

5. *Русанов Л. П.* К вопросу отработки рудных тел непосредственно под толщей обводненных осадочных пород камерными системами с закладкой // Разработка рудных месторождений. – 1975. – № 20. – С. 83–87.

6. *Должиков П. Н., Курнаков В. А.* Исследования реологических и структурномеханических свойств тампонажных растворов на базе промышленных отходов для заполнения горных выработок // Наук. вісник Національної гірничої академії України. – 2001. – № 1. – С. 10–13.

УДК 622.284

## ГІДРАВЛІЧНА СИСТЕМА ГІРНИЧОВИДОБУВНОГО ПІДПРИЄМСТВА – ОБ'ЄКТ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

*Ю. І. Шульга, канд. техн. наук, О. А. Глухоніна, інж.  
(Держкоменергозбереження України)*

*Разработан состав рабочей жидкости для электрохимической регенерации запорного элемента предохранительного клапана гидростатической горной крепи.*

Гірничовидобувна промисловість є однією з провідних ланок суспільного виробництва України і значною мірою визначає розвиток її енергетичної бази. Досить згадати, що основним органічним енергоносієм в нашій країні є вугілля. За загальними оцінками, у надрах України зосереджено до 300 млрд тонн вугілля [1].

Слід відзначити, що частка використання вугілля при виробництві електроенергії (27,1 %) майже в 1,5 рази нижча за середній показник (39,6 %) і в 2,1–2,3 рази нижча за показник для США та країн Східної Європи [2].

Шахтний фонд на багатьох шахтах не поновлювався майже 20 років, видобуток ведеться без застосування нових технологій. Над видобутком 1 млн тонн вугілля цілий рік працюють 6000 українських шахтарів, тоді як в США стільки ж вугілля добувають 300 шахтарів, у Західній Європі – 1200 шахтарів, у Польщі – 3000.

Українські шахти розробляють вугільні пласти, небезпечні щодо вмісту металу та пилу, а також крутопадаючі малопотужні вугільні пласти на великих глибинах. У США подібні пласти зовсім не розроблюються. За інформацією державної інспекції США на видобуток 25 млн тонн вугілля в США припадає один смертельний випадок, тоді як на шахтах України гине в середньому чотири шахтаря на 1 млн тонн.

Маючи такі поклади вугілля, Україна повинна нарощувати його видобуток. Зростання видобутку вугілля повинно супроводжуватись заміною застарілого устаткування і впровадженням нових прогресивних

енергозберігаючих технологій, що забезпечить зниження собівартості вугілля, покращить умови праці шахтарів.

Особливе місце в гірничовидобувному комплексі займають гідравлічні системи. Гідросистема механізованого кріплення включає насосну установку з маслоблоком, магістральні трубопроводи, розподільно-запобіжну апаратуру та силові гідроциліндри. Механізовані кріплення та гідравлічні стояки споживають 426000 кВт·год на рік, що становить 0,58 % загальношахтної технологічної витрати електроенергії. Головними функціями гідросистеми будь-якого механізованого кріплення, незалежно від її конструктивної схеми, є створення в стояках кріплення зусиль, необхідних для підтримання покрівлі та приведення в дію домкратів для пересування секцій кріплення та конвеєра.

Процес взаємодії шахтного кріплення з покрівлею характеризується силовим впливом товщі порід, які тиснуть на кріплення, і зміною опору стояків у процесі навантаження, який визначається режимом роботи запобіжних клапанів та пружністю рідинної системи гідравлічних стояків.

Режим роботи кріплення визначається швидкістю опускання покрівлі, яка становить в середньому 1–3 мм/год. Швидкість опускання визначає витрату робочої рідини, яка встановлюється у силових гідроциліндрах та запобіжних клапанах гідравлічних стояків. У загальному випадку навантажувальна характеристика стояка зображена на рис. 1, де  $Q$  – номінальний робочий опір,  $Q_0$  – початковий опір,  $\Delta h_0$  – величина початкової пружної піддатливості,  $\Delta Q_{\max}$  – максимально допустиме зниження опору,  $\Delta Q_{\min}$  – мінімально допустиме значення опору.

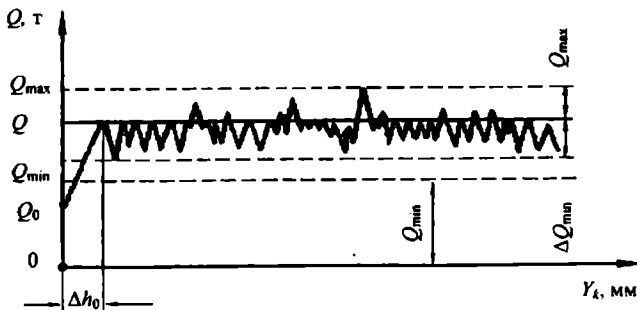


Рис. 1. Загальна навантажувальна характеристика гідравлічного стояка

Факторами, що впливають на герметичність об'ємної гідростатичної системи стояків і на реальну несучу здатність кріплення, є зносостійкість клапанної пари та вид застосовуваної рідини.

У системах об'ємного гідроприводу використовують такі робочі рідини: воду, водо-масляні емульсії, мінеральні масла, синтетичні рідини. Ці рідини мають свої переваги і недоліки. Так, вода спричиняє корозію, майже не має

змащуючих властивостей і може застосовуватись у дуже обмеженому діапазоні температур та тисків.

Водо-масляні емульсії певною мірою запобігають корозії та зносу поверхні устаткування. Найпоширеніші емульсії являють собою міофобні колоїдні системи. В них частинки, які утворюють внутрішню фазу, складаються із глобул рідини, що не розчиняється у рідині зовнішньої фази.

На відміну від емульсій, мінеральні масла протикорозійні, мають високі змащуючі властивості. Але мінеральні масла в силу вогнебезпечності не задовольняють вимогам безпеки на шахтах, небезпечних по газу та пилу.

Синтетичні рідини, які отримують шляхом синтезу органічних та елементоорганічних сполук, абсолютно не горючі. Вони складаються з 35–80 % води і включають речовини, призначені для покращення протикорозійних властивостей та змащуючої здатності. До їх складу входять поліетиленгліколи для підвищення в'язкості рідини.

Індустріальні масла не мають протикорозійних властивостей. Вода, що попадає у гідравлічні системи, заповнені маслом, збирається в краплини, які з часом прилипають до робочих поверхонь гідроапаратури. У місцях контакту металу з водою розвивається корозія. У водо-масляних емульсіях, водних розчинах масел та синтетичних рідинах для захисту внутрішніх елементів гідравлічних систем від корозії застосовуються неорганічні речовини (наприклад, солі калію та натрію).

Замкнена гідростатична система кріплення в процесі роботи дає мікровитік, величина якого залежить від величини робочого тиску, частоти спрацювання клапана та точності геометрії ущільнюючих поверхонь клапана. Величини питомого тиску у парі клапан-сідло, в'язкості та молекулярних властивостей рідини.

У міру зносу клапана його герметичність постійно знижується, що супроводжується падінням тиску в замкненій гідросистемі та збільшенням декремента затухання експоненціальної кривої герметичності. Таким чином, інтенсивний знос, який розвивається на робочих поверхнях клапана в зоні контакту при високих тисках, призводить до великих перепадів тиску, зниження реальної несучої здатності кріплення і, в кінцевому підсумку, до енергетичних втрат. Робоча характеристика запобіжного клапана характеризує залежність тиску  $P$  від сумарної витрати рідини  $Q$ , що проходить через клапан (рис. 2).

Можливість роботи гідравлічного кріплення при зношених запобіжних клапанах, які забезпечують гарантоване підтримання рідини на нижній межі  $P_{\min}$ , пояснюється тим, що при відсутності мікровитоку у силу ефекту облітерації гідростояки відновлюють свій номінальний опір при деякому подовженні циклів зростання навантажень до наступного спрацювання запобіжного клапана [3–5]. У цьому випадку період роботи кріплення у режимі зростаючого опору подовжується, а ефективність роботи кріплення по підтриманню покрівлі знижується внаслідок збільшення амплітуди коливань опору стояків.

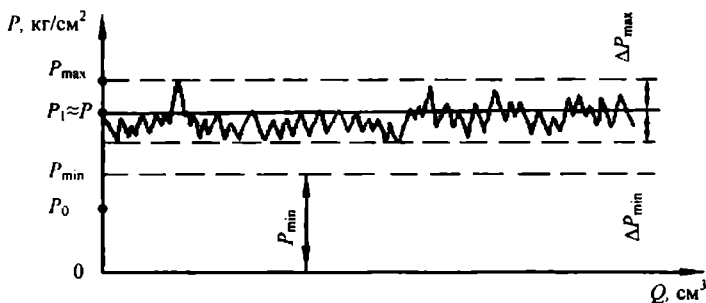


Рис. 2. Загальна робоча характеристика запобіжного клапана

Інтенсивний знос запобіжного клапана високого тиску виникає в результаті ерозійного впливу струменя робочої рідини на тверді стінки клапанної капілярної щілини при великих швидкостях витоку. Можна стверджувати, що основними критеріями роботоздатності клапана є сумарна витрата рідини через клапан при сталому робочому тиску, при якому настає недопустима втрата герметичності клапана.

Для розв'язання проблеми надійного спрацювання клапанної пари та його довгострокової роботи на малов'язких рідинах пропонується спосіб електрохімічної регенерації поверхні клапана.

Спосіб електрохімічної регенерації поверхні запірного елемента клапана полягає у тому, що зону механізму клапана (катод і електроізолюваний анод-вставка) заповнюють струмопровідною рідиною, яка містить водний розчин однієї із солей металу (наприклад, солі натрію), і підводять напругу до катода та анода-вставки.

Струмопровідну рідину виготовляють на водній основі, до складу якої входять поліетиленгліколь (1–6 %), сірчана кислота (0,001–0,1 %) та сіль металу (0,1–0,3 %). При цьому анод-вставку виконують із металу і встановлюють за межами пари тертя, а процес регенерації здійснюють при мінімальній рухомості клапана.

Цей спосіб дозволяє обробляти зношену поверхню механізму в комплексі, без розбирання його на деталі. Поліетиленгліколь надає струмопровідній рідині мастильних властивостей і разом із розчином солі металу створює іоноутворююче середовище. Завдяки цьому при підключенні електричного струму до пари катод-анод-вставка здійснюється гальванічний процес, в результаті якого на поверхні запірного елемента клапана утворюється металополімерне покриття. Анод-вставка встановлюється з енергозабезпеченням від зовнішнього джерела ізолювано за межами комплексу оброблюваних деталей, щоб запобігти короткому замиканню електричного кола. Сірчана кислота у складі струмопровідної рідини запобігає процесу гідролізу солей. Для більш інтенсивного протікання процесу регенерації сіль металу у складі рідини

повинна відповідати металу анода-вставки. Для кращого розміщення іоноутворюючої струмопровідної рідини на зношеній поверхні деталей, що підлягають обробці, процес регенерації здійснюють при мінімальній рухомості деталей механізму клапана. Схема регенерації наведена на рис. 3.

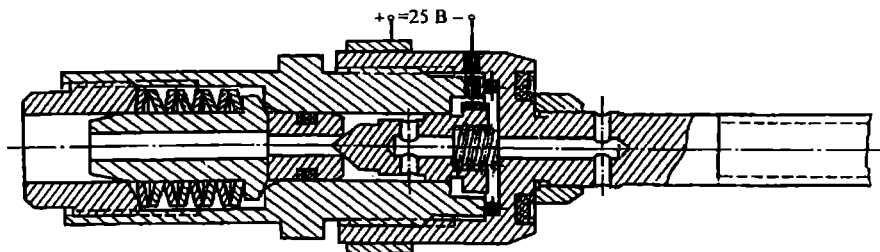


Рис. 3. Схема електрохімічної регенерації поверхні запірною елемента клапана

Впровадження способу електрохімічної регенерації поверхні запірною елемента клапана гідросистеми дозволяє подовжити строк його роботи. Запропонований спосіб дозволяє більш ефективно використовувати електроенергію в гідравлічних системах.

1. *Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України* / М. П. Ковалко, С. П. Денисюк / Відп. ред. А. К. Шидловський. – Київ: УЕЗ, 1998. – 506 с.

2. *Паливно-енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття* / Під ред. А. К. Шидловського, М. П. Ковалка. – Київ: Українські енциклопедичні знання, 2001. – 400 с.

3. *Основные вопросы совершенствования гидравлических стоек и результаты их исследования.* – Москва, 1962. – 127 с.

4. *Совершенствование гидропривода механизированных крепей* / Под ред. А. В. Доскунина. – М.: Машстрой, 1984. – 250 с.

5. *Вопросы совершенствования элементов гидропривода механизированных крепей* / Под ред. В. Н. Хорна. – Москва, 1966. – 120 с.