

УДК 622.445

<https://doi.org/10.31474/1999-981X-2025-1-127-133>

Л.Л. Бачурін
Я.П. Бачуріна
С.В. Подкопаєв

ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ПІДЗЕМНИХ ДОПОМІЖНИХ ВЕНТИЛЯТОРНИХ УСТАНОВОК У ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ*

Мета. Визначити обмеження, що заважають використовувати підземні допоміжні вентилятори на вугільних шахтах України. Запропонувати зміни до регуляторних актів в галузі безпеки праці стосовно можливості застосування у вугільних шахтах підземних допоміжних вентиляторів.

Методика. Для обґрунтування запропонованих змін проаналізовано поточний стан проблеми за досвідом інших країн, призначення та ключові переваги підземних допоміжних вентиляторів, особливості нормативного регулювання їхнього застосування в Україні та за кордоном.

Результати. Продемонстровано, що попри поширені застереження щодо безпеки експлуатації підземних допоміжних вентиляторів у вугільних шахтах, у багатьох вугледобувних країнах їх використання у вугільних шахтах не є забороненим, хоча і певною мірою обмеженим. В деяких країнах за останні десятиріччя знято заборону на застосування підземних допоміжних вентиляторів, яка існувала до того — як наслідок вдосконалення технічних рішень та поширення позитивного досвіду використання підземних допоміжних вентиляторів в інших країнах. В Україні застосування підземних допоміжних вентиляторів у вугільних шахтах стало максимально обмеженим внаслідок змін у Правилах безпеки у вугільних шахтах та виникнення суперечності у регуляторних актах. З огляду на позитивний досвід використання підземних допоміжних вентиляторів в шахтах України та інших країн, запропоновано внести зміни до регуляторних актів, що стосуються безпеки ведення гірничих робіт та провітрювання вугільних шахт для відновлення можливості застосування підземних допоміжних вентиляторів.

Практичне значення. Наведено пропозиції щодо необхідності належного нормативного врегулювання можливості застосування підземних допоміжних вентиляторів у вугільних шахтах України, з урахуванням переваг, які вони забезпечують, та застережень з точки зору їхньої безпечної експлуатації. Використання підземних допоміжних вентиляторів у вугільних шахтах України може бути засобом суттєвої економії та підвищення ефективності вентиляції шахт з тривалим терміном експлуатації діючих головних вентиляційних установок.

Ключові слова: вентиляція шахт, підземні допоміжні вентилятори, вугільні шахти

На сучасних вугільних шахтах головним споживачем електроенергії (до 40% загального споживання [1]) є вентилятори головного провітрювання (ВГП), які забезпечують переміщення від 8...12 т (на провідних шахтах) до 60...70 т повітря на 1 т видобутого вугілля [2]. Споживання електроенергії сягає 75 кВт-год./т.д.в. та вище, або десятків мільйонів кВт-годин на рік.

Із збільшенням глибини ведення гірничих робіт, віддаленням виймальних ділянок від вентиляційних та повітроподавальних стволів, збільшенням загальної протяжності підземних гірничих виробок зростає депресія, яку мають забезпечувати ВГП. Чинними Правилами технічної експлуатації (ПТЕ) депресія обмежується на рівні 450 даПа, але на діючих шахтах непоодинокі випадки перевищення цієї межі внаслідок погіршення стану підтримуваних виробок, у зв'язку з необхідністю збільшення подачі повітря із зростанням метановиділення, через понаднормові витрати повітря та інші

причини. ПТЕ для умов глибоких шахт, надкатегорійних за метаном та небезпечних за раптовими викидами вугілля та газу передбачають можливість збільшення максимальної депресії до 800 даПа, але лише за умови, що пласти не схильні до самозаймання [3].

Зі збільшенням депресії зростають витрати повітря. Зокрема, підсоси повітря з поверхні для ВГП, встановлених на скіпових стволах, можуть сягати 50% їх фактичної подачі. Зростають витрати і через підземні вентиляційні споруди, погашувані виробки та вироблені простори [1, 2]. Великий відсоток витрат призводить до необхідності збільшення продуктивності ВГП для забезпечення надходження в шахту потрібної кількості повітря.

Збільшення продуктивності та/або тиску вентилятора призводить до прогресивного зростання енерговитрат, оскільки потужність вентилятора (N , кВт) та витрати електроенергії (W , кВт) при збільшенні подачі повітря (Q , м³/с) та тиску

(Н, даПа) зростають нелінійно [4]:

$$\begin{aligned} W &\propto N \propto Q^3, \\ W &\propto N \propto H^{3/2}. \end{aligned} \quad (1)$$

Пропорційні співвідношення (1) впливають із формул для визначення потужності на валу вентилятора (2), витрат електроенергії вентилятором (3) та закону аеродинамічного опору для турбулентного режиму руху повітря (4):

$$N = \frac{QH}{102\eta_e}, \quad (2)$$

$$W = \frac{QHnT}{102\eta_e\eta_p\eta_m}, \quad (3)$$

$$H = RQ^2, \quad (4)$$

де $\bar{H}$ – середній тиск вентилятора протягом року, даПа; η_e – ККД вентилятора; η_p – ККД регулювання роботи вентилятора; η_m – ККД електричної мережі; n – кількість годин роботи вентилятора протягом доби; T – кількість днів роботи протягом року.

Оскільки провітрювання шахти має здійснюватися постійно ($n = 24$, $T = 365$), витрата електроенергії на роботу ВГП протягом року дорівнює

$$W = 85,88 \frac{QH}{\eta_e\eta_p\eta_m}. \quad (5)$$

Внаслідок того, що ВГП не завжди мають достатню глибину регулювання, щоб забезпечити відповідний режим провітрювання віддалених ділянок шахтного поля в міру зростання мережі гірничих виробок протягом всього періоду експлуатації шахти, при значних термінах відпрацювання запасів та вичерпанні можливостей інтенсифікації роботи ВГП виникає необхідність або у заміні вентилятора, або у проходженні додаткових стволів і свердловин, підземних вентиляційних виробок. За неможливості реконструкції вентиляційної схеми шахти або заміни ВГП на більш потужний, його ККД протягом тривалого часу залишається неоптимальним, що характерно для всіх випадків, коли з тих чи інших причин

неможливо точно відрегулювати режим роботи вентилятора відповідно до параметрів вентиляційної мережі [4, 5]. Фактично, з урахуванням умов безпеки навіть у обладнаних регульованим електроприводом вентиляторних установках головного провітрювання режим роботи вентилятора змінюється протягом року лічені рази [1]. Тривала робота з низьким ККД, подекуди — за межами зони промислового використання ВГП, є одним із факторів високого споживання електроенергії.

Заміна ВГП на більш потужний потребує суттєвих капіталовкладень та призводить до зростання експлуатаційних витрат. Для прикладу можна порівняти основні характеристики деяких відцентрових ВГП серії ВЦД (таблиця 1): в разі заміни вентилятора ВЦД-31,5М на ВЦД-47,5У споживання електроенергії зростає майже втричі — при зростанні продуктивності в 2–2,5 рази, а тиску в 1,5 рази. Заміна вентилятора ВЦД-16 на ВЦД-31,5М є ще більш наочною: потужність вентилятора зростає в 5 разів — при зростанні продуктивності в 4 рази та тиску майже в 1,6 рази. Втім, варто зазначити, що заміна ВГП першого покоління на ВГП третього покоління з частотним регулюванням і більш високим ККД дозволяє зменшити енергоспоживання [1], якщо йдеться про модернізацію вентиляторної установки головного провітрювання без масштабування (збільшення подачі та/або тиску).

Таблиця 1 – Характеристики відцентрових вентиляторів головного провітрювання

Вентилятор	ВЦД-16	ВЦД-31,5М	ВЦД-47У*
Потужність, кВт	250	1250	3050–4000
Продуктивність, м³/с	50	200	400–510
Тиск, даПа	313	495	600–750

*) наведені діапазони характеристик, які охоплюють декілька модифікацій

В таких умовах одним з найбільш перспективних, порівняно недорогих та економічних, швидковпроваджуваних способів вдосконалення вентиляції, забезпечення високої безпеки ведення гірничих робіт є застосування підземних допоміжних вентиляторів (ПДВ) [6]. ПДВ встановлюється аеродинамічно послідовно із

ВГП, але не має фізичного зв'язку з ним. ПДВ забезпечують збільшення подавання повітря в шахту, регулювання розподілу повітря у гілках вентиляційної мережі, зниження витоків повітря, зниження депресії, покращення провітрювання віддалених ділянок шахтного поля.

Максимальний ефект встановлення ПДВ, коли йдеться про збільшення кількості повітря, досягається при їх встановленні на ділянках із максимальною депресією, у виробках, якими прямує більша частина вентиляційного струменю шахти або її великої частини.

Застосування ПДВ у світі поширене на металевих і неметалевих рудниках, антрацитових шахтах. Позитивний досвід використання ПДВ сприяв поширенню застосування ПДВ у вугільних шахтах, в тому числі через регуляторні зміни [7]. ПДВ застосовуються у вугільних шахтах в Австралії, Канаді, Польщі, Південній Африці, Японії, Індії, Китаї та інших країнах [8, 9]. У Великій Британії до припинення підземного видобутку вугілля ПДВ використовувалися і на вельми газонасних шахтах (з відносним метановиділенням понад 25 м³/т.д.в.) [10]. Серійно випускаються спеціалізовані підземні допоміжні вентилятори (англ. *booster fan*) з широким діапазоном характеристик [11], призначені, серед іншого, і для роботи у вугільних шахтах. Приклади сучасних ПДВ показано на рис. 1.

Прямо заборонене використання ПДВ у вугільних шахтах США (окрім антрацитових) через побоювання щодо неконтрольованої рециркуляції повітря та збільшення витоків, що пов'язано із особливостями планування мережі гірничих виробок та використовуваних способів підготовки шахтного поля з численними паралельними виробками. Інше застереження, щодо неможливості належним чином контролювати роботу підземної допоміжної вентиляторної установки з поверхні, що може призвести до ненормальних умов рециркуляції або інших потенційно небезпечних ситуацій [12], яке вплинуло на ухвалення такого обмеження, на сьогодні, очевидно, є неактуальним. Використання ПДВ у вугільних шахтах США є предметом дискусій майже сторіччя [13, 14] і останніми десятиріччями активно досліджується, зокрема Національним

інститутом охорони праці (National Institute for Occupational Safety and Health). Наприклад, в рамках дослідження [10], проведеного у США з метою продемонструвати переваги застосування ПДВ у вугільних шахтах, детально проаналізований досвід Австралії та Великої Британії, відмінності у нормативному регулюванні та технічній реалізації; на прикладі шахти Highland Mine #9, яка розробляє вугілля довгими очисними вибоями, продемонстровано наочний економічний ефект (таблиця 2).



Рис. 1. Підземні допоміжні вентилятори: зверху — мобільний; знизу — стаціонарний. (Фото: Howden / Minetek).

Таблиця 2 – Робочі параметри головних вентиляційних установок на прикладі Highland Mine #9 [10]

Варіант	Вентилятор	Q, м ³ /с	H, даПа	N, кВт
1 (базовий)	ВГП	200	224	448
2 (1 ПДВ)	ВГП ПДВ	180 150	137 57	332
3 (2 ПДВ)	ВГП ПДВ1 ПДВ2	150 95 65	100 50 50	230

Як видно із наведеної таблиці, встановлення одного ПДВ на магістральній вентиляційній виробці, через яку надходить відпрацьоване повітря до вентиляційного ствола, крім збільшення подачі повітря в

шахту та зменшення депресії, зменшує сумарну потужність задіяних вентиляторів з 448 до 332 кВт. Встановлення двох ПДВ — на виробках, якими відводиться відпрацьоване повітря з крил шахти — зменшує сумарну потужність задіяних вентиляторів з 448 до 230 кВт. В основі цього ефекту, власне, згадані раніше співвідношення (1)–(5).

Досвід застосування ПДВ є на понад 20 вугільних шахтах України [6]. Але на сьогодні у вітчизняних умовах застосування ПДВ у вугільних шахтах фактично обмежується відсутністю нормативної бази та суперечностями у регуляторних актах, що, як правило, інтерпретується тотожно забороні.

Чинні Правила безпеки у вугільних шахтах [15] допускають тимчасове (до трьох років) використання «допоміжних вентиляторних установок» у підземних гірничих виробках в разі реконструкції шахти або вентиляційної мережі, за згодою з територіальним органом гірничого нагляду та за умови дотримання відповідних рекомендацій спеціалізованих галузевих інститутів на підставі НДР та з ДВГРС (пп. 1 п. 3 розділу VI [15]). Для шахт, небезпечних за газом, застосування ПДВ взагалі неприпустиме (пп. 2 п. 3 розділу VI [15]). Також за визначенням, наведеним у ПБ, застосування «допоміжних вентиляторних установок» обмежується обслуговуванням очисного вибою з прилеглими до нього підготовчими виробками і відокремленим провітрюванням камер (п. 8 розділу II [15]).

У попередній редакції ПБ [16] було зазначено, що «розміщення допоміжних вентиляторних установок у підземних гірничих виробках допускається тільки з дозволу територіального органу Держнаглядохоронпраці України» (п. 3.3.1), але їх термін служби все одно обмежувався трьома роками (п. 3.3.2).

Настанова з проєктування вентиляції вугільних шахт [17] також не містить норм чи рекомендацій щодо застосування ПДВ. Розробка відповідного нормативного документа здійснювалася ДонВУГІ [18], але не була завершена впровадженням.

Водночас, використання ПДВ прямо передбачене п. 9.4 Правил технічної експлуатації шахт [3], затверджених у період внесення змін до ПБ.

Як наслідок, досвід застосування ПДВ на вугільних шахтах України обмежується здебільшого періодом дії попередніх (до 2005-го року) редакцій ПБ. Зокрема, у роботі [6] наведено «кейси» застосування ПДВ на шахті ім. Кірова (у період з 1978 по 1983 рр.) та на шахті ім. Челюскінців (теж наприкінці 70-х – на початку 80-х років ХХ ст.).

Також варто звернути увагу на п. 9.1.3 ПТЕ, який допускає застосування нагнітального способу провітрювання на негзових шахтах, шахтах I–II категорії за метаном у разі розробки перших горизонтів, та нагнітально-втяжний спосіб провітрювання — при розробці пластів, схильних до самозаймання, і великому аеродинамічному опорі мережі виробок. В таких умовах використання підземних допоміжних вентиляторних установок в ролі головних могло б стати дієвим рішенням щодо усунення шумового забруднення при розташуванні повітроподавальних стволів поблизу населених пунктів (або в їхніх межах) [19].

З огляду на вищезазначене, вважаємо, що з урахуванням багатого досвіду застосування ПДВ на вугільних шахтах, напрацьованого за останні десятиріччя у провідних вугледобувних країнах, який відображений, зокрема, у відповідних керівних настановах та рекомендаціях [20], впровадження ПДВ в практику вентиляції вугільних шахт України може бути засобом суттєвої економії та підвищення ефективності вентиляції шахт з тривалим терміном експлуатації діючих головних вентиляційних установок. Для цього необхідно:

- узгодити зміст норм ПБ з п. 9.4 ПТЕ — із збереженням вимог щодо розміщення ПДВ у підземних виробках виключно за спеціальним проєктом, розробленим проєктною організацією за узгодженням з територіальними органами Державної служби України з питань праці;

- уточнити визначення ПДВ у ПБ: «Підземними допоміжними вентиляторними називаються установки, розміщені в гірничих виробках, які працюють спільно з вентилятором головного провітрювання», без встановлення обмежень щодо тимчасового використання; для розрізнення із допоміжними вентиляторними установками, що згадуються у поточній редакції ПБ, можна використати термін

«підземні допоміжні вентилятори головного провітрювання» (за аналогією з Правилами безпеки під час розробки родовищ рудних та нерудних корисних копалин підземним способом [21]);

– ініціювати оновлення та доповнення Настанови із проєктування вентиляції вугільних шахт стосовно питань проєктування провітрювання вугільних шахт з використанням ПДВ (на основі раніше виконаних НДР галузевих науково-дослідних організацій).

Список літератури

1. Вентиляторы главного проветривания и общешахтная вентиляция: контроль и управление / Ю. П. Жуков и др. *Уголь Украины*. 2011. № 12. С. 23–27.
2. Балов С. В., Гатаулин Н. Н., Озеркин Ю. М. Основные направления энергосберегающего проветривания шахт. *Уголь Украины*. 2016. № 4–5. С. 27–32.
3. Правила технічної експлуатації вугільних шахт : СОУ 10.1-00185790-002-2005. Київ : Мінвуглепром України, 2006. 353 с.
4. Cory W. Fans & ventilation: A practical guide. Elsevier, 2010. 424 p.
5. Evaluating the impact of auxiliary fan practices on localised subsurface ventilation / D. J. de Villiers et al. *International Journal of Mining Science and Technology*. 2019. Vol. 29, no. 6. P. 933–941. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2019.02.008>
6. Балов С. В., Гатаулин Н. Н., Озеркин Ю. М. Размещение подземных вспомогательных вентиляторов в вентиляционной сети шахт. *Уголь Украины*. 2016. Т. 3. С. 33–43.
7. Brake D. J., Nixon C. A. Design and operational aspects in the use of booster, circuit and auxiliary fan systems. *Proceedings of the 11th U.S./North American Mine Ventilation Symposium*. 2006. P. 543–553.
8. The integration of the ventilation networks of the North Selby and Stillingfleet mines of the Selby Complex / S. Jobling et al. *Proc. Of the 7th International Mine Ventilation Congress* : Proc., Krakow, 17–22 June 2001 / ed. by S. Wasilewski. Katowice, 2001. P. 823–829.
9. Gillies A. D. S., Calizaya F. Use of underground booster fans in foreign prominent coal mining countries compared with the ban in the United States. *Proc. of 14th United States/North American Mine Ventilation Symposium, 2012* / ed. by F. Calizaya, A. Nelson. 2012. P. 475–480.
10. Calizaya F. Utilization of Booster Fans in Underground Coal Mines. Final Report. Salt Lake City : University of Utah Mining Engineering Department, 2014. 120 p.
11. Brake D., Nixon T. Current trends and future opportunities in underground hardrock ventilation practices. *Ninth Underground Operators Conference*. 2005. P. 403–408.
12. Kennedy W. R. Practical Mine Ventilation. Chicago : Intertec, 1999. 612 p.
13. Smith H. I. Use, And Dangers Of Booster And Auxiliary Fans As Applied To Coal Mine Ventilation. *AIME Transactions, New York Meeting*. 1927. Vol. 75. P. 629–641.
14. Martikainen A. L., Taylor C. D. Breaking the ice on the booster fan dilemma in US underground coal mines. *Mining Engineering*. 2010. Vol. 62, no. 10. P. 47–53.
15. Правила безпеки у вугільних шахтах : НПАОП 10.0-1.01-10 : Наказ Держ. ком. України з пром. безпеки, охорони пр. та гірн. нагляду від 22.03.2010 № 62 : станом на 2 черв. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0398-10#Text>
16. Правила безпеки у вугільних шахтах : НПАОП 10.0-1.01-05 : Наказ Держ. ком. України з нагляду за охорон. пр. від 16.11.2004 № 257 : станом на 5 лип. 2010 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0327-05#Text>
17. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт : НПАОП 10.0-7.08-93. Київ : Основа, 1994. 312 с.
18. Технология проветривания шахт с применением подземных вспомогательных вентиляторов: разраб. норматив. документа: отчет о НИР (промежуточ.) / рук. А. Лепихов. Донецк : ДонУГИ, 1999. 33 с.
19. De Souza E., Penner K. Underground booster fan placement strategies. *CIM Journal*. 2020. Vol. 11, no. 4. P. 266–273. URL: <https://doi.org/10.1080/19236026.2020.1828730>
20. Technical reference guide: Main fans, booster fans and auxiliary fans in underground coal mines. Replaces MDG 3 Main, booster and auxiliary fans in underground coal mines ; effective from 2021-11-01. Official edition. NSW Resources Regulator, 2021. 53 p.
21. Правила безпеки під час розробки родовищ рудних та нерудних корисних копалин підземним способом : НПАОП 0.00-1.77-16 : Наказ М-ва соц. політики України від 23.12.2016 № 257 : станом на 2 черв. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0129-17#Text>

References

1. Zhukov, Yu. P., Boronin, V. F., Babyr, V. I., & Mironov, V. N. (2011). Ventilyatory glavnogo provetrivaniya i obshcheshakhtnaya ventilyatsiya: kontrol i upravleniye. *Ugol Ukrainy*, (12), 23–27. (in Russian)
2. Balov, S. V., Gataullin, N. N., & Ozerkin, Yu. M. (2016). Osnovnyye napravleniya energosberegayushchego provetrivaniya shakht. *Ugol Ukrainy*, (4-5), 27–32. (in Russian)
3. *Pravyla tekhnichnoi ekspluatatsii vuhilnykh shakht. (2006)*. Minvuhleprom Ukrainy. (in Ukrainian)
4. Cory, W. (2010). *Fans & ventilation: A practical guide*. Elsevier. (Оригінал опубліковано 2005 р.)
5. de Villiers, D. J., Mathews, M. J., Maré, P., Kleingeld, M., & Arndt, D. (2019). Evaluating the impact of auxiliary fan practices on localised subsurface ventilation. *International Journal of Mining Science and Technology*, 29(6), 933–941. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2019.02.008>
6. Balov, S. V., Gataullin, N. N., & Ozerkin, Yu. M. (2016). Razmeshcheniye podzemnykh vspomogatelnykh ventilyatorov v ventilyatsionnoy seti shakht. *Ugol Ukrainy*, 3, 33–43. (in Russian)

7. Brake, D. J., & Nixon, C. A. (2006). Design and operational aspects in the use of booster, circuit and auxiliary fan systems. *Y Proceedings of the 11th U.S./North American Mine Ventilation Symposium* (c. 543–553). <https://doi.org/10.1201/9781439833391.ch76>
8. Jobling, S., Yates, C., Lowndes, I. S., & Yang, Z. Y. (2001). The integration of the ventilation networks of the North Selby and Stillingfleet mines of the Selby Complex. *Y S. Wasilewski (Ред.), Proc. Of the 7th International Mine Ventilation Congress* (c. 823–829). EMAG.
9. Gillies, A. D. S., & Calizaya, F. (2012). Use of underground booster fans in foreign prominent coal mining countries compared with the ban in the United States. *Y F. Calizaya & A. Nelson (Ред.), Proc. of 14th United States/North American Mine Ventilation Symposium, 2012* (c. 475–480).
10. Calizaya, F. (2014). *Utilization of Booster Fans in Underground Coal Mines. Final Report* (Contract No. 200-2009-30328). University of Utah Mining Engineering Department.
11. Brake, D., & Nixon, T. (2005). Current trends and future opportunities in underground hardrock ventilation practices. *Y Underground Operators Conference*.
12. Kennedy, W. R. (1999). *Practical Mine Ventilation*. Intertec.
13. Smith, H. I. (1927). Use, And Dangers Of Booster And Auxiliary Fans As Applied To Coal Mine Ventilation. *AIME Transactions, New York Meeting*, 75, 629–641.
14. Martikainen, A. L., & Taylor, C. D. (2010). Breaking the ice on the booster fan dilemma in US underground coal mines. *Mining Engineering*, 62(10), 47–53.
15. Pravyla bezpeky u vuhilnykh shakhtakh : NPAOP 10.0-1.01-10, Nakaz Derzh. komitetu Ukrainy z prom. bezpeky, okhorony pratsi ta hirmnychoho nahliadu № 62 (2023) (Ukraine). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0398-10#Text> (in Ukrainian)
16. Pravyla bezpeky u vuhilnykh shakhtakh : NPAOP 10.0-1.01-05, Nakaz Derzh. komitetu Ukrainy z nahliadu za okhoronoiu pratsi № 257 (2010) (Ukraine). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0327-05#Text> (in Ukrainian)
17. *Rukovodstvo po proyektirovaniyu ventilyatsii ugolnykh shakht*. (1994). Osnova. (in russian)
18. *Tekhnologiya provetrivaniya shakht s primeneniym podzemnykh vspomogatelnykh ventilyatorov: razrab. normativ. dokumenta: otchet o NIR (promezhutoch.)* (№ GR 0199U001409. Inv. № 2219903440). (1999). DonUGI. (in russian)
19. De Souza, E., & Penner, K. (2020). Underground booster fan placement strategies. *CIM Journal*, 11(4), 266–273. <https://doi.org/10.1080/19236026.2020.1828730>
20. State of New South Wales. (2021). *Technical reference guide: Main fans, booster fans and auxiliary fans in underground coal mines*. NSW Resources Regulator.
21. *Pravyla bezpeky pid chas rozrobky rodovyshch rudnykh ta nerudnykh korysnykh kopalyn pidzemnym sposobom : NPAOP 0.00-1.77-16, Nakaz Ministerstva sotsialnoi polityky Ukrainy № 257 (2023)* (Ukraine). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0129-17#Text> (in Ukrainian)

Надійшла до редакції 06.05.2025

Рецензент д-р. техн. наук, проф. Олександр КІПКО

Бачурін Леонід Леонідович — кандидат технічних наук, доцент кафедри управління гірничим виробництвом і охорона праці ДВНЗ «Донецький національний технічний університет» (вул. Шевченка, 9, м. Дрогобич, Львівська обл., 82100, Україна).

E-mail: leonid.bachurin@donntu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2513-7284>

Бачуріна Ярослава Павлівна — старший викладач кафедри управління гірничим виробництвом і охорона праці ДВНЗ «Донецький національний технічний університет» (вул. Шевченка, 9, м. Дрогобич, Львівська обл., 82100, Україна).

E-mail: yaroslava.bachurina@donntu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6964-040X>

Подкопаєв Сергій Вікторович — доктор технічних наук, професор кафедри управління гірничим виробництвом і охорона праці ДВНЗ «Донецький національний технічний університет» (вул. Шевченка, 9, м. Дрогобич, Львівська обл., 82100, Україна).

E-mail: serhii.podkopaiev@donntu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6051-4719>

ON THE USE OF UNDERGROUND BOOSTER FANS IN COAL MINES (FOR DISCUSSION)

Purpose. To identify the limitations that prevent the use of underground booster fans in Ukrainian coal mines and to propose amendments to labor safety regulations that would allow for their use in such mines.

Method. To substantiate the proposed changes, we analyzed the current state of the issue by examining international experience, the purpose and key advantages of underground auxiliary fans, as well as the regulatory framework governing their use in Ukraine and abroad.

Results. The analysis demonstrates that, despite widespread safety concerns regarding underground booster fans in coal mines, their use is not prohibited in most coal-mining countries—with few exceptions—although it may be subject to certain limitations. In some countries, previous bans have been lifted in recent decades due to advancements in technical solutions and the accumulation of positive international experience with such fans. In Ukraine, the use of underground booster

fans has become virtually impossible as a result of amendments to the Coal Mine Safety Rules and inconsistencies within relevant regulatory acts. Given the positive track record of underground booster fans in Ukraine and abroad, it is recommended to revise regulatory acts related to mining safety and coal mine ventilation to re-enable their use.

Practical Significance. *Proposals are presented regarding the need to introduce appropriate regulatory changes that would enable the use of underground auxiliary fans in Ukrainian coal mines, taking into account the benefits they offer, and the safety concerns related to their operation. The use of underground booster fans in Ukrainian coal mines could significantly reduce costs and enhance ventilation efficiency, particularly in mines where existing main ventilation units have been in operation for an extended period.*

Keywords: *mine ventilation, underground booster fans, coal mines*

Leonid Bachurin — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mining Management and Labor Protection, Donetsk National Technical University (9 Shevchenko Str., Drohobych, Lviv Oblast, 82100, Ukraine).

E-mail: leonid.bachurin@donntu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2513-7284>

Yaroslava Bachurina — Senior Lecturer at the Department of Mining Management and Labor Protection, Donetsk National Technical University (9 Shevchenko Str., Drohobych, Lviv Oblast, 82100, Ukraine).

E-mail: yaroslava.bachurina@donntu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6964-040X>

Serhii Podkopaiev — Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Mining Management and Labor Protection, Donetsk National Technical University (9 Shevchenko Str., Drohobych, Lviv Oblast, 82100, Ukraine).

E-mail: serhii.podkopaiev@donntu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6051-4719>