техніка та енергетика АПК»*. 2014. 194/3. С. 102-107.
3. Фіалко Н.М., Шеренковський Ю.В., Прокопов В.Г., Полозенко Н.П., Меранова Н.О., Алешко С.А., Іваненко Г.В., Юрчук В.Л., Мілко Е.І., Ольховская Н.Н. Моделирование структуры течения в эшелонированных решетках стабилизаторов при варьировании шага их смещения. *Восточно-европейский журнал передовых технологий* 2015. 2, №8(74). С.29-34. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.39193>.
4. Фіалко Н.М., Прокопов В.Г., Алешко С.А., Абдулин М.З., Рокитько К.В., Малецькая О.Е., Мілко Е.І., Ольховская Н.Н., Реграги А., Евтушенко А.А. Компьютерное моделирование течения в микрофакельных горелочных устройствах с асимметричной подачей топлива. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2018, 28, № 8. С 117-121.
5. Фіалко Н.М., Прокопов В.Г., Алешко С.А., Шеренковський Ю.В., Меранова Н.О., Тимощенко А.Б., Абдулин М.З., Бутовський Л.С. Эффективность систем охлаждения горелочных устройств струйно-стабилизаторного типа. *Технологические системы*. 2012, № 1. С.52-57.
6. Fialko N.M., Alioshko S.A., Rokitko K.V., Maletskaya O.E., Milko E.I., Kutniak O.N., Olkhovska N.N., Regragui A., Donchak M.I., Evtushenko A.A. Regularities of mixture formation in the burners of the stabilizer type with one-sided fuel supply. *Technological Systems*. 2018. 3 (38). P.37-43.
7. Фіалко Н.М., Прокопов В.Г., Шеренковський Ю.В., Алешко С.А., Меранова Н.О., Абдулин М.З., Бутовський Л.С., Миргородський А.Н. Компьютерное моделирование процессов переноса в системе охлаждения горелочных устройств стабилизаторного типа. *Промышленная теплотехника*. 2012. №1. С. 64-71.
8. Фіалко Н.М., Шеренковський Ю.В., Майсон Н.В., Меранова Н.О., Абдулин М.З., Бутовський Л.С., Полозенко Н.П., Клищ А.В., Стрижеус С.Н., Тимощенко А.Б. Влияние пластинчатых турбулизаторов потока на характеристики течения и смесеобразования топлива и окислителя в цилиндрическом стабилизаторном горелочном устройстве. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. 6 (24). С.114-121.
9. Фіалко Н.М., Прокопов В.Г., Шеренковський Ю.В., Альошко С.О., Меранова Н.О., Рокитько К.В. CFD моделювання температурних режимів зони горіння пальників стабілізаторного типу з асиметричною подачею палива. *Теплофізика та теплоенергетика* 2019, 41, №4, С.13-18. <https://doi.org/10.31472/ttpe.4.2019>.

**ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ДОРОЖНІХ СТОКІВ  
МІКРОЧАСТИНКАМИ (МІКРОПЛАСТИКАМИ)**

**Харитоновна Н.М.**

ORG/0000-0001-5732-3407, [nh211177@gmail.com](mailto:nh211177@gmail.com)

Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут  
ім. М.П.Шульгіна», ДП «ДерждорНДІ»

***Анотація.** Поверхневий стік з автомобільних доріг уявляє собою значні об'єми забруднених вод, які частіше за все без очищення, потрапляють до водних об'єктів та на прилеглу територію, що суперечить природоохоронним вимогам. Не тільки аварійні витіки нафтопродуктів і залишки хлоридів присутні в стічних водах, але і досить значна кількість завислих речовин, що частіше всього має властивість осідати і накопичуватись та несе не будь-яку небезпеку для довкілля та здоров'я населення. Для того, щоб передбачити заходи або запобігти такому забрудненню та накопиченню необхідно визначити джерела утворення завислих речовин, якісні характеристики, фізичні та хімічні властивості забруднюючих речовин.*

*В результаті роботи розроблена класифікація джерел утворення мікрозабруднювачів є початковим етапом для дослідження такого забруднення, для вивчення міграції в довкіллі, наслідків накопичення та продуктів розкладу, а також для розробки заходів щодо зменшення утворення і розповсюдження мікрозабруднювачів в довкіллі.*

***Ключові слова:** дорожнє покриття, мікрозабруднювачі, склад, частинки.*

**SOURCES OF POLLUTION OF SURFACE ROAD RUNOFF BY  
MICROPARTICLES ( MICROPLASTICS)**

**Kharytonova N.M.**

ORG/0000-0001-5732-3407, [nh211177@gmail.com](mailto:nh211177@gmail.com)

M.P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise DerzhdorNDI SE

***Abstract.** Surface runoff from the roads is a significant volume of polluted water which most often enters water bodies and the surrounding area without treatment, which is contrary to environmental requirements. Not only accidental leaks of oil and chloride residues present in runoff, but also a significant volume of suspended solids, which are often settled and accumulated and are dangerous for the environment and public health. In order to predict measures or prevent such pollution and accumulation, it is necessary to determine the sources of suspended solids, qualitative characteristics, physical and chemical properties of pollutants.*

*As a result of the work, classification of micropollutants sources is the initial*

*stage to study such kind of pollution, migration in the environment, the impacts of accumulation and decomposition products, as well as to develop measures for reducing the formation and dissemination of micropollutants in the environment.*

**Keywords:** road pavement, micropollutants, composition, particles

Автомобільна дорога та автомобільний транспорт є джерелом забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами, важкими металами, завислими речовинами, пилом, який утворюється при зносі автомобільних шин або покриття, протиожеледними матеріалами тощо [1].

Поверхневий стік з автомобільних доріг не містить специфічних речовин з токсичними властивостями і характеризується підвищеним вмістом зважених речовин і нафтопродуктів.

У чинному нормативному документі [2] вміст завислих речовин у поверхневих стічних водах з автодоріг визначено: до 1300 мг/л – в дощовому стоці і до 2700 мг/л – в талому стоці, нафтопродуктів – до 24 мг/л і 26 мг/л відповідно.

З огляду на те, що нафтопродукти, як забруднювач дорожнього поверхневого стоку вже відомі [3], але, що являють собою завислі речовини та їх вплив на довкілля, почали вивчати нещодавно. Проблеми забруднення водних об'єктів мікрозабруднювачами широко висвітлено в наукових працях закордонних [4-6] і вітчизняних вчених [7, 8]. Визначено, що деякі мікрозабруднювачі, наприклад, метали, мають токсичний, мутагенний і канцерогенний вплив на живі організми. Вони також мають здатність накопичуватися у донних відкладеннях і живих тканинах [9]. В [10] приведена класифікація мікрозабруднювачів у поверхневих водах.

Проте, питання забруднення поверхневих дорожніх стоків мікрозабруднювачами вивчено недостатньо. Наразі проаналізовано якісний склад таких мікрочастинок для класифікації їх за джерелами утворення.

Дрібні частки (розміром не більше ніж 5 мкм), які утворюються при русі та взаємодії транспортних засобів з покриттям автомобільної дороги, є нерозчинними, повільно розкладаються та призводять до негативних наслідків як для здоров'я людини, так і для функціонування екосистеми називаються мікрозабруднювачами [11].

Розглядаючи всі складові елементи автомобільної дороги можна виділити основні джерела мікрозабруднювачів, що безпосередньо утворюються від руху автомобільного транспорту на дорогах, вони представлені на рисунку 1.



**Рисунок 1** – Основні мікрозабруднювачі, які утворюються при русі та взаємодії транспортних засобів з покриттям автомобільної дороги.

Виходячи з класифікації джерел утворення мікрозабруднювачів можна визначити фактори, які впливають на утворення мікрозабруднювачів - інтенсивність руху транспортного потоку, склад транспортного потоку, рельєф місцевості, тип дорожнього покриття, стан дорожньої розмітки та ін.

#### **Висновок.**

Дана класифікація джерел утворення дає можливість для подальших досліджень з виявленням кількісних і якісних властивостей кожного компонента, шляхів розповсюдження та наслідків накопичення в довкіллі.

#### **Література.**

1. Гавришук В., Каськів В., Обґрунтування доцільності проектування систем поверхневого водовідведення, як складової комплексу очисних споруд на автомобільних дорогах. *Дороги і мости. Київ, 2020. Вип. 21. С. 95-109.*
2. ГБН В.2.3-218-007:2012 Споруди транспорту. Екологічні вимоги до автомобільних доріг. *Проектування.*
3. Вирожемський В., Коротченко М., Юрченко В., Оцінка екологічної небезпеки, яка створюється змивами з автомобільної дороги, для придорожньої території. *Дороги і мости. Київ, 2011. Вип. 13. С. 47-49.*
4. Hanicke R., Oros D.R., Oram J., Taberski K., 2007. *Adapting an ambient monitoring program to the challenge in the San Francisco Estuary. Env. Research 105, p.132-144.*
5. Greenwood R., Mills G., Vrana B., 2007. *Passive sampling techniques in Environmental Monitoring. Elsevier, 486 p.*
6. Robert S., Blanc J., Schafer J., Lavaux G., Abril G., 2004. *Metal mobilization in the Gironde Estuary (France) : the role of the soft mud layer in the maximum turbidity zone. Marine Chemistry 87, p.1-13.*
7. Zhang Z., Hiboerd A., Zhou J., 2008a. *Analysis of emerging contaminants in sewage effluent and river water: Comparisong between spot and passive sampling. Analitica chemical ACTA 607, p.37-44.*
8. *Комплексні експедиційні дослідження екологічного стану водних об'єктів басейну р.Уди (суббасейну р.Сіверський Донець) / О.Г.Васенко, М.Л.Лунгу, Ю.А.Льєвська, О.В.Климов та ін.; За ред. О.Г.Васенко. – Харків: ВД «Райдер», 2006. –156 с.*
9. Білецька Е.М. *Гігієнічна характеристика важких металів у навколишньому середовищі та їх вплив на репродуктивну функцію жінок: Автореф. дис... д-ра мед. наук: 14.02.01 / Укр. наук. гігієн. центр МОЗ України. – Донецьк, 1999. – 32 с.*
10. Виставна Ю. *аналіз та теоретичне обґрунтування процесів забруднення поверхневих вод мікрозабруднювачами. Коммунальное хозяйство городов. Харків. №88. С.11-117.*
11. МР В.1.1–37641918–912:2020 *Методичні рекомендації щодо зменшення впливу мікрозабруднювачів на екологічний стан довкілля у зоні впливу автомобільних доріг загального користування.*

**КОРПОРАТИВНО-СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ДЕВЕЛОПЕРІВ  
В AGENDA 21**

**Цифра Т.Ю.**, к.е.н., доц.,

<https://orcid.org/0000-0001-7891-0467>, [tatena.c@ukr.net](mailto:tatena.c@ukr.net)

**Шовківська В.В.**, к.е.н., доц.,

<https://orcid.org/0000-0002-2379-0362>

**Вершигора Д.М.**, аспірант

<https://orcid.org/0000-0002-3113-0225>, [dmitrofan84@ukr.net](mailto:dmitrofan84@ukr.net)

Київський національний університет будівництва і архітектури

***Анотація.** Корпоративно-соціальна відповідальність девелоперів при реалізації AGENDA 21 будівельними підприємствами передбачає розробку Стратегії розвитку девелоперської компанії, яка здатна охоплювати внутрішні сторони компанії (співробітники) та зовнішні (споживачі, постачальники, місцева влада та інші), при цьому охопити усі три сфери механізму КСВ: економічну, соціальну та екологічну. Сформовано чотири елементи комплексу маркетингу, що слугують головним фактором досягнення успіху, позиціонування та розповсюдження бренду компанії.*

***Ключові слова:** КСВ, девелопер, AGENDA 21, маркетинг*

**CORPORATE AND SOCIAL RESPONSIBILITY OF DEVELOPERS IN  
AGENDA 21**

**Tsyfra T.**, phd, association professor

<https://orcid.org/0000-0001-7891-0467>, [tatena.c@ukr.net](mailto:tatena.c@ukr.net)

**Shovkivska V.**, phd

<https://orcid.org/0000-0002-2379-0362>

**Vershigora D.**, postgraduate

<https://orcid.org/0000-0002-3113-0225>, [dmitrofan84@ukr.net](mailto:dmitrofan84@ukr.net)

Kyiv National University Construction and Architecture

***Abstract.** Corporate and social responsibility of developers in the implementation of AGENDA 21 construction companies involves the development of a development strategy of the development company, which can cover the internal aspects of the company (employees) and external (consumers, suppliers, local authorities and others), covering all three areas of CSR: economic, social and environmental. Four elements of the marketing complex have been formed, which are the main factor in achieving success, positioning and spreading the company's brand.*

***Key words:** CORPORATE AND SOCIAL RESPONSIBILITY, developers, AGENDA 21, marketing*

На сьогоднішній день, велика кількість компаній зацікавлені питаннями корпоративної соціальної відповідальності. КСВ – це відповідальність компаній за вплив її рішень і діяльності на суспільство і навколишнє середовище через прозору та етичну поведінку.

Важливо розуміти, що на стійкий розвиток бізнесу впливає сформований системний підхід до розробки стратегії КСВ. Стратегія повинна охоплювати внутрішні сторони компанії (співробітники) та зовнішні (споживачі, постачальники, місцева влада та інші), при цьому охопити усі три сфери механізму КСВ: економічну, соціальну та екологічну. Збалансований та ефективно дієвий механізм КСВ базується на великій кількості потенціалів для компанії в трьох сферах: економічна, соціальна та екологічна[1].

Впровадження КСВ перш за все направлене на довгострокову перспективу. Корпоративна соціальна відповідальність впливає на діапазон нематеріальних активів компанії, які в свою чергу поділяються на наступні типи:

1. Активи, які ґрунтуються на корпоративній культурі: етика ділового спілкування, цінності компанії, правила поведінки, здійснення переговорів та інше;
2. Розвиток кадрів: здібності співробітників компанії, їх навички;
3. Інноваційно-товарні активи: нові розробки, авторські права (патенти), ліцензії та інше;
4. Маркетинговий капітал: програми по стимулюванню збуту, частка ринку та обсяг продажів, дистрибуція;
5. Репутаційний капітал: створення позитивного іміджу компанії, довіри до бренду, застосування репутаційного менеджменту (PR, SEO, розвиток спонсорських програм, робота зі ЗМІ та інше);
6. Капітал торгової марки: популярні бренди, залучення споживачів, зареєстровані торгові знаки;

Обсяг нематеріальних активів в капіталі підприємств безперервно зростають, при цьому найважливіша частка усіх активів приходить на бренд компанії. Критерії, які побудовані на основі КСВ мають певну однотипність з процесом брендингу.

Компанії, в яких функціонує КСВ мають значні переваги:

- зростання репутації бренду компанії на ринку;
- зростання лояльності клієнтів до компанії;
- конкурентна перевага до залучення співробітників (побудова стійкого HR бренду).

Корпоративно-соціальна відповідальність (КСВ) - це здатність компанії зробити оцінку своєї діяльності для стійкого соціального розвитку суспільства [2]. За останні роки КСВ стала головною ідеологією бізнесу, основою соціального партнерства [3]. КСВ, як концепція та політика управління стратегічного стійкого розвитку допомагає компаніям у дотриманні ефективного результату: створення позитивного іміджу компанії та ділової репутації; росту капіталізації; екологічна політика та застосування природних ресурсів; розвиток персоналу; зміцнення міцного зв'язку в колективі; розвиток прозорості компанії для суспільства; охорона здоров'я та створення безпечних умов праці для робітників; розвиток місцевого суспільства; соціальні фактори синергії з постачальниками та споживачами власної продукції, PR забезпечення перерахованих напрямків.

За даними глобальної звітності про корпоративну соціальну відповідальність, український споживач (70 %) готовий платити більше за ту продукцію, яка проявляє відповідальність по відношенню до суспільства та зовнішнього середовища.

Турбота бренду про навколишнє середовище впливає на рішення про покупку 84% українців (85 % глобальних споживачів), а соціальні ініціативи бренду є важливими для 68 % (80 % глобальних споживачів).

Відповідно, корпоративна соціальна відповідальність – це реальна конкурентна перевага, яка базується на тому що компанії беруть на себе відповідальність за соціальні та екологічні наслідки своєї лояльності.

Ефективність впливу КСВ на нематеріальні активи компанії можна оцінити за рахунок взаємодії з брендом і контакту компанії з стейкхолдерами.

Підприємствам необхідно вивчати сферу брендингу, оскільки це один із головних засобів розвитку компаній у таких сферах, як інновації, диференціація, сервіс, бренд-менеджмент. Ф. Котлер стверджує, що «...навіть, невеликій компанії необхідно створювати бренд, проводити дослідження та наймати людей, які зможуть ефективно організувати продажі» [4].

#### **Висновки.**

Важливою основою для бренду є саме його позиціонування.

Головним фактором досягнення успіху, позиціонування та розповсюдження бренду компанії слугують такі елементи комплексу маркетингу, а саме:

- використання нових технологій на будівництві, постійного зростання показників якості та екологічного стану довкілля;
- здійснення якісної логістики за допомогою створення спеціалізованої компанії ТОВ «БУД-ЕКО-Логістик»;
- використання при ціноутворенні стратегії глибокого проникнення на ринок - встановлення середньої ціни на житлову нерухомість високої якості;
- проведення різних заходів, таких як формування попиту та стимулювання збуту (паблік рілейшнз, ефективне просування бренду, за допомогою роздаткових матеріалів, банерна реклама в мережі Google Display Network, відеореклама);
- «зелена» сертифікація будівель.

#### **Література.**

1. *Тарасюк Г.М., Ковальчук О.А. Вплив корпоративної соціальної відповідальності на бренд. Prospects and achievements in applied and basic sciences: тези IV Міжн. наук. конф., 9-12 лют. 2021 р. Будапешт, Угорщина, 2021. С. 271-273.2.*
2. *Фиглин Л. Модель управления качеством социальной ответственности организации/ Л.Фиглин // Проблемы теории и практики управления. – 2003. – № 2.*
3. *Ковальчук О.А. Момотюк О.Ю. Развитие корпоративной культуры как засіб ефективної побудови соціального партнерства. Сучасні інструменти реалізації практичного менеджменту, маркетингу, логістики та туризму: особливості застосування в глобальному конкурентному середовищі: тези V Всеукр. наук.-практ. конф. молодих науковців, аспірантів, здобувачів і студентів, 19-21 квітня 2018 р. Житомир: Житомирська політехніка, 2018. с. 23-25.*
4. *Paul Feldwick. What is brand equity anyway, and do you Measure it? Int/ Journal of Market Research, Vol. 38, No. 2, 1996*
5. *І.Б. Скворцов, О.Я. Загорецька. Формування стратегічної конкурентоспроможності та антикризового потенціалу будівельного підприємства на базі соціально відповідального сталого розвитку.// Міжвідомчий науково-технічний збірник (технічні науки, економічні науки) «БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО» Випуск №68 2019. С 117-121.*



УДК 628.477.7

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СКОПА В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Шибека Л.А., к.х.н., доц.,  
ORCID0000-0003-0881-0166, [Shibekal@mail.ru](mailto:Shibekal@mail.ru)

Белорусский государственный технологический университет

*Аннотация.* На основании данных статистической отчетности представлена характеристика образования количества отходов производства в Республике Беларусь за последние года. Показано, что для снижения антропогенного воздействия на окружающую среду необходимо осуществлять поиск новых направлений использования отходов производства. В качестве объекта исследований в работе использовался скоп – отход, образующейся в процессах очистки сточных вод на предприятиях по производству бумаги и картона. Представлены результаты исследований по установлению эффективности применения скопа для извлечения кислотного красителя из сточных вод. Показано, что термическая обработка скопа приводит к изменению структуры отхода. Установлено, что высокотемпературная обработка скопа при 600 °С, позволяет достичь 98,9% очистки сточных вод от красителя.

*Ключевые слова:* скоп, отход, очистка сточных вод, краситель, степень очистки.

## EFFICIENCY OF APPLICATION OF OSPREY IN WASTEWATER TREATMENT PROCESSES

Shibeka L.A., Ph.D, Associate Professor,  
ORCID0000-0003-0881-0166, [Shibekal@mail.ru](mailto:Shibekal@mail.ru)

Belarusian state technological university

*Abstract.* Based on the statistical reporting data, the characteristics of the formation of the amount of industrial waste in the Republic of Belarus over the past years are presented. It is shown that in order to reduce the anthropogenic impact on the environment, it is necessary to search for new ways of using industrial waste. As an object of research, the paper uses osprey – waste generated in the processes of wastewater treatment at paper and cardboard production enterprises. The results of studies to establish the effectiveness of osprey for the extraction of acid dye from wastewater are presented. It is shown that the heat treatment of osprey leads to a

*change in the structure of the waste. It was found that high-temperature treatment of osprey at 600 °C, allows to achieve 98,9% of wastewater treatment from the dye.*

**Key words:** *osprey, waste, waste water treatment, dye, degree of purification.*

Увеличение образования количества отходов производства и потребления, фиксируемое практически повсеместно во всем мире, ставит перед мировым сообществом задачу, связанную с поиском новых способов переработки этих отходов. Для Республики Беларусь данная проблема также является актуальной. Так, динамика ежегодного изменения количества отходов производства, образующихся в стране, за период с 2016 года по 2019 год согласно статистическим данным [1] свидетельствует об увеличении данного показателя с 49 448 тыс. т до 60 837 тыс. т. Следует отметить, что наблюдается также увеличение количества используемых, в различных сферах народного хозяйства, отходов производства: с 13 213 тыс. т (в 2016 году) до 18 433 тыс. т (в 2019 году). Несмотря на положительную динамику в использовании отходов производства, доля отходов, которые выступают в качестве вторичных материальных ресурсов, составляет лишь около 30% от общей массы, образующихся в производственной сфере отходов [1].

Одним из отходов, образующихся при очистке сточных вод в производстве бумаги и картона, является скоп. Ежегодное образование влажного скопа в Республике Беларусь может превышать 90 000 т [2]. В соответствии с классификатором отходов [3] данный отход имеет 4 класс опасности. В составе скопа присутствуют целлюлозные волокна, органические и минеральные примеси. Влажность скопа может достигать 80% и более, что затрудняет его переработку. В настоящее время скоп практически не используется и подвергается хранению на территории предприятий или захоронению на полигонах.

Целью работы является установление эффективности применения скопа для извлечения красителей из сточных вод.

Скоп, используемый в работе, был отобран на полигоне одного из предприятий, осуществляющих выпуск различных видов картонно-бумажной продукции. Для определения оптимальных условий проведения процесса очистки сточных вод от красящих веществ, образцы скопа подвергали термическому воздействию при трех температурах: 140 °C (образец №1), 175 °C (образец №2) и 600 °C (образец №3), и выдерживали их при указанных температурах до постоянной массы. Далее, образец №1 и образец №2 измельчали до размера частиц не более 1 мм. Полученный прокаленный образец №3 характеризовался требуемым размером частиц.

Исследования проводили на модельных сточных водах, содержащих кислотный краситель беменикс серый С-VL при концентрации 10 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание скопа в пробе составляло 2, 4, 6, 8 и 10 г/дм<sup>3</sup>. Предварительно взвешенную навеску исследуемого образца отхода помещали в химический стакан и приливали модельный раствор сточных вод, содержащий краситель. Пробу периодически перемешивали в течение 2 часов. Далее производили разделение твердой и жидкой фаз методом фильтрования. Оценку эффективности применения образцов скопа в процессах очистки сточных вод от красителя осуществляли по изменению оптической плотности исходного и очищенного раствора воды. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Из представленных результатов видно, что при использовании образца №1 максимальная степень очистки сточных вод (92,3%) наблюдается при минимальном

содержании скопа в пробе (2 г/дм<sup>3</sup>). Увеличение содержание скопа в сточных водах уменьшает эффективность очистки стоков от красителя.

Таблица 1

**Эффективность очистки сточных вод от красителя при использовании различных образцов скопа**

Содержание образца в пробе модельных точных вод, г/дм <sup>3</sup>	Степень очистки сточных вод от красителя, %		
	Образец №1	Образец №2	Образец №3
2	92,3	59,0	69,2
4	56,4	66,7	69,2
6	66,7	69,2	79,5
8	66,7	69,2	98,9
10	64,1	41,0	79,5

При применении образца №2 максимальная степень очистки составляет лишь 69,2%, что на 23,1% ниже, чем при использовании скопа, высушенного при температуре 140 °С (образец №1). Причем данная эффективность очистки стоков наблюдается при большем содержании скопа в пробе: минимум 6 г/дм<sup>3</sup>.

Полученные результаты позволяют говорить о преобладании в механизме очистки сточных вод от кислотного красителя физической адсорбции последнего на частицах скопа, поскольку образец скопа №2, подвергшийся воздействию более высокой температуры (175 °С), характеризуется более плотной структурой, по сравнению с частицами образца №1. Наблюдаемые изменения в структуре частиц образца №2 приводят к снижению пористости и уменьшению удельной поверхности частиц исследуемых отходов.

**Выводы.**

Высокотемпературная обработка скопа (образец №3) способствует увеличению эффективности очистки сточных вод от красителя (максимальная степень очистки составляет 98,9%). Полученный результат можно объяснить протеканием процессов как физической адсорбции, так и химических реакций с активными центрами на поверхности образца №3. Проведенными исследованиями установлено, что скоп может найти применение в процессах очистки сточных вод от кислотных красителей.

**Літэратура.**

1. *Охрана окружающей среды в Республике Беларусь, 2020. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public\\_compilation/index\\_17588/?sphrase\\_id=1573711](https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_17588/?sphrase_id=1573711). (Дата доступа: 02.06.2021).*
2. *Плышевский С.В. Отходы скопа: состав, свойства и пути утилизации / С.В. Плышевский, А.Л. Кови, Р.Я. Мельникова, А.В. Салита // Экология на предприятии. – 2016. – № 4 (58). – с. 35-47.*
3. *Об утверждении, введении в действие общегосударственного классификатора Республики Беларусь: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 9 сент. 2019 г., № 3-Т [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21934631p&p1=1>. (Дата доступа: 02.06.2021).*

## ЦИКЛІЧНЕ РЕСУРСОСПОЖИВАННЯ ЯК ІМПЕРАТИВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

**Шпакова Г. В.**, д. е. н., доцент  
ORCID: 0000-0003-2124-0815, [shpakova.gv@knuba.edu.ua](mailto:shpakova.gv@knuba.edu.ua)  
**Шпаков А. В.**, к. т. н., доцент  
ORCID: 0000-0002-7498-4271, [shpakov.av@knuba.edu.ua](mailto:shpakov.av@knuba.edu.ua)

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

**Анотація.** Темпи росту кількості будівельних проєктів, що реалізуються на основі традиційних підходів до ринкової економіки, з її лояльним відношенням до неощадливого використання природних ресурсів, постійно зростають. Разом з цим підвищується ступінь складності переходу будівництва на рейки сталого розвитку з врахуванням інтересів майбутніх поколінь та вирішення ряду екологічних проблем, які тільки поглиблюються. Рециклінг будівельних матеріалів та конструкцій є одним з драйверів переходу до біосферосумісного будівництва. Тому політику екологізації будівельної галузі, яка є актуальною в світі, пропонується впроваджувати на основі циркулярної (кругової) моделі матеріального виробництва, що передбачає цикл органічних або біологічних матеріалів, здатних повертатися в біосферу без шкоди для живого світу, та цикл технічних матеріалів, які повинні утримуватися в обороті якомога довше, за допомогою такого інструменту як рециклінг будівельних конструкцій та матеріалів.

**Ключові слова:** рециклінг, еколого-економічні механізми, сталий розвиток, циклічне (каскадне) ресурсоспоживання.

## CYCLIC RESOURCE CONSUMPTION AS AN IMPERATIVE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY

**H. Shpakova**, Doctor of Economics, Associate Professor,  
ORCID: 0000-0003-2124-0815, [shpakova.gv@knuba.edu.ua](mailto:shpakova.gv@knuba.edu.ua)  
**A. Shpakov**, Ph. D, Associate Professor,  
ORCID: 0000-0002-7498-4271, [shpakov.av@knuba.edu.ua](mailto:shpakov.av@knuba.edu.ua)

Kyiv National University Construction and Architecture

**Abstract.** The growth rate of construction projects implemented on the basis of traditional approaches to a market economy, with its loyal attitude to the uneconomical use of natural resources, is constantly growing. Along with this, the transition complexity degree of construction to the rails of sustainable development increases, taking into account the interests of future generations and solving a number of environmental problems that are only exacerbated.

*Recycling of building materials and structures is one of the transition drivers to biosphere-compatible construction. It is proposed to introduce greening aspects in the construction industry that are relevant in the world by means of a circular (circular) model of material production, which provides for a cycle of organic or biological materials that can return to the biosphere without harming the living world, and a cycle of technical materials that should be contained in turnover as long as possible, using such a tool as recycling of building structures and materials.*

**Key words:** *recycling; environmental and economic mechanisms; sustainable development, cyclical (cascade) resource consumption.*

Поняття «сталий розвиток» відповідає англійському терміну «*sustainable development*», який за визначенням Комісії ООН зі сталого розвитку, має на меті задовольняти потреби сучасного суспільства, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої потреби. Концепція сталого розвитку є альтернативою парадигмі економічного зростання, яка ігнорує екологічну небезпеку від розвитку світової економіки за екстенсивною моделлю [1]. Один із принципів сталого розвитку полягає в економічному використанні ресурсів, щоб ними могли скористатися і наступні покоління [2].

Фонд Елен Макартур визначає кругову (або циркулярну) економіку як «промислову систему, яка є оновлюваною та оновлюючою і за намірами, і за задумом». Ця модель найбільш адаптована для проведення заміни концепції «кінця життя» на відновлення, спонукання до використання поновлюваних джерел енергії, повторного використання і спрямована на мінімізацію (або виключення) відходів шляхом використання найкращих інноваційних технологій для реалізації в бізнес-моделях. Основною ідеєю циркулярної економіки є включення всіх ресурсів, які використовуються в світовій економіці до постійно оновлюваного глобального виробничого циклу, з приділенням особливої уваги до розвитку ощадливих та безвідходних технологій використання ресурсів. Для такої потужної ресурсоемної галузі як будівництво на перший план, окрім стратегічних питань формування нових «біосферосумісних» технологій, які складають основу переходу до циркулярної економіки, постають питання повернення до промислового обігу величезних обсягів ресурсів, які зараз «заморожені» в існуючих будівлях та спорудах.

Порівняльний аналіз підцілей, як індикаторів досягнення Цілей розвитку тисячоліття (Україна: 2000-2015 рр.) та Цілей сталого розвитку (Україна: 2016-2030 рр.), дозволяє стверджувати в тому числі про *низьку ефективність поводження з відходами*. Зважаючи на значні обсяги різних видів відходів в Україні, збільшення потужностей щодо використання їх як вторинної сировини видається важливим екологічним завданням. Промислові та тверді побутові відходи можуть бути використані як вторинна сировина. Майже 90% відходів, що утилізуються та переробляються, – це неорганічні неметалеві відходи, серед яких основними є відходи від термічних процесів (шлак, зола, пісок та ін.), від будівництва і зносу, а також від проведення гірничих робіт і розробки кар'єрів. Обсяги утворення відходів, які можуть бути використані як вторинні ресурси, настільки великі, що за своєю цінністю вони не тільки відповідають, а й часто перевищують цінність первинних ресурсів. Тому концепція «рециклінгу» будівельних матеріалів повинна стати основою формування нового ринку рециклінгових матеріалів як одного з ключових факторів формування вартості нових будівельних активів.

Проте в Україні досі не створені організаційно-правові засади використання відходів як вторинної сировини за основними напрямками поводження з відходами, попри прийняті нормативні акти [3].

В країні можливе запровадження таких основних стратегій: відмову від неекологічного, скорочення витрат ресурсів, повторне використання, ремонт, відновлення до стану нового, повторне виробництво, зміну функціонального призначення, рециклінг, подовження експлуатації. Проектування будівель у відповідності з вимогами кругової економіки для запровадження принципів сталого розвитку також включає й інші стратегії такі як: модульність, адаптивність, гнучкість, проектування можливості розбирання та повторного збирання. Ці стратегії проектування дозволяють підвищити ефективність використання ресурсів при збереженні цінності будівельних конструкцій, виробів та матеріалів.

Для нейтралізації негативного впливу на навколишнє середовище з боку будівельної галузі давно в світі використовуються механізми рециклінгу будівельного брухту, який з'являється внаслідок зведення, реконструкції або знесення будівельних об'єктів. У більшості випадків будівельний лом використовується як заповнювач при спорудженні нових будівель і споруд, в дорожньому будівництві. Проте частина переробленої сировини може за певної переробки (відновлення) використовуватись повторно. Сьогодні стратегія ресурсозбереження в будівельному комплексі передбачає збільшення частки рециклінгу будівельних конструкцій та (частково) виробів, тобто повернення їх основної частини в процес техногенеза після переробки в якості вихідної сировини. Економічний аспект рециклінгу полягає в зниженні вартості будівельної продукції.

Але поява витрат на переробку вторинної сировини, модернізацію виробничо-технічної бази, інвестицій в наукоємні дослідження і розробки не сприяють зростанню прибутку, а навпаки, ведуть до зростання собівартості будівельної продукції, якщо економічна модель виробництва – лінійна. Іншими словами, має змінитися рівняння, що зв'язує змінні зі зростанням обсягу будівельних відходів [4]. Збільшення обсягів виробництва не повинно безпосередньо призводити до зростання споживання природних (первинних) ресурсів і збільшення відходів. Першим кроком є перехід до циркулярної моделі економіки [5], як найбільш наближеною до завдань «зеленої» економіки.

#### Література.

1. Національна доповідь Цілі Сталого Розвитку : Україна, [Електроний ресурс] / Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, 2017. – <https://menr.gov.ua/files/docs/>.
2. Nelles, M., Grünes, J., Morscheck, G. Waste Management in Germany – Development to a Sustainable Circular Economy? // Resources, Conservation and Recycling. 2016. Vol. 35, pp. 6 – 14. – <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878029616300901>.
3. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року // Законодавство України. – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.
4. Шпакова Г.В. Еколого-економічний механізм розвитку біосферосумісного будівництва в Україні: теорія, методологія, практика [Текст]: монографія / Г. В. Шпакова. – К.: Видавничий дім «АртЕк», 2019. – 340 с.
5. Шпакова Г.В. Трансфер циркулярної моделі економіки до будівельної галузі / Шпакова Г. В. // Науковий огляд. 2020. – Вип. №1(64). – С. 19-29.

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