

КОНТРОЛЬ І ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ШАХТНОЇ ПОВЕРХНІ

В. А. КУЛІШ, Е. С. КРИЛОВ

ДП «Інститут «УкрНДІпроект» Мінералогічного Інституту України, 03142, м. Київ, просп. Академіка Палладіна, 46/2.

E-mail: post.upn@ukr.net

Розглянуто ряд галузевих нормативно-технічних документів, які регламентують процедуру контролю і оцінки технічного стану металевих конструкцій будівель і споруд шахтної поверхні в процесі їх обстеження і паспортизації. Вони відповідають вимогам діючих законодавчих і нормативних документів та сприяють підвищенню безпеки і надійності експлуатації будівель і споруд шахтної поверхні за рахунок своєчасного одержання інформації про їх фактичний технічний стан. Бібліогр. 13, табл. 2.

Ключові слова: контроль, оцінка, технічний стан, металева конструкція, будівля, споруда, шахтна поверхня, надійність, безпека

Більшість будівель і споруд шахтної поверхні (БШП) вугільних підприємств експлуатуються з вичерпаним нормативним терміном служби, тому є небезпечними і вимагають систематичного контролю їх технічного стану.

Конструктивною особливістю цих об'єктів є те, що основні несучі будівельні конструкції є металевими і складають 50...70 % маси устаткування. При цьому небезпека руйнування їх значно вища ніж механізмів і тому головним фактором надійності і безпеки є технічний стан металевих конструкцій (МК).

Несучі МК мають клепаано-зварну або болтову конструкцію, яка виготовлена з низьколегованих сталей вітчизняного виробництва 10ХСНД, 15ХСНД, 09Г2, або їх зарубіжних аналогів, а їх технічний стан визначається наявністю і характеристиками дефектів і пошкоджень технічного і експлуатаційного походження.

Згідно зі статистикою серед виробничих причин руйнувань (аварій) зварних конструкцій близько 42 % складають дефекти виготовлення і монтажу; за технічних причин до 27 % аварій відбувається за рахунок руйнування зварних і болтових (клепаних) з'єднань.

Технічний стан БШП визначається в процесі їх оглядів, інструментальних обстежень та паспортизації, які являють собою комплекс заходів з виявлення дефектів і ушкоджень несучих і огорожувальних конструкцій, оцінки технічного стану і визначення їх працездатності [1, 2].

Зараз проектування будівельних конструкцій виконується з використанням методу розрахунку за граничним станом. В зв'язку з цим при обстеженні об'єктів БШП до конструкцій висувають вимоги відповідності групам граничних станів: першої групи за несучою здатністю, і другої – за

придатністю до нормальної експлуатації відповідно до чинних нормативних документів на проектування [3–7].

В процесі обстеження МК об'єктів БШП в першу чергу виявляються дефекти і пошкодження в місцях концентрації напружень металевих ферм і балок з урахуванням ступеню їх небезпеки.

В табл. 1 наведено характерні дефекти і пошкодження МК, для яких визначено:

- гранично припустимі значення параметрів дефектів при працездатному технічному стані;
- метод контролю та нормативні документи по яких він здійснюється;
- категорія небезпечності за ДБН 362.

До категорії А відносяться дефекти і пошкодження, що становлять безпосередню небезпеку руйнування.

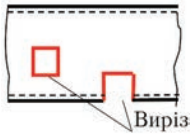




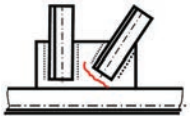
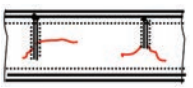
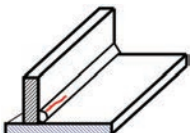
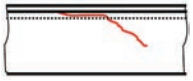
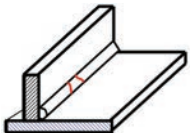
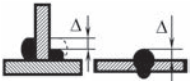
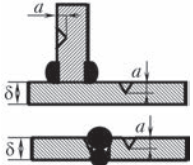
До категорії Б відносяться дефекти і пошкодження, що не становлять безпосередньої небезпеки для конструкцій, але можуть надалі спричинити пошкодження інших елементів (вузлів, з'єднань) і становити категорію А.

До категорії В відносяться дефекти і пошкодження, що не відносяться до категорій А і Б та наявність яких не пов'язана з загрозою руйнування. В табл. 2 наведені рекомендації щодо використання сучасних методів неруйнівного контролю для інструментальних обстежень об'єктів БШП.

За результатами обстежень виконується розрахункова оцінка і паспортизація технічного стану МК. Перевірний розрахунок конструкцій виконується з урахуванням виявлених при обстеженні дефектів і пошкоджень за СНіП II-23-81*, а облік впливу дефектів і пошкоджень відповідно до вказівок п.п.3.12-3.22 цих норм.

Шляхом спільного аналізу дефектів і пошкоджень, а також результатів перевірок розрахунків

Таблиця 1. Класифікація дефектів і пошкоджень несучих металоконструкцій*

Ескіз дефекту	Назва дефекту	Гранично припустимі значення параметрів дефектів при працездатному стані	Метод контролю і нормативні документи	Категорія небезпечності за ДБН 362.92
1	2	3	4	5
	Виріз в елементі	Перевіряється розрахунком	Візуально-оптичний ДСТУ ISO 17637, ДСТУ EN 13018, ДСТУ EN 13927	А
	Вирив в елементі	Теж	Теж	Б
	Відсутність елемента	Не припустимо	—“—	А
	Розрив елемента	Теж	—“—	А
	Пропалений отвір в елементі	Перевіряється розрахунком	—“—	Б
	Тріщина в основному металі елемента	Не припустимо	Візуально-оптичний, ультразвуковий, магніто-порошковий, капілярний, акустико-емісійний ДСТУ ISO 17637, ДСТУ EN 13018, ГОСТ 12503, ГОСТ 14782, ГОСТ 21105, ДСТУ EN 1369, ГОСТ 18442, ГОСТ 20415	А
	Тріщина у фасонці	Теж	Теж	А
	Тріщини в стінці балки під ребром жорсткості або від ребра жорсткості	—“—	—“—	А
-	Інші тріщини в стінці балки	—“—	—“—	А
	Повздовжня тріщина в зварному шві	—“—	—“—	А
	Подовжня тріщина в зварному шві з виходом на основний метал	—“—	—“—	А
	Поперечна тріщина в зварному шві	—“—	—“—	А
	Неповномірність швів при зварюванні	Перевіряється розрахунком	Візуально-оптичний ДСТУ ISO 17637, ДСТУ EN 13018, ДСТУ EN 13927	Б
	Підрізи основного металу	$a \leq 0,5 \text{ мм}$ $a \leq 0,03\delta$	Візуально-оптичний, ультразвуковий 17637, ДСТУ EN 13018, ГОСТ 12503, ГОСТ 14782	Б

1	2	3	4	5
	Непровар в корені шва	$\left\{ \begin{array}{l} a \leq 0,05 \\ a \leq 2\text{мм} \end{array} \right\}$ $L_{\text{вд}} \leq 50 \text{ мм}$ $a \leq 0,15\delta$ $a \leq 3 \text{ мм}$	Ультразвуковий, радіографічний ГОСТ 12503, ГОСТ 14782, ГОСТ 7512, ГОСТ 23055	Б
	Окремі шлакові включення або пори	$a \leq 1 \text{ мм}$ $a \leq 3 \text{ мм}$	Теж	В
—	Шлакові включення, розташовані ланцюгом або суцільною лінією вздовж шва	Сумарна довжина до 200 мм на 1 м шва	—	Б
—	Скупчення газових пор або шлакових включень в окремих ділянках шва	Не більше ніж 5 шт. На 1 см ² площі шва при діаметрі одного дефекту не більше ніж 1,5 мм	—	Б
—	Непровари, шлакові включення і пори, розташовані окремо або ланцюжком	Не більше 10 % товщини металу і не більше ніж 2 мм. Не більше ніж 15 % товщини металу і не більше ніж 3 мм	—	Б
—	Відсутність заклепування або прогонів	Не припустимо	Ультразвуковий, радіографічний ГОСТ 12503, ГОСТ 14782, ГОСТ 7512, ГОСТ 23055	Б
—	Провертання прогонів або заклепування	Теж	—	Б
—	Відрив головки заклепування або прогону	Не припустимо	—	А
	Косе заклепування	$a \leq 0,03 H$ $a \leq 3 \text{ мм}$	—	В
	Витягнуте заклепування	Не припустимо	—	Б
—	Відсутність проектного натягу високоміцних прогоничів	До 20 % величини припустимого відхилення по крутильному моменту	Метод контролю напружено-деформованого стану металу	А
—	Зріз заклепування або прогонича	Не припустимо	Візуально-оптичний ДСТУ ISO 17637, ДСТУ EN 13018, ДСТУ EN 13927	А
	Загальна поверхнева рівномірна корозія	Перевіряється розрахунком. Втрата перерізу елемента МК – не більше ніж 30...40 %	Візуально-оптичний ДСТУ ISO 17637, ДСТУ EN 13018, ДСТУ EN 13927	—
	Загальна нерівномірна корозія	Теж	Теж	—
	Місцева корозія (корозія плямами)	—	—	—

Примітка. *Типові, найбільш розповсюджені.

Таблиця 2. Вибір методів неруйнівного контролю несучих МК для інструментальних обстежень об'єктів БШП

Методи і засоби контролю	Чутливість	Основні види з'єднань і дефектів										Діапазон температур контролю	Стан поверхні контролю	Основні нормативні документи
		Основний метал		Заклепачі			Зварні		Тріщини	Тріщини	Тріщини			
		Розшарування	Тріщини	Тріщини в місцях накладок	Неповне ущільнення отвору	Не провар, пори, раковини	Підрізи							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
<p>1. Візуально-оптичний Комплект луп КЛП-5 з підвіскою. Комплекс № 1 для візуального контролю. Бінокль 5ПЦ7×50. Труба оптична ЗРТ-457. Бороскопи, флексоскопи, відеоендоскопи серій XLPRO, XLG3, Long Steer, Video Probe, Теодоліт 2Т30, 2Т30П</p>	Тріщина: ширина розкриття 0,01 мм, довжина 0,1 мм	+	які виходять на поверхню	які виходять на поверхню	-	±	+	які виходять на поверхню	без обмежень, для деяких ендоскопів від 5°C до 50°C	зачищена або з захисним покриттям	-			
<p>2. Ультразвуковий Дефектоскопи: УД2-70, серія DFX, Einstein-II, серії USM, USN, Товщиноміри: ЕУЗ-1, ТУЗ-2, серії ММХ, УМХ, МХ</p>	Дефекти площею > 1 мм ²	+	+	+	метод обстукування	+	+	±	від 5°C до 50°C	зачищена	ГОСТ 12503, ГОСТ 14782			
<p>3. Радіографічний Портативні рентгенівські апарати серій SITE-X, РАТМІР-160, РАТМІР-190.</p>	Тріщини шириною 0,1 мм, пори, непровари розміром > 0,5 мм	-	±	±	±	+	-	±	від -20°C до 40°C	з захисним покриттям	ГОСТ 7512, ГОСТ 23055			
<p>4. Магніторозшарувальний Магнітні дефектоскопи DA750, DA1500. Портативні потужнострумкові генератори Portaflux4000. Намагнічувальний пристрій РМ-50. УФ опромінювачі СН-50Р/12, FC-100, УУ-4В, Е/12. Магнітна суспензія MR-76F, MR-158, MR-210. Комплекс для магніторозшарувальної дефектоскопії (MR-76, MR-722K, MR-71)</p>	Дефекти шириною 25 мкм і довжиною > 0,5 мм	+	які виходять на поверхню	які виходять на поверхню	-	які виходять на поверхню	-	+	від -30°C до 50°C	зачищена	ГОСТ 21105			
<p>5. Капілярний (кольоровий) Комплекс OVER-CHEK для капілярного контролю. Комплекс для кольорової дефектоскопії (MR-68С, MR-88, MR-70)</p>	Тріщини шириною > 10 мкм, глибиною 100 мкм і довжиною 1 мм	+	які виходять на поверхню	які виходять на поверхню	-	-	-	+	від 8°C до 40°C		ГОСТ 18442			
<p>6. Акустико-емісійний АЕ прилад серії «ЭМА» АЕ комплекс А-Line32D. АЕ система AMSY-5. АЕ комплекс KARAT. АЕ комплекс «КОМПАС»</p>	Пріріст тріщини на 1...10 мкм	-	+	±	-	-	-	+	від -40°C до 50°C		ГОСТ 20415, ГОСТ 4227, СОУ 10.1.00174125.006: 2005			

Примітка. Знаки позначають наступне: + – широкое застосування методу; ± – обмежене застосування методу; — – метод не застосовується.

визначається технічний стан окремих конструкцій відповідно до ДСТУ – НБВ.1.2-18:2016 [8].

Технічний стан окремої будівельної конструкції характеризується однією з чотирьох категорій:

- «1» – нормальний;
- «2» – задовільний;
- «3» – непридатний до нормальної експлуатації;
- «4» – аварійний.

Технічний стан конструкції нормальний – категорія технічного стану «1»: фактичні зусилля в елементах та перерізах конструкції не перевищують допустимих за розрахунком, відсутні дефекти та пошкодження, які знижують несучу здатність та довговічність, або перешкоджають нормальної експлуатації.

Технічний стан конструкції задовільний – категорія «2»: за експлуатаційними якостями конструкція відповідає категорії технічного стану «1», але мають місце часткові відхилення від вимог проекту, дефекти або пошкодження, які можуть знизити довговічність конструкції, або частково порушити вимоги другої групи граничних станів, що в конкретних умовах експлуатації конструкції не обмежує використання об'єкта за визначеним призначенням.

Потрібні заходи захисту конструкції та дотримання встановлених вимог щодо його використання.

Технічний стан конструкції не придатний до нормальної експлуатації – категорія «3»: конструкція не відповідає категоріям технічного стану «1» та «2» щодо несучої здатності, або нормальної реалізації захисних функцій, але аналіз дефектів і пошкоджень з перевірними розрахунками виявляє можливість забезпечення її цілісності до проведення ремонту.

Необхідно виконати ремонт, підсилення або заміну конструкції, а до завершення цих заходів використовувати об'єкт за обмеженим режимом експлуатації, контролюючи стан конструкції, навантаження та впливи.

Технічний стан конструкції аварійний – категорія «4»: порушені вимоги першої групи граничних станів (або не можливо запобігти цим порушенням) та аналіз дефектів і пошкоджень з перевірними розрахунками показує неможливість гарантувати цілісність конструкції до проведення її ремонту, підсилення або заміни (особливо якщо можливий «крихкий» характер руйнування), або остаточно втрачена можливість нормальної реалізації захисних функцій конструкції.

Необхідно негайно виключити перебування людей в зоні можливого обвалення та/або вжити заходів, які унеможливають таке обвалення до проведення ремонту, підсилення чи заміни конструкції, або до ліквідації об'єкта.

Результати обстеження і оцінки технічного стану МК об'єктів БШП заносяться в паспорт техніч-

ного стану згідно з НПАОП 45.2-1.01. Паспортизація технічного стану БШП, що забезпечується їх періодичними обстеженнями силами спеціалізованих організацій, надає своєчасну інформацію для планування і здійснення ефективних заходів з підтримання надійності, безпеки та експлуатаційної придатності споруд, а за потреби виведення їх із небезпечного стану (аж до ліквідації).

Багаторічний досвід проведення обстежень об'єктів БШП в різних регіонах України, а також розробки нормативно-технічних документів для їх реалізації, дозволили ДП «Інститут «УкрНДІпроект» розробити наступні галузеві НТД [9–12].

КД12.009-95 (із змінами). Порядок і організація обстеження будівельних конструкцій, будівель і споруд шахтної поверхні.

КД12.011-96 (із змінами). Будівлі і споруди технологічних комплексів шахтної поверхні. Вимоги до експлуатації.

СОУ10.1.00174125.015:2008. Несучі металеві конструкції гірничого устаткування і гірничотехнічних споруд. Оцінка технічного стану.

СОУ-Н10.1.00174125.001:2012. Порядок і організація обстеження металевих копрів.

Висновки

Для забезпечення надійності і безпечної експлуатації БШП в ДП «Інститут «УкрНДІпроект» розроблено ряд галузевих НТД, які регламентують процедури контролю і оцінки технічного стану металевих конструкцій в процесі їх обстеження і паспортизації, а також вимоги до їх експлуатації.

Впровадження на вугільних підприємствах рекомендацій цих документів дозволяє [13]:

- домогтися в практиці експлуатації об'єктів БШП єдиного порядку виконання і методики обстеження та паспортизації технічного стану, які відповідають вимогам діючих законодавчих і нормативних документів;

- створити на підприємствах службу спостереження за безпечною експлуатацією будівель і споруд і визначити для неї структури функцій, прав і обов'язків;

- оцінити рівень безпеки експлуатації окремих елементів і вузлів;

- виконувати ранжування обстежених конструкцій за потребою ремонтів, реконструкцій або замін;

- забезпечити відновлення початкових експлуатаційних якостей споруди в цілому і окремих її конструкцій за рахунок своєчасного проведення ремонтних робіт;

- проводити прогнозування залишкового ресурсу конструкцій та обґрунтування подовження терміну безпечної експлуатації об'єктів підвищеної безпеки;

- визначати номенклатуру та значення показників надійності елементів конструкції з ураху-

ванням можливих видів граничних станів (відмов), що забезпечують надійність конструкції;

– визначати допуски на конструктивні, технологічні та експлуатаційні обмеження щодо забезпечення розрахункового терміну служби МК об'єктів при обслуговуванні їх за фактичним станом;

– знизити простої гірничого устаткування за рахунок зменшення аварій і пошкоджень.

Список літератури

1. НПАОП 45.2-1.01-98. *Правила обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд.*
2. НПАОП 10.0-1.01.-10. *Правила безпеки у вугільних шахтах.*
3. СНиП II-23-81. *Стальные конструкции (Сталеві конструкції).*
4. ДБН В.1.2-14-2009. *Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ.*
5. ДБН-362-92. *Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації.*
6. ДБН В.1.2-6-2008. *Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість.*
7. ДСТУ БВ.2-200:2014. *Конструкции металлические стропильные. Требования к монтажу. (Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу).*
8. ДСТУ-НБВ.1.2-18:2016. *Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану.*
9. СОУ-Н10.1.00174125.001:2012. *Порядок і організація обстеження металевих копрів.*
10. СОУ10.1.00174125.015:2008. *Несучі металеві конструкції гірничого устаткування і гірничотехнічних споруд. Оцінка технічного стану.*
11. КД12.009-95 (із змінами). *Порядок і організація обстеження будівельних конструкцій будівель і споруд шахтної поверхні.*
12. КД12.011-96 (із змінами). *Будівлі і споруди технологічних комплексів шахтної поверхні. Вимоги до експлуатації.*
13. Куліш В. А., Крилов Е. С., Литвиненко Л. Ю. (2011) Розробка галузевого стандарту (СОУ) несучі металеві конструкції гірничого устаткування і гірничотехнічних споруд. Оцінка технічного стану. *Матер. 11 Міжнародної Промислової конференції «Ефективність реалізації научного, ресурсного і промислового потенціала в сучасних умовах»*, г. Донецьк, сс. 58–63.
10. SOU10.1.00174125.015:2008. *Load-carrying metal structures of mine equipment and mine technical constructions. Assessment of technical condition* [in Ukrainian].
11. KD12.009-95 (modified): *Procedure and organizing of inspection of building structures, buildings and constructions of mine surface* [in Ukrainian].
12. KD12.011-96 (modified): *Buildings and constructions of technological complexes of mining surface. Operational requirements* [in Ukrainian].
13. Kulish, V.A., Krylov, E.S., Lytvynenko, L.Yu. (2011) Development of industry standard (SOU) on load-carrying metal structures of mine equipment and mine technical constructions. Assessment of technical condition. In: *Proc. of Int. Industrial Conf. on Effectiveness of Realization of Scientific, Resource and Industrial Potential in Modern Conditions*. Donetsk, 58-63.

References

1. NPAOP45.2-1.01-98: *Regulations for inspection, assessment of technical condition and certification of industrial buildings and constructions* [in Ukrainian].
2. NPAOP 10.0-1.01-10: *Safety regulations in coal mines* [in Ukrainian].
3. SNiP II-23-81: *Steel structures* [in Russian].
4. DBN V.1.2-14-2009: *General principles of reliability control and structural safety of buildings, constructions, building structures and foundations* [in Ukrainian].
5. DBN-362-92: *Assessment of technical condition of steel structures of industrial buildings and constructions being under operation* [in Ukrainian].
6. DBN V.1.2-6-2008: *Main requirements to buildings and constructions. Mechanical resistance and strength* [in Ukrainian].
7. DSTU BV.2-200:2014: *Building metal structures. Installation specification* [in Russian].
8. DSTU-NBV.1.2-18:2016: *Recommendations for inspection of buildings and constructions to determine their technical condition* [in Ukrainian].
9. SOU-N10.1.00174125.001:2012: *Procedure and organizing of inspection of metal drill derricks* [in Ukrainian].

КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ШАХТНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

В. А. КУЛИШ, Е. С. КРЫЛОВ

ГП «Институт «УкрНИИПроект» Минэнергоугля Украины.
03142, г. Киев, просп., Академика Палладина, 46/2.
E-mail: post.upn@ukr.net

Рассмотрен ряд отраслевых нормативно-технических документов, регламентирующих процедуру контроля и оценки технического состояния металлических конструкций строений и сооружений шахтной поверхности в процессе их обследования и паспортизации. Они соответствуют требованиям действующих законодательных и нормативных документов и способствуют повышению безопасности и надежности эксплуатации зданий и сооружений шахтной поверхности за счет своевременного получения информации об их фактическом техническом состоянии. Библиогр. 13, табл. 2.

Ключевые слова: контроль, оценка, техническое состояние, металлическая конструкция, здание, сооружение, шахтная поверхность, надежность, безопасность

MONITORING AND ASSESSMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF METALS STRUCTURES OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS OF MINE SURFACE

V.A.KULISH, E.S.KRYLOV

SC «UkrDNIIProekt» Institute of the Ministry of Energy and Coal Industry of Ukraine, 46/2 Akademik Palladin str., Kyiv.
E-mail: post.upn@ukr.net

A number of branch normative-technical documents are considered, which specify the procedure of control and evaluation of the technical condition of metal structures of buildings and constructions of the mine surface during their examination and certification. They are responsible for the requirements of the currently valid legal and normative documents and promote an improvement of safety and reliability of buildings and constructions of the mine surface, due to timely acquisition of data on their actual technical condition. 13 References, 2 Tables

Keywords: control, assessment, technical condition, metal structure, building, construction, mine surface, reliability, safety

Надійшла до редакції
19.02.2018