

традиційних металевих рам та використання матеріалів для забутовки. Радикальним виходом з цієї ситуації, яка призведе до значного зниження ризику травмування від падіння є використання технічних засобів, враховуючи, що кваліфікація персоналу не може бути зниженою у короткі терміни. Проаналізувавши можливі технічні засоби вважаю задоцільним використання при виконанні робіт по кріпленні виробок висувної кріпі та анкерів типу «Swellix». Це дозволить знизити імовірну частоту збоїв, а також переважно вагомо полегшити тяжкість праці, отже, зменшити втомлюваність кріпильника. Важливим фактором для зниження травматизму є впровадження промислової дисципліни серед працівників шахт. Для підвищення відповідальності і профілактики порушень вимог безпеки та зниження рівня травматизму на підприємстві впроваджено ввести систему відривних талонів. Кожному працівникові при проходженні первинного інструктажу видається картка з чотирма відривними талонами. За порушення нормативно – правових актів з охорони праці талони вилучаються. Залежно від кількості вилучених талонів, працівнику призначається позачергова перевірка знань, зменшується розмір премії, оголошується догана. Якщо вилучаються всі чотири талони, порушника звільняють з роботи.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Методологія аналізу та оцінювання ризиків аварій на промислових об'єктах активно розвивається, тому розробка нових і вдосконалення існуючих підходів, моделей і методик оцінювання ризиків аварій, комп'ютерна їх реалізація залишається для нашої держави актуальним завданням.

Визначення оцінок ризиків аварій має ґрунтуватися на результатах контролю технічного стану потенційно небезпечних об'єктів, статистичних даних про аварії і надзвичайні ситуації техногенного характеру, комплексного моніторингу небезпечних геологічних і гідрометеорологічних процесів, стану природних комплексів, а також на результатах моделювання відповідних небезпечних подій та ситуацій, їх впливу на здоров'я населення.

Застосування показника ризику дає змогу порівнювати дію небезпечних чинників різної природи, визначати, з урахуванням внеску кожного окремого чинника, інтегральний ступінь небезпеки будь-якого промислового об'єкта.

Застосування методології оцінювання ризику дає можливість розробляти механізми і стратегію різних регулюючих заходів щодо підвищення безпеки промислових об'єктів; встановлювати межі варіабельності величин ризику і невизначеностей, пов'язаних з обмеженістю початкових даних або з невирішеністю наукових проблем.

Список літератури

1. **Бизов В. Ф.** Охорона праці в гірництві : підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / В. Ф. Бизов, О. Є. Лапшин. Кривий Ріг : Мінерал, 2001. - 251 с.
2. **Варення Г.** Управление рисками несчастных случаев как аксиома трудовой деятельности / Г. Варення // Охрана труда. - 2004. - № 4. - С. 22-24.
3. **Водяник А. О.** Вплив на ризики травмування на виробництві факторів зовнішнього середовища / А. О. Водяник, К. Н. Ткачук // Вісник Криворізького технічного університету. 2005. Вип. 8. С. 156-159.
4. **Глібчук В. М.** Сутність ризику як економічної категорії / В. М. Глібчук // Львівська політехніка. Вісник... - 2007. - № 599. - С. 102-107.

Рукопис подано до редакції 19.03.12

УДК 624.042.7

К.М. РОМАНЕНКО, асистент, ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДСИЛЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПРОМИСЛОВОЇ СПОРУДИ

Наведено реалізацію розрахунків на сейсмостійкість просторової моделі промислової споруди в ПК «ЛИРА 9.6». Проаналізовано напружено-деформований стан споруди при сейсмічності 7, 8 та 9 балів. За результатами досліджень зроблені висновки.

Вступ. Землетруси - це одні з найбільш масштабних природних катастроф, що приводять до значних людських втрат і викликають спустошливі руйнування на величезних просторах.

Сейсмічні райони в яких можуть відбутися підземні поштовхи 6-9 балів, займають близько 20% території України. [1]. Сейсмічна небезпека території України також пов'язана з техногенним впливом виробничих процесів в різних регіонах країни, обумовлених розробкою родовищ

корисних копалин. Поява тисяч свердловин, шахт, кар'єрів сприяла значному зниженню сейсмічності ґрунтів і гірських порід майже на 70 % території України, особливо на Криворіжжі, в Донбасі та Прикарпатті, а на ослаблених ґрунтах навіть при 6 балах можуть відбутися великі руйнування (відомо, що техногенні фактори можуть підсилити землетрус на 1-1,5 бала за шкалою Ріхтера). Тому перед будівельною галуззю надзвичайно актуальним постає питання сейсμοзахисту будівель та споруд.

Щодо Криворізького залізорудного басейну, то тут актуальні техногенні впливи, обумовлені розробкою родовищ корисних копалин - адже місто Кривий Ріг є промисловим центром Дніпропетровської області і його основними об'єктами є гірничо-збагачувальні комбінати. На цих підприємствах багато будівель та споруд, що мають довжину, яка перевищує 30 м. В основному цими спорудами є цехи та склади.

Оскільки основні гірничо-збагачувальні комбінати Криворізького залізорудного басейну були спроектовані та побудовані в період з 1938 по 1970 рік, то вони були розраховані за старими будівельними нормами та вже не відповідають вимогам ДБН 2006 року [1]. В цих нормах, у порівнянні з попередніми, відбулися деякі зміни: по-перше - значно змінилася розрахункова сейсмічність районів (була підвищена на 1-2 бали), а по-друге - підвищилися вимоги до розрахунків як при визначенні сейсмічних навантажень так і при оцінюванні несучої здатності конструкцій.

Отже, необхідно провести моделювання та розрахунок на сейсмічність протяжної в плані споруди, враховуючи підвищення сейсмічності району та зміни вимог до розрахунків, відповідно [1, 4].

Аналіз останніх досліджень. Вивченню роботи підсиленних залізобетонних конструкцій присвятили свої роботи Л.В. Афанасьєва, А.Я. Барашиков, С.В. Бондаренко, Б.А. Боярчук, О.І. Валовой, О.Б. Голишев, О.Д. Журавський, П.И. Кривошеєв, Е.Ф. Лисенко, Г.А. Молодченко, Л.А. Мурашко, Й.П. Новаторський, Р.С. Санжаровський, П.О. Сунак, Г.Н. Хайдуков, О.Л. Шагін, В.С. Шмуклер, А. Касссбех, Г.В. Чанг, Л.М. Лі, М.А. Максур та ін.

Постановка мети і задач дослідження. Метою поставлених досліджень було проведення математичного експерименту та з'ясування ефективності підсилення промислової споруди до проектних значень.

Методика досліджень. З огляду на зазначену мету, було проведеної цілеспрямований математичний експеримент по підсиленню промислової споруди до проектних значень. За результатами проведеного розрахунку зроблені деякі висновки.

Результати досліджень. Об'єктом досліджень є склад концентрату №1, який відноситься до споруд збагачувальної фабрики ІнГЗК.

Технічна документація складу концентрату №1 ІнГЗК була розроблена в 1963 р. ГПП «Придніпровський Промстройпроект» та ГПП «Днепрпроектстальконструкция». Будівництво складу було здійснено в 1969 р. генпідрядною організацією - трестом «Кривірожаглобуд» при залученні спеціалізованих управлінь тресту «Криворіжстальконструкция» та ін.

Вихідними параметрами для проектування складу є дані, отримані за результатами обстеження [2] (рис.1-3), але без урахування експлуатаційних пошкоджень, що є моделюванням конструкції, відновленої до проектних значень.

Розрахунки здійснюють за допомогою ПК «ЛИРА 9.6» відповідно до рекомендацій [3] та вимог [1].

У ПК «ЛИРА 9.6» задають типи жорсткостей, відповідні конструктивним елементам рами:

стержні ферм складаються з симетрично розташованих парних кутиків (рис. 3).

двогілкові колони, в свою чергу, складаються з перерізів різного типу: перерізу надкранової частини (600×700 мм), перерізу гілок (600×400 мм) та перерізу розпірок (150×150 мм).

Оскільки колони складу жорстко затиснені в окремо розташовані стовбчасті фундаменти стаканого типу, то при моделюванні задають в нижніх вузлах колон в'язі X, Y, Z, UX, UY та UZ .

Просторову схему рами складу наведено на рис. 4.

Далі виконують збір навантажень на конструктивні елементи складу відповідно [4].

Несучими елементами складу є його колони. На колони діють постійні навантаження, які складаються з ваги елементів покриття й стінових панелей, підкранових балок, кранового шляху та власної ваги надкранової й підкранової частин колони. На колони також діють тимчасові навантаження, які складаються з снігових, кранових й вітрових навантажень, які в ПК «ЛИРА 9.6» задають прикладеними до відповідних поверхонь або ж вузлів.

Далі досліджують поведінку конструкції при розрахунковому сейсмічному навантаженні 7,

8 та 9 балів. Це пов'язано з тим, що останнім часом в Криворізькому залізорудному басейні значно знизилася сейсмостійкість ґрунтів, чому сприяли постійні вибухові роботи в кар'єрах та підземні підробки. А такі техногенні чинники можуть підсилювати землетрус на 1-1,5 бали, тобто довести його силу до 6-8 балів.

Оскільки споруда не відноситься до особо відповідальних, розрахунок горизонтального сейсмічного навантаження S_{ki} , прикладеного до точки k виконується за спектральним методом (формула (1), [1]).

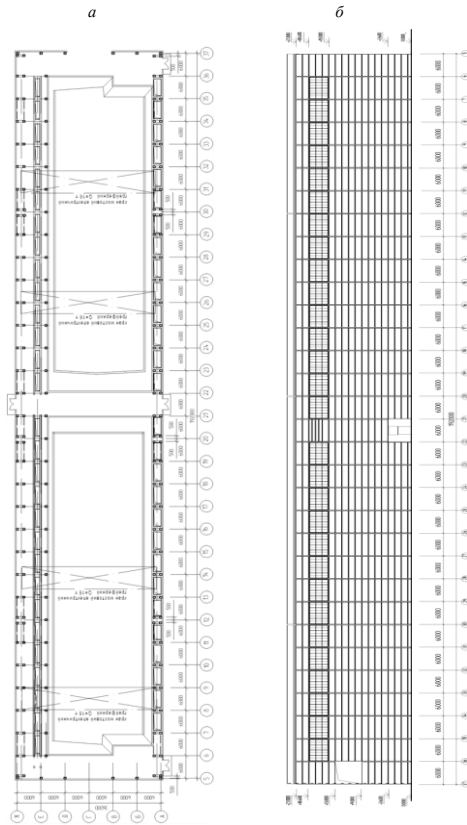


Рис. 1. План на відмітці 0.000 a та фасад складу концентрату №1 в осях 37-5 по ряду Ж б

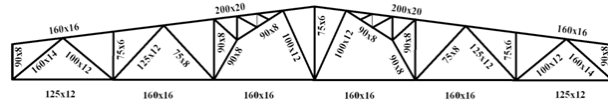


Рис. 2. Поперечний переріз споруди складу концентрату № 1: 1 - ферма; 2 - колона каркасу; 3 - підкранова балка; 4 - бункерна естакада; 5 - бункер; 6 - концентрат

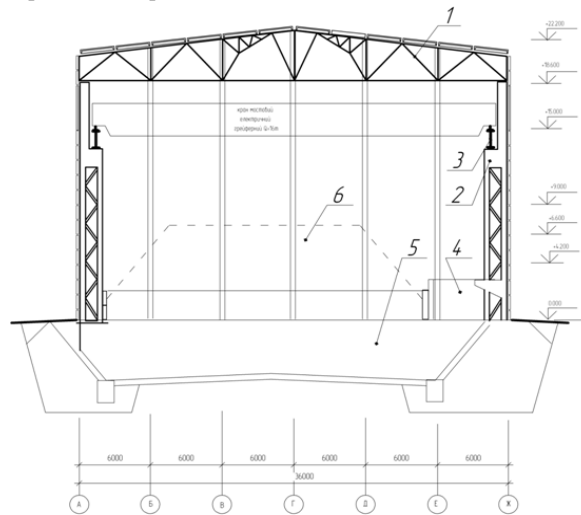


Рис. 3. Схема рядової ферми з зазначенням кутиків (розміри кутиків зазначені в мм)

У результаті розрахунків, отримують переміщення в вузлах рами, внутрішні зусилля та інерційні сили, що виникають при сейсмічних навантаженнях.

Розраховують максимально допустиме горизонтальне переміщення правого верхнього вузла залізобетонної колони рами складу (вузол № 29 на рис. 4а).

З табл. 2 [1] отримують допустиме значення для залізобетонних конструкцій

$$\Delta k = 1/150, \tag{1}$$

де Δk - відношення горизонтальних переміщень верхнього вузла конструкції відносно нижнього вузла до її висоти.

Отже, максимально допустиме горизонтальне переміщення вузла буде дорівнюватися добутку Δk на його висоту, м

$$(1/150) \cdot 18,6 = 0,124.$$

За результатами розрахунку, до таблиці 1 заносимо відомості про переміщення верхнього вузла колони складу концентрату від дії сейсмічних навантажень (вузол №29 на розрахунковій схемі, рис. 4а).

Таблиця 1

Переміщення вузла № 29 (рис. 4а) від сейсмічних навантажень						
Сейсмічне навантаження, бали	Переміщення					
	X, мм	Y, мм	Z, мм	UX*, рад·10 ³	UY*, рад·10 ³	UZ*, рад·10 ³
7 (горизонтальний напрямок вздовж вісі X)	-16,293	-0,3021	-0,578	0,04	-0,017	-1,51
8 (горизонтальний напрямок вздовж вісі X)	-32,586	-0,604	-1,156	0,087	-0,344	-3,02
9 (горизонтальний напрямок вздовж вісі X)	-96,665	-1,813	-3,459	0,262	-1,242	-9,062
9 (вертикальний напрямок вздовж вісі Z)	Незначні (менше одиниці)					

*Примітка UX, UY та UZ – обертання навколо вісі X, Y та Z відповідно

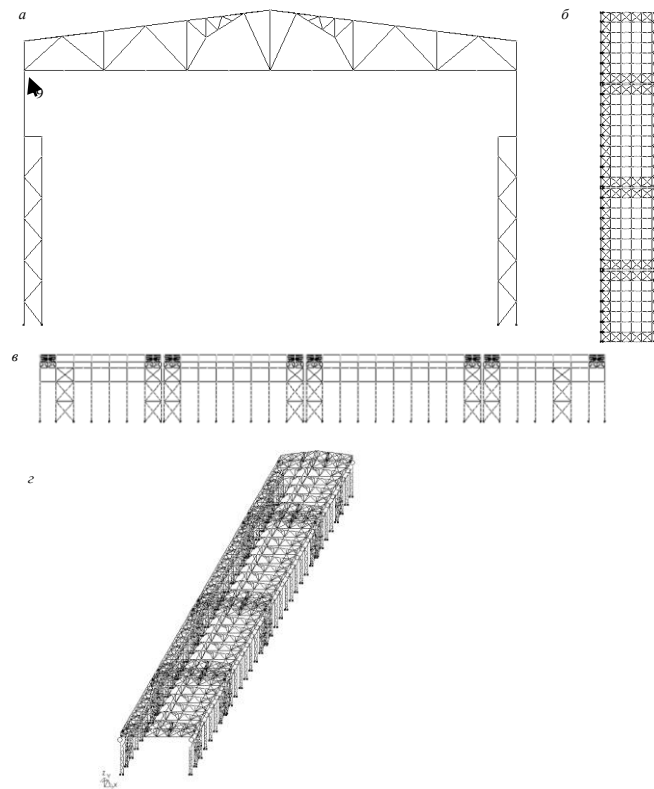


Рис. 4. а - проекція на площину XOZ; б - проекція на площину XOY; в - проекція на площину YOZ; г - ізометрична проекція

Як видно з результатів розрахунку, навіть максимальні переміщення вузла не перевищують допустимих значень (124 мм), вертикальні й горизонтальні переміщення при вертикальних сейсмічних навантаженнях не перевищують одиниці.

Далі перевіряють значення напружень в перерізах залізобетонних колон та порівнюють їх з допустимими значеннями. Міцність на стиск бетону В25 дорівнює 18,5 МПа, міцність на розтяг - $1/10$ - $1/17$ міцності на стиск, тобто - 1,088 МПа, межа міцності при згині дорівнює $1/6$ - $1/10$ міцності на стиск, тобто - 1,85 МПа (приймаємо найнижчі показники).

Максимально допустиме зусилля на розтяг в елементі колони перерізом 0,4 на 0,6 м, розраховують за формулою (3)

$$\sigma = F/A, \quad (2)$$

де F - зовнішнє навантаження, протидією якому є внутрішнє зусилля N , кН; A - площа поперечного перерізу елемента колони, м².

Слід зауважити, що напруження в елементі колони не повинно перевищувати допустиме значення $[\sigma_p] = 1,088$ МПа.

Тоді з формули (2) отримаємо

$$N \leq [N] = [\sigma_p] \cdot A, \quad (3)$$

Отже

$$N \leq [N] = 1,088 \cdot 10^6 \cdot 0,4 \cdot 0,6 = 261 \text{ кН}$$

Отримані результати розрахунку в ПК «ЛИРА 9.6», які перевищують це значення наведені в табл. 2. Необхідно зауважити, що ці зусилля виникають в елементах колони біля фундаменту та в тих колонах, на які діють кранові навантаження.

Таблиця 2

Розтягуючі зусилля в елементах колони від дії сейсмічних навантажень

Навантаження	Розрахункова сейсмічність будівельного майданчика, в балах	Максимальні зусилля, кН
6	7	514,36
7	8	1028,73
8	9	2057,46

Як видно з результатів розрахунку, розтягуючі зусилля в елементах колони складу від сейсмічних навантажень, навіть після їх відновлення до проектних значень, перевищують допустимі значення при розрахунковій сейсмічності будівельного майданчика навіть 7 балів. Але такі великі зусилля виникають лише в тих колонах, на які діють кранові навантаження (якщо всі чотири крана розташувати послідовно один за одним від переднього торця).

Далі перевіряють чи не перевищують напруження від інерційних сил допустимі значення. Слід зауважити, що найбільші інерційні сили від сейсмічних навантажень виникатимуть у вузлах, до яких прикладене кранове навантаження та вага підкранової балки.

$$\sigma_{\max} = (M_{32} / W_y) \leq [\sigma_{32}] = 1,85 \text{ МПа}, \quad (4)$$

де W_y - момент опору перерізу при згині, м^3 ; M_{32} - згинальний момент, $\text{кН}\cdot\text{м}$;

$$W_y = I_y / x_{\max}, \quad (5)$$

де I_y - момент інерції перерізу, м^4 ; x_{\max} - відстань між центром перерізу та максимально віддаленою від центра точкою по осі x , м (рис. 5).

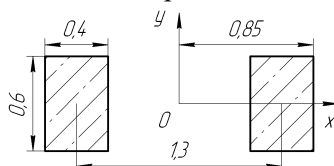


Рис. 5. Поперечний переріз підкранової частини колони складу

Зважаючи на те, що переріз працює без тріщин, вважаємо можливим розрахунок за пружною стадією. При цьому впливом арматури можна знехтувати

$$I_y = \sum (I_{yc_i} + x_{c_i}^2 \cdot A_i), \quad (6)$$

$$I_y = 2 \cdot \left(\frac{h \cdot b^3}{12} + (0,65^2 \cdot b \cdot h) \right),$$

$$I_y = 2 \cdot \left(\frac{0,6 \cdot 0,4^3}{12} + (0,65^2 \cdot 0,4 \cdot 0,6) \right) = 0,2092 \text{ м}^4$$

Тоді

$$W_y = \frac{0,2092}{0,85} = 0,246 \text{ м}^3; M_{32} = F_{\max} \cdot l, \quad (7)$$

де $l=13,64 \text{ м}$ - відстань до вузла колони (висота).

Підставивши отримані дані в формулу 4, отримаємо

$$\sigma_{\max} = \frac{F_{\max} \cdot 13,64}{0,246} \leq [\sigma_{32}] = 1,85 \text{ МПа}$$

Звідки визначимо максимально допустиме значення інерційної сили

$$F_{\max} \leq [F] = \frac{[\sigma_{32}] \cdot 0,246}{13,64};$$

$$F_{\max} \leq [F] = 33 \text{ кН}.$$

Отримані максимальні значення інерційних сил за результатами розрахунків в ПК «ЛИРА 9.6», зазначені в табл. 3.

Таблиця 3

Сейсмічне навантаження, бали	Інерційні сили від сейсмічних навантажень					
	Максимальні інерційні сили					
	X, кН	Y, кН	Z, кН	UX, кН·м	UY, кН·м	UZ, кН·м
7	6,14	0,04	0,001	Незначні (менше одиниці)		
8	12,29	0,07	0,003			
9	36,86	0,22	0,005			

Отже, як видно з результатів розрахунку, міцність на згин не забезпечена лише при розрахунковій сейсмічності 9 балів.

Форма коливання моделі складу, при якій виникають максимальні інерційні сили зображена на рис. 5 (масштаб переміщень збільшено у 315 разів).

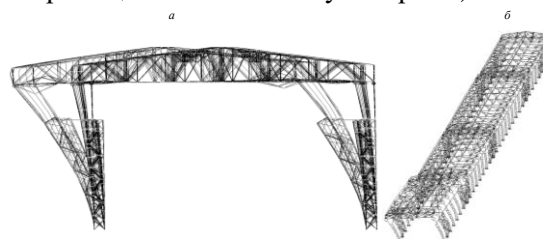


Рис. 5. Переміщення складу (масштаб переміщень збільшено):

a - проекція на площину XOZ; *b* - ізометрична проекція

Висновки та напрямок подальших досліджень. У результаті проведеного математичного

експерименту, можна зробити висновки:

при відновленні колон до проектних параметрів, переміщення верхнього вузла не перевищують допустимі значення;

міцність на стиск забезпечено;

міцність на розтяг, навіть після відновлення, вже при сейсмічності в 7 балів - не забезпечується;

міцність на згин після відновлювальних робіт не забезпечується лише при сейсмічності в 9 балів.

Це пов'язано з тим, що проектування складу проводилося 49 років тому. У той час проектування, як правило, велося за плоскими розрахунковими схемами та за старими будівельними нормами, які не відповідають вимогам ДБН 2006 року [1]. У цих нормах, порівняно з попередніми, відбулися деякі зміни: по-перше - значно змінилася розрахункова сейсмічність районів (була підвищена на 1-2 бали), а по-друге - підвищилися вимоги до розрахунків як при визначенні сейсмічних навантажень, так і при оцінюванні несучої здатності конструкцій.

Виходячи з усього зазначеного, відновлення складу концентрату №1 ВАТ «ІнГЗК» до проектних значень недостатнє.

Отже, для будівельних майданчиків з розрахунковою сейсмічністю понад 7 балів необхідне превентивне підсилення подібних споруд понад проектні значення. Це питання буде реалізовано в подальших дослідженнях.

Список літератури

1. ДБН В.1.1-12:2006. Будівництво в сейсмічних районах України. К. 2006. – 84 с.
2. Отчет о научно исследовательской работе «Общее и динамическое обследование строительных конструкций. Оценка технического состояния конструктивных элементов зданий. Разработка рабочей документации на ремонтно-восстановительные работы. Составление паспортов технического состояния зданий: склада концентрата №1; корпуса 3-4 стадии дробления; пульпонасосной станции №1». Склад концентрата №1. 2005. - 299с.
3. ЛИРА 9.2. Примеры расчета и проектирования. Учебн. пособие. **М.С. Барабаш, Ю.В. Гензерский, Д.В. Марченко, В.П. Титок** - К.: издательство «Факт», 2005. – 106 с.: ил., Комп'ютерні технології проектування залізобетонних конструкцій: Навч.посібн. / **Ю.В. Верюжський, В.І. Колчунов, М.С. Барабаш, Ю.В. Гензерський**. – К.: Книжк. вид. НАУ, 2006. – 808 с.
4. Норми проектування. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи: ДБН В.1.2-2:2006. [Чинний від 2007.01.01]. м К.: 2006. – 60 с.

Рукопис подано до редакції 22.04.12

УДК 621-752: 622.233.65

А.А. БОНДАРЕЦ, старший преподаватель, С.И. НЕЙМИРКО, ассистент, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХМАССОВОГО ВИБРОЗАЩИТНОГО УСТРОЙСТВА ПЕРЕНОСНОГО ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПЕРФОРАТОРА С НЕЗАВИСИМЫМ ВРАЩЕНИЕМ ИНСТРУМЕНТА С УЧЕТОМ ВЯЗКОГО ТРЕНИЯ

Рассмотрена двухмассовая виброзащитная система переносного пневматического перфоратора с независимым вращением инструмента. Приведено решение системы дифференциальных уравнений, описывающих двухмассовую виброзащитную систему с учетом коэффициентов вязкого трения в ступенях.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Современные технологии добычи железной руды и других полезных ископаемых определяет комплекс мероприятий по повышению технического уровня горных машин и оборудования, что в обязательном порядке предполагает и повышение уровня вибрационной защиты операторов, работающих с данной техникой. Особенно актуальна проблема вибрационной защиты для бурильщиков, эксплуатирующих переносные пневматические перфораторы, в частности новое поколение перфораторов с независимым вращением инструмента на основе планетарно-роторных вращателей, применяемых для бурения шпуров при проведении буровзрывных работ в горных выработках с ограниченным рабочим пространством. Вибрационные характеристики являются одними из основных эргономических показателей, которые входят в состав основных технических характеристик переносных пневматических перфораторов, которые регламентируются государственными стандартами и техническими услови-