

**Причини виникнення газової пористості ювелірних виробів
на основі сплавів білого золота та методи їх усунення**

№ з/п	Назва причини	Характеристика причини	Метод усунення
1	Недотримання температурного режиму	Підвищена температура у печі	Зменшити температуру відливки, забезпечити якість термопар
2	Сторонні вclusions у сплаві	Включеннями можуть слугувати залишки формомаси, невідлитого воску та кусочки відколотого тигля або печі	Необхідно уникнути використання переробленого сплаву (брухту) при виготовленні ювелірних виробів. Регулярно здійснювати контроль за станом робочої зони (чистоти тиглів та печі)
3	Склад сплаву	Використання у сплаві компонентів, що легко утворюють оксиди	Ретельно підбирати склад сплаву білого золота для литва

Підводячи підсумок, необхідно зазначити, що контроль за усуненням газової пористості вимагає запланованих зусиль технологів щодо процесу лиття та вмісту й консистенції сплаву.

Література

1. Отт Д. Справочник по дефектам лиття и иным порокам ювелирных изделий из золота / Отт Д. – [перевод с англ.]. – Омск : Издат. Дом «Дедал-Пресс», 2004. – 92 с.
2. Фачченда В. Литье по выплавляемым моделям : [справочник] / Фачченда В. – [перевод с англ.]. – Омск : Издат. Дом «Дедал-Пресс», 2005. – 104 с.
3. Бреполь Э. Теория и практика ювелирного дела / Бреполь Э. – [перевод с немецкого В.П. Кузнецова]. –Л. : Машиностроение, 1982. – 383 с. – (4-е изд., Стереотип).
4. ТУ У 27.4-00201514-010-2005 Сплавы на основе драгоценных металлов ювелирные. Технические условия.
5. ГОСТ 30649-99 Сплавы на основе благородных металлов ювелирные. Марки. – К. : Госстандарт Украины, 2002. – 29 с.

Надійшла 2.6.2012 р.
Статтю представляє: к.т.н. Агбац В.Л.

УДК 681.518.52:622.53

Н.В. ЧЕРВІНСЬКА
Донецький національний технічний університет

ПРОГНОЗУВАННЯ ШВИДКОСТІ ПРИПЛИВУ ПРИ УПРАВЛІННІ КОМПЛЕКСОМ ШАХТНОГО ВОДОВІДЛИВУ

Розглянуто варіанти побудови математичних моделей для прогнозування швидкості припливу шахтних вод. Розроблено та проаналізовано моделі на основі методів ковзної середньої, експоненціального згладжування та методу Хольта. Обґрунтовано вибір у якості моделі прогнозування швидкості припливу моделі, побудованої з використанням методу Хольта.

The alternative variants of mathematical model development for mine waters' flow rate forecasting are considered. The models based on moving average, exponential smoothing and Holt's methods are developed and analyzed. The choice of Holt's method for development of forecasting model is substantiated.

Ключові слова: прогнозування, модель, метод Хольта, швидкість припливу, управління водовідливом.

Вступ

Сучасні глибокі вугільні шахти є великими споживачами електроенергії. Величина річної споживаної електроенергії для глибоких шахт Донбасу досягає 180–200 тис. МВт-год [1]. Крім того, графік добового електроспоживання шахти має нерівномірний характер. Через дані особливості технічні й організаційні заходи щодо зниження вартості електроенергії й регулювання рівномірності навантаження енергосистеми шахти є важливими й актуальними задачами.

Технологічний процес водовідливу є одним з найбільш важливих гірничотехнічних процесів в умовах сучасних гірських підприємств, від надійності роботи комплексу шахтного водовідливу залежить безперерійність і безпека ведення гірських робіт. До того ж у загальному технологічному процесі видобутку вугілля водовідлив є одним з найбільш енергоємних процесів (до 25% у загальношахтному обсязі споживання електроенергії) [2]. Враховуючи це, для зниження загального електроспоживання шахти, регулювання графіка навантаження енергосистеми й зниження вартості споживаної електроенергії

доцільним є проведення заходів щодо регулювання режимів функціонування технологічного процесу водовідливу.

Постановка задачі дослідження

Проведений аналіз технологічного процесу водовідливу показав, що його важливою особливістю є графік роботи протягом доби, який не залежить від основної технологічної схеми видобутку вугілля. У зв'язку з цим, в енергосистемі шахти комплекс водовідливу може виступати як споживач-регулятор. Якщо підприємство використовує в схемі оплати споживаної електроенергії диференційований тариф, то одним із заходів щодо рішення проблеми вирівнювання графіка енергоспоживання шахти й скорочення витрат підприємства на електроенергію є зсув робочих режимів водовідливних установок із зон з більш високим тарифним коефіцієнтом (зони пікового споживання електроенергії) у зони з більш низьким коефіцієнтом (зони напівпікового й базового споживання).

Аналіз показує, що ефективність заходів щодо переведення водовідливу в режим регулятора навантаження енергосистеми досягає максимального значення, якщо до початку періоду максимуму навантаження енергосистеми забезпечується повне звільнення головного водозбірника від води, а рівень води в інших водозбірниках мінімальний. Забезпечення таких умов роботи є основною задачею системи керування комплексом водовідливу в взаємозв'язку з енергетичною системою підприємства. Таким чином, вимоги до автоматичного керування водовідливом відповідно до періодів максимуму навантаження енергосистеми не суперечать наявним вимогам до автоматизації водовідливних установок, а тільки доповнюють їх.

У роботах [3, 4] виконано дослідження особливостей функціонування багатоступінчастих водовідливних установок різних технологічних схем, обрано концепцію побудови моделі, виконано формалізацію параметрів об'єкта й розроблено імітаційну математичну модель комплексу водовідливу в базисі Мах-плюс алгебри, яка відбиває взаємозв'язок окремих технологічних ділянок комплексу шахтного водовідливу. За допомогою розробленої моделі можна описати й проаналізувати поведінку комплексу водовідливу при роботі всіх водовідливних установок за фіксованими рівнями заповнення. Як правило, таким рівнем виступає верхній рівень водозбірника. У такому випадку при відомій величині припливу й продуктивності насосів час заповнення дільничних водозбірників і час роботи відповідних насосів з відкачки може бути легко визначений. Час роботи насосів головного й проміжного водовідливів також може бути визначений виходячи з величини власних припливів у відповідні водозбірники й обсягу води, що перекачується з нижніх горизонтів у поточному циклі роботи насосних установок. Розрахунок часу заповнення водозбірника проводиться на підставі даних про його регульований обсяг і мінімальний обсяг заповнення (верхній і нижній рівні води у водозбірнику), а також даних про відповідний годинний приплив. Розрахунок часу відкачки води з водозбірника проводиться виходячи з величини подачі насосів у робочому режимі (витрата води, відкачуваної за 1 годину з водозбірника). На час заповнення водозбірника впливає збурювальний параметр – величина годинного припливу. Оскільки дана величина в загальному випадку є нестационарною, при позапіковому керуванні водовідливом необхідно здійснювати її прогнозування.

Рішення задачі й результати досліджень

При розрахунку часу заповнення водозбірника істотним моментом є прогноз значення швидкості природного припливу в нього. Величину припливу у водозбірник у загальному випадку можна розділити на 2 складові: 1) природній приплив з шахтних вироблень і 2) приплив, що надходить з водозбірників інших горизонтів (нижніх – за допомогою перекачування або верхніх – безнапірним способом). Величина другої складової може бути визначена в процесі роботи водовідливу, оскільки дані про об'єм перекачуваної у водозбірник води є відомими. Величина природного припливу на тривалому інтервалі є нестационарною величиною й залежить від множини факторів. Однак на інтервалі в кілька діб, як правило, величина нормального припливу води в шахту, змінюється незначно. Таким чином, для визначення величини швидкості природного припливу у водозбірники необхідна побудова адаптивної прогновної моделі, тобто такої, яка ґрунтується на нових даних, одержуваних від рівнемірів, могла б здійснювати коректування своїх параметрів, адаптуючись до мінливих даних припливу, і з деякою точністю визначати значення величини природного припливу у водозбірник на певний період часу в майбутньому.

Важливим питанням при прогнозуванні є визначення періоду прогнозу і його відповідності періоду керування. Оскільки розроблювальна система керування комплексом головного водовідливу передбачає здійснення позапікового керування при циклічній роботі всього комплексу водовідливу, доцільним є його функціонування з кількістю циклів у добу, рівним кількості періодів максимуму навантаження енергосистеми (як правило, двом) [2]. Таким чином, тривалість циклу, а відповідно й період керування можуть бути прийняті рівними напівдобі (12 годинам). Для прогновної моделі, виходячи з фізичної сутності формування припливу води в шахту і його стаціонарності протягом періоду керування, період прогнозу можна прийняти рівним добі.

Для одержання статистичних даних, необхідних для побудови адекватної прогновної моделі, було проведено дослідження динаміки швидкості припливу для різних ділянок ДП «Шахтоуправління «Південнодонбаське №1». Експеримент містив у собі розміщення у водозбірниках усіх горизонтів датчиків рівня, сигнали від яких фіксувалися за допомогою реєструвача. З отриманих експериментальних кривих зміни рівня води у водозбірнику були виділені складові природного припливу, які використовувалися як вихідні дані для прогновної моделі.

При аналізі й виборі методу прогнозування використовувалися наступні міркування. Під часовим рядом розуміють значення величини, вираженої як функція часу [5]. При цьому час є дискретним, а якщо ні, то говорять про випадковий процес, а не про часові ряди. Найчастіше в поведінці часового ряду виявляють дві основні компоненти – тренд і відхилення від тренда. Під трендом розуміють детерміновану залежність від часу, яку виявляють тим або іншим способом згладжування або розрахунковим шляхом, тобто тренд – це очищена від випадковостей основна тенденція часового ряду.

Часовий ряд звичайно коливається навколо деякої досить простої функції від часу. Звичайно це пов'язане з природною періодичністю, наприклад, сезонною, або якоюсь технологічною причиною. У цьому плані приплив води, якщо виміри величини припливу проводяться через дискретні проміжки часу, можна віднести до часового ряду. Його аналіз дозволив зробити висновок, що він є випадковим з наявністю тренда. Якщо розглядати дані такого ряду для досить довгого проміжку часу, то можна побачити наявність сезонної складової. Але період цієї складової досить великий у порівнянні з періодом керування й не повинен урахуватися в рішенні завдання прогнозування. Крім сезонної складової були відзначені тренди більш короткої тривалості, зв'язані, імовірно, з погодними умовами або технологічними діями. Зазначені тренди впливають на прогнозування припливу. Аналіз таких трендів на заданих проміжках часу при короткочаснім прогнозуванні дозволив віднести їх до лінійних трендів.

При побудові прогнозу моделі на основі статистичних даних було розглянуто варіанти застосування наступних методів: первинної статистичної обробки даних, графічного аналізу, головних компонентів, лінійні регресійні моделі, метод Хольта, ковзної середньої, експоненціального згладжування, трендові моделі, метод виділення періоду-аналога, нейронних мереж.

Вихідні дані, отримані в результаті експерименту, були оброблені з метою одержання нового ряду із заданою дискретністю (для завдання короткострокового прогнозування з урахуванням особливостей поведінки часового ряду й технологічних параметрів водовідливу був обраний крок, що дорівнює добі). На рис. 1 представлено часовий ряд значень припливу в дільничний водозбірник, отримані в результаті обробки вихідних даних методом ковзної середньої.

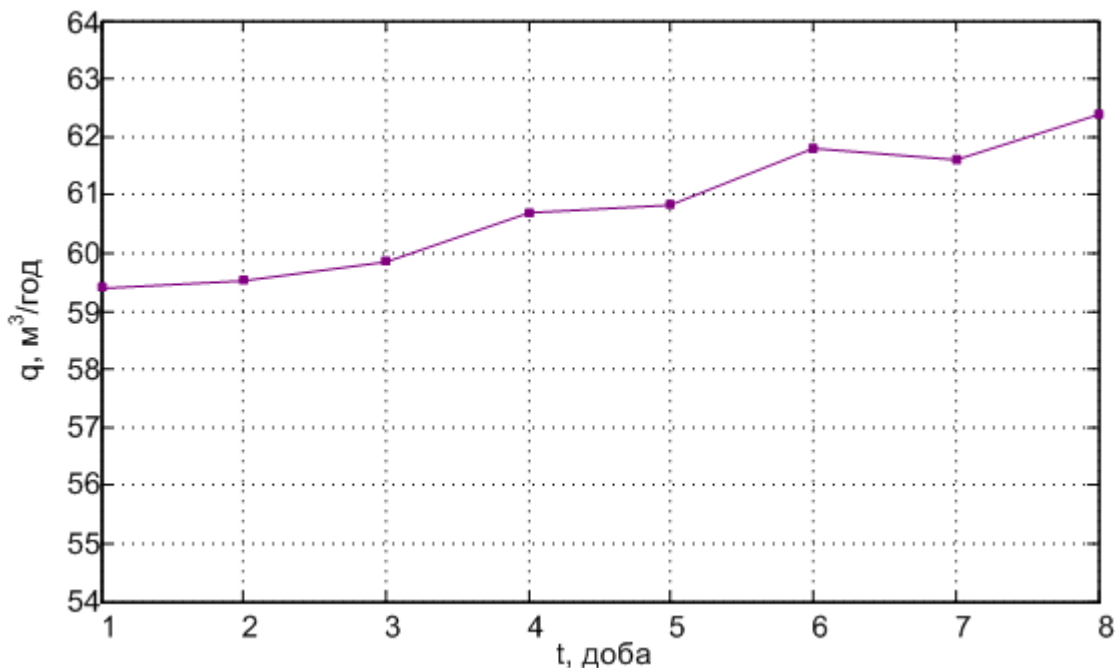


Рис. 1. Часовий ряд значень припливу в дільничний водозбірник горизонту 620 м

Представлений ряд характеризується дуже низькою динамікою, тому для прогнозування його майбутніх значень достатнім є застосування відносно простих методик прогнозування. Враховуючи те, що величина нормального припливу води в окремі водозбірники й, відповідно, у шахту в цілому за добовий період змінюється незначно, з перерахованих методів були виділено три: метод ковзної середньої, експоненціального згладжування й метод Хольта, які надалі при побудові прогнозу моделі було досліджено з метою вибору найбільш точного варіанта.

Виявлення й аналіз тенденції часового ряду часто проводиться за допомогою його вирівнювання або згладжування. Експоненціальне згладжування є одним з найбільш простих і розповсюджених методів [6]. Його можна представити як фільтр, на вхід якого послідовно надходять члени вихідного ряду, а на виході формуються поточні значення експонентної середньої. Експонентне згладжування ряду здійснюється за наступною формулою:

$$\hat{q}_t = a q_t + (1 - a) \hat{q}_{t-1}, \quad (1)$$

де q_t – значення часового ряду швидкості припливу;

a – параметр згладжування (адаптації), $a \in (0;1)$;

\hat{q}_t – прогнозне значення.

Чим менше a , тем більшою мірою фільтруються, пригнічуються коливання вихідного ряду й шуму. Якщо до моменту початку згладжування існують більш ранні дані, то в якості початкового значення q_0 можна використовувати арифметичну середню всіх наявних даних або якоїсь їхньої частини.

Розглянутий метод був використаний для прогнозування швидкості припливу на наступну добу при різних параметрах згладжування. Мінімальна помилка склала 6,17% для $a = 0,27$, однак істотним недоліком даного методу для прогнозування швидкості припливу є той факт, що він не враховує тренд і сезонні коливання. Для обліку впливу трендів розглянутий варіант побудови прогнозової моделі на основі методу Хольта:

$$\begin{aligned} \hat{q}_{np} &= a_t + db_t \\ a_t &= a_1 q_t + (1 - a_1)(a_{t-1} - b_{t-1}) , \\ b_t &= a_2(a_t - a_{t-1}) + (1 - a_2)b_{t-1} \end{aligned} \quad (2)$$

де \hat{q}_{np} – прогнозне значення швидкості припливу;

d – період прогнозу;

a_1, a_2 – параметри адаптації;

a_t, b_t – коефіцієнти адаптивного полінома першого порядку.

Важливою проблемою є вибір параметрів, які визначають чутливість моделі. Чутлива модель швидко реагує на реальні зміни, а нечутлива не реагує на шум і випадкові відхилення. Дослідження прогнозової моделі, побудованої на основі методу Хольта, показало, що найменша помилка 2,4% досягається при параметрах адаптації $a_1 = 0,51$ і $a_2 = 0,37$.

Найбільш проста модель, розглянута в даній роботі для прогнозування швидкості припливу, побудована з використанням методу ковзної середньої:

$$\hat{q}_t = \frac{1}{t-1} \sum_{i=0}^{t-1} q_i . \quad (3)$$

При її дослідженні була отримана помилка 5,8%. Оскільки критерієм вибору найбільш підходящої моделі для даної задачі можна вважати величину помилки прогнозу, отриманого із застосуванням кожної моделі, результати моделювання зведені в табл. 1.

Метод	Помилка
Ковзної середньої	5,8%
Експоненціального згладжування	6,17%
Хольта	2,4%

На рис. 2 наведено графік динаміки вихідного часового ряду й даних, отриманих у результаті моделювання для трьох методів.

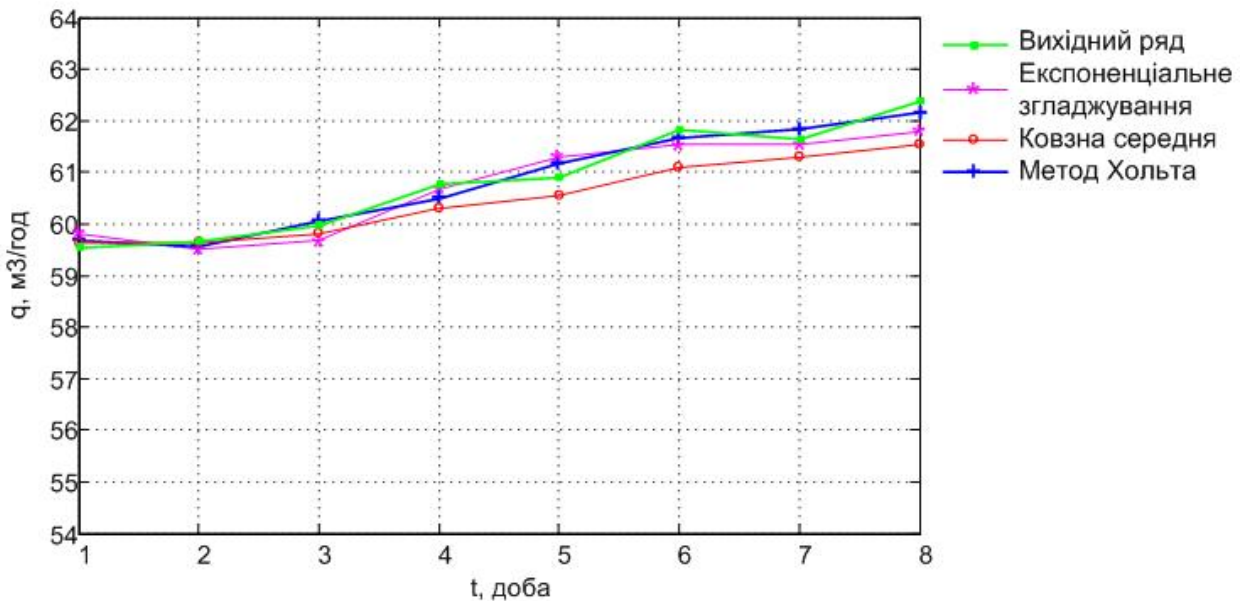


Рис. 2. Вихідний часовий ряд і прогнозовані дані для припливу у водозбірник горизонту 620 м

Висновки

Таким чином, у якості моделі прогнозування швидкості припливу прийнята модель, побудована з

використанням методу Хольта. Розроблена раніше дискретно-подієва математична модель комплексу водовідливу шахти в комплексі з даною прогноною моделлю дозволить забезпечити синхронність і циклічність роботи комплексу водовідливу в стаціонарних і нестаціонарних режимах, що в підсумку дозволить скоротити час роботи водовідливу в години пікового навантаження енергосистеми шахти.

Література

1. Чехлатый Н.А. Оценка потерь электроэнергии при пуске насосов главного водоотлива / Н.А. Чехлатый // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. – 2009. – Вып. 29. – С. 40–53.
2. Данильчук Г.И. Автоматизация электропотребления водоотливных установок / Г.И. Данильчук, С.П. Шевчук, П.К. Василенко. – К. : Техника, 1981. – 102 с.
3. Червинская Н.В. Моделирование процессов динамики комплекса шахтного водоотлива в базе Max-plus алгебры / Н.В. Червинская, В.И. Бессараб, В.В. Червинский // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Обчислювальна техніка та автоматизація». Вип. 147 (30). – Донецьк : ДонНТУ, 2009. – 248 с. – С. 51–58.
4. Червинская Н.В. Использование аппарата Max-plus алгебры при описании объектов дискретно-непрерывного класса / Н.В. Червинская // Bulletin d'Eurotalent-Fidjip, 2009. – Volume 4. – France, Romilly sur Seine: Editions du Jipto, 2009. – ISSN 2101–5317. – 74 p. – P. 51–56.
5. Бокс Дж. Анализ временных рядов: прогноз и управление / Дж. Бокс, Г. Дженкинс ; пер. с англ. А.Л. Лев шин ; ред. В. Ф. Писаренко. – М. : Мир, 1974. – 406 с.
6. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов : [учеб. пособие] / Лукашин Ю.П. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 414 с.

Надійшла 9.6.2012 р.

Рецензент: д.т.н. Чичикало Н.І.

УДК 622.692.6

М.М. СЕМЕГЕН, З.П. ЛЮТАК, Б.В. КОСТІВ
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

УДОСКОНАЛЕННЯ АКУСТИЧНОГО МЕТОДУ КОНТРОЛЮ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕРОЗПОДІЛЕННЯ НАПРУЖЕНЬ НА ДІЛЯНЦІ ТРУБОПРОВОДУ

На основі використання швидкості поширення ультразвукової хвилі описана математична модель контролю напруженого стану магістрального трубопроводу. Застосування розробленої моделі дасть можливість визначити місце дії зусиль, які впливають на трубопровід на ремонтних ділянках і тим самим оптимізувати проведення ремонтно-відновлюваних робіт, забезпечивши при цьому цілісність конструкції трубопроводу.

On the basis of physics of propagation of ultrasonic wave the mathematical model of control of stressed state of the main pipeline has been described. The model gives an opportunity to define a place of the application of loads which affect the pipeline on repair sections and gives opportunity to optimize conducting of repair-and-renewal operations, providing thus integrity of a structure of the pipeline.

Ключові слова: ультразвук, напруження, напружено-деформований стан, зусилля, магістральний трубопровід.

Вступ

Стабільна робота магістрального трубопроводу залежить від його технічного стану. Основним технічним станом труб є їх напружено-деформований стан, а параметром, що визначає експлуатаційні характеристики, є величина напружень в його стінці, яка залежить від ряду чинників, наприклад, товщини стінки металу труби, величини прикладених зусиль тощо. Тому згідно з нормативними документами основної експлуатаційної організації газотранспортної мережі „Укртрансгаз” основним критерієм виходу тієї чи іншої ділянки трубопроводу з ладу є граничне значення величини напруження плинності, яке не виходить за межі допустимого значення. При оцінці технічного стану магістрального трубопроводу важливе місце займає достовірне визначення його напружено-деформованого стану. Особливо гостро ця проблема торкається потенційно небезпечних ділянок, які потребують ремонту та експлуатуються в екстремальних умовах, спричинених різними перевантаженнями. Як приклад, можна навести численні випадки перенапружень труб внаслідок зсувів ґрунту на схилах гір та пагорбів, корозію їх стінок, зсувів бетонних опор під трубопроводами на річних переходах, випинання недостатньо закріплених ділянок газопроводів, надмірного згину труби при укладальних роботах тощо, а також різної їх комбінації. В окремих випадках ці додаткові зусилля є основною причиною утворення в трубопроводі пластично-деформованих зон, які нерідко переростають в тріщиновидні дефекти, призводять до утворення поверхневих вм'ятин, розривів по зварних з'єднаннях і по тілу труби [1]. Вони, як концентратори напружень можуть істотно впливати на надійність і довговічність магістральних трубопроводів. Звідси витікає, що характер пошкоджень та