

УДК 69.059: 69.003

Д.О. ХОХРЯКОВА, канд. техн. наук, доц., С.В. КОЛЕСНІЧЕНКО канд. техн. наук, доц.  
Донбаська національна академія будівництва і архітектури  
Є.В. ДЕНИСОВ, канд. техн. наук, ТОВ «Будівельна група “Модус”»

## НОРМУВАННЯ ВІБРОДИНАМІЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ СТАЛЕВИХ ФЕРМ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ТЕХНІЧНИХ ОБСТЕЖЕНЬ РЕКОНСТРУЙОВАНИХ БУДІВЕЛЬ

**Мета.** Підвищення ефективності проведення робіт з оцінки технічного стану сталевих ферм шляхом нормалізації процесу вібродинамічних випробувань.

**Методи дослідження.** Проектування норм часу здійснювалось на підставі нормативних спостережень, що проводилися методом змішаного фотообліку відповідно до «Методичних рекомендацій з проектування та перегляду норм часу на будівельно-монтажні роботи». Точність записів під час спостережень становила 1 хвилину. Вібродинамічні випробування виконувались ланкою з 3 осіб. Обробка даних нормативних спостережень мала три етапи: первинна обробка даних; розрахунок середніх значень витрат праці оперативної роботи на одиницю вимірюваної первинної продукції (одна точка установки датчика, одна ферма, група ферм); розрахунок середніх значень витрат праці оперативної роботи на одиницю виміру робочого процесу в цілому (10 конструкцій).

**Наукова новизна.** Виявлено, що чинні нормативні документи не містять методик і нормативи на виконання вібродинамічних випробувань кроквяних ферм при проведенні технічних обстежень будівлі. Застосування непрямих розцінок не дозволяє компенсувати витрати на проведення таких обстежень. Вперше запропонований метод оцінки технічного стану сталевих ферм шляхом визначення її динамічних параметрів. Запропонована норма часу на виконання вібродинамічних випробувань сталевих ферм.

**Практична значимість.** Результати приведених у статті досліджень з нормалізації процесу вібродинамічних випробувань були використані організацією при визначенні вартості виконання робіт з оцінки технічного стану об'єкта.

**Результати.** Дослідним шляхом встановлено, що запропонована методика проведення вібродинамічних випробувань дозволяє не тільки підвищити достовірність результатів оцінки технічного стану ферм, але й знизити їх трудомісткість у порівнянні з візуальним обстеженням.

**Ключові слова:** обстеження, вібродинамічні випробування, норма часу, сталеві ферми, витрати праці.

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Однією з основних проблем формування договірної ціни на ринку обстеження будівель і споруд є величезний розкид цін по комерційним пропозиціям, що надаються відповідними організаціями. Ця проблема зачіпає не тільки Україну, але й ряд пострадянських держав.

Не завжди можливо врахувати всі чинники (вік споруд, умови експлуатації, забезпечення документацією, вартість допоміжних робіт із забезпечення необхідного доступу до конструкцій та ін.), вартість необхідних польових робіт, вартість сучасних лабораторних випробувань і розрахункових робіт. Трактування окремих пунктів нормативних документів з визначення вартості обстежень також не носить однозначний характер. У зв'язку з цим на тендер виносять вартості робіт, що різняться в рази [15].

Проектно-кошторисна документація на капітальний ремонт, реконструкцію або технічне переоснащення розробляється тільки на підставі результатів звіту про технічний стан конструкцій будівель і споруд. Роботам по безпосередньому обстеженню будівель передують збір і аналіз технічної документації, що надається замовником. У багатьох випадках власники об'єктів не володіють достовірною інформацією про характер експлуатації і проблеми споруд з моменту будівництва до моменту контролю. Проектна і виконавча документація частково або повністю втрачена. Загальні проблеми оцінки технічного стану будівельних конструкцій розглядаються в роботах багатьох авторів [3,4,7,11,14-16].

Очевидно, що цінність виконуваних робіт з обстеження об'єктів в цих випадках різко зростає. Однак, основним критерієм вибору підрядників в ході розгляду заявок або проведення тендерів для державного замовника відповідно до вимог закону є найменша ціна. Недержавні організації-замовники, намагаючись заощадити, не замислюються, що зниження ціни, не приводить до збільшення якості. Низьку вартість, робіт з обстеження будівель обумовлено скороченням їх складу і обсягу досліджень і приводить до зниження достовірності висновків про технічний стан об'єкта.

Тенденція зниження вартості проведення робіт з обстеження будівель і споруд веде до погіршення якості робіт на ринку в цілому.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Для оцінки вартості робіт з визначення технічного стану будівель і споруд в нашій державі використовується СОУ Д.1.2 - 02495431 - 001: 2008 (далі СОУ) [12] та [2]. Аналогічним документом в пострадянському просторі є СБЦП 81 – 2001 – 25 (далі СБЦП) [13]. Вартість робіт з визначення технічного стану конструкцій будівель і споруд в СОУ заснована на розрахунку витрат праці і показника вартості відповідних робіт в розрахунку на один люд.-день. Визначення вартості виконання обмірних робіт і обстежень будівельних конструкцій будівель і споруд в СБЦП здійснюється на основі базових цін, що коригуються коефіцієнтами. Цей довідник є державним кошторисних нормативом і підлягає обов'язковому застосуванню.

Нормативи для визначення вартості відповідних робіт, як в Україні, так і в інших державах періодично переглядались у зв'язку з появою нових нормативно-правових актів в будівництві і виявленням ряду положень, які вимагають уточнення.

З метою встановлення характеру змін, що вносяться до українських норм з 1999 по 2008 рік при їх перегляді, авторами була скалькульована і проаналізована трудомісткість (табл. 1) на прикладі візуального обстеження сталевих ферм прогоном 36 м.

Таблиця 1

Порівняння витрат праці по візуальному обстеженню сталевих ферм прогоном 36 м  
(одиниця виміру - 10 конструкцій)

Назва документу	Рік видання	Трудомісткість, люд-день		
		група складності робіт		
		1	2	3
Методичні рекомендації [8]	1999	6,25	26,25	38,5
Збірник нормативів [6]	2003	2,664	6,06	8,184
СОУ [12]	2008	4,02	9,036	12,192

У процесі калькулювання витрат праці наведені в нормах [7] були перераховані на вимірювач 10 конструкцій і переведені в люд-дні. Урахування робіт з фотографування дефектів проводилось з припущенням, що при візуальному обстеженні однієї конструкції необхідно зробити хоча б один знімок. Норми часу з візуального обстеження ферм в нормах [5] і [11] збільшені в 1,2 рази для металевих конструкцій.

Порівняльний аналіз розглянутих нормативних документів показав, що «Методичні рекомендації ...» [8] 1999 р. видання містять значну ступінь деталізації норм часу з обстеження сталевих конструкцій будівель і споруд, що дозволяє більш точно оцінити витрати праці і обґрунтувати вартість виконуваних робіт, ніж розрахунок за укрупненими показниками.

Норми [6] і [12] пропонують комплексні розцінки.

У загальних положеннях СБЦП відзначено, що базовими цінами довідника не враховано вартість виконання таких робіт як планово-висотна зйомка положення будівельних конструкцій. СОУ не містить будь-яких уточнень з цього приводу.

У разі відсутності проектно-технічної документації при виконанні обмірів стає доцільно використовувати нівеліри, теодоліти і інше високоточне обладнання, що веде до значного подорожчання виконуваних робіт. СОУ не містить норм часу на виконання геодезичних робіт, а відсутність вихідної документації пропонується враховувати коефіцієнтом 1,2, що автори вважають недостатнім.

На підставі результатів аналізу встановлено, що витрати праці по візуальному обстеженню металевих ферм за розцінками 1999 р. і на сьогодні при аналогічному складі робіт відрізняються більш ніж у 3 рази.

У розглянутих документах зазначено, що при визначенні норм часу виконання робіт використовувалися дослідно-статистичні матеріали і матеріали раніше діючих нормативних і методичних документів.

Залишаються невідомими фактори, які вплинули на зменшення в 4,7 рази витрат праці при перегляді норм в 2003 р. і на зворотне їх збільшення майже на 50% в 2008 р.

В існуючому стандарті [12] представлена недостатня номенклатура норм і розцінок по визначенню витрат праці та кошторисної вартості робіт з оцінки технічного стану будівель і споруд, а також є ряд невідповідностей.

До позитивних сторін перегляду норм можна віднести появу в 2003 р. розцінок на виконання вібродинамічних випробувань при проведенні обстежень будівель [8].

Застосування динамічних методів випробувань будівельних конструкцій або їх окремих елементів часто зустрічається в практиці проведення технічних обстежень та моніторингу технічного стану будівель і споруд [1,5,10].

Норми часу в СОУ і базові ціни в СБЦП розроблено на виконання вібродинамічних випробувань для наступних конструкцій:

- перекриття простої конструктивної схеми;
- складна конструктивна схема перекриття з головними і часто розташованими другорядними балками;
- підкранові балки;
- колони і стіни.

Варто відзначити, що СБЦП відрізняється високим ступенем деталізації базових цін в залежності від висоти установки підкранових балок, і висоти колон. СОУ ж містить додаткову норму часу на випробування поверхні ґрунту, а висота установки конструкцій враховується введенням підвищувальних коефіцієнтів.

**Постановка завдання.** Ні в одному з вище перерахованих документів не містяться дані про вібродинамічні випробування таких конструкцій як ферми. Застосування непрямих розцінок при визначенні вартості робіт не дозволяє організаціям що займаються обстеженням конструкцій будівель і споруд в повній мірі компенсувати ті витрати, які вони понесли при виконанні подібних робіт.

Відсутність у чинному стандарті витрат праці на проведення вібродинамічних випробувань металевих ферм спонукало авторів на створення індивідуальної норми часу на цей вид робіт.

**Мета дослідження** - підвищення ефективності проведення робіт з оцінки технічного стану сталевих ферм шляхом нормалізації процесу вібродинамічних випробувань.

*Проектування норм часу на проведення вібродинамічних випробувань сталевих ферм прогоном 36 м.*

У збірнику нормативів 2003 р. видання витрати праці на проведення вібродинамічних випробувань обґрунтовувалися відповідним переліком робіт, в той час як на сьогоднішній день в Україні відсутні будь-які рекомендації що містять порядок проведення відповідних випробувань.

У рамках проведення робіт з обстеження та оцінки технічного стану колишньої промислової будівлі розташованої в Куйбишевському районі м. Донецьк, по вул. Умова, 1 у 2013 р. були проведені роботи по визначенню динамічних параметрів ферм покриття прогоном 36 м з складанням динамічного паспорта для даних конструкцій. Відмітка низу ферм становила 22 м.

Коливання конструкцій ферм створювалися за допомогою вібростанини, що дозволяє створювати спрямовані гармонійні навантаження з регульованою частотою.

В якості первинних перетворювачів були використані п'єзоелектричні перетворювачі, встановлені на найбільш напружених елементах - нижній пояс ферми в середині прольоту і опорний розкіс.

Послідовність дій при проведенні динамічних випробувань представлена в таблиці 5.

Запис процесу коливань проводився як в резонансному режимі, так і «на вибігу» з реєстрацією процесу власних коливань.

Нормативні спостереження проводилися методом змішаного фотообліку відповідно до «Методичних рекомендацій з проектування та перегляду норм часу на будівельно-монтажні роботи» [9].

Точність записів під час спостережень становила 1 хвилину. Всі роботи виконувалися ланкою чисельністю 3 людини. Обробка даних нормативних спостережень мала три етапи:

- первинна обробка даних;
- розрахунок середніх значень витрат праці оперативної роботи на одиницю вимірюваної первинної продукції (одна точка установки датчика, одна ферма, група ферм);

розрахунок середніх значень витрат праці оперативної роботи на одиницю виміру робочого процесу в цілому (10 конструкцій).

Таблиця 2

Одиниці виміру первинної продукції при визначенні витрат праці оперативної роботи

Найменування етапу	Найменування робіт	Вид робіт	Одиниця виміру первинної продукції
Підготовчий	Збір і аналіз проектної документації	Камеральний	Група ферм
	Попередній візуальний огляд конструкцій	Натурний	
	Уточнення конструктивних схем і схем навантажень	Камеральний	
Основний	Попередні розрахунки конструкцій з визначенням динамічних характеристик	Камеральний	Група ферм
	Складання програми випробувань із зазначенням цілей, етапів і схем розташування апаратури	Камеральний	Група ферм
	Встановлення п'єзодатчиків	Натурний	Одна точка встановлення датчика
	Встановлення вібромашини	Натурний	Одна ферма
	Налаштування апаратури	Натурний	Група ферм Одна ферма
	Реєстрація умов проведення вимірювань (метеоумови, стан важкого устаткування в момент випробувань)	Натурний	Група ферм
	Проведення вимірювань	Натурний	Одна ферма
	Обробка отриманих даних	Камеральний	Одна ферма
Заключний	Занесення результатів вимірювань в динамічний паспорт конструкції (складання звіту)	Камеральний	Група ферм

Первинна норма часу була розрахована з урахуванням витрат праці на підготовчо-заключні роботи і часу на відпочинок і особисті потрібні робітників.

Узагальнена норма часу на проведення вібродинамічних випробувань визначалася як середньоарифметична величина первинних норм для 20 ферм, табл. 3.

Таблиця 3

Склад робіт і витрат праці основного етапу вібродинамічних випробувань сталевих ферм прольотом 36 м (одиниця виміру - 10 конструкцій)

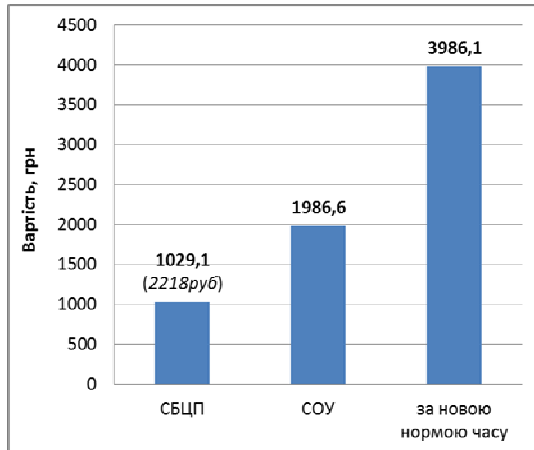
Найменування робіт	Трудомісткість, люд.-день		
	узагальнена норма часу	збірник нормативів	*СОУ
Попередні розрахунки конструкцій з визначенням динамічних характеристик	0,63		
Складання програми випробувань	0,63	+	+
Підготовка апаратури і доставка її на об'єкт		+	+
Установка і контроль режиму джерел вібрації		+	+
Установка 2 вібродатчиків і вібромашини	2,50		
Налаштування апаратури	1,13		
Реєстрація умов проведення вимірювань (метеоумови, стан важкого устаткування в момент випробувань)	0,63		
Вимірювання рівнів вібрації, запис мікросейсмічних коливань	1,25	+	+
Обробка результатів випробувань, побудова дисперсійної залежності і оформлення висновків.	2,50	+	+
Всього	9,27	3,92	4,62 *

\* Прийнято розцінку що застосовується для підкранових балок довжиною 12 м з розрахунку один датчик на конструкцію, з коефіцієнтом 1.4, що враховує висоту її розташування.

Результати проектування норм часу на проведення вібродинамічних випробувань сталевих ферм показали, що розцінка, яка застосовується в чинному стандарті, як мінімум в 2 рази недооцінює трудомісткість виконуваних робіт.

Вартість проведених випробувань була визначена на підставі норм часу отриманих дослідним шляхом і показника вартості виконання науково-дослідних робіт, який становить 430 грн в розрахунок на один люд-день (письмо Мінрегіонбуду України від 06.10.08 № 9 / 11-840).

У рамках аналізу була розрахована вартість робіт, використовуючи пристосовані розцінки СОУ і СБЦП для підкранових балок довжиною 12 м. Для можливості порівняння результатів базові ціни в СБЦП переведені в національну валюту за курсом, встановленим на березень 2017 року (рис.1).



**Рис. 1.** Вартість проведення вібродинамічних випробувань 10 ферм

Аналіз показав, що розцінки в кошторисних нормах [13] істотно нижче, ніж в Україні. Нормативи на виконання вібродинамічних випробувань наведені в СОУ недооцінюють їх вартість майже в 2 рази.

Витрати праці, отримані дослідним шляхом були співставленні з нормативами за візуальним обстеженням, які складають 12,192 люд.-дня для сталевих ферм. Вочевидь, що проведення вібровипробувань для оцінки технічного стану конструкцій дозволяє не тільки підвищити достовірність результатів обстеження, але і на 24% знизити їх

трудомісткість.

Результати приведених у статті досліджень були використані організацією при визначенні вартості виконання робіт з оцінки технічного стану об'єкта.

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** Нормативна основа і система ціноутворення України не досить динамічні. Часовий проміжок між появою нової технології і створенням кошторисної норми дуже великий.

До зниження якості нормативних документів може приводити порушення багатоступеневої схеми їх формування з проміжними розсилками варіантів в усі зацікавлені організації, з відповідним обговоренням та корекцією окремих положень.

Дослідним шляхом встановлено, що запропонована методика проведення вібродинамічних випробувань дозволяє не тільки підвищити достовірність результатів оцінки технічного стану ферм, але й знизити їх трудомісткість у порівнянні з візуальним обстеженням.

Необхідне створення науково-технічної програми по розробці нових методів, засобів і нормативної бази, призначених для періодичного контролю або моніторингу експлуатованих об'єктів.

### Список літератури

1. Бугаевский Г. Н. Параметры динамической паспортизации/Г. Н. Бугаевский// Будівельні конструкції: зб. наук. праць. – К.: НДБК, 2008. – Вип.69. – С. 201-207.
2. ДСТУ Б Д.1.1-7:2013 Правила визначення вартості проектно-вишукувальних робіт та експертизи проектної документації на будівництво - - Офіц. Вид. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 50 с.
3. Ерёмин К.И. Анализ повреждаемости и обрушаемости блоков покрытий промышленных зданий/ К.И. Ерёмин, С.А. Матвеешкин, Г.А. Арутюнян// Наука и Безопасность. – 2015. - №1 (14). – С. 36-46.
4. Ерёмин К.И. Особенности экспертизы и НК металлических конструкций эксплуатируемых сооружений/ К.И. Ерёмин, С.А. Матвеешкин // В мире неразрушающего контроля. - 2008. - № 4 (42). - С. 4-7.
5. Завалишин С.И. Нормативные проблемы динамических обследований зданий и сооружений/ С.И. Завалишин, М.С. Хлыстунов, Ж.Г. Могилюк // Известия Юго-Западного государственного университета - 2013. - № 5 (50). -С. 156-159
6. Збірник нормативів для визначення вартості робіт з оцінки технічного стану та експлуатаційної придатності конструкцій будівель і споруд - Офіц. Вид. – К.: Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій, 2003.- 37 с.
7. Матвеешкин С.А. Проблемы оценки и прогнозирования технического состояния строительных конструкций промышленных зданий/ С.А.Матвеешкин// Предотвращение аварий зданий и сооружений: Сборник научных трудов // Под ред. К.И. Еремина. – М.: ООО «ВЕЛД», 2009. – С.297-303.
8. Методичні рекомендації визначення вартості робіт з обстеження, оцінки технічного стану і паспортизації будівель і споруд - Офіц. Вид. – К.: Науково-дослідний інститут будівельного виробництва, 1999.- 24 с.
9. Методичних рекомендацій з проектування та перегляду норм часу на будівельно-монтажні роботи [Текст]/ Держбуд України – Офіц. Вид. – К.: Укрархбудінформ, 2004.- 40с.

10. Патрикеев А.В. Основы методики динамического мониторинга деформационных характеристик зданий и сооружений/ А.В. Патрикеев, Е.К. Салатов // Вестник МГСУ. - 2013.- № 1. - С. 133-138.
11. Перельмутер А.В. Стан та залишковий ресурс фонду будівельних металевих конструкцій в Україні./А.В. Перельмутер, В.М. Гордєєв, Є.В. Горохов та ін. //– К.: УІНСіЗР, 2002. – 92 с.
12. СОУ Д.1.2 - 02495431 - 001: 2008. Нормативи витрат труда для визначення вартості робіт з оцінки технічного стану та експлуатаційної придатності конструкцій будівель і споруд - Офіц. Вид. – К.: Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій, 2008. – 46 с.
13. СБЦП 81 – 2001 – 25 Справочник базовых цен на обмерные работы и обследования зданий и сооружений [Текст]/ Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации – Офіц. Вид. - М.: ЦЕНТРИНВЕСТпроект, 2016. – 29 с.
14. Улыбин А.В. Качество визуального обследования зданий и сооружений и методика его выполнения/ А.В. Улыбин, Н.И. Ватин// Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. - № 10 (25) – С. 134-146.
15. Улыбин А.В. Проблемы ценообразования на рынке обследования зданий и сооружений/ А.В. Улыбин, С.В. Зубков// Инженерно-строительный журнал. – 2010. - №7 (17) – С.53-56.
16. Штенгель В.Г. Общие проблемы технического обследования неметаллических строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений/ В.Г. Штенгель// Инженерно-строительный журнал. – 2010. - №7 – С. 4 – 9.

Рукопис подано до редакції 25.03.17

УДК 622.272: 624.191.5

А.Н. РОЕНКО, д-р техн. наук, проф., Национальный горный университет  
С.А. ХАРИН, д-р техн. наук, проф., В.Н. КНУРЕНКО, старш. препод.  
Институт предпринимательства «Стратегия»

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ БВР НА ОРГАНИЗАЦИЮ ПРОХОДЧЕСКИХ РАБОТ

**Цель.** Целью данной работы является разработка программного обеспечения и исследование влияние ряда параметров буровзрывных работ на интенсивность проходческих работ. Необходимо также выполнить анализ полученных в ходе исследования результатов, установить закономерности изменения соответствующих параметров и выработать рекомендации по рациональному ведению проходческих работ.

**Методы исследования.** В работе использован комплексный подход, включающий обобщение и анализ литературных источников и исследований в области строительства шахт, теоретические исследования, базирующиеся на методах математического моделирования.

**Научная новизна.** Получены зависимости скорости проходки протяженных горизонтальных выработок от влияния ряда факторов буровзрывных работ, а также применении контурного взрывания.

**Практическая значимость.** Данная категория состоит в нахождении оптимальных проектных решений по строительству комплекса выработок горизонтов на больших глубинах для действующих шахтах Криворожского бассейна, позволяющих обеспечить своевременный ввод горизонтов в эксплуатацию.

**Результаты.** Таким образом, в результате разработки программного обеспечения на языке Java, которое выступило в качестве инструмента исследований вопросов организации строительства горных выработок и изучения воздействия в различных условиях, которое оказывает обычное и контурное взрывание на скорость строительства протяженных выработок горизонта, стало возможным установить такие результаты: применение контурного взрывания вызывает необходимость размещения в забое выработки дополнительных шпуров, количество которых может измеряться, для различных случаев, величиной порядка 20-30% для штрека площадью поперечного сечения  $10 \text{ м}^2$  и величиной 18-25% для квершлага сечением  $20 \text{ м}^2$ ; характерным является также то, что с увеличением значения  $f$  наблюдается относительное снижение прироста количества контурных шпуров; интенсивность сооружения штрека при контурном взрывании уменьшится примерно в 1,15 раза при крепости 10 и в 1,2 раза при крепости 20; для квершлага с указанные величины будут составлять соответственно порядка 1,1 и 1,25.

**Ключевые слова:** скорость, выработка, квершлаг, контурное взрывание, сооружение, программное обеспечение, язык Java.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Реконструкция производственных мощностей шахт в условиях значительных глубин разработки должна сопровождаться интенсивными усилиями в направлении исследований, направленных на совершенствование всех технологических процессов, которые требуют соответствующей автоматизации для обеспечения оперативного получения результатов.

**Анализ исследований и публикаций.** Анализ опубликованных работ, освещающих различные аспекты научных исследований, показывает на значительное число публикаций, по-