

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІКИ, ДОВКІЛЛЯ ТА СІЛЬСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ
НАУКОВО-ДОСЛІДНА УСТАНОВА «УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-
ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ» (УКРНДІЕП)
КП «САНЕПІДСЕРВІС»
ТОВ НТВК «УКРАЇНА»**



*Навчально-науковий інститут
інженерної та спеціальної підготовки*

*Екологічні виклики та інновації.
Захист довкілля у сучасному світі*

*Матеріали
Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції*

5 листопада 2025 року

*Черкаси
2025*

УДК 504:502.1:37.013:316.77:502.1:355.48(477):331.45:658.382:614.8
Е 45

*Рекомендовано до друку вченою радою
навчально-наукового інституту цивільного захисту
Національного університету цивільного захисту України
(протокол № 2 від 27 жовтня 2025 року)*

*Дозволяється публікація матеріалів збірника у відкритому
доступі комісією з питань роботи із службовою інформацією
у Національному університеті цивільного захисту України
(протокол № 6 від 31 жовтня 2025 року)*

Е 45 Екологічні виклики та інновації. Захист довкілля у сучасному світі:
Матеріали Всеукр. наук.-практ. інтер.-конф., м. Черкаси: НУЦЗ України –
2025. – 292 с.

Матеріали конференції розраховані на інженерно-технічних працівників, фахівців у сфері екологічної безпеки, науково-педагогічних працівників, ад'юнктів, аспірантів, слухачів, студентів та курсантів закладів вищої освіти України, а також представників державних і громадських організацій, діяльність яких пов'язана із захистом довкілля, енергозбереженням, сталим розвитком, безпекою праці та здоров'ям громадян.

УДК 504:502.1:37.013:316.77:502.1:355.48(477):331.45:658.382:614.8

<i>СМИРНОВ О. М.</i>	
УТИЛІЗАЦІЯ ФЗАБ-500 ТА ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ	107
<i>СОКОЛОВ А. О., КУСТОВ М. В.</i>	
АНАЛІЗ СПОСОБІВ ІЗОЛЯЦІЇ РОЗЛИВІВ ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ РІДИН.....	110
<i>ТРЕГУБОВ Д. Г., МАЗУРОВ В. С.</i>	
ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГІЇ МОКРОГО	
ГАСІННЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО КОКСУ	112

Секція 4. Екологічна освіта та культура сталого розвитку

<i>BEZSONNYI V. L.</i>	
ENVIRONMENTAL CERTIFICATION AS A TOOL FOR FORMING A CULTURE	
OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE HOSPITALITY SECTOR OF	
UKRAINE.....	115
<i>ВЛАСЕНКО О. В., НЕСЕН І. О.</i>	
ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ ЧЕРЕЗ ВИКОРИСТАННЯ	
СУЧАСНОЇ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ	
ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ	117
<i>ВНУКОВА Н. В.</i>	
СТВОРЕННЯ СТАЛОЇ ЕКОЛОГООРІЄНТОВАНОЇ МІЖУНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ	
МЕРЕЖІ – ЗАПОРУКА НАДІЙНОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ	119
<i>ГОЛУС В. А., ДАНИЛОВ С. М.</i>	
ЕКОЛОГІЯ ТА ІННОВАЦІЇ В БУДІВНИЦТВІ: РОЗРОБКА НАЦІОНАЛЬНОГО	
СТАНДАРТУ UBREE ЯК АЛЬТЕРНАТИВИ МІЖНАРОДНИМ СИСТЕМАМ.....	121
<i>ДУШКІН С. С.</i>	
ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА ЯК ОСНОВА ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ	
КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ-ЕКОЛОГІВ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО	
РОЗВИТКУ.....	123
<i>ЖОГЛО В. М., БЕЛЮЧЕНКО Д. Ю.</i>	
ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА РЯТУВАЛЬНИКІВ ЯК ФАКТОР ЕКОЛОГІЧНОЇ	
БЕЗПЕКИ В УМОВАХ ВОЄННИХ ВИКЛИКІВ.....	125
<i>ЗАРІЦЬКА К. М., ДЕМЕНТ М. О.</i>	
ЕКОЛОГІЧНА КУЛЬТУРА ЯК СКЛАДОВА ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ	
ФАХІВЦІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ	127
<i>КРУЧИНА В. В., КЛЕСВСЬКА В. Л., МІРОШНИЧЕНКО О. М.</i>	
ПРОВЕДЕННЯ ТЕМАТИЧНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ЯК ШЛЯХ	
ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ.....	129
<i>ЛУЦЕНКО С. М., ЛУЦЕНКО С. В.</i>	
ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В ЕКОЛОГО-	
ГЕОГРАФІЧНІЙ ОСВІТІ В УМОВАХ ВІЙНИ.....	131
<i>НАКЕМПІЙ О. К.</i>	
ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ МОЛОДІ ЯК ОСНОВА	
СТАЛОГО РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА	133

Секція 5. Енергозбереження. Нетрадиційні і відновлювані джерела енергії

<i>АВЛАСЬОНОК К. І., МАСЛОВСЬКИЙ К. С., МАКСИМОВА Н. М.</i>	
ПОШУК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	
ВИРОБНИЦТВА	135
<i>АМІРОВ М. Г., КОЛЕСНИК В. Е.</i>	
ОПЕРАТИВНЕ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛЮДСЬКИХ ПОМІШКАНЬ З	
АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	137

ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГІЇ МОКРОГО ГАСІННЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО КОКСУ

Трегубов Д. Г., д-р. техн. наук, доц.,

Мазуров В. С., курсант,

Національний університет цивільного захисту України

Вагомою галуззю промисловості України є металургійна, яка включає виробництво коксу. Готовий коксовий пиріг з $t \approx 1000^\circ\text{C}$ виштовхують з печі; кокс на повітрі починає горіти, що потребує гасіння. Це здійснюють або подаванням стічної води, або охолоджують кокс негорючим газом з рекуперацією тепла [1, 2]. Під час мокрого гасіння на розжареному коксі частина домішок води руйнується, зменшується її об'єм, частина – потрапляє в атмосферу, ініціюється корозія. Під час сухого гасіння – в атмосферу потрапляють коксовий пил і парникові гази.

Зрошування водою проводять 90 с та стікання води 100 с; витрата води – $5 \text{ м}^3/\text{т}$ коксу, $0,5 \text{ м}^3$ (до 12 %) переходить у пару, формується стік з $t \approx 45^\circ\text{C}$. Якщо змішують стічну і технічну воду, на гасіння йде вода складу, $\text{г}/\text{дм}^3$: SO_4^{2-} – 8,8; аміак зв'язаний – 2,6, летючий – 0,34; Cl^- – 4,4; SCN^- – 1,2; CN^- – 0,2, феноли – 0,8. Після гасіння меншає вміст летючого аміаку у 5 разів, H_2S – у 10, фенолів – у 6 (але 60 % потрапляє у повітря), SCN^- – зростає, хоча для KSCN $t_{\text{розкл.}} = 250^\circ\text{C}$. Тобто значний час вода контактує з коксом з $t < 250^\circ\text{C}$. Тому вміст домішок у воді обмежують, $\text{мг}/\text{дм}^3$: смоли і масла – 100, феноли – 150, SCN^- – 100, H_2S – 10, відсутність лугів, солей хлорвмісних кислот. Стік після гасіння не придатні для зливу у водойми.

Забруднення атмосфери під час гасіння можна зменшити кількома шляхами. Використовують для гасіння чисту технічну воду, але деякі забруднювачі повітря утворюються за реакцій між водою та розжареним коксом: вміст HCN , H_2S і SO_2 у паровій хмарі при гасінні стічною та технічною водою є близьким. Можна йти шляхом зменшення витрати води на гасіння або сповільнення остигання поверхні шматка коксу для більш повного розкладання домішок стічних вод; цього можна досягти: імпульсною подачею; 2-етапною подачею (стічну воду – на розжарений кокс, технічну – на охолоджений). За 2 таких етапи суцільної подачі на 630 кг розжареного коксу йде 945 л води (315 л випаровує), з них 160 л стічної води [3].

Якщо в імпульсі подавати воду 2 с, охолоджується лише поверхня шматка, більша частина води випаровує, домішки руйнуються; меншають термічні напруження, кількість та глибина тріщин у шматку, адсорбція вологи, росте ступінь руйнування фенолів. Після перших імпульсів поверхня шматка ще має $t > 500^\circ\text{C}$. Між імпульсами не виникає вигорання коксу, оскільки газовий простір флегматизує водяна пара [4, 5], причому вона має й охолоджуючу здатність.

За теорією ефективного гасіння пожеж водою вона має пройти 3 етапи [4, 6]: поглинання тепла випаровуванням (50 %), на нагрів рідкого (10 %) і парового (40 %) станів. Середня температура води після мокрого гасіння – 45 °С; прийемо, що вода нагрівається до 100 °С, а пара – до 300 °С. Тоді 1 л води з переходом 10 % у пару поглине: $q_{\text{погл}} = 0,9 \cdot 4,2(45 - 20) + 0,1(4,2(100 - 20) + 2260 + 1,96(300 - 100)) = 393$ кДж тепла, з яких 95 кДж надає вода, що стекла у відстійник. Вода, що встигла перейти у пару, поглинає 265 кДж або 67 %. Максимальна охолоджуюча здатність води: $q_{\text{погл}} = 4,2(100 - 20) + 2260 + 1,96(300 - 100) = 2988$ кДж/л. Тобто стандартне мокре гасіння реалізує 13 % охолоджуючої здатності, з яких 76 % надає випаровування та подальший нагрів пари. За умов повного переходу води у пару витрата води і повний час імпульсів зменшаться у 7,5 разів. Якщо стандартне гасіння – 120 с, то імпульсне без втрат – 16 с, з втратами – оцінимо як 30 с.

Прийемо достатність 2 с подачі води для охолодження поверхні та 5 с паузи для вирівнювання температури шматка зі збереженням флегматизації парою. Перша порція стічної води охолодить поверхню на 25 °С з 950 °С. Тоді імпульсне зрошення «подача-пауза», с: 2-5, 2-6, 2-7, 1-8, 1-9, 1-10, 1-11, 1-12, 1-13, 1-14, 1-15. Час подачі води нерозбавленої стічної води на 1 хв. – 9 с, розбавленої на 2 хв. – 4 с. Через 2 хв. такого гасіння поверхня коксу має $t = 450$ °С, що запобігає швидкому загорянню, але є можливість самозаймання у купі [4, 6]. Тому на 3 етапі, коли температура коксу не забезпечує руйнування домішок, гасіння проводять технічною водою у 6 циклів «подача-пауза» як 1-15 с (96 с). Загальний час гасіння складе 219 с (3,65 хв.), час подавання води – 19 с; усувається необхідність відстоювання. Стандартне гасіння з відстоюванням становить до 190 с (3,2 хв.). Надалі кокс подають на рампу для завершення охолодження та для досушування.

Парогазове окиснення фенолів триває якщо поверхня коксу має $t > 800$ °С. Така умова виконується на 1 етапі гасіння (1 хв. – 7 циклів зрошення водою). За цих температур будуть руйнуватися смоли і масла. На 2 му етапі гасіння йдуть наступні 4 імпульси зрошення по 1 с розбавленим стоком. За цей час надходить 1,7 м³ води, 50 % фенолів переходить у пару; тоді за їх вмісту у воді 0,15 г/дм³ у повітря перейде 128 г, проти 3750 г за звичайного гасіння; викид зменшується у 30 разів. На гасіння 13 т коксу звичайним методом йде 50 м³ води; в імпульсному режимі – 8 м³ води, з яких 4 м³ – ліквідована стічна вода, 2 м³ – розбавлена; 2 м³ – технічна.

Досягається плавне остигання поверхні шматка коксу, підвищення глибини знешкодження домішок стічної води, менші термічні напруження у шматку та більш міцний кокс, зменшення витрати води на гасіння, забруднення атмосфери, вміст вологи й сірки у коксі, утворення шламу, можливо отримати енергетичний ефект у разі спалювання та рекуперації тепла водяного газу першої стадії гасіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Shulga I.V., Miroshnichenko I.V., Ryshchenko I.M., Miroshnichenko D.V. Moisture content of wet-quenched coke. *Coke and Chemistry*. 2019. №62(9). P. 402 – 407.
2. Fidchunov A.L., Vasil'ev Yu. S., Fidchunov L. N., Shulga I. V. On coke burnout and productivity of the USTK. *Coal Chemical Journal*. 2016. № 2. С. 8 –12.
3. Kolomiichenko A.I. at al. Producing Coke of Improved Quality. *Coke and Chemistry*. 2017. № 60. 424 – 428.
4. Трегубов Д., Дадашов І., Мінська Н., Гапон Ю. Чиркіна-Харламова М. Фізико-хімічні основи розвитку та гасіння пожеж горючих рідин. Х.: НУЦЗ України, 2024. 216 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/19111>
5. Трегубов Д. Г., Тарахно О. В., Шаршанов А. Я. Прогноз ефективності флегматизації горючих систем кисневмісними сумішами. *Проблеми пожежної безпеки*. 2015. № 37. С. 228 – 234.
6. Трегубов Д. Г., Мінська Н. В., Гапон Ю. К., Тарахно О. В. Теорія процесів горіння, вибуху та пожежогасіння. Х.: НУЦЗ України, 2024. 422 с.