

УДК 657.6:657.44

DOI <https://doi.org/10.26661/2071-3789-2023-2-10>

**Румянцев Владислав Ростиславович**, доцент, кандидат технічних наук, Запорізький національний університет, ORCID: 0000-0002-4404-3454

**Шарапова Тетяна Анатоліївна**, доцент, кандидат фармацевтичних наук, Запорізький національний університет, ORCID: 0000-0002-9868-5428

**Гнатишак Андрій Русланович**, аспірант, Запорізький національний університет

**Скачков Радіон Олексійович**, здобувач, Національний університет «Запорізька політехніка»

## КРИТЕРІЇ І МЕТОДИКА ОЦІНКИ ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У запропонованій роботі розглянуто критерії оцінки потенційно небезпечних виробничих технологій на прикладі металургійного виробництва. В якості основного критерію запропоновано використання коефіцієнта рівня охорони праці. Для визначення безпеки технологічних процесів (БТП) необхідно брати до уваги нормативні параметри безпеки праці  $B_p$ . Наведені чинники, які впливають на рівень охорони праці. Для визначення рівня безпеки процесів доцільно проводити розрахунки за визначений проміжок часу, при якому технологічний процес протікає без порушення норм безпеки. Особливу увагу приділено оцінці безпеки технологічних процесів. Проаналізовані основні фактори які впливають на безпеку ведення технологічного процесу. Для забезпечення зручності роботи і безпеки працюючих підходять всі пристосування, що не беруть участь в технологічному процесі. Доведено, оптимальним способом підвищення рівня безпеки технологічних процесів є їх механізація та автоматизація.

Ключові слова: безпека, фактори оцінки, металургійне виробництво, охорона праці

*Вступ.* Сучасний підхід до порівняння роботи підприємств окремих галузей промисловості або основних підрозділів підприємства визначається за методикою, що включає більш широку номенклатуру даних: результати атестації робочих місць; паспортизації санітарно-технічного стану цеху та підрозділів, динаміку зміни показників виробничого травматизму і профзахворювань; проведення санітарно-оздоровчих заходів. На основі отриманих результатів визначається об'єднаний коефіцієнт рівня охорони праці [1–3]:

$$K = \frac{(K_c + K_g + K_e)}{C} \quad (1)$$

де  $K_c = C_g/C$  – коефіцієнт рівня виконання правил охорони праці, де  $C_v$  – кількість працівників, що виконують вимоги охорони праці,  $C$  – загальна кількість працюючих;  $K_g = n_{mb}/n_{zaz}$  – коефіцієнт технічної безпеки обладнання, де  $n_{mb}$  – кількість одиниць обладнання, що відповідає вимогам охорони праці і техногенної безпеки,  $n_{zaz}$  – загальна кількість обладнання;  $K_e = m_{cp}/m$  – коефіцієнт виконання планових робіт, де  $m_{cp}$  – кількість виконаних робіт, пов'язаних з охороною праці,  $m$  – кількість запланованих робіт за визначений проміжок часу.

Для визначення  $K_c$  враховують наступні порушення: робота без інструктажу або прострочений термін його проведення; відсутність відповідних інструкцій правил безпеки; робота на обладнанні, яке не пройшло технічний огляд; невідповідність прийомів праці правилам безпеки. При знаходженні  $K_g$  необхідно визначити: недостатність або відсутність технічних засобів безпеки; наявність огорожень, сигналізації, електрозахисту, ручного або автоматичного керування; проведення змін в конструкціях, що не передбачено технічною документацією, тощо. Коефіцієнт  $K_e$  враховує кількість запланованих заходів з охорони праці, включаючи пропозиції колективного договору і адміністрації підприємства, приписи органів, що перевіряють.

Для визначення безпеки технологічних процесів (БТП) необхідно брати до уваги нормативні параметри безпеки праці  $B_p$ :

$$B_p = f(m, p, u, t, V), \quad (2)$$

де  $m$  – маса вхідного матеріалу і готового продукту;  $p$  – тиск;  $u$  – ємність агрегату;  $t$  – температура;  $V$  – швидкість переміщення вантажів шихти, полуфабрикатів, готової продукції [1–3].

Норми параметрів відповідають умовам повної безпеки процесу. Безпека  $B_p$  змінюється від 0 до 1 під впливом трьох основних факторів:

1. Стабільністю параметрів процесу впродовж всього періоду експлуатації агрегату ( $T_i$ ), (рис. 1).

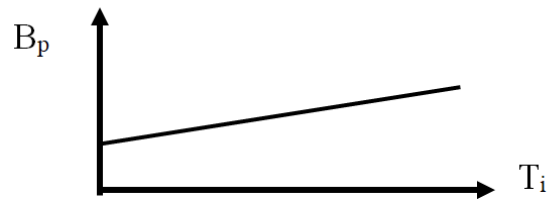


Рисунок 1 – Залежність безпеки від часу експлуатації

Зростання безпеки досягається модернізацією процесу і обладнання.

2. Зносом металургійних агрегатів і зміною його параметрів, (рис. 2). Зміна параметрів розглядається впродовж міжремонтного періоду ( $T_{мп}$ ).

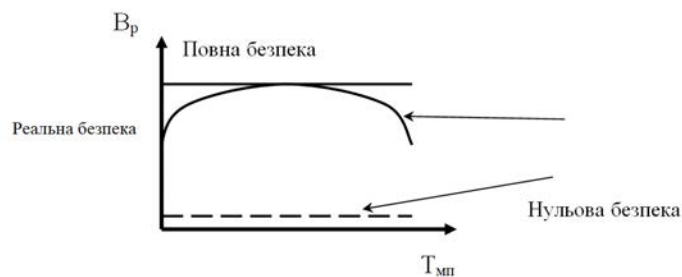


Рисунок 2 – Залежність безпеки від зносу

3. З поступовою зміною параметрів виробничого процесу в період виробничого циклу (рис. 3).

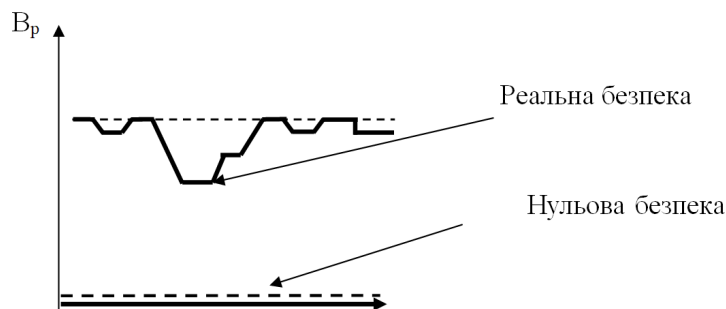


Рисунок 3 – Залежність безпеки процесу від зміни його параметрів

Вивчення статистики порушень технологічних процесів, що призвели до негативних наслідків показує на необхідність дотримання загальних вимог наступних правил:

1. Усунення безпосереднього контакту робітників зі шкідливими вихідними матеріалами.

2. Заміна технологічних процесів й операцій зі шкідливими та небезпечними факторами на операції, де дія цих факторів усунена чи зведена до мінімуму.

3. Застосування комплексної механізації автоматизації в тих випадках, коли дію небезпечних чи шкідливих факторів не можна усунути.

4. Забезпечення надійної герметизації виробничого обладнання.

5. Застосування запобіжних засобів колективного захисту робітників огороження, вентиляція.

6. Перехід від періодичних процесів до безупинних.

7. Своєчасне видалення, знешкодження відходів виробництва.

8. Застосування раціональних режимів праці і відпочинку.

Для визначення рівня безпеки процесів доцільно проводити розрахунки за визначений проміжок часу, при якому технологічний процес протікає без порушення норм безпеки:

$$U_6 = \frac{\sum t_i' + \sum \tau_i' + \sum u_i'}{T}, \quad (3)$$

де  $\sum t_i'$  – загальна тривалість часу з порушенням параметрів безпеки; год.;  $\sum \tau_i'$  – загальна тривалість часу екстремального відключення виробництва, год.;  $\sum u_i'$  – загальна тривалість часу порушення процесу під впливом зовнішніх факторів, год.;  $T$  – час роботи агрегату без зупинки на ремонт, год.

Результати розрахунків різних процесів показують, що безпека підвищується з переходом від виплавки металу до його обробки.

Для оцінки рівня безпеки необхідно користуватись такими припущеннями:

– дуже низький рівень – до 20% (0,2);

– низький – до 50-60% (0,5 – 0,6);

– середній – до 80% (0,8);

– високий – до 90% (0,9);

– дуже високий – до 100% (1).

Використовуючи закордонний досвід, прийнятною безпекою процесів є рівень від 75% (0,75).

Потреби прискорення темпів соціального та економічного розвитку нашої країни, успіхи й досягнення в різних областях науки і техніки обумовили необхідність докорінної перебудови організаційно-економічних і технологічних характеристик виробничої діяльності в напрямку створення динамічних та інтенсивних форм виробництва. Традиційно інтенсифікація виробництва реалізувалася всебічним підвищенням продуктивності машин, устаткування і технологічних процесів. За таких умов, звичайно, зберігається значна частка ручної праці людини, яка в окремих виробництвах перевищує половину витрат.

Радикальним засобом забезпечення безпеки виробничих процесів є механізація та автоматизація. Основною метою механізації є звільнення людини від важких і стомлюючих операцій. Розрізняють часткову і комплексну механізацію. При автоматизації виробництва функції керування і контролю замість людини виконують прилади й автоматизовані пристрої.

Автоматизація виробництва – це вища форма розвитку виробничих процесів, при яких функції управління і контролю, що виконувала людина, передаються приладам і автоматичним засобам. Автоматизація виробництва є основою для підвищення продуктивності праці, покращення якості продукції, нової організації виробничо-технологічного процесу, в основу яких покладаються нові принципи безпеки праці і підвищення загальної культури виробництва [4, 5].

Ступінь механізації й автоматизації процесу визначається за формулою:

$$A = \frac{t_A + t_M}{T_p} \cdot 100, \% , \quad (4)$$

де  $t_A$  і  $t_M$ , час роботи за допомогою автоматизації і механізації;  $T_p$  – загальний час роботи.

Для оцінки безпеки процесу праці необхідно враховувати організацію праці, робочих місць, їх обслуговування і необхідні умови праці. Обслуговування робочого місця полягає в забезпеченні засобами, предметами праці і послугами, необхідними для здійснення трудового процесу. Вимоги до безпеки трудового процесу: праця повинна проходити в умовах нормованих завдань за відсутністю небезпечних і шкідливих виробничих чинників протягом встановленого часу.

Розрахунок рівня безпеки трудового процесу визначається за формулою:

$$U_B'' = 1 - \sum \frac{t_i}{T_p}, \quad (5)$$

де  $\sum t_i$  – загальна тривалість часу виконання трудових операцій за наявності небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

Для забезпечення зручності роботи і безпеки працюючих підходять всі пристосування, що не беруть участь в технологічному процесі. Наприклад, в будівництві, це драбини, трапи, містки, ліси, люльки та ін. при роботах, які виконуються на висоті  $> 1,3$  м. Часто використовують розбірні металеві ліси багатократного застосування, які потрібно встановлювати строго по вертикалі і кріпити до стін будівлі або споруди (рис. 4).

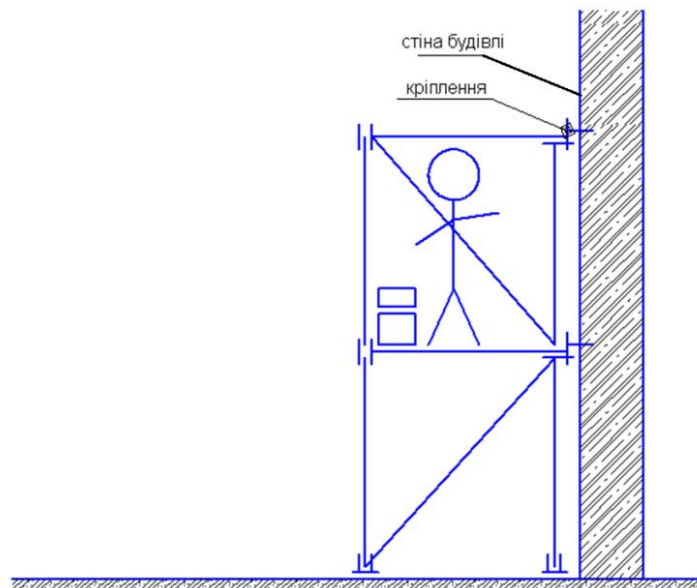


Рисунок 4 – Схема влаштування будівельних лісів

Опори і підвіски настилів повинні мати достатній запас міцності (здійснюється розрахунок на максимальну чисельність працюючих, та матеріал і інструмент, що використовується в роботі). Приклад розрахунку наведено на рисунку 5.

Рівень безпеки і травмо-небезпеки обладнання знаходять за формулою:

$$U_B'' = 1 - \frac{\sum t_i'' + \sum \tau_i''}{T''}, \quad (6)$$

де  $t_i''$ ,  $\tau_i''$  – відповідно, загальна тривалість часу роботи обладнання з порушеннями, при яких виникають небезпечні та шкідливі фактори, і при екстремальних аварійних ситуацій;  $T''$  – міжремонтний період.

Показник підвищеного коефіцієнту безпеки обладнання:

$$\Delta K = 3(1 - K) \frac{1}{100}, \% \quad (7)$$

де 3 – нормована величина зниження безпеки, %; K – досягнутий коефіцієнт технічної безпеки за попередній квартал.

Для сприяння зменшенню впливу на робочих небезпечних і шкідливих факторів застосовуються технічні пристрої. Їх можна розділити на: загороджувальні, блокувальні, запобіжні і засоби сигналізації.

Загороджувальні пристрої являють собою фізичну перешкоду між людиною і небезпечним шкідливим фактором (кожухи, щити, екрани та ін.). До них відносять обмежувальні і захисні пристрої.

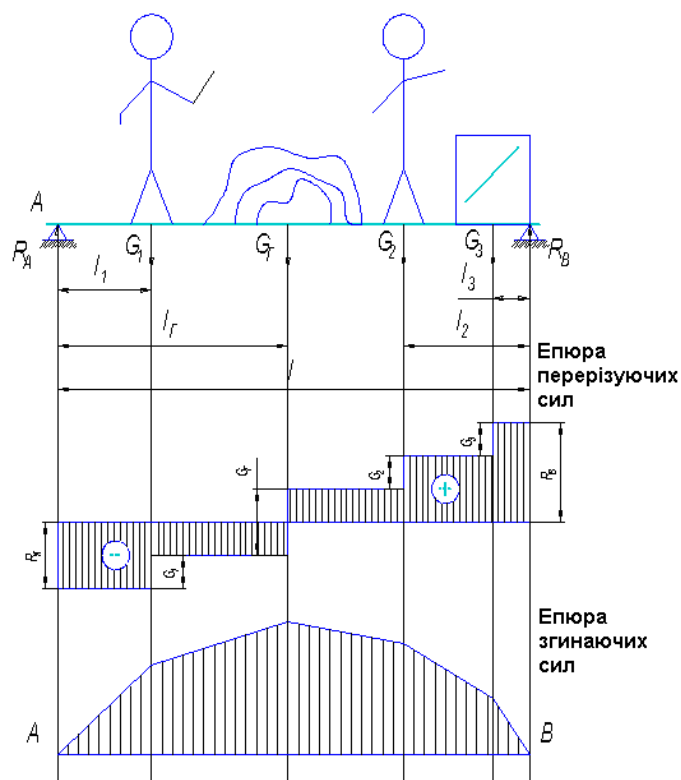


Рисунок 5 – Розрахунок навантаження настилу  
 $G_1$ ;  $G_2$  – вага працюючих;  $G_3$  – вага інструменту;  $G_A$  – вага вантажу

### Бібліографічний перелік

1. Куріс Ю. В., Тарасов В. К., Банах А. В. Соціально-психологічні засади виробничої діяльності. Гуманітарний вісник Запорізької державної інженерної академії. Запоріжжя : ЗДІА, 2017. Вип. 68. С. 216-222.
2. Тарасов В. К., Румянцев В. Р., Новокщона О. В., Ткаліч І. О. Розробка заходів покращення умов праці при виробництві чавуну. Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія : Економічні науки, 2018. № 2. С. 82-90.
3. Сушенко А. В. Ресурсозбереження і екологія конвертерного виробництва сталі. Вісник Приазовського державного технічного університету. Маріуполь : ПДТУ, 2004. Вип. 14. С. 341-346.
4. Тарасов В. К., Воденніков О. С., Воденнікова Л. В. Дослідження раціональних засобів техногенної безпеки киснево-конвертерного процесу. Міжнародна науково-практична конференція «Розвиток промисловості та суспільства». Кривий Ріг : КНУ, 2021. С. 13.
5. Воденніков С.А., Тарасов В.К., Воденнікова О.С. Аналіз проблем підвищення якості графітових електродів дугових електропечей. Системи технічного надзору в технології гірничо-металургійного виробництва. Академічний вісник. Дніпро, 2007. № 19. С. 17-19.

### References

1. Kuris Yu. V., Tarasov V. K., Banakh A. V. Social and psychological principles of industrial activity. Humanitarian Bulletin of Zaporizhzhya State Engineering Academy. Zaporizhzhia: ZDIA, 2017. Issue 68. P. 216-222.
2. Tarasov V. K., Rumyantsev V. R., Novokshchonova O. V., Tkalic I. O. Development of measures to improve working conditions in the production of cast iron. Bulletin of the Kyiv National University of Technology and Design. Series: Economic Sciences, 2018. No. 2. P. 82-90.
3. Sushenko A. V. Resource conservation and ecology of converter steel production. Bulletin of the Azov State Technical University. Mariupol: PDTU, 2004. Issue 14. P. 341-346.
4. Tarasov V. K., Vodennikov O. S., Vodennikova L. V. Research of rational means of man-made safety of the oxygen-converter process. International Scientific and Practical Conference "Development of Industry and Society". Kryvyi Rih: KNU, 2021. P. 13.

5. Vodennikov S.A., Tarasov V.K., Vodennikova O.S.. Analysis of the problems of improving the quality of graphite electrodes of electric arc furnaces. Systems of technical supervision in the technology of mining and metallurgical production. Academic Bulletin. Dnipro, 2007. No. 19. P. 17-19.

**Rumyantsev Vladislav**, associate professor, candidate of technical sciences, Zaporizhzhia national university, ORCID: 0000-0002-4404-3454

**Tatiana Sharapova**, associate professor, candidate of pharmaceutical sciences, Zaporizhzhia national university, ORCID: 0000-0002-9868-5428

**Hnatyshak Andriy**, graduate student, Zaporizhzhia national university

**Skachkov Radion**, student, National university "Zaporizhzhia polytechnic"

### **CRITERIA AND METHODOLOGY FOR EVALUATING POTENTIALLY DANGEROUS PRODUCTION TECHNOLOGIES**

The proposed work examines the criteria for evaluating potentially hazardous production technologies on the example of metallurgical production. The main criterion is proposed to use the coefficient of labor protection. To determine the safety of technological processes (BTP), it is necessary to take into account the normative parameters of labor safety BP. Factors affecting the level of labor protection are given. To determine the level of safety of processes, it is advisable to carry out calculations for a certain period of time, during which the technological process proceeds without violating safety standards. Special attention is paid to the safety assessment of technological processes. The main factors affecting the safety of the technological process are analyzed. All devices that do not participate in the technological process are suitable for ensuring the convenience of work and the safety of workers. It has been proven that the optimal way to increase the safety level of technological processes is their mechanization and automation.

Key words: safety, evaluation factors, metallurgical production, labor protection.

Стаття надійшла до редакції 23.10.2023 р.