

РОЗРОБКА ЄДИНОЇ ГАЛУЗЕВОЇ БАЗИ ДАНИХ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВУГІЛЬНИХ ШАХТНИХ КОПРІВ

В.А. Куліш, Е.С. Крилов

ДП «Інститут «УкрНДІпроект» Міненерговугілля України, 03142, м. Київ, просп. Академіка Паладіна, 46/2.
E-mail: post.unp@ukr.net

В ДП «Інститут «УкрНДІпроект» проведено науково-технічні дослідження, за результатами яких розроблено єдину галузеву базу даних (БД) технічного стану вугільних шахтних копрів, метою якої є забезпечення надійної та безпечної експлуатації копрів за рахунок введення системної паспортизації та оцінки їх працездатності за фактичним технічним станом. Пробне опрацювання БД з використанням інформації, отриманої від вугільних підприємств щодо діагностично-технічних показників технічного стану копрів, показало її ефективність та дозволило висвітлити напрямки подальшого удосконалення. Бібліогр. 13, рис. 8.

Ключові слова: технічний стан, науково-технічне дослідження, база даних, шахтний копер, діагностично-технічний показник, моніторинг, програмне забезпечення

Одними з найбільш відповідальних гірничотехнічних споруд є металеві та залізобетонні шахтні копри, тому що вони забезпечують вертикальний транспорт і пов'язані з системами вентиляції гірничих виробок і безпекою підйому.

В теперішній час на вугільних підприємствах України експлуатуються 436 копрів, з яких 356 металевих і 80 залізобетонних (в т.ч. 49 баштових), більшість з яких побудовані 50–60 років тому, в результаті чого спрацювання їх становить 50...70 % і має тенденцію до зростання. При цьому останнім часом мали місце випадки небезпечних руйнувань цих об'єктів, які супроводжувались людськими жертвами [1].

В період з 1993 р. до теперішнього часу фахівцями галузевих інститутів «УкрНДІпроект», НДІГМ ім. М.М. Федорова та спеціалізованого науково-виробничого центру «СНВЦ «Надшахтні споруди» при ДонНАБА було проведено обстеження шахтних копрів, які експлуатуються на вугільних підприємствах України. В результаті було виявлено споруди з ознаками небезпечного технічного стану, на яких було здійснено заходи по забезпеченню їх нормальної експлуатації. В той же час виявлено, що існуючі результати оглядів і обстежень копрів, які здійснювались в минулі роки, в багатьох випадках проводились нерегулярно за різними методами, паспорти копрів складені в довільній формі і часто не містять інформацію про фактичний технічний стан несучих будівельних конструкцій. Крім того, результати контролю та оцінка технічного стану копрів фіксувались в основному на паперових носіях у вигляді протоколів, висновків і т. ін., які не систематизовані в часі, по підприємствах, регіонах і та ін.

Зважаючи на вищезазначене, в останні роки проведено науково-дослідні роботи та розроблено державні та галузеві нормативні документи по об-

стеженню та паспортизації копрів, які сприяють систематизації інформації про їх фактичний технічний стан [2–7].

Характеристика фонду шахтних копрів України (рис. 1) показує, що залізобетонні копри в загальній кількості складають 20 %, що не в останню чергу пояснюється більш пізнішими, порівняно з металевими, строками початку їх масового будівництва (перший баштовий копер в СРСР був побудований в 1958 р.). Цим може пояснюватись те, що пріоритети по статистиці про технічний стан діючих копрів і досліджень в цій області стосуються металевих копрів. Крім того, специфіка конструкції, технології виготовлення і умов експлуатації дають підставу вважати, що металеві шахтні копри більш ефективно піддаються різним видам руйнувань і пошкоджень порівняно з залізобетонними.

На рис. 2 наведені дані про технічний стан металевих копрів, які були обстежені НДІГМ ім. М.М. Федорова, на вугільних підприємствах України протягом п'яти років.

Аналіз цих даних показує, що більшість металевих копрів, які експлуатуються на вугільних підприємствах, мають термін служби 35–55 років. Цей термін залежить від призначення ствола, на якому змонтована споруда, призначення підйому, агресивності шахтного середовища та багатьох інших

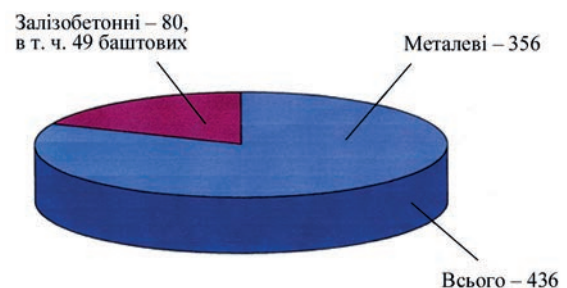


Рис. 1. Характеристика фонду шахтних копрів [1]

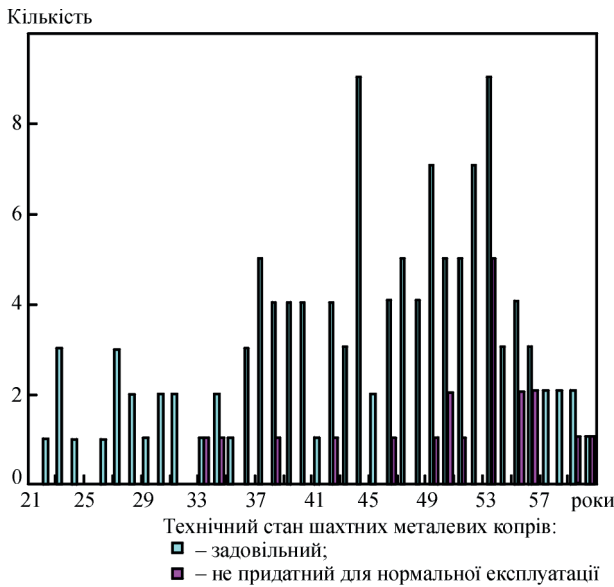


Рис. 2. Залежність технічного стану металевих шахтних копрів від терміну експлуатації [1]

факторів. Копри, які відпрацювали вказаний термін, мають суттєві дефекти та пошкодження, потребують ремонту або повної заміни. Незначна кількість копрів, які експлуатувались 50 і більше років, за цей час піддавались багаторазовому ремонту та реконструкції або їх замінили на нові. За результатами експертної оцінки технічний стан 50 % металевих копрових споруджень, які прослужили 40 і більше років, вимагає виконання ремонтно-відбудовчих робіт зі значними капітальними витратами, а близько 30 % – дорогої повної заміни. Як показує статистика аварій несучих металевих споруд, які експлуатуються в різних галузях промисловості, основні чинники аварій однакові (рис. 3) і лівова частка їх виникає на об'єктах, що знаходяться в експлуатації.

У цілому для шахтних копрів можна виділити чотири основні стадії фізичного зношення, що відповідають різним ступеням зниження несучої здатності та типовим якісним змінам технічного стану:

I стадія руйнування лакофарбового покриття (3–5 років) і суцільної корозії (10–15 років), середні втрати перетинів конструктивних елементів (5...15 %). Загальний технічний стан – «задовільний».

II стадія (25–30 років) прогресуючої суцільної корозії в місцях, важкодоступних і недоступних для ремонтного фарбування, утворення ділянок корозії в конструктивних зазорах і під настилами

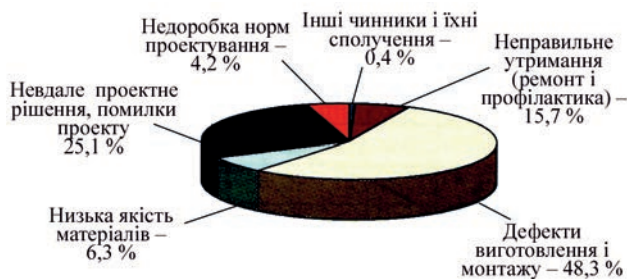


Рис. 3. Чинники аварій металевих конструкцій [8]

робочих площадок, утворення місцевих наскрізних корозійних поразок обшивки станка, з'являються вигини та загальні деформації окремих конструктивних елементів станка, підшківних конструкцій та укосин; середні корозійні втрати перетинів конструктивних елементів 10...20 %, місцеві втрати – до 30 %. У зонах абразивного зношення втрати перетинів від 50...70 % до наскрізних поразок. Загальний технічний стан – «непридатний до нормальної експлуатації».

III стадія порушення зв'язків між елементами грат і стінками станка (40–45 років) внаслідок прогресуючої корозії в конструктивних зазорах, утворення наскрізних місцевих поразок, утворення тріщин в зварних швах кріплення елементів грат до вузлових фасонки, відриви голівок заклепок, нагромадження механічних ушкоджень, які можуть призвести до загальних залишкових деформацій споруди. Оцінка технічного стану – «аварійний». Потрібне обстеження режиму експлуатації, підсилення основних несучих конструкцій методом внутрішнього або зовнішнього дублювання.

IV стадія прогресуючої зміни конструктивної схеми (55–60 років), середні втрати перетинів конструктивних елементів основних несучих конструкцій перевищують 50 %, множинні наскрізні корозійні поразки, зміни конструктивної схеми внаслідок корозійного руйнування вузлів. Оцінка технічного стану – «аварійний». Подальша експлуатація споруди не можлива.

Залежність несучої здатності конструкцій від строку експлуатації, яка наведена на рис. 4, отримана шляхом узагальнення даних обстеження 57 шахтних копрів з різними термінами експлуатації, конструктивними схемами і технологічними характеристиками.

Питання надійності експлуатації металевих конструкцій нерозривно пов'язані з величиною їхнього зносу та залишковим ресурсом (запасом функціональної здатності). Маючи такі показники, можна робити висновки про ступінь експлуатаційної надійності і передбачати заходи для її збільшення (ремонт та підсилення).

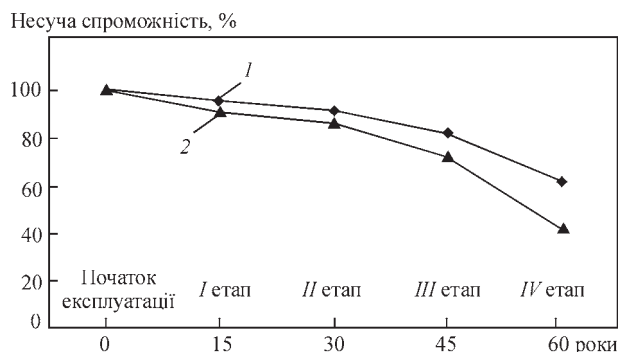


Рис. 4. Залежність несучої здатності конструкцій шахтних укисних копрів від їх фізичного зносу [9]; 1 та 2 – відповідно верхня і нижня границі узагальненої несучої здатності конструкцій

Досить загальним показником зносу може бути вартість ремонтно-відновлювальних робіт відносно до початкової вартості об'єкта. Проведена обробка статистичних даних виявила, що залежність вартості ремонту S від ступеня фізичного зносу F є залежністю логарифмічного типу (рис. 5), яка може вважатися досить універсальною. Таким чином, при фізичному зносі, більшому за 68 %, вартість ремонту та відбудови копра перевищує початкову вартість.

Загальний знос при цьому можна подати, як:

$$F = \frac{C_{\text{рем}}}{C_{\text{поч}}} + kt$$

де $C_{\text{рем}}$ – вартість ремонтно-відновлювальних робіт; $C_{\text{поч}}$ – вартість нового об'єкта; k – коефіцієнт швидкості зростання зносу; t – час експлуатації.

Виходячи з такого уявлення, було розроблено закономірності зростання зносу будівельних конструкцій копрів протягом терміну експлуатації в залежності від режимів експлуатації.

Аналіз сучасного технічного стану більшості шахтних копрів України, проведений інститутом «УкрНДІпроект», і нормативно-технічних документів, за якими він визначається за результатами обстеження, оцінки та паспортизації, показав:

– в теперішній час розроблено державні та галузеві нормативно-технічні документи стосовно вимог до обстеження, оцінки та паспортизації технічного стану копрів;

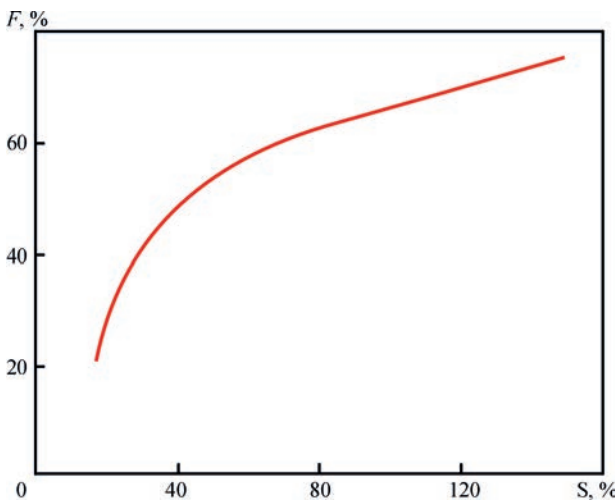


Рис. 5. Залежність вартості ремонту від зносу [9]

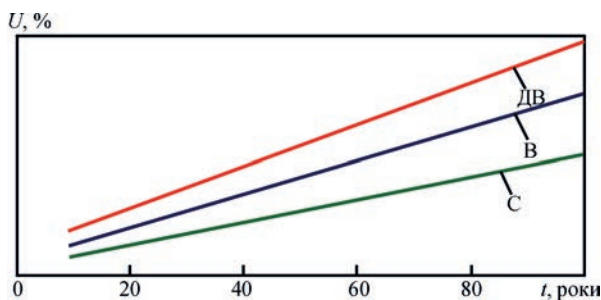


Рис. 6. Зростання зносу металевих конструкцій виробничих будівель різних режимів роботи [9]; ДВ – дуже важкий; В – важкий; С – середній

– визначено перелік вугільних підприємств і шахтних копрів, які на них експлуатуються;

– проведено обстеження та паспортизація більшості шахтних копрів, які експлуатуються на вугільних підприємствах України;

– визначено основні елементи та вузли металевих і залізобетонних копрів, які характеризують категорію їх технічного стану відповідно до кваліфікаційних ознак (нормальний, задовільний, непридатний до нормальної експлуатації, аварійний) [10];

– існуючі комп'ютерні системи обміну інформацією між вугільними підприємствами Міненергоугілля України та галузевими інститутами, що проводять обстеження, дозволяють оперативно отримувати вихідну звітну інформацію для моніторингу технічного стану копрів.

Отримана інформація дозволила інституту «УкрНДІпроект» розробити єдину галузеву БД технічного стану копрів, метою якої є забезпечення надійної та безпечної експлуатації копрів за рахунок введення системної паспортизації та оцінки їх працездатності за фактичним технічним станом. Основні функції БД передбачають проведення моніторингу зміни значень критеріїв (ознак) технічного стану копрів та виконання термінів і регламентів обстежень (оглядів) копрових споруд. Первинна інформація для проведення моніторингу надається підприємством згідно початкових (первинних) форм (таблиць) запису, які дозволять простежити динаміку змін технічного стану копрів.

Таблиця 1 – Загальні відомості про підприємство. Таблиця містить відомості про підприємство, його власника, а також осіб, відповідальних за технічний стан копрів.

Таблиця 2 – Технічні характеристики копра та підйомної установки. Таблиця містить основні паспортні дані про копер і підйомну установку, а також відомості про конструкцію окремих частин споруди та експлуатаційні відомості, пов'язані з проведенням обстежень, реконструкцій, ремонтів, аварій копрів і витрати на усунення дефектів і пошкоджень металоконструкцій.

Таблиця 3 – Технічний стан конструктивних елементів укісних металевих копрів. Таблиця містить для кожного конструктивного елемента (вузла) наступні відомості про їх технічний стан:

– категорія технічного стану: нормальний, задовільний, непридатний до експлуатації, аварійний;

– дефекти та пошкодження, які вимагають усунення;

– термін усунення пошкоджень (квартал, рік).

Таблиця 4 – Технічний стан конструктивних елементів (вузлів) баштових копрів з несучим сталевим каркасом. Таблиця містить для кожного конструктивного елемента (вузла) відомості про їх технічний стан аналогічно табл. 3.

Таблиця 5 – Технічний стан конструктивних елементів (вузлів) баштових копрів з монолітного залізобетону. Таблиця містить для кожного конструктивного елемента (вузла) відомості про їх технічний стан аналогічно табл. 3.

Таблиця 6 – Діагностичні показники металевих копрів, які визначають категорію їх технічного стану. Таблиця містить перелік діагностичних показників основ, фундаментів і несучих металокопункцій, які найбільш поширені та характерні для металевих копрів.

Таблиця 7 – Діагностичні показники баштових і залізобетонних копрів, які визначають їх технічний стан. Діагностичні показники, наведені в таблиці, стосуються наступних складових частин: основ і фундаментів металевих конструкцій споруди; міжповерхових перекриттів і покриття; огорожувальних конструкцій.

Аналіз даних, отриманих від підприємств, дозволяє визначитись про достатність їх інформативності та необхідності в коригуванні. На основі інформації, отриманої з первинних форм запиту, розробляються кінцеві форми облікових документів, які входять в БД у вигляді двох таблиць: «Технічні характеристики шахтного копра» та «Технічний стан шахтних копрів». Зафіксовані в БД паспортні технічні характеристики копрів та їх технічний стан актуалізуються при отриманні офіційних даних про їх зміни.

Показники БД шахтних копрів згруповані по таких групах:

- загальні відомості про підприємство, до якого належить копер;
- технічні характеристики копра та підйомної установки;
- технічний стан копра, у тому числі:
 1. основи та конструктивних елементів;
 2. дефекти та пошкодження;
 3. терміни усунення дефектів та пошкоджень;

4. пропозиції щодо подальшої експлуатації.

В результаті проведеної роботи були розроблені функціональна та структурна схеми БД, які наведені відповідно на рис. 7 і 8.

Розроблена структурна схема передбачає, що БД формується як у часовому аспекті, так і у просторовому, а саме по областях розташування, об'єднанням підприємств та відособленим об'єктам – шахтам, шахтодільницям. Система управління БД забезпечує можливість обробки даних та оперування ними в багаторівневому режимі. Показники групуються за напрямками інформативності. Структура БД передбачає можливість ведення документації у табличному вигляді та діалоговому режимі, а саме забезпечує створення:

- форм бланків вхідних (початкових) та вихідних (кінцевих) документів;
- файлів з інформацією по підприємствах;
- файлів для агрегованих даних та їх взаємозв'язків;
- словників і службових файлів (найменування і розмірність всіх показників, розмірність для агрегованих форм, словник підприємств, перелік областей, інші службові та робочі файли).

БД реалізована у вигляді реляційної бази даних, призначеної для моніторингу технічного стану шахтних копрів підприємств вугільної галузі та розгорнутої в локальній обчислювальній мережі ДП «УкрНДІпроект». Програма створена за технологією «клієнт-сервер». Клієнтська частка написана на Delphi, а в ролі серверної частини виступає SQL-орієнтований сервер Inter base [11–13]. Програма встановлюється на кожному комп'ютері мережі та має можливість розмежування доступу до різних частин БД. Необхідні форми роботи з даними створюються після ідентифікації користувача. У своїй робочій формі кожен з користувачів може легко розташувати всі елементи у зручний для нього спосіб.

Пробне опрацювання БД, проведене на реальних повномасштабних даних показників 2012–2013 рр., показало її ефективність та дозволило висвітлити

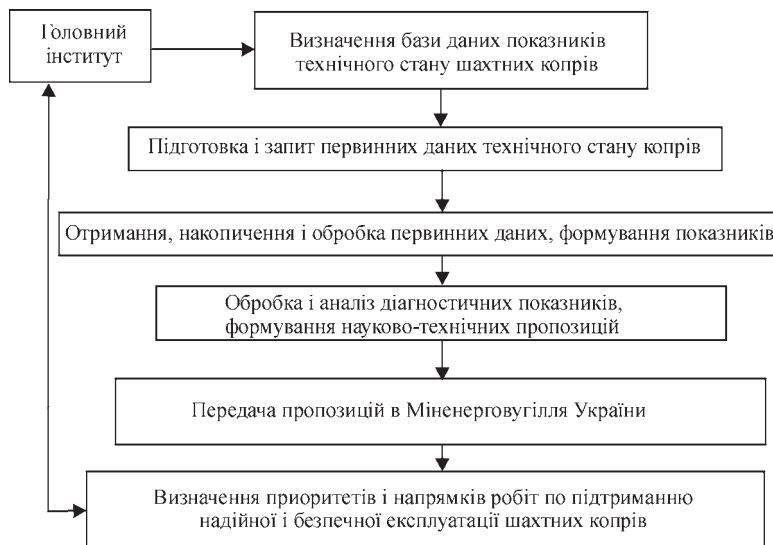


Рис. 7. Функціональна схема БД

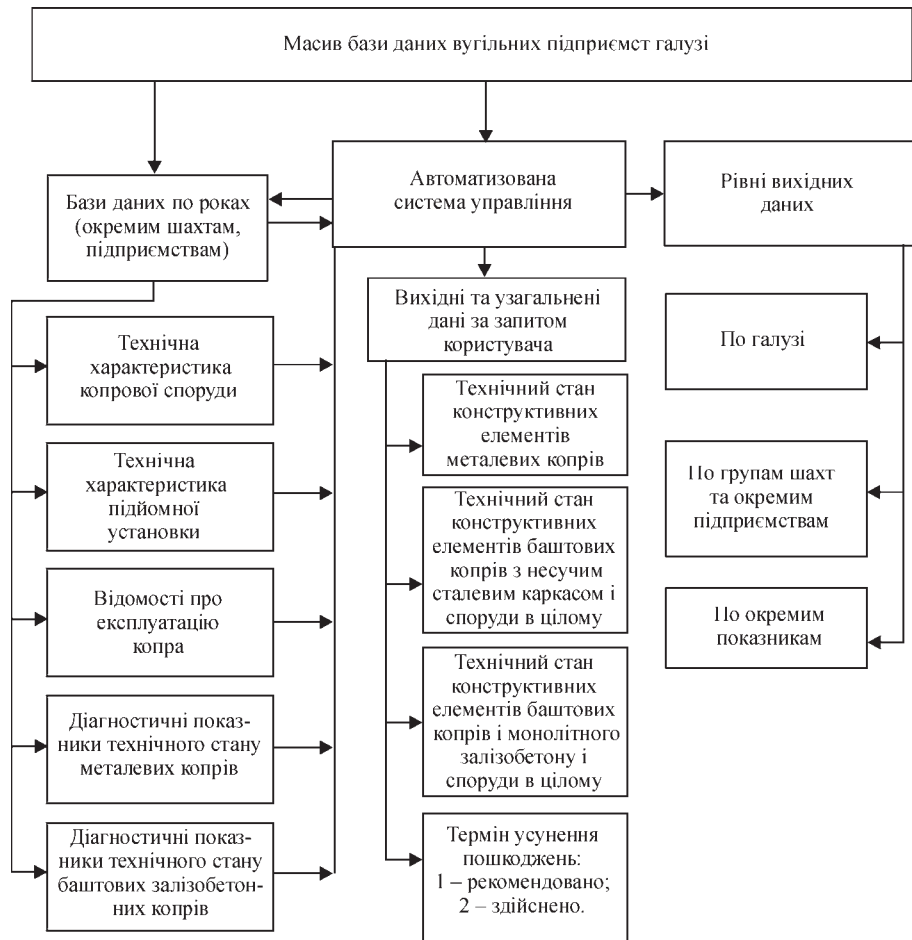


Рис. 8. Структурна схема БД

напрямки подальшого удосконалення програмно-забезпечення та виведення функціонування БД на певний рівень надійності, достовірності та зручності користування.

В результаті проведеного аналізу даних про 313 копрів, які в теперішній час експлуатуються, було визначено наступне:

1. металевих копрів – 268 шт.;
2. залізобетонних баштових – 45 шт.;
3. 305 копрів мають задовільний або нормальний технічний стан, а 5 металевих і залізобетонних баштових віднесено до категорії «непридатний до нормальної експлуатації»;
4. терміни експлуатації шахтних копрів розподіляються наступним чином:
 - металеві копри: до 30 років – 50 шт.; 30–50 років – 108 шт.; 50 і більше – 110 шт.;
 - залізобетонні баштові копри: до 30 років – 12 шт.; 30–50 років – 28 шт.; 50 і більше – 5 шт.

Створення єдиної галузевої бази даних про технічний стан шахтних копрів дає можливість чітко відстежити:

- термін чергового обстеження та паспортизації технічного стану копрів;

- наявність необхідності технічної документації на копер;
- динаміку змін технічного стану копра від одного обстеження до наступного;
- дотримання регламенту обстежень стосовно методики та організації його проведення;
- виконання підприємствами рекомендацій стосовно усунення дефектів, які були виявлені під час обстеження.

Висновки

За результатами проведених науково-технічних досліджень інститутом «УкрНДІпроект» розроблено єдину галузеву БД технічного стану копрів, які експлуатуються на підприємствах вугільної промисловості України.

Розроблена база даних забезпечує:

- ведення щорічної реєстрації чи уточнення працюючих шахтних копрів та технічних характеристик копрової споруди та підйомної установки;
- постійний моніторинг фактичного технічного стану копрів галузі;
- регулярне поновлення та аналіз технічного стану конструктивних елементів (вузлів) металевих та залізобетонних копрів;
- оцінку в моніторинговому режимі наявності та наповнення паспорту технічного стану копрів;

- визначення тенденцій та напрямків можливих змін;
- своєчасне планування, розробку та виконання необхідних заходів.

Виконано пробне опрацювання БД з використанням інформації, отриманої від вугільних підприємств щодо діагностико-технічних показників технічного стану копрів за 2012–2013 рр., яке показало її ефективність та дозволило висвітлити напрямки подальшого удосконалення.

Список літератури

1. Кущенко В.М., Левин В.М., Кулиш В.А. и др. (2012) *Научные основы обеспечения и эффективности шахтных копров*. Makeevka.
2. ДБН В.1.2–14–2009. *Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ*.
3. СОУ-Н10.1.00174125.001:2012. *Порядок і організація обстеження металевих копрів*. Стандарт Мінернерговугілля України.
4. СОУ-Н10.1.00174125.002:2012. *Порядок і організація обстеження металевих копрів*. Стандарт Мінернерговугілля України.
5. СОУ-Н10.1.00174.015:2008. *Несучі металеві конструкції гірничого устаткування і гірничотехнічних споруд. Оцінка технічного стану*. Стандарт Мінернерговугілля України.
6. СОУ-Н10.1.00174094.007:2005. *Правила оцінки технічного стану металевих шахтних копрів*. Стандарт Мінернерговугілля України.
7. СОУ-Н10.1.00174094.013:2010. *Копрові та поверхові споруди шахт. Паспортизація, терміни до перших експертних обстежень технічного стану і їхня періодичність*. Стандарт Мінернерговугілля України.
8. Шимановський О.В., Гордєєв В.М., Микитаренко М.О та ін. (2001) Аналіз технічного стану та проблем експлуатації будівельних металевих конструкцій в Україні. *Будівництво України*, 3, 18–24.
9. Кущенко В.Н. (2006) *Обеспечение безопасности строительных конструкций укосных шахтных копров*. Москва.
10. Кулиш В.А., Крилов Е.С. (2020) Контроль технічного стану несучих конструкцій металевих шахтних копрів в процесі їх експлуатації. *Технічна діагностика та неруйнів-*

ний контроль, 2, 37–42. DOI: <https://doi.org/10.37434/tdnk2020.02.06>

11. Виейра Р. (2007) *Программирование базы данных. Microsoft SQL Server. Базовый курс*. Москва, Диалектика.
12. Гандерлой М., Джорден Д., Чанц Д. (2007) *Освоение Microsoft SQL Server 2005*. Москва, Диалектика.
13. Хендерсон К. (2006) *Профессиональное руководство по SQL Server: структура и реализация*. Москва, Вильямс.

References

1. Kushchenko, V.M., Levin, V.M., Kulish, V.A. et al. (2012) *Scientific fundamentals of assurance and effectiveness of shaft headgear*. Makeevka [in Russian].
2. DBN V.1.2-14-2009: *General principles of assurance of reliability and structural safety of buildings, constructions, building structures and foundations* [in Ukrainian].
3. SOU-N10.1.00174125.001:2012: *Procedure and organization of inspection of metal headgear. Standard of the Ministry of Energy and Coal of Ukraine* [in Ukrainian].
4. SOU-N10.1.00174125.002:2012: *Procedure and organization of inspection of metal headgear. Standard of the Ministry of Energy and Coal of Ukraine* [in Ukrainian].
5. SOU-N10.1.00174.015:2008: *Load-carrying metal structures of mine equipment and mining facilities. Evaluation of the technical condition. Standard of the Ministry of Energy and Coal of Ukraine* [in Ukrainian].
6. SOU-N10.1.00174094.007:2005: *Procedure and organization of inspection of metal headgear. Standard of the Ministry of Energy and Coal of Ukraine* [in Ukrainian].
7. SOU-N10.1.00174094.013:2010: *Headgear and surface structures of mines. Certification, time to first expert inspections of the technical condition and their periodicity. Standard of the Ministry of Energy and Coal of Ukraine* [in Ukrainian].
8. Shymanovskiy, O.V., Gordeiev, V.M., Mykytarenko, M.O. et al. (2001) Analysis of the technical condition and problems of operation of building metal structures in Ukraine. *Budivnytstvo Ukrainy*, 3, 18–24 [in Ukrainian].
9. Kushchenko, V.N. (2006) *Ensuring the safety of building structures of frame sloping mine headgear*. Moscow [in Russian].
10. Kulish, V.A., Krylov, E.S. (2020) Monitoring the technical state of load-carrying structures of metal shaft headgear in operation. *Tekh. Diagnost. ta Neruiniv. Kontrol*, 2, 37–42 [in Ukrainian].
11. Vieira, R. (2007) Programming databases. *Microsoft SQL Server. Basic course*. Moscow, Dialektika [in Russian].
12. Gunderloy, M., Jorden, J., Tschanz, D. (2007) *Mastering Microsoft SQL Server 2005*. Moscow, Dialektika [in Russian].
13. Henderson, K. (2006) *SQL Server Professional Guide: CD Structure and Implementation*. Moscow, Williams [in Russian].

DEVELOPMENT OF UNIFIED INDUSTRIAL DATABASE OF THE TECHNICAL CONDITION OF COAL MINE HEADGEAR


V.A. Kulish, E.S. Krylov

SC «Institute «UKRNDIProekt» of the Ministry of Energy and Coal Industry of Ukraine. 46/2 Akademik Paladin Prosp., 03142, Kyiv, Ukraine. E-mail: post.unp@ukr.net

SC «Institute «UKRNDIProekt» performed scientific-technical studies, the results of which were used to develop a unified industrial database of the technical condition of coal mine headgear (DB). Its purpose is ensuring the reliable and safe operation of headgear, due to introducing system certification and assessment of their performance by the actual technical condition. Trials of the DB using the information, obtained from coal enterprises on diagnostic-technical characteristics of the headgear technical condition demonstrated its efficiency and allowed highlighting the directions of its further improvement. 13 Ref., 8 Fig.

Keywords: technical condition, scientific-technical studies, database, mine headgear, diagnostic-technical characteristic, monitoring, software

Надійшла до редакції 30.05.2021



Новая книга
Электронно-лучевая сварка. Технологии. Оборудование. Материалы: Сб. статей под ред. чл.-кор. НАН Украины В.М. Нестеренкова. — Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, 2021. — 390 с.

Замовлення на книгу прохання надсидати до редакції журналу.
 Тел.: (044) 200-82-77, E-mail: journal@paton.kiev.ua