

В.Г. Потапов, канд. техн. наук, проф.,
К.С. Гордієнко, магістрант
Донецький національний технічний університет

УПРАВЛІННЯ НАВАНТАЖЕНІСТЮ ПРИВОДУ КОМБАЙНА ПРОХІДНИЦЬКОГО

Проаналізована можливість зниження навантаження на привід комбайна прохідницького за рахунок вживання спеціальних засобів (ПАР).

Міцність порід, прохідницький комбайн, орган руйнування, різець, параметри навантаження, ПАР

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями. Проблема руйнування масиву гірничих порід була і залишається однією з найважливіших проблем гірничого виробництва. Технічні можливості руйнування гірничих порід багато в чому визначають можливості всього гірничого виробництва. Відомо, що ефективність руйнування гірничих порід визначається параметрами вживаної техніки і властивостями порід, що розробляються.

В даний час для проведення підземних виробок використовуються два основні методи – проведення буропідривних робіт (БПР) і за допомогою прохідницьких комбайнів (КП), в основному, виборчої дії. Технологія проведення виробок за допомогою БПР має ряд недоліків, основними з яких є: підвищена небезпека робіт, невисока продуктивність, циклічність процесу. КП постійно модернізуються, але сфера їх застосування і сьогодні залишається обмеженою міцністю і абразивністю порід, що руйнуються. Сучасні прохідницькі комбайни можуть працювати по породах з максимальною межею міцності 120 МПа (коефіцієнт міцності порід за шкалою професора М.М. Протодьяконова, $f=8$) і абразивністю до 18мг (комбайн П220). Для проведення виробок по породах вищої міцності потрібні прохідницькі комбайни з більшою енергоозброєністю та масою. Це приводить до збільшення габаритів машини, зниження її маневреності, підвищення її вартості. Великі розміри КП обумовлюють ускладнення використання цих машин в складних умовах експлуатації. З цього виходить, що необхідно застосовувати технології, які направлені на зміну властивостей гірничих порід.

Одним з найбільш перспективних і цікавих напрямів вдосконалення процесу руйнування є управління властивостями і станом гірничих порід. Для ефективного досягнення даної мети можна застосовувати поверхнево-активні речовини (ПАР). ПАР - хімічні сполуки, які викликають зниження поверхневого натягнення. ПАР широко застосовуються у багатьох галузях промисловості, сільському господарстві та медицині [1]. А використання ПАР в гірничій промисловості у процесах руйнування гірничих порід носить обмежений характер. У цьому напрямі ведеться мала кількість дослідницьких робіт, більшість яких не виходять за рамки експериментальних досліджень.

Аналіз досліджень і публікацій. Насичення гірничих порід розчинами ПАР призводить до істотного (від 25 до 60%) зниження їх міцності, зменшення (на 30-50 %) модуля і межі пружності [3]. Як показує досвід, невірно підібрані активні розчини можуть не лише не сприяти руйнуванню гірничої породи, але і надавати протилежну дію. У зв'язку з цим важливим завданням є вибір складу і концентрації розчинів ПАР оптимального для конкретних порід. Вирішенню цієї проблеми присвячені дослідження, приведені в [1].

Постановка завдання. Ця стаття присвячена актуальній для вугільної промисловості тематиці – проблемі руйнування комбайнами прохідницькими гірничого масиву з підвищеною міцністю порід. У даній роботі поставлено завдання визначення ефективності від вживання ПАР при руйнуванні гірничих порід підвищеної міцності.

Виклад матеріалу і результати. Як критерій вибору ефективного розчину ПАР і його оптимальної концентрації приймається сукупність трьох характеристик тимчасових рядів мінливості контактної міцності порід (P_k): вірогідність наявності тренда або відсотка його закономірної складової; максимального зниження контактної міцності порід; темпу зниження величини P_k від дії розчину ПАР. Встановлено, що зміна величини P_k від часу дії активного розчину носить затухаючий характер. Контактна міцність характеризує здатність гірничої породи чинити опір впровадженню в неї інструменту. У цій якості вона може служити критерієм вибору ПАР для процесів механічного буріння і різання гірничих порід. Тому величину P_k можна використовувати як критерій, що дозволяє вибирати найбільш ефективний ПАР для зниження контактної міцності.

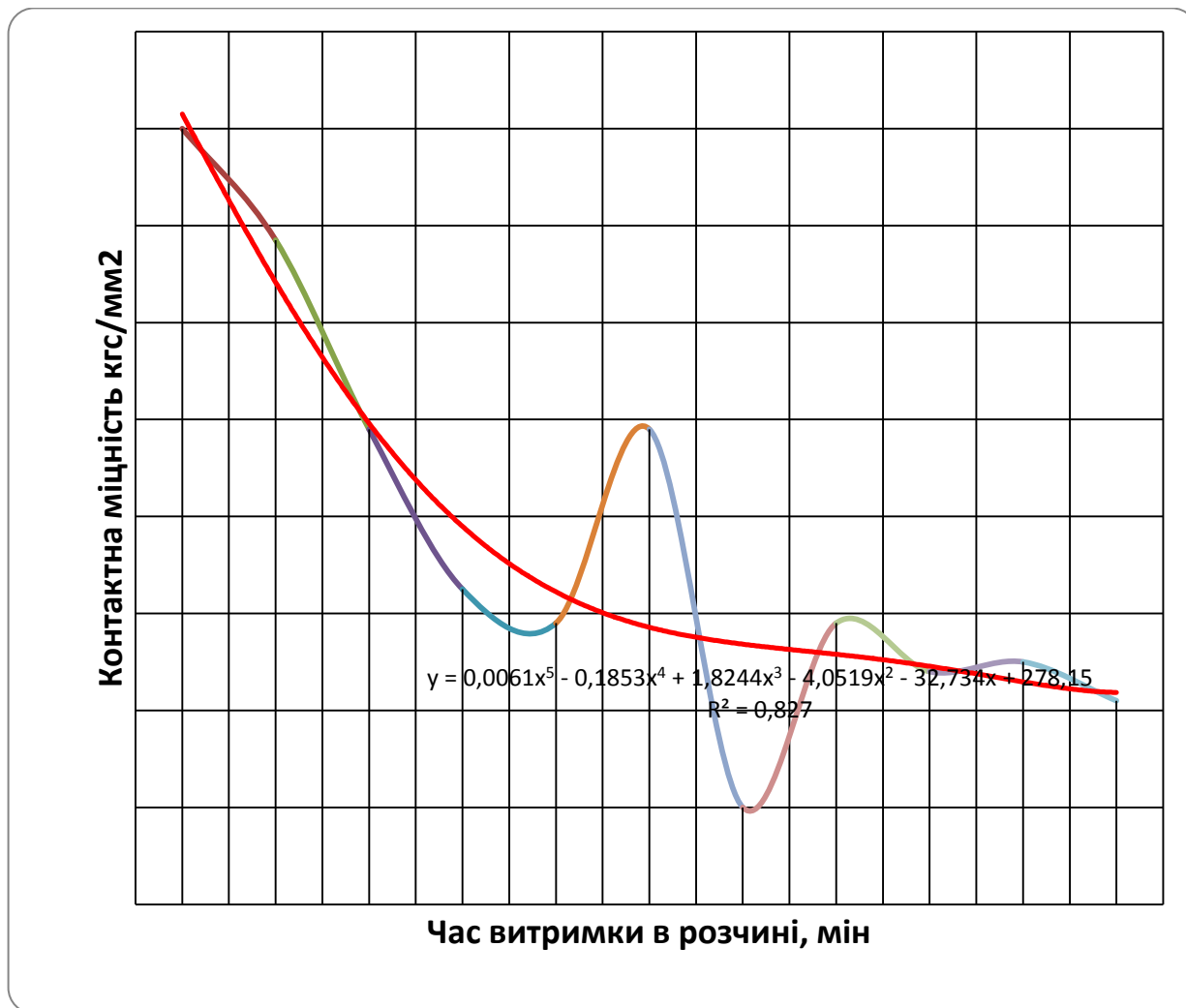


Рисунок 1 – Часовий ряд мінливості R_k під дією 0,5% розчину $AlCl_3$

На рис. 1 представлений як приклад часовий ряд мінливості контактної міцності породи під дією 0,5% розчину $AlCl_3$. Тут суцільною лінією показаний графік вирівнюючої функції. При побудові графіка як пробна порода використовувалися граніти Шарташського кар'єру (Урал).

Для того, щоб визначити як ПАР при впровадженні в гірничий масив впливає на показники різання, нами була розроблена математична модель, що описує процес руйнування породи ОР КП типа КСП-32 за допомогою Microsoft Office Excel. Ця модель дозволяє набувати практично миттєвих значень параметрів, що характеризують навантаженість ОР у вибої на кожному різці залежно від положення ОР. У цій моделі визначалися наступні параметри: зусилля різання на i -му різці, розташованому в n -й лінії різання при j -му положенні коронки (P_{zjni}) (надалі для даного різця буде застосовано це позначення), момент сил опору різання породи на i -му різці, розташованому в n -й лінії різання при j -му положенні коронки ($M_{p.n.jni}$), потужність на руйнування вибою на i -му різці, розташованому в n -й лінії різання при j -му положенні коронки, (P_{jni}),

питомі енерговитрати процесу руйнування на і-му різці, розташованому в п-й лінії різання при j-му положенні коронки (W_{jni}) [2].

Величина P_{zjni} визначається за формулою:

$$P_{zjni} = P_k \cdot (K_T \cdot K_\Gamma \cdot K_\alpha \cdot (0,25 + 0,018 \cdot t_{ni} \cdot h_{jni})) + 0,1 \cdot F,$$

де: P_k - контактна міцність породи; K_T - коефіцієнт, що враховує тип різця; K_Γ - коефіцієнт, що враховує вплив геометрії інструменту; K_α - коефіцієнт, що враховує вплив кута різання; t_{ni} - крок різання для і-го різця в п-й лінії різання ; h_{jni} - товщина стружки, яку зрізає і-й різець, розташований в п-й лінії різання при j-му положенні коронки; F - проекція площі затуплення різця по задній грані на плоскість різання.

Величина h_{jni} визначається за формулою:

$$h_{jni} = \frac{2}{\pi} \cdot h_{cp} \cdot (0,95 \cdot \sin \gamma_{ni} \cdot 0,005),$$

де: h_{cp} - середня товщина зрізу; γ_{ni} - кутова координата різця.

Величина $M_{p.n.}$ визначається за формулою:

$$M_{p.n.} = P_{zjni} \cdot r_i,$$

де: r_i - відстань від вершини різця до осі обертання коронки для і-го різця.

Величина P_{jni} визначається за формулою:

$$P_{jni} = M_{p.n.} \cdot \omega_{OP},$$

де: ω_{OP} – переважаюча кругова частота коливань детермінованою складовою навантаження на OP, що викликаються входом у контакт з руйнованим масивом окремих різців.

Величина W_{jni} визначається за формулою:

$$W_{jni} = P/Q_{jni},$$

де: Q_{jni} - теоретична продуктивність і-го різця, розташованого в п-й лінії різання при j-му положенні коронки.

Для розрахунку використовувалися наступні вихідні дані: порода - піщаник ($P_k=500$, $f=5$); для цієї породи зниження під впливом ПАР - 25% через 5хв. і 31% через 10хв. дії ПАР [1]; ПАР представлений 0,5% розчином $AlCl_3$.

У даній роботі приведені результати моделювання вантаження одного різця (був вибраний 19-й різець як показний (він знаходиться практично посередині ширини захвату OP). Отримані результати представлені у вигляді графіків залежностей вказаних вище параметрів від кута повороту OP.

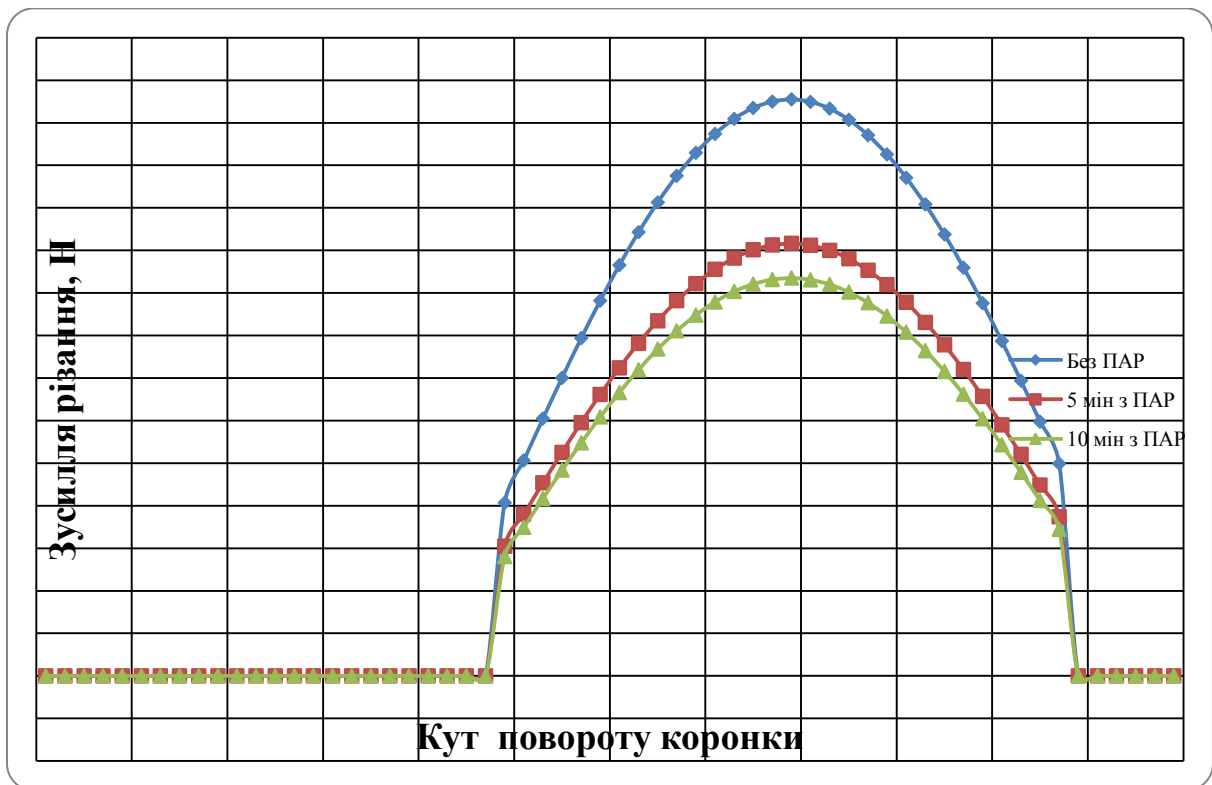


Рисунок 2 – Залежність зусилля різання 19-м різцем від кута повороту ОР

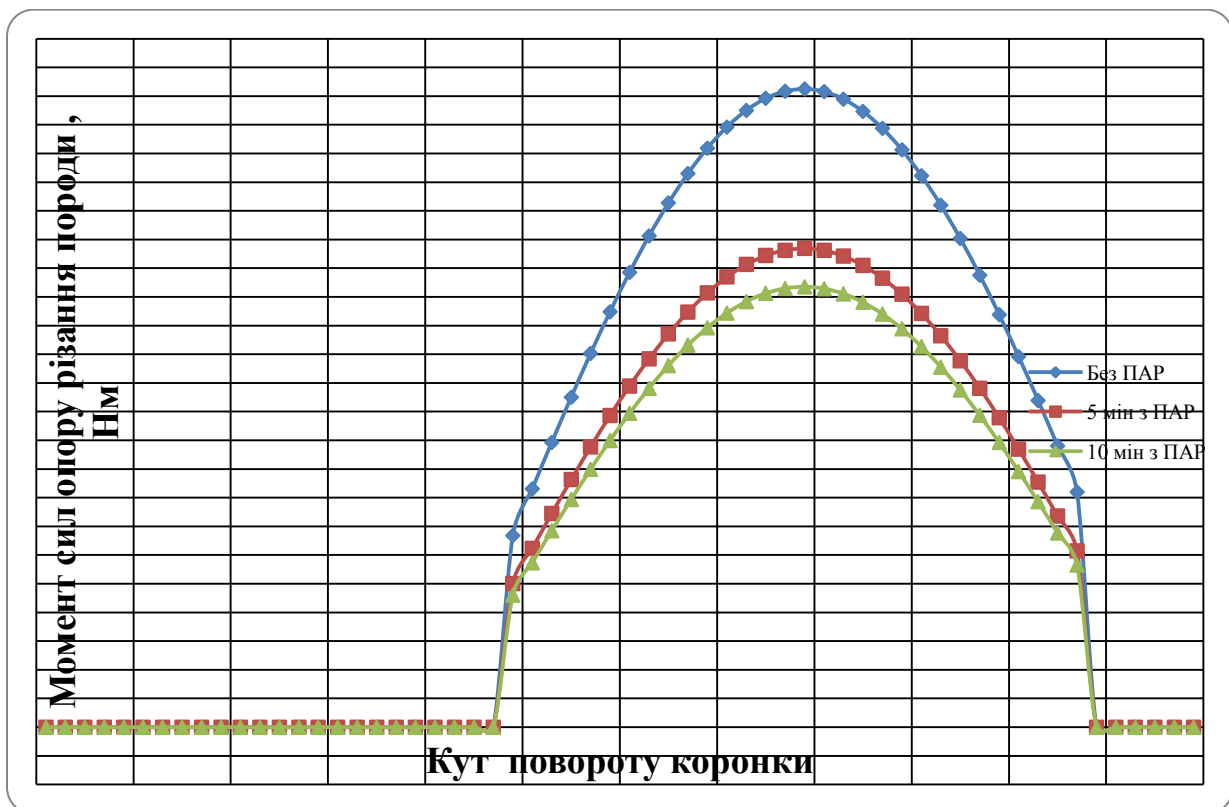


Рисунок 3 – Залежність моменту сил опору різання породи 19-м різцем від кута повороту ОР

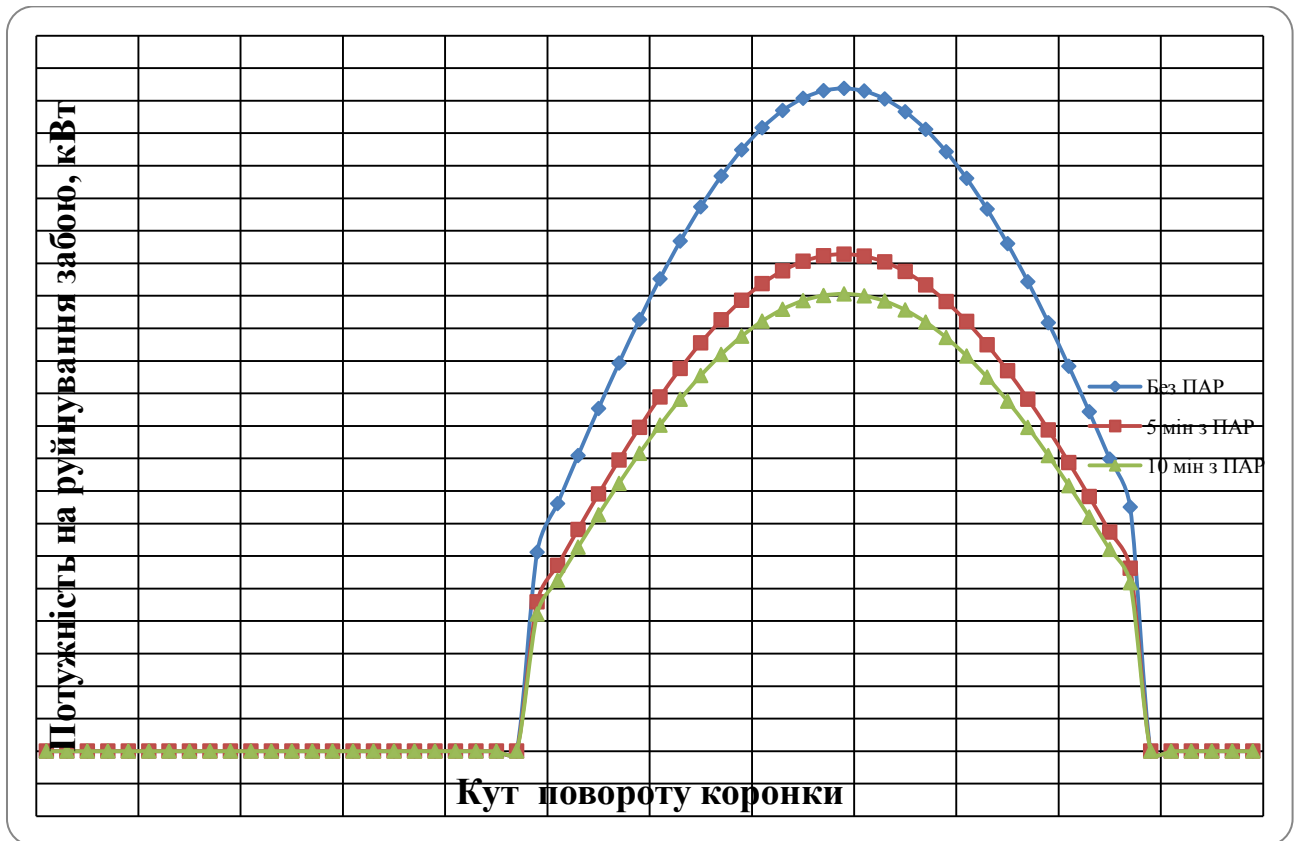


Рисунок 4 – Залежність потужності на руйнування вибою 19-м різцем від кута повороту ОР

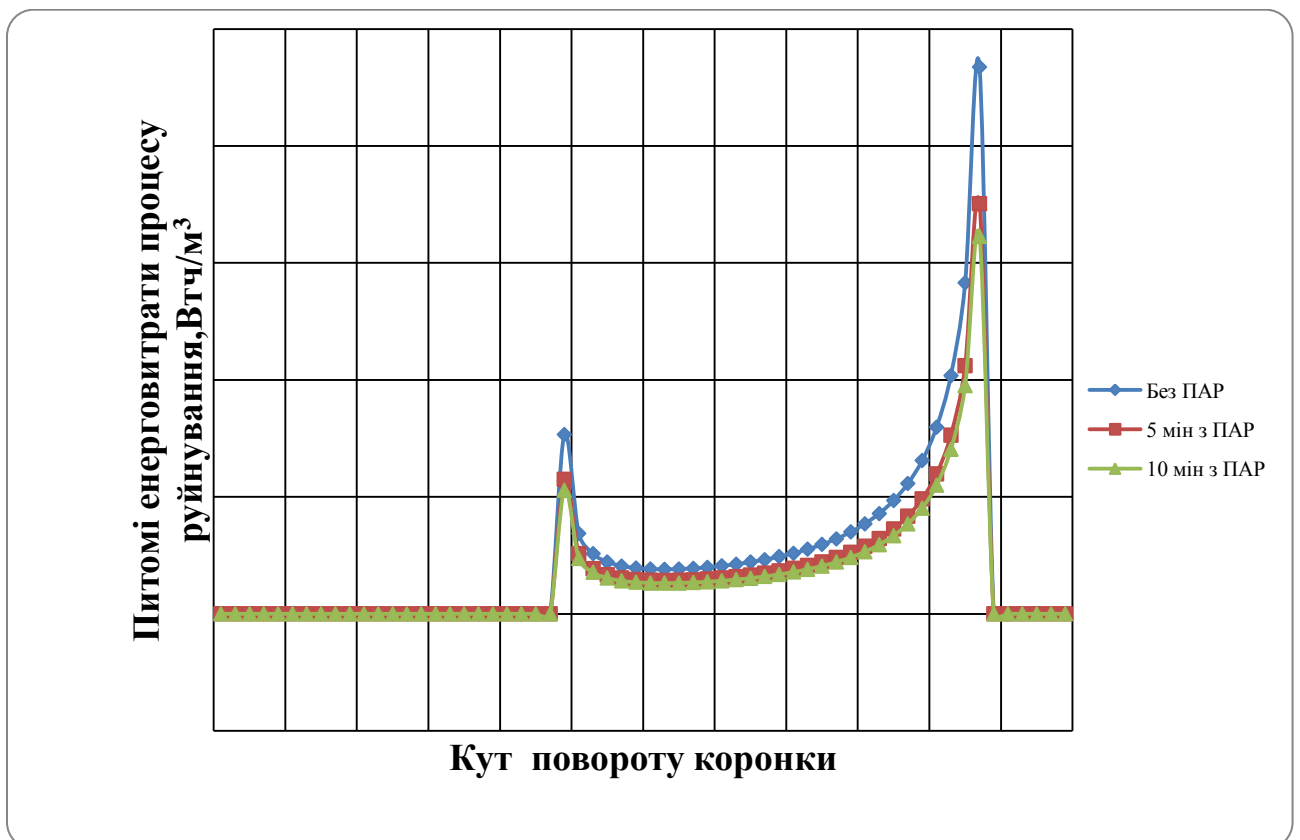


Рисунок 5 – Залежність питомих енерговитрат процесу руйнування 19-м різцем від кута повороту ОР

Отримані графіки, характеризують ефективність вживання ПАР в гірничий промисловості при руйнуванні гірничих порід.

Висновки і напрями подальших досліджень. Проаналізувавши отримані результати, див. рис. 2,3,4,5 бачимо що використання ПАР для руйнування міцних порід дозволяє понизити зусилля різання (P_{zjni}), момент сил опору різання породи ($M_{p.p.jni}$), потужність на руйнування вибою (P_{jni}) на показному різці від 25% до 31%. При цьому питомі енерговитрати процесу руйнування (W_{jni}) знижуються так само від 25% до 31%.

Надалі планується продовжити дослідження за допомогою розробленої математичної моделі навантаженості на всіх різцях ОР КП в умовах підвищеної міцності гірничих порід прохідницького вибою.

Список джерел:

1. Жилин А.С. Прогнозирование параметров дробления горных пород в условиях направленного изменения их свойств поверхностно-активными веществами. Автореф. дис. канд. техн. наук - Екатеринбург, 2006 – 21 с.
2. ОСТ 12.44.197-81. Комбайны проходческие со стреловидным исполнительным органом. Расчет эксплуатационной нагруженности трансмиссии исполнительного органа. Министерство угольной промышленности СССР, 1981 – 43 с.
3. Сынбулатов В. В. Направленное изменение свойств и состояния скальных пород поверхностно-активными веществами при предотвращении горных ударов на рудниках Урала. Автореф. дис. канд. техн. наук - Екатеринбург, 2008 – 20 с.

В.Г. Потапов, К.С. Гордієнко. Управління навантаженістю приводу прохідницького комбайну. Проаналізована можливість зниження навантаження на привід комбайна прохідницького за рахунок вживання спеціальних засобів (ПАР).

Міцність порід, прохідницький комбайн, орган руйнування, різець, параметри навантаження, ПАР

V.G. Potapov, K.S. Gordienko. Management drive loading of heading machine. Possibility of decrease in loading on a heading machine at the expense of application of special means is analyses.

Fortress of breeds, heading machine, organ of destruction, chisel, parameters of lading, PAR