

**О.В. Козар**

(Україна, Дніпропетровськ, Національний гірничий університет)

## ДО ПИТАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АКУМУЛЮЮЧИХ ВУГІЛЬНИХ БУНКЕРІВ

**Постанова задачі.** Конвеєри на гірничих підприємствах України є і будуть залишатися основним видом транспорту для доставки вугілля. На фоні істотних переваг перед іншими видами транспорту у них існують і недоліки, які пов'язані з технологічним процесом видобутку вугілля. У першу чергу, це непродуктивні витрати електроенергії, що є наслідком нерівномірного вуглепотокку, який надходить з видобувних ділянок, та просторового розміщення гірничих виробок, що динамічно змінюється за ходом протікання технологічного процесу. Відомо достатньо заходів щодо боротьби з холостим ходом та неповним завантаженням конвеєрів, але вони не мають широко застосування на вугільних шахтах. Пов'язано це з малим фінансуванням енергозберігаючих заходів та небажанням упроваджувати інноваційні рішення. Наприклад, застосування вугільних бункерів на шахтах обмежується будівництвом накопичувального бункера на головному підйомі. Іноді бункер розміщується на перепаді висот (якщо це дозволяють гірничо-геологічні умови), на сполученні гірничих виробок, і тоді він виконує роль усереднюючого або аварійного. Таким чином, застосування вугільного бункера на шахті необхідне для забезпечення безперервного протікання технологічного процесу. Крім того, система, що складається з конвеєрного транспорту та вугільних акумулюючих бункерів, має великий потенціал щодо оптимізації роботи транспортної мережі. Зокрема, це зниження питомих витрат електроенергії за рахунок зупинки потужних конвеєрів на час заповнення ємності бункерів. Оптимальні місця розташування та ємності бункерів із застосуванням автоматизованої системи керування дозволяє налагодити роботу транспортної системи в найбільш ефективному режимі з урахуванням змін у технологічному процесі.

При виборі типу, ємності та місць установлення акумулюючих вугільних бункерів недооцінка ефективності від використання цього устаткування обмежує його застосування на вугільних підприємствах України.

**Мета роботи** – визначення ефективності застосування акумулюючих вугільних бункерів з урахуванням усіх функцій, які вони виконують у транспортній мережі шахти.

**Викладення основного матеріалу.** Ефективність роботи акумулюючого вугільного бункера залежить від його виду: гірничий (стаціонарний) чи механізований. Характерні особливості, деякі переваги та недоліки таких бункерів наведені в таблиці.

### Порівняльні характеристики різних видів накопичувальних вугільних бункерів

Характеристика	Гірничий (стаціонарний) бункер	Механізований бункер
Встановлення	„+” відносно просте, полягає в будівництві капітальної гірничої виробки; „-” потребує перепаду висот між сполученими гірничими виробками	„+” не потребує перепаду висот; „-” для встановлення потребує будівництва гірничої виробки чи збільшення перерізу існуючої
Ємність	Зазвичай, якщо є можливість, мають велику ємність	Обмежується технічними характеристиками бункера та перерізом гірничої виробки. Параметричний ряд виробників зазвичай обмежується 600 м <sup>3</sup>
Мобільність	Немає. Передбачає обслуговування капітальних гірничих виробок	Має можливість переобладнання та пересування для обслуговування як стаціонарних, так і тимчасових гірничих виробок

Важливим чинником при виборі виду бункера є урахування стаціонарності прилеглих виробок. Стаціонарність чи тимчасовість гірничих виробок визначається терміном їх експлуатації.

Застосування гірничих бункерів для обслуговування капітальних виробок, якщо є така можливість, цілком виправдано. Встановлення таких бункерів у дільничних та тимчасових виробках для акумулювання вантажів частіше за все є економічно не вигідним, бо термін дії цих виробок менший за строк окупності бункерів. При цьому доцільне виконання умови

$$T_{o.g.b} \geq T_{e.v},$$

де  $T_{o.g.b}$  – розрахований строк окупності гірничого вугільного бункера;  $T_{e.v}$  – термін експлуатації прилеглих гірничих виробок.

Ця умова є нежорсткою, бо при застосуванні акумулюючих вугільних бункерів треба враховувати усі переваги можливості накопичування гірничої маси. По–перше, це забезпечення безперервної роботи добувального устаткування у випадку аварійної зупинки транспортної системи. По–друге, повне та рівномірне завантаження конвеєрних ліній. Передбачити випадки аварійних зупинок практично неможливо, хоч вони і підлягають математичному опису і можуть бути змодельовані, але реалії доводять приблизність таких розрахунків. Тому у разі застосування бункера,  $T_{o.g.b}$  якого дорівнює  $T_{e.v}$ , при виникненні неврахованих аварійних випадків строк окупності буде менший, ніж попередньо очікуваний.

Саме можливість акумулювання вантажу та регулювання живильником бункера вантажопотоку, відносно пропускної здатності транспортної системи, дозволяє забезпечити найбільше завантаження конвеєрних ліній, зменшити час, необхідний для доставки вантажу, та час роботи потужних електроприводів магістральних конвеєрів. Як наслідок, економічна ефективність застосування накопичувального вугільного бункера буде складатися з декількох складових і визначається таким чином:

$$E_{\bar{6}} = (E_e + E_a + E_y) - K_{\bar{6}}, \quad (1)$$

де  $E_e$  – економічний ефект, отриманий від застосування бункера в аспекті зниження сплати за спожиту електроенергію;  $E_a$  – економічний ефект, отриманий від застосування акумулюючого бункера;  $E_y$  – економічний ефект, отриманий від застосування усереднюючого бункера;  $K_{\bar{6}}$  – зведені витрати на бункер.

$$E_e = \Delta W \Pi_e,$$

де  $\Delta W$  – економія електроенергії в результаті встановлення бункера, кВт·год;  $\Pi_e$  – тариф на електроенергію, грн/кВт·год.

Згідно з роботою [1] економічний ефект від застосування усереднюючого бункера в діючій конвеєрній лінії

$$E_y = C_1 A_{21} - C_2 A_{22} + (A_{22} - A_{21})(g_{ш} + g_{л}) \frac{C_{ш}}{100} - C_{п.п},$$

де  $C_1$  та  $C_2$  – експлуатаційні затрати на транспортування вугілля підбункерною лінією відповідно до та після встановлення бункера;  $A_{г1}$ ,  $A_{г2}$  – фактичний об'єм вугілля, транспортованого відповідно до та після встановлення бункера, т/рік;  $\gamma_{ш}$  і  $\gamma_{л}$  – частка умовно-постійних витрат у собівартості вугілля відповідно по шахті та видобувній дільниці, %;  $C_{ш}$  – собівартість вугілля по шахті, грн/т;  $C_{п.п}$  – вартість втрат видобутку вугілля у разі відмови та переповнення бункера, грн.

Економічний ефект від застосування бункерів із функцією усереднення досягається внаслідок збільшення завантаження та раціональної експлуатації транспортного устаткування.

Економічний ефект від встановлення аварійних акумулюючих бункерів визначається так:

$$E_a = (K_{г2} - K_{г1}) A_{22} \gamma_{ш} \frac{C_{ш}}{100} - K_{\bar{6}},$$

де  $K_{г1}$ ,  $K_{г2}$  – коефіцієнти готовності конвеєрної лінії відповідно до та після встановлення бункера.

Застосування бункерів із функцією акумулювання вантажу знижує або повністю усуває вплив простоїв транспортної лінії, тим самим дає можливість отримати економію на умовно-постійних витратах.

Зведені витрати на бункер

$$K_{\bar{6}} = K_{\bar{6}.б} + K_m + K_{\partial} + C_{\bar{6}} A_{22},$$

де  $K_{\bar{6}.б}$  – капітальні витрати на придбання бункера, додаткових елементів та облаштування гірничої виробки;  $K_m$  – витрати на монтаж бункера;  $K_{\partial}$  – витрати на демонтаж бункера;  $C_{\bar{6}}$  – зведені експлуатаційні витрати на бункер, грн/т.

Враховуючи те, що механізовані акумулюючі бункери за рахунок своєї мобільності можуть встановлюватися по декілька разів у різних місцях за термін їх гарантованої експлуатації, формула (1) для них буде мати такий вигляд:

$$E_{\text{мб}} = \sum_{i=1}^n (E_{\text{ei}} + E_{\text{ai}} + E_{\text{yi}}) - K_{\text{би}},$$

де  $n$  – кількість випадків встановлення механізованого бункера.

Суттєва відмінність механізованих бункерів від гірничих – це можливість їх застосування у разі відсутності перепаду висот, що дозволяє встановлювати їх якомога ближче до видобувної ділянки. Це дає змогу зупинити потужні конвеєри, розташовані не тільки в магістральних, але і в діляничних гірничих виробках, та суттєво зменшити питомі витрати електроенергії на конвеєрному транспорті.

Постійно зростаюча вартість електроенергії, необхідність підвищення ефективності конвеєрного транспорту, одночасне виконання декількох функцій, можливість встановлення по декілька разів, висока адаптація під вимоги транспортної мережі, різноманітні види виконання та схеми функціонування – все це робить механізовані накопичувальні бункери необхідним елементом транспортної системи кожної сучасної вугільної шахти.

**Висновки.** Визначено умови економічної доцільності встановлення гірничого накопичувального бункера з урахуванням стаціонарності прилеглих гірничих виробок. Запропонований порядок розрахунку економічної ефективності в повній мірі враховує багатofункціональність застосування акумулюючих вугільних бункерів і дає можливість оцінити ефективність такого заходу вже на стадії проектування та при моделюванні роботи транспортної системи.

1. Основные методические положения по расчету, проектированию и эксплуатации подземных бункеров. / Под ред. И.П. Ремизова, М.А. Котова – Караганда: КНИУИ, 1985. – 124 с.