

УДК 622.647.2

Л.І. ЄФІМЕНКО, М.П. ТИХАНСЬКИЙ, кандидати техн. наук, доц.
Криворізький національний університет

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВАЖКОГО СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

Розглянуто питання підвищення ефективності роботи стрічкового конвеєра за рахунок застосування нових методів діагностування та прогнозування технічного стану його обладнання. Нові можливості в роботі та використанні системи діагностування і прогнозування з'являються при експлуатації стрічкового конвеєра, забезпеченого регульованим приводом і автоматичною системою управління режимами транспортування.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Підвищення ефективності експлуатації конвеєрного транспорту можна домогтися шляхом розробки та впровадження високо-ефективних засобів діагностування технічного стану та прогнозування ресурсу роботи обладнання. На кафедрі ІАСУ ДВНЗ «КНУ» виконано дослідження зі створення такої системи.

Стрічкові конвеєри з експлуатаційних витрат, продуктивності й простоті конструкції та обслуговування, надійності роботи відносяться до найбільш ефективних засобів безперервного транспорту.

Застосування спеціальних заходів може ще більше підвищити ефективність їх роботи.

Нові можливості в роботі та використанні системи діагностування і прогнозування з'являються при експлуатації стрічкового конвеєра, забезпеченого регульованим приводом і автоматичною системою управління режимами транспортування. При цьому зазначена система дозволяє більш ефективно управляти режимами роботи конвеєрної установки, а саме, знижувати швидкість стрічки, змінювати її натяг і розподіл тягового зусилля між барабанами і, так знижувати навантаження на механізми конвеєра. А це, загалом дозволяє збільшити ресурс обладнання, збільшити час між ремонтами і приводить до підвищення коефіцієнта готовності на 0,025-0,04 і коефіцієнта технічного використання на 0,05-0,08.

Аналіз досліджень та публікацій. Існуючі методи діагностування технічного стану та прогнозування працездатності конвеєрної установки недостатньо ефективні. Багато які з них вимагають зупинки обладнання на обстеження та дослідження, що передбачає також часткове його розбирання.

Питаннями діагностики механізмів загального й спеціального призначення, а також підвищення ефективності використання стрічкових конвеєрів, удосконалення систем автоматичного управління, розвитку та розробки автоматичних систем діагностики та прогнозування займався ряд відомих вчених таких, як: О.В.Абрамов, А.Н. Розенбаум, В.В. Болотін, Э.Э. Лавендел, М.Д. Генкін, А.А. Олександров, Н.І. Войцеховський, З.Т. Григор'єв [1-7]. Вони розробили загальні положення й принципи технічної діагностики.

Визначення технічного стану стрічкового конвеєра має свою специфіку з огляду на велику довжину, наявність складних вузлів і механізмів, зв'язаних між собою гнучким тяговим органом. Тому дуже важливо здійснювати постійний діагностичний контроль за технічним станом цих елементів і прогнозувати залишковий ресурс із урахуванням ступеня їхнього впливу на загальний ресурс установки. Дослідження, пов'язані з виявленням інформативних параметрів, якими займалися В.Ф. Монастирський, В.І. Плахотнік, А.Н. Смирнов, В.І. Бесчастний [8-10], показали, що конвеєр, як складний об'єкт, має сенс розділяти на основні механізми й вузли та досліджувати їх окремо.

Одним з основних показників ефективності є надійність роботи стрічкового конвеєра, яка виражається через комплексні показники - коефіцієнти готовності і технічного використання.

Методи діагностики, що застосовуються в авіаційній, суднобудівній та нафтохімічній промисловостях [1,7], мають високу ефективність і надійність. Однак, через складність використання, високу вартість і порушення працездатності у важких умовах експлуатації гірничовидобувних підприємств, ці методи не можна використовувати для конвеєрних установок. У цьому зв'язку назріла необхідність глибше дослідити стрічковий конвеєр, як об'єкт діагностування, розробити прогресивні й технічно реалізовані засоби і пристрої, на базі яких сформулювати принципи побудови автоматизованої системи діагностування і прогнозування.

Постановка завдання. Отже, створення автоматизованої системи діагностики і прогнозування технічного стану та узгодження її роботи з автоматичною системою управління транспортуванням є актуальним завданням. Для вирішення цього завдання необхідно встановити закономірності й залежності зміни діагностичних параметрів від режимів роботи стрічкового конвеєра, на основі отриманих

закономірностей сформувані принципи управління конвеєром за його технічним станом, що дозволить підвищити коефіцієнти готовності і технічного використання.

Викладення матеріалу та результати. Розробка та застосування методів і засобів діагностики, і прогнозування технічного стану стрічкового конвеєра, забезпеченого автоматичною системою управління розширило можливості підвищення комплексних показників надійності. Застосування регульованого приводу із змінною швидкістю транспортування, можливість регулювати пуск конвеєра, натяг стрічки, розподіляти тягове зусилля між барабанами, дозволяє робити істотний вплив на термін служби окремих елементів і всього конвеєра в цілому [11-20].

Раціональне узгодження спільної роботи системи управління режимами і системи діагностування і прогнозування технічного стану конвеєра вимагає вирішення ряду теоретичних і прикладних задач, що включають:

- дослідження причинно-наслідкових зв'язків між основними несправностями і діагностичними параметрами, визначення характерних змін діагностичних ознак, які однозначно реагують на прояв певного дефекту;

- розробку діагностичних моделей двигуна, редуктора, стрічки, роликів, барабанів, що враховують причинно - наслідкові зв'язки між основними елементами, їх технічним станом, характерними діагностичними ознаками, відповідними даному виду дефекту;

- розробку принципів роботи автоматизованої системи діагностики і прогнозування з урахуванням пріоритетності механізмів конвеєра, що найбільш часто виходять з ладу;

- встановлення залежностей зміни основних діагностичних ознак механізмів від режимів роботи конвеєра;

- розробку моделі надійності стрічкового конвеєра і пропозиції технічних рішень щодо реалізації.

Розробка функціональних схем діагностики цілого ряду механізмів і вузлів конвеєра, і дослідження, пов'язані з виявленням інформативних параметрів показали, що, як говорилося вище, має сенс досліджувати ці механізми окремо.

Для побудови діагностичних моделей приводного двигуна, редуктора, приводного барабана, стрічки автоматизованого конвеєра в умовах випадкового вантажопотоку необхідно, як сказано, визначити причинно-наслідкові зв'язки між основними несправностями і дефектами, структурними та діагностичними параметрами, встановити характерні зміни діагностичних ознак елементів конвеєра, що однозначно реагують на прояв окремого виду дефекту. Такі моделі існують, проте ці моделі виконувалися без урахування особливостей експлуатації гірничо-транспортного устаткування, тобто доволі частих запусків і зупинок конвеєра особливо з завантаженою стрічкою, вантажопотоку змінного по величині і гранскладу. Крім того, не враховувався вплив на експлуатацію даних механізмів, з'єднаного з ними особливого елемента - конвеєрної стрічки, яка з причини своєї протяжності впливає на режими експлуатації, а, отже, і на появу і розвиток несправностей.

У цьому зв'язку виникла необхідність додаткових досліджень для встановлення взаємозв'язку діагностичних ознак дефектів, викликаних цими причинами. В результаті чого діагностична модель двигуна доповнена рядом елементів і діагностичних ознак, пов'язаних з дефектами ротора, роторної обмотки і щіткового апарату, а також методами вібродіагностики, що дозволяють більш точно визначити вид дефекту.

Аналіз роботи та руйнування конвеєрної стрічки дозволив узагальнити причини виникнення всіх основних видів дефектів (знос обкладок, знос бортів, розбіжність стиків, поздовжні і поперечні пориви, пошкодження верхньої обкладки типу "дірки"), діагностичні ознаки, відповідні цих дефектів, а також доповнити існуючі способи і методи контролю технічного стану стрічки. В результаті чого розроблена модель технічного стану стрічки включає пошкодження різного характеру: миттєві, наростаючі і ті, що накопичуються. Відрізняються ці методи також тим, що діагностичні ознаки визначають оригінальними способами, що дозволяють точно встановити вид і величину відповідного дефекту. Так, наприклад, графічна модель технічного стану редуктора доповнена тим, що враховує дефекти корпусних деталей і валів, охоплюючи при цьому одночасно відомі різні безрозбірної методи контролю і відповідні їм діагностичні ознаки [11].

Відомі методи визначення несправності роликів доповнені новим визначенням істотного дефекту, а саме, втратою обертальних властивостей. Основною діагностичною ознакою при цьому вважається температура нагріву ролика і дотичної з ним стрічки. При цьому точно визначається місце дефектного ролика на конвеєрному ставі [12].

Розроблені уточнені діагностичні моделі основних елементів стрічкового конвеєра можна об'єднати в інформаційну систему комплексної оцінки технічного стану конвеєра. Для такої системи необхідно сформулювати принципи прогнозування залишкового і міжремонтного ресурсу. Оцінка ресурсу в роботі проводилася на основі оцінки працездатності конвеєра [13]. Принципи для оцінки працездатності за сумарною мірою пошкодження стосовно будівельних конструкцій розробив лєнінградський вчений В.В.Болотін. Для стрічкового конвеєра ці принципи застосовувалися до опорних конструкцій конвеєра, а саме, конвеєрного ставу, конвеєрним секціям, роликоопор [14, 15]. Для приводів, передач (редуктор, муфта і т.д.), стрічки, роликів та інших елементів зазначені принципи раніше не застосовувалися і в АСУ конвеєром не використовувалися.

До стрічкових конвеєрів, особливо високопродуктивним, пред'являються високі вимоги, тому що вимушена зупинка і запуск навантаженого конвеєра в кілька разів збільшують навантаження на електромеханічне обладнання. Тому попередньо визначають працездатність основних елементів конвеєра, які найчастіше виходять з ладу: стрічки, двигуна, роликів. Працездатність стрічки визначається такими основними складовими: знос обкладки $\Delta\varphi_0$, знос бортів $\Delta\varphi_6$, знос типу "пробій" $\Delta\varphi_n$, знос при розходженні стиків $\Delta\varphi_{ст}$. Сумарна міра пошкодження стрічки $\varphi = \sum_i^N \Delta\varphi_i$ визначається за інтервал часу, рівний циклу роботи (одного повного обороту стрічки), і накопичується за час діагностування.

Аналіз розробленої діагностичної моделі показав, що найменш надійним його елементом є підшипникові вузли, особливо верхні, які навіть при малому навантаженні швидко виходять з ладу. Отримано залежності навантаження на середній ролик роликоопори від величини лінійного навантаження конвеєра при зміні швидкості транспортування і натягу стрічки. Також отримані і проаналізовані залежності додаткового навантаження на підшипники, яке обумовлене великими шматками вантажу (руди) і биттям корпусу, від швидкості транспортування при наявності такого дефекту, як різностінність корпусу ролика [16].

Структурні параметри різних елементів конвеєра вимірюються в різних одиницях і змінюються в різних діапазонах. Для їх порівняння необхідно визначити узагальнений показник технічного стану обладнання. Аналіз способів завдання узагальненого показника, заснованих на використанні комбінації середнього геометричного і середнього арифметичного від числових характеристик функції технічного стану, показав їх недоліки. Перевагу отримав спосіб, в якому вагові коефіцієнти кожного значення параметра або діагностичної ознаки відносять до величини даного параметра чи ознаки і підсумовують по кожному елементу (вузлу) конвеєра.

Визначивши працездатність обладнання, можна визначити залишковий ресурс, тобто прогнозувати термін виходу його з ладу. Аналіз існуючих методів і принципів прогнозування показав, що для конвеєра найбільш підходящий принцип, заснований на застосуванні екстраполяції ретроспективних даних. Для більшості елементів конвеєра в якості апроксимуючих функцій зміни діагностичної ознаки можна використовувати ступеневу і експонентну функції

$$U_c(t) = b_c t^{a_c} + z, \quad U_s(t) = a_s e^{b_s t} + z,$$

де a, b - коефіцієнти апроксимуючих функцій; z - випадкова величина, яка характеризує ступінь впливу збурень.

При прогнозуванні технічного стану конвеєра вирішуємо два завдання:

визначити чи не перевищує значення діагностичного параметра величину, що допускається, якщо вузол ще повинен працювати;

визначити залишковий ресурс вузла за параметром в деякий момент часу.

За цими принципами розроблені алгоритми визначення використаного і залишкового ресурсу основних елементів.

На підставі алгоритмів визначення технічного стану основного обладнання, використаного і залишкового ресурсу та принципів прогнозування, розроблена функціональна схема автоматизованої системи діагностики. Вона відрізняється від існуючих схем тим, що крім визначення поточного стану визначає найбільш зношений елемент конвеєра, що є важливим для організації планово-попереджувального ремонту та поточної експлуатації механізму під термін ремонту, так як, знаючи навантаження, що діють на цей елемент, можна продовжити термін його служби, а значить, і всієї установки. Тобто, на підставі технічного стану обладнання можна формулювати принципи управління стрічковим конвеєром. З'явилася необхідність визначити залежності

зміни навантажень на елементи обладнання та діагностичних ознак механізмів конвеєра від режимів роботи конвеєра.

Відомо, що, змінюючи режими транспортування, можна зменшити пошкоджуваність елементів конвеєра, тому що зміна швидкості транспортування, рівня завантаження, величини натягу, тягового зусилля під час запуску навантаженого конвеєра знижує навантаження елементів конвеєра, оборотність стрічки і роликів. Направлене раціональне регулювання режимних параметрів дозволяє знижувати навантаження в екстремальних ситуаціях. Наприклад, при появі поздовжнього або поперечного розривів стрічки, підвищенні температури підшипникових вузлів редуктора або двигуна, обрив частини футеровки барабана, зниження швидкості транспортування дозволить допрацювати до кінця зміни і під час профілактичного ремонту прийняти економічно вигідне рішення.

Управління раціональне за технічним станом вузлів конвеєра припускає автоматичний вибір пріоритетного вузла, за станом якого буде змінюватися швидкість транспортування, натяг стрічки, величина завантаження, розподілятися тягове зусилля між барабанами. Як приклад, розглянемо конвеєрну стрічку, як найбільш дорогий і найменш надійний елемент. Відомо, що інтенсивність зносу конвеєра визначається виразом

$$I_n = 0,92_{H}^{1+0,11t_p} E^{0,89t_p^{-1}} (f\sigma_o^{-1})^p,$$

де E, f, σ - параметри стрічки; P_H - номінальне навантаження.

З даного виразу видно, що знос стрічки нелінійно залежить від навантаження, значить, зниження навантаження без шкоди економічним показникам збільшить залишковий ресурс стрічки. Знос футеровки барабана, обкладки стрічки і обичайок непрацюючих роликів особливо інтенсивно відбувається під час запуску конвеєра.

Аналіз пускових режимів дозволяє встановити, що запуск діючих стрічкових конвеєрів здійснюється в основному: підтриманням приблизної сталості моменту приводного двигуна або прискорення приводного барабана. При цьому виникають великі динамічні зусилля в стрічці, що перевищують у два і більше разів навантаження в сталому режимі. Запуск конвеєра під навантаженням супроводжується зазвичай ривками і пробуксовками, які призводять до руйнування стикових з'єднань стрічки і інтенсивного зносу футеровки барабана і нижньої обкладки стрічки. Це пояснюється нераціональністю існуючих пускових режимів, відсутністю контролю за натягуванням стрічки. У режимі з постійним прискоренням приводного барабана конвеєра максимальне окружне зусилля значно перевищує окружне зусилля у фазі розгону, відбувається скачок в момент переходу від фази рушання до фази розгону. У кінці фази рушання окружне зусилля і натяг стрічки в точці набігання на приводний барабан завжди досягають екстремальних значень, істотно перевищують відповідні величини у фазі розгону і в сталому режимі роботи. При цьому скорочується час зносу стрічки і футеровки барабанів, деформації стиків, з'являються інтенсивні коливання тягового органу, що руйнують ролики, підшипники та інші вузли конвеєра.

Наявність цих явищ викликало необхідність розробки алгоритмів автоматичного запуску конвеєра з урахуванням технічного стану стрічки і наявності вантажу на ній, що забезпечують плавний запуск зі зниженням навантажень на елементи конвеєра. Розроблений алгоритм формування закону керування тяговим зусиллям вирішує поставлені завдання, при цьому прискорення по ділянках розраховується з урахуванням наявності матеріалу на конвеєрі, гранскладу вантажу (тобто наявності великих шматків руди) та інтенсивності стирання стрічки. Моменти приводного двигуна в фазах рушання й розгону залежать від цих чинників. Зрозуміло, що необхідно під час фази рушання знижувати пусковий момент приводного двигуна в порівнянні з періодом розгону. Це зменшує навантаження на стрічку, ролики, а значить, і їх знос. Швидкість руху стрічки, що має певний знос та інші ушкодження, також має великий вплив на розвиток цих ушкоджень. Зниження швидкості транспортування під час збільшення навантаження на стрічку (вантаж підвищеної крупності) або наявності прогресуючого розвитку дефекту типу "руйнування кромки" або "дірок" в обкладинці, дозволяє збільшити працездатність, залишковий ресурс, підвищити коефіцієнти надійності, зокрема, коефіцієнт технічного використання.

Таким чином, з'явилася можливість раціонального управління режимом роботи стрічкового конвеєра в залежності від технічного стану його вузлів і механізмів. Принципи управління конвеєром розроблялися в ряді робіт (Н.В. Лобачової, В.М. Назаренка, Ю.А. Сокотнюка), однак при цьому не враховувався технічний стан конвеєрного обладнання. Розробкою подібних питань стосовно до технічного стану приводу конвеєра, стрічки, роликів, барабанів раніше не за-

ймалися. У роботі [17] запропоновано принципи побудови автоматизованої системи та алгоритми управління приводом конвеєра, що відрізняються тим, що враховуються як поточний, так і прогнозований стан основних складових елементів конвеєра.

Для реалізації запропонованої системи управління авторами було розроблено ряд способів і пристроїв діагностики технічного стану і прогнозування залишкового ресурсу стрічки, роликів, двигуна, підшипників, що дозволяють створити оригінальний блок визначення технічного стану і прогнозування, що виконує не лише визначення дефекту, а й встановлює географічне його місце розташування [12,19].

За сигналами з блоку визначення технічного стану і розробленим алгоритмам відбувається формування режимів роботи конвеєра [20].

Експлуатація обладнання з режимами, вибраними з урахуванням зазначених факторів, дозволяє підвищити показники надійності роботи всієї установки.

Висновки та напрямок подальших досліджень. У роботі викладені науково-обґрунтовані технічні рішення, впровадження яких вносить внесок у розвиток конвеєрного транспорту, що полягає в дослідженні, розробці та науковому обґрунтуванні взаємозв'язку параметрів технічного стану окремих вузлів конвеєра з діагностичними ознаками, встановленні залежності технічного стану елементів і розвитку дефектів від режимів роботи конвеєра; формування на їх базі принципів діагностування і прогнозування технічного стану конвеєра, а також принципів управління конвеєром з урахуванням технічного стану основних вузлів.

У зв'язку з підвищенням рівня інформаційної забезпеченості процесу управління, що означає комплексну автоматизацію конкретних завдань, активним розвитком нових методів дослідження і діагностики, а також впровадженні сучасної вітчизняної та зарубіжної апаратури, питання, розглянуті в роботі, потребують подальшого розвитку.

Список літератури

1. **Абрамов О.В., Розенбаум А.Н.** Прогнозирование состояния технических систем. - М.: Наука, 1990. -126с.
2. **Альшан А.А.** Исследование влияния эксплуатационных факторов на виброхарактеристики редукторов горных машин. - М. 1986. -21с. Деп. в ЦНИЭИ уголь, № 30675. 02.
3. **Биличенко Н.Я., Высочин Е.М., Завгородний Е.Х.** Эксплуатационные режимы ленточных конвейеров. - М.: Гостехиздат, 1964. - 173 с.
4. **Биличенко Н.Л.** Скорости и ускорения приводных барабанов и лент при пусках ленточных конвейеров. Вопросы рудничного транспорта. - Вып. 8. - Госгортехиздат. - 1965. - С.3-11.
5. **Болотин В.В.** Ресурс машин и конструкций. - М.: Машиностроение, 1990. -448 с.
6. Вибрация и вибродиагностика судового электрооборудования. **Александров А.А., Барков А.В., Баркова Н.А., Шафранский В.А.** - Л.: Судостроение, 1986.-276 с.
7. **Новиков Е.Е., Смирнов В.К.** Теория ленточных конвейеров для крупно кусковых горных пород. -Киев: Наукова думка, 1983.-184 с.
8. **Новиков Е.Е., Монастырский В.Ф., Плахотник В.И.** Выбор информативного параметра для ленточного конвейера. Шахтный и карьерный транспорт.-М.:Недра, 1986. - Вып. 10. - С.33-38.
9. Взаимодействие груза с роликами линейной части конвейера. **Б.А. Кузнецов, В.К.Смирнов, А.В.Коваль, В.Ф.Монастырский.**- Днепропетровск, 1974. - №4. - С.54-47.
10. **Монастырский В.Ф., Плахотник В.И.** Прогнозування технічного стану стрічкових конвеєрів за допомогою діагностики. Шахтний і кар'єрний транспорт.- М.: Надра,1986. - Вып. 10. - С. 38-42.
11. **Тиханский М.П.** Принципы управления ленточным конвейером по техническому состоянию его элементов, технические решения для их реализации. Автореферат дис. на соискание ученой степени канд.техн.наук, 1997, 24с.
12. А.С. № 1770130 СССР, МКИ В 65 G 43/02 . Способ определения дефектных роликов ленточного конвейера / **Назаренко В.М., Ефименко Л.И., Тиханский М.П., Солохненко Р.С., Шолтыш В.П.** (СССР). - 4 с.
13. **Тиханський М.П., Ефіменко Л.І.** Діагностика гірничого обладнання на основі нових інформаційних технологій / **М.П. Тиханський, Л.І. Ефіменко** // Разраб. рудн. месторожд. - Кривой Рог: КТУ, 2004. - Вып.86. - С. 159-163.
14. **Назаренко В.М., Ефименко Л.И.** Оценка усилий на став ленточного конвейера при регулировании скорости транспортирования. Известия вузов. Горный журнал.- 1985.-№4.-С.15-18.
15. **Назаренко В.М., Тиханский М.П., Ефименко Л.И.** Методи вибродіагностики механізмів ленточного конвеєра. Вибрация и вибродиагностика. Проблемы стандартизации. Тез.докл. 3 Всесоюзн. конф.- Нижний Новгород 1991. - С. 78-79.
16. **Назаренко В.М., Тиханский М.П., Ефименко Л.И.** Диагностика ресурса электромеханического оборудования и состояния технологического потока автоматизированного роторного комплекса //Изн. вузов. Горный журнал.-1994.-№1. - С. 102-104.
17. **Тиханський М.П., Ефіменко Л.І.** Методи й системи діагностики та прогнозування технічного стану стрічкових конвеєрів / **М.П. Тиханський, Л.І. Ефіменко** // Вісник КТУ. - Вип. 21, 2008. - С. 163-167.
18. **Ефименко Л.И. Тиханський М.П.** Определение нагрузок на конвейерный став от воздействия тягового усилия / **Л.И. Ефименко, М.П.Тиханський** // Вісник КТУ. - Вип. 26, 2010. - С.250-254

19. А.С. № 1712807 СССР, МКИ G 01 M 13/04. Устройство контроля подшипников качения / **Тиханский М.П., Ефименко Л.И., Назаренко В.М.** (СССР). - 4 с.

20. **Ефименко Л.И., Тиханський М.П.** Принципи побудови автоматизованої системи діагностики технічного стану конвеєра / **Л.И. Ефименко, М.П. Тиханський** // Вісник КТУ. - Вип. 25, 2010. - С. 163-167.

Рукопис подано до редакції 20.01.14

УДК 622.1: 622.831.3

О.В. ДОЛГІХ, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОСІДАННЯ СТІННИХ МАРОК НА ТЕРИТОРІЇ ШАХТИ ІМ. ОРДЖОНІКІДЗЕ

Розглянуто питання моделювання процесу осідання стінних марок на території шахти з використанням вдосконаленої методики дослідження територій, які знаходяться у зонах впливу підземних гірничих робіт. З метою підвищення ефективності моделювання пропонується використовувати сучасні статистичні методи та програмні засоби, засновані на нейромережових технологіях.

Проблема і її зв'язок з науковими та практичними задачами. Важливим питанням, на яке необхідна відповідь при використанні нейромережових технологій для прогнозування деформацій, є питання – чому можна навчити нейронну мережу? На сьогодні, після створення нейронних мереж, менше обговорюються питання про повнофункціональний штучний інтелект, про кібернетичні організми та інші науково-фантастичні ідеї, які широко освітлювалися у науковій літературі, ніж питання використання на практиці нейромережових технологій.

Аналіз досліджень та публікацій. З літературних джерел відомо, що у теорії нейронних мереж вже сформулювався перелік задач, які можуть вирішуватись за їх допомогою. З кожним роком розширюється перелік галузей, в яких вони знаходять своє місце поряд із вже існуючими методами. Але при цьому, є обмеження – нейронні мережі не можуть передбачати те, чому вони не навчені [1,2]. Це обмеження справедливе і для передбачення несподіваних обвалів, які не можна передбачити класичними методами. Прикладом чого може бути раптове виникнення обвалу на території, що знаходиться над підземними гірничими виробками.

Постановка задачі. Яким чином можна мінімізувати або обійти дане обмеження? Зрозуміло, що для кожного об'єкту, така резонансна подія може трапитися лише один раз. Якщо надалі відбуваються повторні обвалення, то вони вже не мають такого резонансу, тому що після першого обвалення виконуються запобіжні заходи: територія огорожується; виводяться всі механізми та важливі об'єкти за межі, бо якщо вони залишаються у зоні обвалу, то вже у подальшому не можуть використовуватися.

З одного боку, важливо передбачити перше обвалення, а з другого – сформулювати задачу так, щоб можна було б передбачити механізм чи закон розвитку досліджуваного процесу. Зрозуміло, що якби було б відомо механізм чи закон розвитку процесу, то не було б складності їх прогнозування. В даному випадку мова йде не про контрольовані процеси виходу воронок з параметрами, що дозволяють іноді спрогнозувати навіть приблизний час їх виходу, а про підпрацьовані підземними гірничими роботами об'єкти, що всупереч розрахункам на обвалюються. Роками на цих ділянках будуються споруди, встановлюються лінії електропередач тощо, а потім трапляється різке обвалення.

Інколи навпаки, на ділянці, де за розрахунками подібні процеси не повинні відбуватися - з'являються тріщини у спорудах, деформації фундаментів, тріщини земної поверхні. Причиною цього може бути: неврахування розташування старих копалень за дореволюційний або довоєнний періоди, документація про які загублена або неточна; зміна геомеханічних властивостей гірських порід або інші невраховані фактори.

Викладення матеріалу та результати. Одним із способів навчання нейронної мережі може бути спосіб, при якому вибирається деяка кількість «проблемних» об'єктів. Потім для їх дослідження проектується мережа реперів таким чином, щоб результати зручно було б опрацювати нейромережовими алгоритмами. На реперах виконуються регулярні інструментальні спостереження до чергового обвалення. На цьому прикладі можна навчити нейронну мережу, а результати узагальнити на інші подібні задачі. Такий спосіб надійний, але потребує значних