

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Індустріальний інститут

факультет технології і організації виробництва

(повне найменування інституту, назва факультету)

кафедра електромеханіки і автоматики

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ М.В. Чашко  
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” \_\_\_\_\_ 2018 р.

## Дипломна робота

бакалавра

(освітній ступінь)

на тему Обґрунтування енергоефективних режимів роботи скребкового конвеєру для умов Публічного акціонерного товариства «Шахтоуправління «Покровське»

Виконала: студентка 4 курсу, групи ЕМ-14  
(шифр групи)

напряму підготовки (спеціальності) 6.050702 «Електромеханіка»  
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Наумова К.В. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Керівник

доц. каф. ЕМА, к.п.н., доц. Сергієнко Л.Г. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент доцент

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Засвідчую, що у цій дипломній роботі  
немає запозичень з праць інших авторів  
без відповідних посилань.*

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Покровськ – 2018 р.

## АНОТАЦІЯ

Наумова К.В. Обґрунтування енергоефективних режимів роботи скребкового конвеєру для умов Публічного акціонерного товариства «Шахтоуправління «Покровське» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 707 «Електромеханіка та автоматика» – Індустріальний інститут ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ, 2018.

В роботі об'єктом дослідження було обрано скребковий вибійний конвеєр, який найбільш піддається нерівномірності навантаження з боку прийнятої технології ведення очисних робіт. В різні проміжки часу конвеєр виявляється завантаженим на різну довжину – навантаження на конвеєр є змінним та залежить від положення комбайна в лаві. Сучасні вибійні скребкові конвеєри розраховуються на максимальне завантаження (на всю довжину завантаження) та мають сталу потужність. Для зниження витрат електроенергії на транспортування, додаткового завантаження кабельної мережі та дільничного трансформатора реактивною енергією пропонується адаптація вибійного скребкового конвеєра до фактичного навантаження. Це здійснюється за рахунок регулятора навантаження, що вводиться до системи управління конвеєром. Розглянуті пропозиції особливо сприятливі при збільшенні довжини лави та енергоозброєності вибійних механізмів (сучасні електродвигуни лавних конвеєрів мають потужність до 800кВт). Впровадження пропозицій забезпечить отримання економічного ефекту в розмірі 91 тис. грн.

Ключові слова: ШАХТА, ВИДОБУВНА ДІЛЬНИЦЯ, СКРЕБКОВИЙ КОНВЕЄР, РЕГУЛЯТОР НАВАНТАЖЕННЯ, РЕАКТИВНА ЕНЕРГІЯ.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                         | стор. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ВСТУП                                                                                                                                                   | 5     |
| 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПУБЛІЧНЕ АКЦІОНЕРНЕ<br>ТОВАРИСТВО «ШАХТОУПРАВЛІННЯ «ПОКРОВСЬКЕ»                                                                | 6     |
| 1.1 Загальна характеристика родовища                                                                                                                    | 6     |
| 1.2 Механізація видобутку вугілля і проведення підготовчих<br>виробок                                                                                   | 8     |
| 1.3 Підземний транспорт                                                                                                                                 | 11    |
| 1.4 Стаціонарні установки                                                                                                                               | 12    |
| 1.5 Енергопостачання шахти                                                                                                                              | 14    |
| 1.6 Охорона праці                                                                                                                                       | 15    |
| 2 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РЕЖИМІВ<br>РОБОТИ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРУ ДЛЯ УМОВ ПУБЛІЧНОГО<br>АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ШАХТОУПРАВЛІННЯ<br>«ПОКРОВСЬКЕ» | 17    |
| 2.1 Існуюче положення. Об’єкт та мета дослідження                                                                                                       | 17    |
| 2.2 Оптимізація системи електропостачання багатопровідними<br>скребковими конвеєрами                                                                    | 19    |
| 2.3 Розробка регулятора навантаження                                                                                                                    | 29    |
| 2.4 Монтаж регулятора. Технічне обслуговування                                                                                                          | 37    |
| 2.5 Економічна оцінка проекту                                                                                                                           | 42    |
| ВИСНОВКИ                                                                                                                                                | 45    |
| СПИСОК ПОСИЛАНЬ                                                                                                                                         | 46    |
| ДОДАТКИ                                                                                                                                                 | 48    |

## ВСТУП

В даній роботі об'єктом дослідження було обрано видобувну дільницю ПАТ «Шахтоуправління «Покровське». Метою роботи є зниження витрат електроенергії на транспортування, додаткового завантаження кабельної мережі та дільничного трансформатора реактивною енергією. Ідея реалізації мети є адаптація вибійного скребкового конвеєра до фактичного навантаження. Реалізація мети та ідеї можлива за рахунок виконання додаткових контрольно-вимірювальних пристроїв, що вводяться до системи управління конвеєром. Об'єктом розробки було обрано скребковий вибійний конвеєр, який найбільш піддається нерівномірності навантаження з боку прийнятої технології ведення очисних робіт. Простіше це пояснюється так: очисний комбайн переміщується по довжині лави та виконує виймання. Тобто в різні проміжки часу конвеєр виявляється завантаженим на різну довжину, тобто навантаження на конвеєр є змінним та залежить від положення комбайна в лаві.

Сучасні вибійні скребкові конвеєри розраховуються на максимальне завантаження (на всю довжину завантаження) та мають сталу потужність. Їх потужність, що споживається з електромережі не змінюється при зміні навантаження на конвеєр, що викликає зниження коефіцієнта потужності. Для зниження витрат електроенергії на транспортування, додаткового завантаження кабельної мережі та дільничного трансформатора реактивною енергією пропонується адаптація вибійного скребкового конвеєра до фактичного навантаження.

ШАХТА, ВИДОБУВНА ДІЛЬНИЦЯ, ТЕХНОЛОГІЯ, МЕХАНІЗАЦІЯ,  
СКРЕБКОВИЙ КОНВЕЄР, ВИДОБУВНИЙ КОМБАЙН, КАБЕЛЬНА  
МЕРЕЖА, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ПІДЙОМНІ УСТАНОВКИ

# 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПУБЛІЧНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО «ШАХТОУПРАВЛІННЯ «ПОКРОВСЬКЕ»

## 1.1 Загальна характеристика родовища

ПАТ ШУ «Покровське» закладено в 1974 році та побудована за проектом інституту «Донгіпрошахт» і введена до експлуатації у 1990 році. Поле шахти розташоване в Красноармійському Західному вугленосному районі Донбасу. В адміністративному відношенні шахта розташована в Красноармійському районі Донецької області в 16 км на захід від міста Красноармійська і в 70 км від обласного центра міста Донецька.

Розміри шахтного поля по простяганню 16 км, по падінню 6 км. Поле споруджуваної шахти складено породами нижнього карбону (світи  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $C_5$ ), покритими утвореннями третинного (неогенового) і четвертинного віків.

Основна покрівля представлена дрібнозернистим піщаником потужністю до 20 м, найбільш характерної 5-10 м. Породи безпосереднього ґрунту слабкі. Це сланці глинисті чи піщані загальною потужністю до 2 м з межею міцності на стиснення до  $200 \text{ кг/см}^2$ . Нижче сланців залягає піщаник потужністю до 20 м.

Промислові запаси підготовчих у виїмці блоків складають 64,7 млн. т, тобто половину всіх запасів шахтного поля. На теперішній час на шахті у роботі знаходиться один пласт, на якому одночасно працюють 9 очисних вибоїв. При цьому загальна лінія очисних вибоїв складає 1867м.

Шахта віднесена до зверхкатегорної за газом, небезпечна по раптовим викидам вугілля, породи й газу. Усі пласти піщаника на полі шахти віднесені до небезпечних за раптовими викидами. Температура порід складає  $25 - 30^\circ\text{C}$ . Підземні води на шахтному полі віднесені до відкладень четвертинного, неогенового і кам'яновугільного віків. Шахтні води практично чистого хлоридно-натрієвого складу. На глибинах порядку 900м зміст хлоридів очікується  $12000-13000 \text{ мг/дм}^3$ , сульфатів  $100-200 \text{ мг/дм}^3$ , натрію  $6000-7500 \text{ мг/дм}^3$ , мінералізація порядку 30 г/л. В обводнюванні гірничих

вироблень будуть брати участь водоносні горизонти, що залягають у покрівлі, ( $d_4sd_4'$ ) і в ґрунті пласта ( $d_3sd_4$ ). Перший залягає в 10 м під пластом, другий в 10-33м нижче пласта. Уперше за 15 років експлуатації відбулася відробка статичних запасів води, ув'язнених у непорушеному гірському масиві. Приплив води складе: нормальний –  $500\text{м}^3/\text{рік}$  і максимальний –  $570\text{м}^3/\text{год}$ . Гідрогеологічні умови відпрацьовування пласта  $d_4$  у цілому складні. При веденні гірських робіт із пласта  $d_4$  можливі обриви води з покрівлі ґрунту з величиною припливу в пласті до  $80\text{м}^3/\text{год}$ .

Промислове значення в межах родовища має вугільний пласт  $d_4$ , який шахтою відпрацьовується з 1991 року. Пласт  $d_4$  на переважачій ділянці шахтного поля має балансові запаси. Будова його, переважно, проста, рідше - складна. Загальна потужність пласта змінюється від 0,60 до 2,70м, при середньому значенні 1,28м. В цілому, пласт є відносно витриманим по потужності і морфології.

По величині середніх значень зольності вугільний пласт, відповідно до ГОСТ 8184 – 70, по чистих вугільних пачках – середньо - зольний (12,7%), з урахуванням засмічення внутрішньопластними порідними прошарками – підвищено - зольний (17,1 % ); по середньому змісту сірки вугілля мало сірчане (0,9 %). Вугілля шахти використовується, головним чином, для коксування, частково – для енергетичних цілей.

Пласт  $d_4$  простої і складної будови. Іноді у ґрунті пласта залягає вуглистий аргиліт потужністю 0,15-0,40м. Породні прослої представлені аргилітами і алевролітами міцністю 20-30 МПа. Марка пласта-К.

Вугілля пласта середньозольне і малосірчисте, зола вугілля в основному тугоплавка, обогатимість від важкої до дуже важкої. Вугілля пласта  $d_4$  є цінною сировиною для коксування. Переважаючою мінеральною домішкою у вугіллі є глинистий матеріал, яким визначається зольність вугілля як в розрізі пласта, так і за площею блоку. Безпосередньо над вугільним пластом  $d_4$  на більшій частині ділянки приблизно 70 % залягає алевроліт і частково пісковик - приблизно 30% потужністю 1,0-3,5м, міцністю в

середньому 3,0-11,0МПа. По одиничних свердловинах кривлею пласта є аргиліт, на окремих роз'єднаних площах ( 24% загальній площі) безпосередньо над вугільним пластом залягає середньо- і дрібнозернистий пісковик потужністю, в основному 1,4-2,5м. Основна покрівля, представлена пісковиком (80%) і алевролітом (20%). Категорія порід за поваленням - середньоповалюєма. Ускладнюючими чинниками ведення гірничо-експлуатаційних робіт по пласту d<sub>4</sub> будуть "хитна" покрівля і купоління.

## 1.2 Механізація видобутку вугілля і проведення підготовчих виробок

Одним з найважливіших умов неперервності виробничого процесу добутку вугілля є комплексна автоматизація і автоматизація трудомістких головних і допоміжних процесів. В таблиці 1.1 приведена механізація та навантаження на очисні вибої.

Проведення гірничої виробки – комплекс процесів відбійки, транспортування гірничої маси, кріплення, вентиляції, нарощування комунікацій, забезпечення посування вибою. Проведення усіх підготовчих виробок здійснюється вузьким вибоєм. Механізація гірничопрохідницьких робіт:

1) при комбайновому способі проходки приймаються комбайни КСП42, КСП32, 2П-110 які дозволяють проводити виробки пластові і породні з міцністю порід до 12 одиниць за шкалою М.М.Протодьяконова. Продуктивність буде складати 02-1,8 м<sup>3</sup>/хв.

2) при буропідривному способі проходки – породонавантажувальні машини типу 2ПНБ2Б, МБП, 1ППМ5.

Перетини гірських виробок прийняті з умови розміщення устаткування, подачі необхідної кількості повітря для провітрювання очисних і підготовчих забоїв.

Таблиця 1.1 – Прийнята механізація очисних робіт та навантаження на очисні вибої

| Номер блоку | Найменування лав     | Виймальна потужність пласта, м | Механізація очисних робіт                                                                        | Навантаження на лаву, т/сут          |                     |                   |
|-------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------|
|             |                      |                                |                                                                                                  | По продуктивності виймальної техніки | По газовому фактору | Прийнята проектом |
| 2           | 4...7 південні лави  | 1,64...2,06                    | Механізоване кріплення - 3КД90Т<br>Комбайн – РКУ13<br>Скребковий конвеєр – КСД28                 | 6231                                 | 5000                | 5000              |
|             | 5...7 північні лави  | 1,08                           | Механізоване кріплення - 3RL90N<br>Комбайн – РКУ13<br>Скребковий конвеєр – КСД28                 | 5920                                 | 5000                | 5000              |
| 3           | 5 південна лава      | 1,56                           | Механізоване кріплення -<br>MVPO2800<br>Комбайн – MB12(220E)<br>Скребковий конвеєр – CZK2281832S | 5555                                 | 4900                | 4900              |
|             | 1 та 2 північні лави | 1,26...1,37                    | Механізоване кріплення -<br>MVPO2800<br>Комбайн – MB12(220E)<br>Скребковий конвеєр – CZK228/832S | 4370                                 | 4000                | 4000              |
| 6           | 6...8 південні лави  | 1,18                           | Механізоване кріплення -<br>MVPO3000X<br>Комбайн – MB12(220E)<br>Скребковий конвеєр – CZK228/732 | 5202                                 | 5000                | 5000              |
| 7           | 1...3 південні лави  | 1,12                           | Механізоване кріплення -<br>MVPO3000X<br>Комбайн – MB12(220E)<br>Скребковий конвеєр – CZK228/732 | 5075                                 | 5000                | 5000              |



Продовження таблиці 1.1

| Номер блоку | Найменування лав                       | Виймальна потужність пласта, м | Механізація очисних робіт                                                                     | Навантаження на лаву, т/сут | Номер блоку | Найменування лав |
|-------------|----------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------|------------------|
| 8           | 2...7 північні лави центральної панелі | 0,95...1,25                    | Механізоване кріплення - MVPO3000X<br>Комбайн – MB12(220E)<br>Скребковий конвеєр – CZK228/732 | 5210                        | 4000        | 4000             |
|             | 4...6 південні лави центральної панелі | 1,55...1,92                    | Механізоване кріплення - 3КД90Т<br>Комбайн – РКУ13<br>Скребковий конвеєр – КСД28              | 5608                        | 5000        | 4000             |
|             | лави південної панелі                  | 1,79...1,88                    | Механізоване кріплення - 3КД90Т<br>Комбайн – РКУ13<br>Скребковий конвеєр – КСД28              | 6310                        | 5000        | 4000-5000        |
| 10          | 4...6 південні лави центральної панелі | 1,66...2,06                    | Механізоване кріплення - MVPO2800<br>Комбайн – MB12(220E)<br>Скребковий конвеєр – CZK228/832S | 7188                        | 8000        | 6400             |
|             | 1...3 південні лави центральної панелі | 1,97...2,08                    | Механізоване кріплення - MVPO2800<br>Комбайн – MB12(220E)<br>Скребковий конвеєр – CZK228/832S | 7756                        | 8000        | 6400             |
|             | 1...5 північні лави центральної панелі | 1,23                           | Механізоване кріплення - MVPO3000X<br>Комбайн – MB12(220E)<br>Скребковий конвеєр – CZK228/732 | 5150                        | 5000        | 5000             |

### 1.3 Підземний транспорт

Для доставки вугілля і породи з підготовчих вибоїв, транспортування і видачі породи на поверхню застосовують два типи вагонеток: ВД-3,3; ВГ-2,5. Вагонетка ВД-3,3 використовується для транспорту породи і вугілля від проходження підготовчих вибоїв до розвантажувальних ям навколо ствольного двору обрію 593м, а також на обрії 708м. Для доставки матеріалів і устаткування прийняті контейнери і спеціальні платформи.

Доставка вугілля по похилих бортових виробленнях прийнята конвеєрами із шириною стрічки 1000мм (ЛТ-100) Магістральні горизонтальні конвеєрні лінії обладнаються конвеєрами із шириною 1000мм і 1200мм. Вугілля з діючих горизонтів вантажиться на стрічкові конвеєри конвеєрних штреків і доставляється на ухил, де перевантажується на ланцюжок стрічкових конвеєрів КРУ-350, 2ЛУ-120В, якими доставляється до навантаженого пристрою скіпового ствола.

Вугілля з вибою пласта вантажиться на стрічковий конвеєр конвеєрного штреку і доставляється до конвеєрного ухилу №4, з якого ланцюжком стрічкових конвеєрів, змонтованих по виробленнях 5-го східного штреку до квершлягу №10, надходить на конвеєри ухилу №6 пласту. Для транспортування вугілля по лавах застосовуються скребкові конвеєри СПЦ-163, СПЦ-273 та ін. Для транспортування вугілля і породи по штреках, застосовуються стрічкові конвеєри 1Л-80, 1ЛТ-80. Для доставки матеріалів і устаткування, а так само транспортування породи від проходження польових вироблень служить електровозне відкочування, здійснювана електровозами і дизелевозами.

На шахті застосовується повна конвеєризація по транспортуванню гірничої маси від очисних і підготовчих забоїв до завантажувальних пристроїв головного ствола.

Доставка матеріалів, устаткування з руддвора у вагонетках і платформах електровозами доставляються на верхню відправну площадку вироблення пласту d<sub>4</sub>. Потім монорельсовою дорогою вантажних ходків, матеріали й устаткування

доставляється на прийомні площадки вентиляційних і відкаточних штреків діючих очисних і підготовчих вибоїв. Транспорт вантажів і людей по основним відкаточним виробкам гор.593м і гор.708 м здійснюється шахтними вагонетками і платформами за допомогою акумуляторних електровозів типу АМ8Д і АРВ7. Для доставки устаткування, матеріалів і людей до очисних і підготовчих забоїв і обслуговування вироблень використовують дороги монорельсові підвісні типу ДМКЛ, ДКМУ1 і КСП 63, КСП 32.

#### 1.4 Стаціонарні установки

Головний ствол обладнається двома багатоканатними піднімальними установками – вугільною і породною. Двоскіповий вугільний підйом обладнається скіпами із секторним затвором місткістю  $35\text{м}^3$ , вантажопідйомністю 20,5т з багатоканатною піднімальною машиною ЦШ-5х4. Привід підйому без редукторний від двигуна постійного струму 112-800-255-8КУХЛ4, 4000кВт, 750В, 53,5 об/хв. Максимальна швидкість підйому 14 м/с. По видачі гірської маси першої черги підйом завантажений 11,9 година, другої черги - 16,5 години. Односкіповий породний підйом обладнається скіпом із секторним затвором вантажопідйомністю 15,8т породи з багатоканатною машиною ЦШ 4х4. Привід підйому без редукторний. двигун постійного струму 112-630-214-4КУ4, 1250 кВт, 45об/хв.

Допоміжний ствол обладнається двома багатоканатними піднімальними установками - одно клітьовими підйомами №1 і 2. Обсяги обладнаються двоповерховими клітьями на вагонетку ВД-3,3 і багатоканатними піднімальними машинами ЦШ 3,25х4. Привід підйомів редукторний асинхронними двигунами (по 2 шт. на кожному підйом) типу АКН2-16-57-І2, 800 кВт, 6 кВ, 49 об/хв. Максимальна швидкість підйомів 11,35м/с.

Повітряноподавальний ствол №1 обладнаний одноклітьовим і бадьйовим

підйомами і використовується при будівництві II черги. Одноклітьовий підйом обладнаний машиною 243,5x1,7 і кліттю на 21 людину. Привід машини асинхронний із двома двигунами по 800 кВт Швидкість підйому 7,3 м/с.

На головному ствол встановлено два вентилятори типу ВДЦ-47,5У з електродвигунами типу СДС-3-17-76-12УХЛ4 потужністю по 4000 кВт і розгінними електродвигунами типу АКН2-17-41-16УХЛ4 потужністю по 1600кВт. Основні дані по інших вентиляторних установках наведені в таблиці 1.2. Зберігається усмоктувальний спосіб провітрювання шахти й комбінована схема провітрювання.

Таблиця 1.2 – Вентиляторні установки

| Найменування                  | Місце встановлення                |                     |                                |                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
|                               | Головний ствол, скиповий ствол №1 | Вентиляційний ствол | Вентиляційна свердловина ВПС№1 | Площадка ВПС-2, скиповий ствол №2 |
| Тип вентиляторів              | ВДЦ-47,5У                         | ВДЦ-31,5М           | ВДЦ-31,5М                      | ВДЦ-47,5У                         |
| Кількість                     | 2                                 | 2                   | 2                              | 2                                 |
| Тип приводного електродвигуна | СДС-3-17-76-12УХЛ4                | АКН2-16-69-10УХЛ4   | СДС-3-17-41-16УХЛ4             | СДС-3-17-76-12УХЛ4                |
| Тип розгінного двигуна        | АКН2-17-41-16УХЛ4                 | -                   | -                              | АКН2-17-41-16УХЛ4                 |
| Потужність , кВт              | 4000                              | 1250                | 1600                           | 4000                              |
|                               | 1600                              | -                   | -                              | 1250                              |
| Швидкість обертання, об/хв.   | 500                               | 590                 | 600                            | 500                               |
|                               | 490                               | -                   | -                              | 400                               |
| Напруга, В                    | 6000                              | 6000                | 6000                           | 6000                              |
|                               | 6000                              | -                   | -                              | 6000                              |

В приствольному дворі горизонту 708м була обладнана одноступінчаста головна водовідливна установка зі сьома насосами НСШ-410-728 з потужністю двигунів 1600 кВт на напругу 6 кВ. Вода видається по трубопроводу діаметром по 273мм із горизонту 708м на поверхню.

Для живлення споживачів стисненим повітрям на головній площадці шахти обладнана компресорна станція, де встановлені шість турбокомпресорів типу К-250-61-5 з електродвигунами потужністю по 1600кВт та два поршневі компресора типу 4ВМ10-120/9 з електродвигунами потужністю по 800кВт. Стиснене повітря в шахту подається по трубопроводам Ø400мм, що прокладені в допоміжному стволі та по гірничим виробкам – Ø300, Ø250 та Ø150мм.

На шахті діє дегазація з використанням існуючої вакуум-насосної станції на основному проммайданчику шахти із чотирьох вакуум-насосів типу ВВН2-150М з електродвигунами типу ВАО2-450ЛА-6М2 потужністю по 250 кВт. Для відсмоктування газу із шахти прокладені газопроводи: по головному стволу – два дегазаційних трубопроводи Ø300мм; по основному проммайданчику шахти до вакуум-насосної станції – один дегазаційний газопровід Ø500мм, а другий – Ø400мм; по основних вентиляційних виробках – дегазаційні газопроводи Ø300мм й Ø400мм; по вентиляційних штреках у межах виймальних панелей – Ø250мм й Ø300мм.

### 1.5 Енергопостачання шахти

Електропостачання головної площадки шахти здійснюється при напрузі 6кВ від підстанції 110/6кВ «Західна» з трансформаторами 2х25000 кВА. На головній площадці шахти введена в експлуатацію збагачувальна фабрика з необхідним навантаженням 11060кВт, яка отримує живлення від ПС 110/6 кВ «Західна» та від ПС 110/6 кВ блоку №10. Електропостачання повітроподавального ствола №1 здійснюється при напрузі 6кВ від ПС 110/6 кВ, що розташована на площадці ствола. На площадці блоку №10 введена в експлуатацію ПС 110/6кВ з трансформаторами 2х40000кВА та повітряної лінії 110кВ до неї.

Живлення існуючих підземних електроприймачів виконується від центральних підземних підстанцій (ЦПП) горизонтів 593м, 708м, ЦПП ВПС, ЦПП горизонту 805м ВПС №2. У гірничих виробітках передбачені електромережі наступних напруг: 6000В – для розподілу електроенергії на розподільні пункти високої напруги (РПП-6) і пересувні трансформаторні підстанції; 1140В й 660В – для живлення електроприймачів; 127В – для живлення ручних електросвердел, освітлення.

## 1.6 Охорона праці

Вугільний пласт  $d_4$  нижче ізогіпси мінус 521,2м є небезпечних за раптовими викидами вугілля та газу, а вище відноситься до загрозливих, відпрацьовується як одиночний з прогнозом викидонебезпечності. Як це прийнято на шахті, передбачається локальний прогноз викидонебезпечності або поточний прогноз викидонебезпечності за параметрами техногенного акустичного сигналу з використанням апаратури АПСС-1 у сполученні з виміром початкової швидкості газовиділення зі шпурів.

Локальний прогноз викидонебезпечності, у відповідності з «Посібником по локальному прогнозу викидонебезпечності вугільних пластів на шахтах України», повинен включати до себе: розвідувальні нагляди; прогноз за міцністю пласта, що проводяться на ділянках пласта між ділянками розвідувальних наглядів; позачергові розвідувальні нагляди, які проводяться при виході забою з небезпечної зони, яка установлена прогнозом міцності пласта, при переході зон ПГД та при зустрічі непрогнозованих геологічних порушень.

Проведення підготовчих виробок необхідно здійснювати у відповідності з «Інструкції по безпечному веденню робіт на пластах, небезпечних за раптовими викидами вугілля, породи та газу». Підготовчі виробки повинні проводитися з поточним прогнозом викидонебезпечності, у встановлених прогнозом небезпечних зонах проходка виробок повинна виконуватися з використанням засобів запобігання раптових викидів – нагнітання води в пласт, зтрясувальне взривання та інші заходи.

Для запобігання загазовування виробок передбачається провітрювання: підземних виробок за допомогою безперервно діючих вентиляційних установок, що розташовані на поверхні; очисних забоїв та інших споживачів повітря – за рахунок загально шахтної депресії; підготовчих вибоїв – вентиляторами місцевого провітрювання у комплекті з вентиляційними трубами.

З метою зниження запиленості повітря в гірничих виробках використовуються наступні заходи: попереднє зволоження вугілля в масиві; ефективне зрошення при роботі усіх джерел пилоутворення (видобувні машини, конвеєри, навантажувальні та перевантажувальні пункти, прохідницькі комбайни та ін.); буріння шпурів та свердловин з промивкою; застосування водяної збійки та водяних завіс при веденні взривних робіт.

Для зниження рівня шуму на робочих місцях в гірничих виробках передбачається: встановлення глушників шуму на вентиляторах місцевого провітрювання; звукоізоляції корпусів редукторів та приводних барабанів конвеєрів мастиками типу «Антивібрит»; застосування засобів індивідуального захисту на робочих місцях в очисних та підготовчих забоях; своєчасний та якісний ремонт шахтного обладнання; дистанційне керування конвеєрами; організаційно-технічні заходи, які включають зменшення часу перебування робітників в зоні підвищеного шуму, раціональний режим труда та відпочинку робочих, контролювання шумової обстановки на робочих місцях та інше; медико-профілактичні заходи (підвищення захисних сил організму, професійний відбір та медичинський контроль та ін.). Для запобігання шкідливого впливу шуму від працюючих насосних агрегатів в камерах водовідливу передбачається шумопоглинаючі навушники для обслуговуючого персоналу.

## 2 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРУ ДЛЯ УМОВ ПУБЛІЧНОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ШАХТОУПРАВЛІННЯ «ПОКРОВСЬКЕ»

### 2.1 Існуюче положення. Об'єкт та мета дослідження

Більшість сучасних асинхронних двигунів при номінальному навантаженні мають коефіцієнт потужності ( $\cos \varphi$ ), який дорівнює 0,8...0,9. Але характер роботи двигунів в гірничій промисловості, особливо в підземних умовах, в більшості випадків не дозволяє їм мати номінальне навантаження, що знижує значення коефіцієнта потужності. Зменшення його веде за собою збільшення струму, а тому призводить до додаткових витрат електроенергії в усіх елементах енергосистем. Збільшення струму викликає необхідність збільшення перерізів жил кабелів, збільшення габаритів та маси пускозахистної апаратури, що значно ускладнює та здорожує електрообладнання, що застосовується.

При збільшенні струму зростає втрата напруги. Робота двигунів при зниженій напрузі збільшує сковзання та струм в обмотках. Збільшення струму пов'язане з тепловим нагрівом, що призводить до швидшого зносу ізоляції та зменшенню строку служби електродвигунів, а збільшення сковзання знижує частоту обертання і, як слід, знижує продуктивність робочої машини. Крім того, при зниженій напрузі утруднений пуск електродвигунів під навантаженням, так як обертаючий момент асинхронних електродвигунів є пропорційним до квадрату напруги. Зниження напруги тільки на 10% різко змінює електричні параметри двигуна: обертаючий момент зменшується на 19%, сковзання, струми ротора та статора зростають відповідно на 27,5; 14 та 10%.

Таким чином, падіння напруги нижче припустимих меж погіршує роботу та зменшує строк служби електроприймачів, порушує технологічний процес роботи машин та механізмів. Робота при заниженому проти номінального коефіцієнті потужності призводить до збільшення встановленої потужності генераторів, силових трансформаторів, надлишковим капітальним витратам на спорудження та



технічне обслуговування електричних станцій, ліній електропередачі, створює неекономічний режим роботи всієї електросистеми.

Дослідження показують, що робота при зниженому значенні коефіцієнта потужності, а тому, при значній реактивній потужності потребує додаткових витрат, які в масштабах гірничого підприємства можуть складати значну суму.

*Об'єкт дослідження.* Однією з найголовніших причин порівняно великої реактивної потужності відноситься встановлення асинхронних електродвигунів та силових трансформаторів завищеної потужності, або потужності, яка при змінному навантаженні виявляється завищеною до середнього навантаження. Нерівномірність навантаження в очисному вибої пов'язана із гірничо-геологічними умовами, а також із прийнятою технологією ведення очисних робіт. В нашому регіоні вона заключається у видобуванні вугілля з довгих очисних вибоїв, що обладнані очисними механізованими комплексами із застосуванням вузькозахватних очисних комбайнів, механізованого кріплення та скребкових вибійних конвеєрів.

Об'єктом дослідження обираємо скребковий вибійний конвеєр, який найбільш піддається нерівномірності навантаження з боку прийнятої технології ведення очисних робіт.

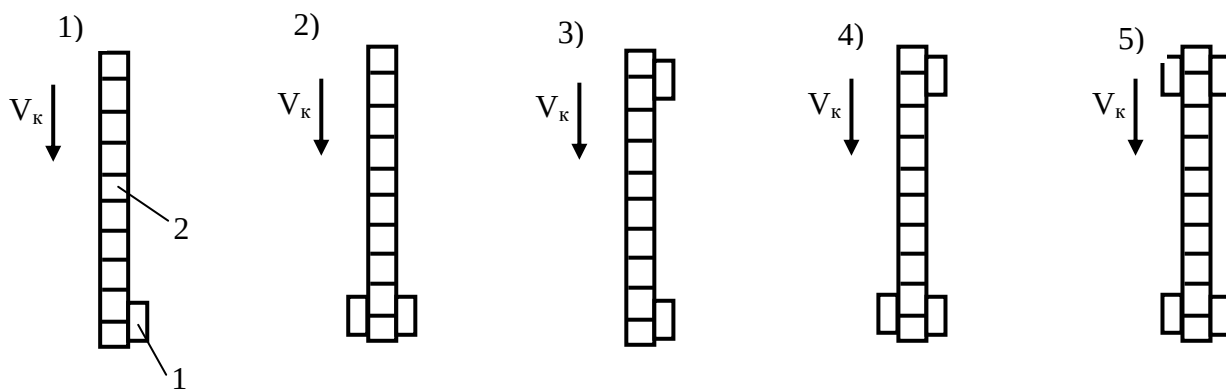
Простіше це пояснюється так: очисний комбайн переміщується по довжині лави та виконує виймання. Тобто в різні проміжки часу конвеєр виявляється завантаженим на різну довжину, тобто навантаження на конвеєр є змінним та залежить від положення комбайна в лаві. Сучасні вибійні скребкові конвеєри розраховуються на максимальне завантаження (на всю довжину завантаження) та мають сталу потужність. Їх потужність, що споживається з електромережі не змінюється при зміні навантаження на конвеєр, що викликає зниження коефіцієнта потужності.

*Мета дослідження.* Метою даної роботи є зниження витрат електроенергії на транспортування, додаткового завантаження кабельної мережі та дільничного трансформатора реактивною енергією. Ідея реалізації мети є адаптація вибійного скребкового конвеєра до фактичного навантаження.

Реалізація мети та ідеї можлива за рахунок виконання додаткових контрольно-вимірювальних пристроїв, що вводяться до системи управління конвеєром.

## 2.2 Оптимізація системи електропостачання багатопровідними скребковими конвеєрами

Існуючі економічні вимоги до шахт викликають необхідність високопродуктивної роботи очисних вибоїв. Ця задача розв'язується шляхом збільшення довжини лави та збільшення енергоозброєності вибійних механізмів. Стосовно вибійного конвеєра це здійснюється збільшенням потужності приводних електродвигунів, але вимоги до їх габаритів (вишина двигуна вибійного механізму не повинна перевищувати 450мм) вимагають також збільшення їх кількості. Зараз відомі схеми розміщення приводних блоків (електродвигун + редуктор) на скребкових вибійних конвеєрах, що зображені на рисунку 2.1.



1 – приводний блок; 2 – став конвеєра.

**Рисунок 2.1** – Схеми розміщення приводних блоків на вибійних скребкових конвеєрах

Сучасні електродвигуни мають потужність до 200 кВт (SGS(L) 355M-12/4, 65/200 кВт). Тобто максимальна потужність конвеєра може скласти до 800 кВт. Технічні характеристики двигуна SGS(L) 355M-12/4 приведені в таблиці 2.6.

Проведемо обчислення необхідної кількості електродвигунів, що встановлюються на конвеєрі. Обчислення виконуємо в математичному редакторі MathCAD.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики електродвигуна SGS(L) 355M-12/4

| Показник                                  | Од. вим.           | Значення            |
|-------------------------------------------|--------------------|---------------------|
| Номинальна потужність                     | кВт                | 65 / 200            |
| Напруга живлення                          | В                  | 1140                |
| Частота струму                            | Гц                 | 50                  |
| Номинальний струм                         | А                  | 92 / 142            |
| Коефіцієнт потужності                     | -                  | 0,47 / 0,86         |
| Коефіцієнт корисної дії                   | %                  | 86,5 / 94,5         |
| Швидкість обертання                       | об/хв              | 480 / 1480          |
| Номинальний момент                        | Н·м                | 1272 / 1290         |
| Кратність пускового струму                | -                  | 3,0 / 6,0           |
| Кратність пускового моменту               | -                  | 2,2 / 2,3           |
| Кратність максимального моменту           | -                  | - / 2,0             |
| Режим роботи                              | -                  | S1; S4–60% 75 ц/год |
| Момент інерції ротора                     | кг·см <sup>2</sup> | 5,8                 |
| Витрата охолоджуючої води                 | л/хв               | 12                  |
| Маса двигуна (виконання фланцево– лапове) | кг                 | 1810                |

Розрахункова схема конвеєра.

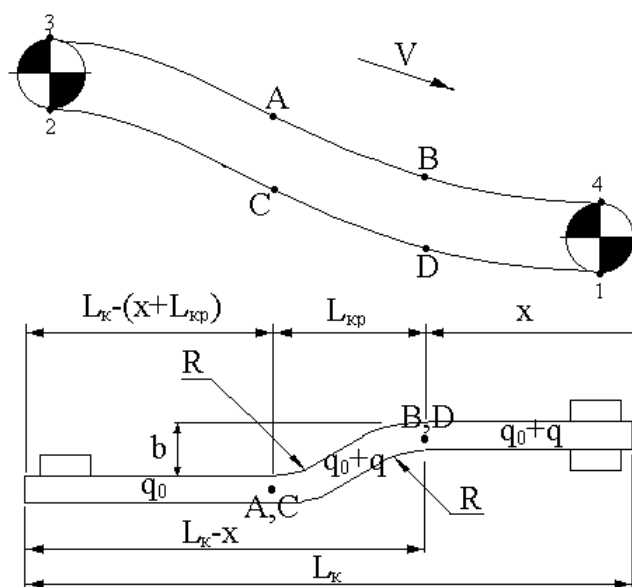


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема вибійного скребкового конвеєра:

- $L_k$  – довжина конвеєра;
- $x$  – відстань початку перегину від точки розвантаження конвеєра;
- $R$  – радіус перегину конвеєра;
- $V_k$  – напрямок руху скребкового ланцюга;
- $q_0$  – погонне завантаження конвеєра (тільки скребковий ланцюг);
- $q$  – погонне завантаження конвеєра (тільки гірнична маса);
- $L_{kr}$  – довжина криволінійної ділянки;
- $b$  – ширина захвату комбайна;
- т.А – точка знаходження комбайна в лаві.

Вихідні дані до розрахунку, що вводяться до програми, виконано у математичному редакторі MathCAD.

*Розрахунок необхідної потужності конвеєра (визначення кількості приводних двигунів)*

Згідно виконаним розрахункам, будуємо графік залежності потрібної сумарної потужності конвеєра в залежності від пункту його завантаження (положення комбайну впродовж лави) та потужностей приводних станцій (приводної та хвостової). За графіком можливо побачити, що мінімальна (тобто коли комбайн виконує виймання біля конвеєрного штреку,  $x = 0$ ) та максимальна (тобто коли комбайн виконує виймання біля повітряподавального штреку,  $x=280\text{м}$ ) необхідна потужність відповідно складе:  $P_{\min}=238,19\text{кВт}$ ;  $P_{\max}=448,86\text{кВт}$ .

Визначимо необхідну кількість двигунів на конвеєрі при мінімальній та максимальній потужностях відповідно:

$$n_{\min} = \frac{P_{\min}}{P_H} = \frac{238,19}{200} = 1,19; \quad n_{\max} = \frac{P_{\max}}{P_H} = \frac{448,86}{200} = 2,24.$$

Перевантаження двигунів неприпустимо, тобто фактична кількість двигунів повинна перевищувати розрахункову. Тоді згідно розрахунків, приймаємо:  $n_{\min}=2$  двигуна;  $n_{\max}=3$  двигуна.

*Визначення параметрів роботи конвеєра при адаптації до навантаження.*

Необхідність адаптації привода конвеєра до зміни навантаження викликає потребу в дискретизації загальної потужності конвеєра. Дискретизація можлива за рахунок почергового вмикання або вимикання двигунів по мірі зміни навантаження на конвеєр (в залежності від положення комбайну по довжині лави).

Згідно графіка “необхідної потужності конвеєра в залежності від довжини завантаження” можливо здійснити вмикання третього двигуна конвеєра при перебуванні комбайну на 215 метрі; до цього моменту конвеєр працює від двох двигунів  $n_{\min} = 2$ , загальна потужність яких складе:  $n_{\min} \cdot P_H = 2 \cdot 200 = 400 \text{ кВт}$ ; після проходження комбайну 215 метра повинен вмикатися третій двигун  $n_{\max} = 3$ , і тоді загальна потужність конвеєра складе  $n_{\max} \cdot P_H = 3 \cdot 200 = 600 \text{ кВт}$ .

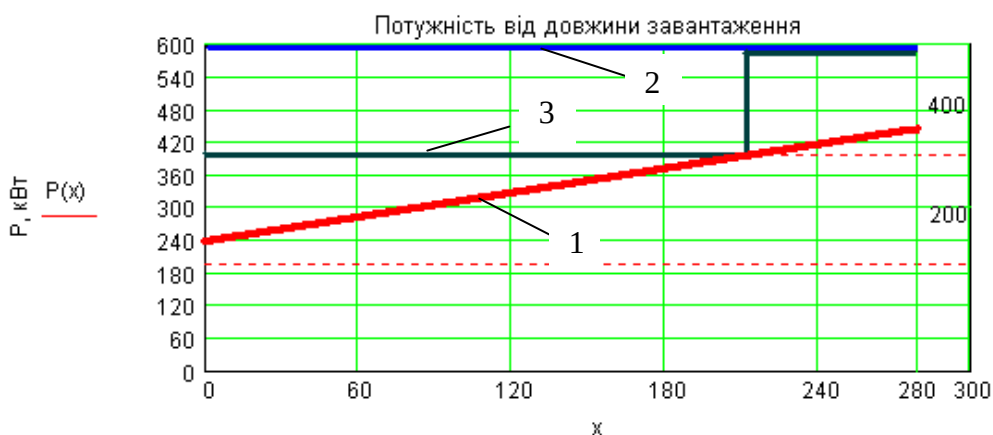
На графіках (рисунк 2.3) зображено: потрібна потужність конвеєра, неадаптований (до зміни навантаження) привод конвеєра та адаптований привод конвеєра.

Згідно графіків проведемо підрахунок середньої споживаної потужності за один прохід комбайна по всій довжині лави.

- для неадаптованого конвеєра:  $P_{cp} = n_{max} \cdot P_H = 3 \cdot 200 = 600$  кВт;
- для адаптованого конвеєра:

$$P_{cp} = \frac{n_{min} \cdot l_{min} + n_{max} \cdot (l_{конв} - l_{min})}{l_{конв}} \cdot P_H = \frac{2 \cdot 215 + 3 \cdot (280 - 215)}{280} \cdot 200 = 446,43 \text{ кВт.} \quad (2.1)$$

Тобто енергоспоживання адаптованого конвеєра явно нижче.



**Рисунок 2.3** – Графіки потужності: 1 – потрібної потужності конвеєра; 2 – неадаптованого конвеєра; 3 – адаптованого конвеєра

### *Розробка схеми управління*

Як відомо існує декілька рішень, які дозволяють реагувати на зміну навантаження. Розглянемо два найбільш доцільних рішення.

Суттєвість одного полягає в контролюванні часу роботи приводу в режимі двох двигунів та в режимі трьох двигунів. Реалізація його роботи опирається на реле часу. Тобто, в нашому випадку, необхідно вмикати третій двигун при наявності комбайну на 215м. При швидкості подачі комбайну 5м/хв, третій двигун необхідно вмикати через  $215/5 = 43$ хв. Така схема неможлива для умов роботи

сучасних лав по-перше, тому, реле часу не контролює безпосередньо параметри навантаження на двигун, по друге – навіть невелике відхилення швидкості подачі комбайну від потрібного графіку порушує всю схему управління та може привести до аварії.

У зв'язку із сказаним найбільш доцільним рішенням буде контроль навантаження за допомогою реле струму. Така схема дозволить безпосередньо контролювати навантаження на двигуни та запобігти можливих аварій за причиною їх перевантаження.

Реле струму складається з вимірювальної та виконавчої частини. В якості вимірювальної використовуються датчики струму. В наступний час існує два типи таких датчиків: по активній складовій струму та по повному струму. В першому випадку ми отримаємо велику точність вимірювань, але складне схемне рішення такого датчика вимагає відмовитись від нього. Найбільш доцільним за нашими умовами буде використання датчика повного струму, який має більш просте схемне рішення.

Погрішність роботи такого датчика пов'язана із змінними коефіцієнтом потужності ( $\cos\phi$ ) та коефіцієнт корисної, які і впливають на значення струму. Фактично, при наявності такого датчика, ми будемо контролювати повну потужність, яка споживається з електромережі двигуном.

Для виконання схемного рішення необхідно виконати прорахунок величини значення повного струму статора двигуна.

*Розрахунок повних струмів та потужностей неадаптованого конвеєра.*

Всі прорахунки виконано у математичному редакторі MathCAD. Розрахунки проводились окремо для двох та трьох двигунів.

В програмі проводились прорахунки коефіцієнта завантаження двигуна  $K_z$ , який залежить від потрібної потужності конвеєра  $P(x)$  (яка, в свою чергу, залежить від довжини завантаження конвеєра -  $x$ ) та кількості двигунів пдв, що знаходяться в роботі. Величини коефіцієнта потужності та ККД залежать від коефіцієнта завантаження двигуна. По величинам коефіцієнта потужності та ККД знаходимо повний струм статора двигуна  $I(x)$ .

Згідно з величиною повного струму можливо визначити потрібні активну, реактивну та повну потужності конвеєра.

По потрібним потужностям визначаємо енерговитрати на транспортування гірничої маси нашим конвеєром: за активною, реактивною та повною потужностям.

Наступним кроком буде аналіз двигунів на перегрів. Його проводимо за методом еквівалентних струмів. Суттєвість цього методу полягає у визначенні еквівалентного струму двигуна за цикл роботи. Якщо еквівалентний струм не перевищує номінальний, то двигун не перегрівається. В нашому випадку, навіть при роботі конвеєра з двома двигунами, вони не будуть перегріватися.

Результатом розрахунків є побудування графіку зміни енергоємності транспортування нашим конвеєром в залежності від кількості працюючих двигунів. Згідно цього графіку, найменші енерговитрати будуть при роботі конвеєра з двома приводними двигунами:

- для трьох двигунів енерговитрати на транспортування:  $W_{п3} = 1,637 \text{ кВА} \cdot \text{год/т}$ ;
- для двох двигунів енерговитрати на транспортування:  $W_{п2} = 1,567 \text{ кВА} \cdot \text{год/т}$ .

Різниця складає: 4,3%

*Розрахунок повних струмів та потужностей для адаптованого конвеєра.*

Раніше було проведено розрахунок повних струмів та потужностей для неадаптованого конвеєра, який може містити один, два та три двигуни. Зараз необхідно провести вказані розрахунки для адаптованого конвеєра. Взагалі вони не відрізняються від виконаних, але ми маємо на увазі вже дискретну потужність конвеєра.

Для виконання вказаних розрахунків достатньо поєднати роботу конвеєра у дводвигунному та трьохдвигунному режимах. На рисунках 2.4, 2.5, 2.6 зображено графіки дискретної потужності, струму, ККД, коефіцієнт потужності. При проході комбайном відмітки 215м, виконується переключення з дводвигунного в трьохдвигунний режим роботи конвеєра.

Як можливо побачити, при виконанні переключення, змінюються параметри енергоспоживання двигунів.

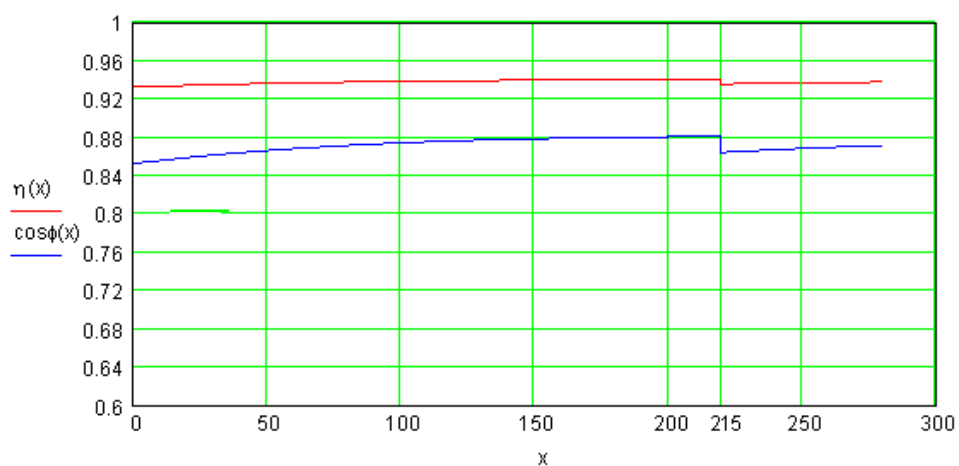


Рисунок 2.4 – Графік ККД та коефіцієнта потужності при дискретній потужності конвеєра

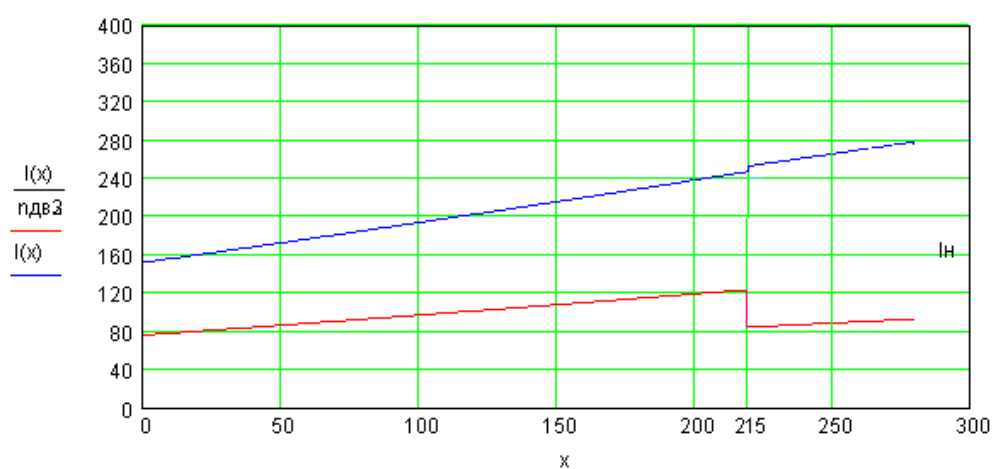


Рисунок 2.5 – Графік повного струму статора одного двигуна, та сумарного струму двигунів при дискретній потужності конвеєра

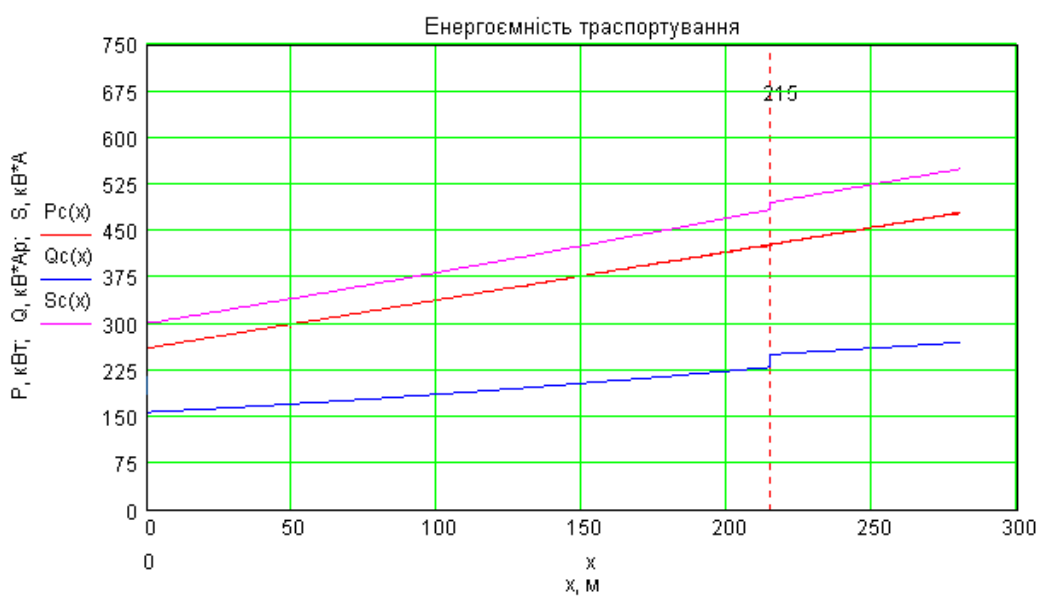


Рисунок 2.6 – Графік активної, реактивної та повної сумарної потужності конвеєра при його дискретній потужності



### *Розрахунок натягу тягового органа*

Згідно рисунок 2.1 схеми роботи конвеєра на двох двигунах можуть бути із двома двигунами на головному приводному блоці, або по одному двигуну на головному та хвостовому приводному блоці. З точки зору енергоспоживання такі схеми майже не відрізняються, але з точки зору навантаження на тяговий орган вони суттєво різні.

Проведемо розрахунок навантаження на ланцюговий тяговий орган при вказаних схемах включення. Розрахунок приведено в математичному редакторі MathCAD.

Згідно розрахункам, величина запасу міцності при роботі двох двигунів на різних приводних блоках складає 18,607; а при роботі двох двигунів на одному приводному блоці в дводвигунному режимі роботи конвеєра, запас міцності складає 8,211. Тому при роботі конвеєра у дводвигунному режимі з метою зменшення статичних навантажень на ланцюговий тяговий орган, необхідна робота конвеєра по схемі розміщення приводних двигунів: один – на головному приводному блоці, другий – на хвостовому приводному блоці (рисунок 2.1(3)).

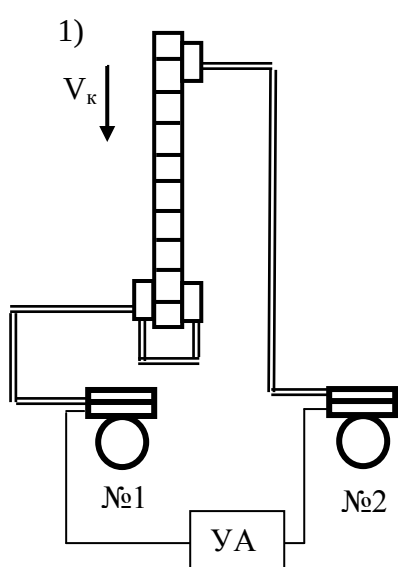
### *Вибір схеми включення двигунів*

При використанні багатопровідних скребкових конвеєрів можливі схеми включення із використанням одного комутаційного апарату на два двигуни (якщо комутаційний апарат допускає це) або використання одного комутаційного апарату на кожний двигун (рисунок 2.7) з витримкою часу або ні.

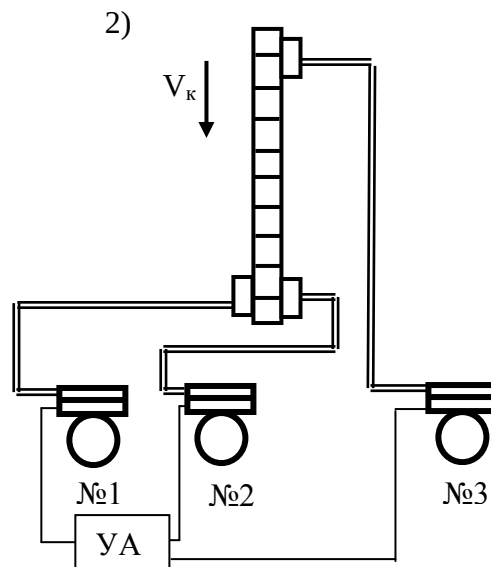
При використанні першої схеми на перший пускач подається навантаження від двох двигунів; до того ж, при такій схемі неможливо роздільне управління двома двигунами. Цю схему можливо використати для наших умов: два нижніх приводних блока працюють постійно, а третій вмикається за допомогою УА (УА – апарат керування). Але тут ми зустрічаємось з великим статичним навантаженням на тяговий орган, що вже було розглянуто раніше. При використанні другої схеми на кожний пускач подається навантаження тільки від одного двигуна. Можливе управління кожним двигуном окремо від інших. Але тут збільшується кількість комутаційних апаратів.

При використанні першої схеми на перший пускач подається навантаження від двох двигунів; до того ж, при такій схемі неможливо роздільне управління двома двигунами. Цю схему можливо використати для наших умов: два нижніх

приводних блока працюють постійно, а третій вмикається за допомогою УА. Але тут ми зустрічаємось з великим статичним навантаженням на тяговий орган, що вже було розглянуто раніше. При використанні другої схеми на кожний пускач подається навантаження тільки від одного двигуна. Можливе управління кожним двигуном окремо від інших. Але тут збільшується кількість комутаційних апаратів.



1) – один пускач на два двигуна



2) – один пускач на кожний двигун

**Рисунок 2.7** – Схеми включення приводів багатопроводного скребкового конвеєра

Приймаємо другу схему включення приводів конвеєра.

При другій схемі включення можлива витримка часу перед включенням наступного двигуна головного приводу. Звичайно ця витримка складає до 0,3с. Уставка комутаційного апарата складе (рисунок 2.8):  $I_{уст} \geq I_{пуск} + I_{неок.пуск} \approx 1,3 \cdot I_{пуск}$ ; тоді як для першої схеми включення без можливості витримки часу уставка складе:  $I_{уст} \geq 2 \cdot I_{пуск}$ , що значно збільшує навантаження на пускач під часу запуску.

Перевіримо можливість запускання нашого конвеєра при одному двигуні.

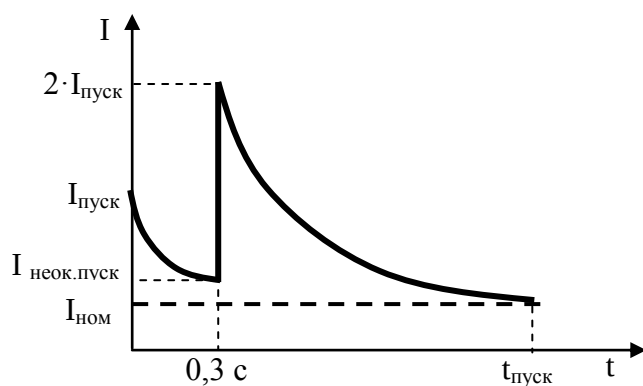
- 1) потрібна потужність згідно з потрібним навантаженням на двигун при холостому ході конвеєра  $P_{х.х}=238,2\text{кВт}$ ; при повному завантаженні  $P_3=448,9\text{кВт}$ ;
- 2) потрібний момент при холостому ході:

$$M_{x.x} = \frac{30 \cdot P_{x.x}}{\pi \cdot n_H} = \frac{30 \cdot 238,188 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 1480} = 1536,84 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (2.2)$$

потрібний момент при повному завантаженні конвеєра:

$$M_{\max} = \frac{30 \cdot P_{x.x}}{\pi \cdot n_H} = \frac{30 \cdot 448,86 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 1480} = 2897,62 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.3)$$

пусковий момент одного електродвигуна SGS(L) 355M-12/4, 65/200кВт складає (в робочому режимі  $p=4$ , 200кВт) 2798,4Н·м. Тобто один двигун може запустити конвеєр при холостому ході, але при повному завантаженні потрібний запуск двох двигунів разом (або з витримкою часу).



**Рисунок 2.8** – Діаграма пуску двох двигунів багатoprиводного скребкового конвеєра з витримкою часу

Крім того пускач SN-2 виконує переключення з робочої обмотки ( $p=4$ ) на пускову ( $p=12$ ), в якій номінальний момент складає  $M_H = 1272 \text{ Н} \cdot \text{м}$ , що допускає роботу тільки трьох двигунів при повному завантаженні. Але в цьому режимі швидкість руху тягового ланцюга складає 0,32м/с що не забезпечує потрібну продуктивність конвеєра, тому режим роботи на пусковій обмотці  $p=12$  можливий тільки під час пуску.

Слід зауважити, що при зачищенні лави, конвеєр працює на двох двигунах.

## 2.3 Розробка регулятора навантаження

Як відомо навантаження на вибійний конвеєр є дуже нерівномірним й дуже часто має місце робота конвеєра при зниженому навантаженні у зв'язку із частими зупинками комбайну. В такі моменти навантаження на приводні двигуни конвеєра різко знижується, падає їх струм. При включенні комбайну, знову навантаження різко збільшується та збільшується струм. Регулятор навантаження, який реагує на струм миттєво буде вмикати-вимикати двигуни при кожній зміні навантаження, що негативно відобразиться на двигуни (часті пуски), тому необхідно передбачити реле часу, яке б не дозволяло миттєво реагувати на зміну навантаження, а тільки при постійному зростанні навантаження впродовж певного часу. Пускач SN-2 забезпечує струмовий захист від перевантаження (ТЗП), тому навіть при неспрацьовуванні регулятора навантаження, ТЗП забезпечить вимикання конвеєра. В цьому випадку запуск конвеєра необхідно проводити в режимі “максимальне завантаження”.

На рисунку 2.9 представлена принципова електрична схема регулятора навантаження.

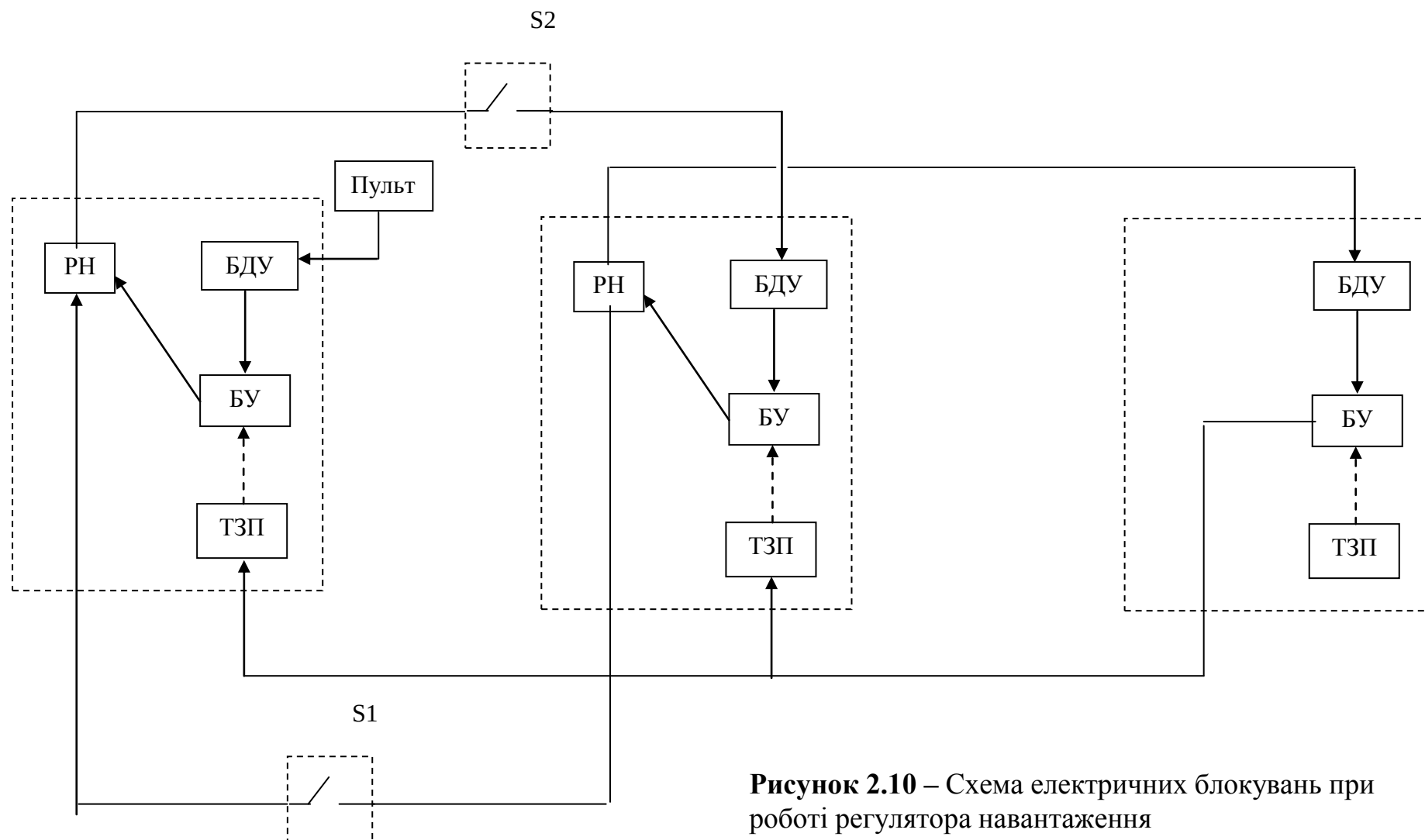
Пристрій регулятора навантаження приєднаний до вторинних обмоток трансформаторів струму ТА1–ТА3 та повинно мати захисні характеристики, що забезпечували б:

- а) неспрацьовування пристрою при номінальному навантаженні приєданого до пускача двигуна;
- б) спрацьовування пристрою з залежною від струму витримкою часу при перевантаженнях в діапазоні  $1,2 \dots 1,2$  – кратного значення номінального струму приєданого до пускача двигуна;
- в) спрацьовування пристрою впродовж часу, що не перевищує 5 с, при перевантаженнях, що дорівнюють 6-кратне значення номінального струму приєданого до пускача двигуна.

Блок сумісно із трансформаторами струму забезпечує вимикання двигуна у випадку появи струмових перевантажень. В якості датчиків струму в схемі регулятора навантаження використовуються трансформатори струму з технічними характеристиками, що відповідають номінальному струму апарата, в який вбудовується регулятор.

Електрична схема регулятора навантаження складається з вимірювальної та виконавчої частин. Вимірювальна частина живиться від трансформаторів струму через трифазний однопівперіодний випрямлювач на діодах VD1–VD3, а виконавча частина – напругою 36В (для контрольних електричних ланцюгів) від окремого трансформатора напруги.

Вимірювальна частина схеми включає в себе ділянки напруги з резисторів R1, R2 та R4, R5; активно-ємнісні контури R6, C2 та R7, C3 та схему “АБО” із діодів VD4, VD5. Виконавча частина схеми виконана на основі порогового пристрою із одноперехідного транзистора VT1, тиристора VS1, виконавчого реле K1.1 та випрямлювального моста VD6–VD9. При подаванні живлення на схему та роботі двигуна в номінальному режимі напруга із вторинних обмоток трансформаторів струму поступає на випрямлювальний міст та після випрямлення подається на ділянки напруги R1, R2 та R4, R5. Здійснюється заряд конденсаторів C2 та C3. Якщо двигун працює без перевантаження, то напруги повністю заряджених конденсаторів недостатньо для відкриття транзистора (ключа) VT1 виконавчої частини схеми. По мірі збільшення навантаження здійснюється подальший заряд конденсаторів. Коли напруга на одному з конденсаторів досягне напруги спрацьовування ключа (на C2 – при перекиданні або затягнутому пуску двигуна, на C3 – при перевантаженнях, що перевищують  $(1,1...1,2)I_{ном}$ ), транзистор VT1 переключається та подає імпульс на керуючий електрод тиристора VS1, в анодний ланцюг якого включено виконавче реле K1.1. При спрацьовуванні своїми контактами реле K1.1 діє на ланцюги управління та сигналізації комутаційного апарата (пускача). Час досягнення напруги спрацьовування ключа залежить кратності перевантаження двигуна.



**Рисунок 2.10** – Схема електричних блокувань при роботі регулятора навантаження

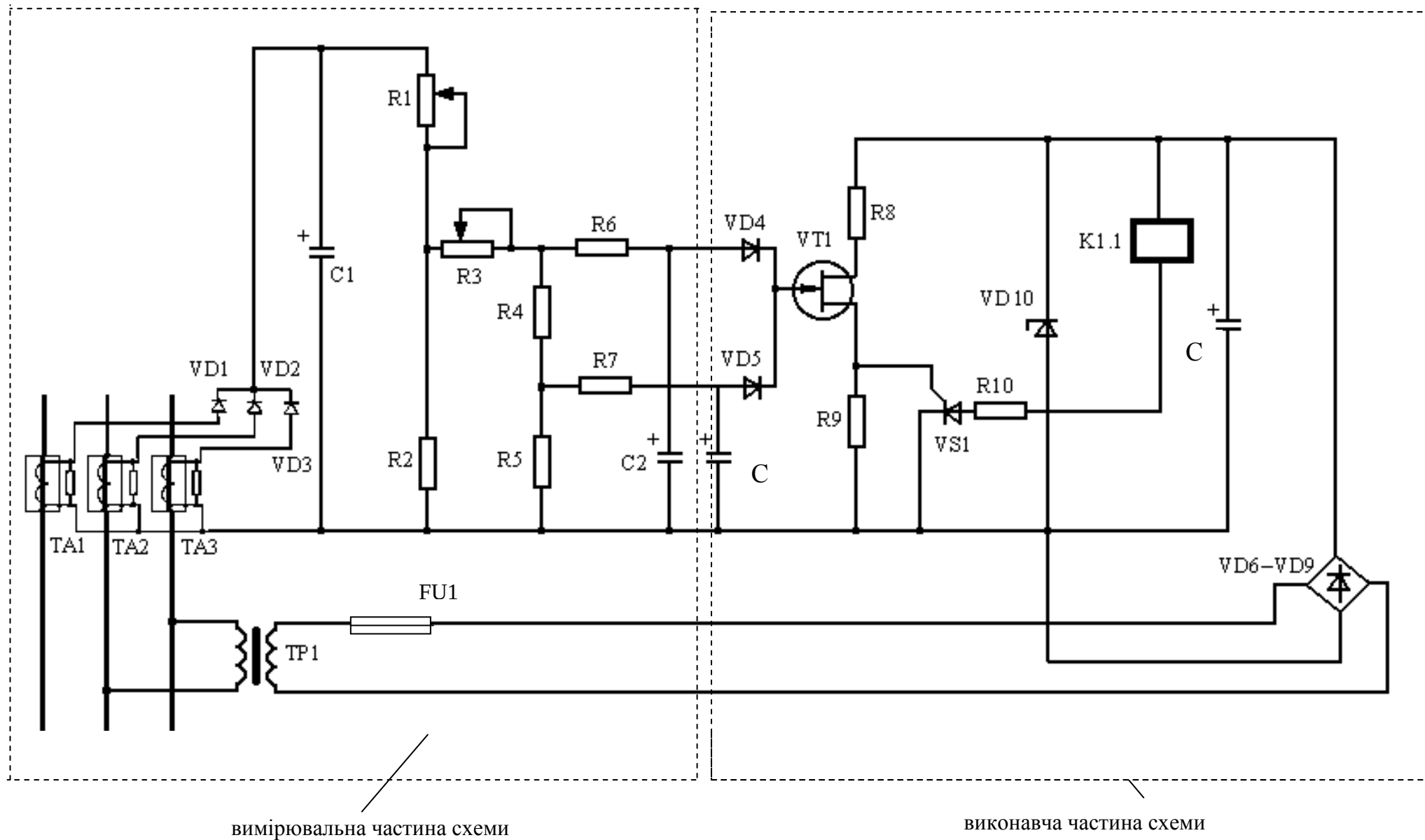


Рисунок 2.9 – Принципова електрична схема регулятора навантаження

Для нормального функціонування схеми при коливаннях напруги введена стабілізація напруги за допомогою стабілітрона VD10 та конденсатора С4. Для стабілізації напруги в вимірювальній частині схеми використовується конденсатор С1.

Регулятор навантаження повинний виконувати декілька блокувань:

1) при включенні пускача, спочатку повинний запускатися регулятор навантаження, а потім вже ТЗП;

2) при спрацьовуванні регулятора навантаження, він блок-контактами виконавчого реле К1.1 повинний вмикати інший двигун, при спрацьовуванні другого регулятора навантаження, останній включає третій двигун, вже з пускача третього двигуна виконується включення ТЗП всіх двигунів.

У зв'язку із цим, пропонується схема електричних бокувань конвеєра (рисунок 2.10).

Працює вона наступним чином. При натисканні кнопки “Пуск” ПУЛЬТА, він викликає спрацьовування БДУ (блок дистанційного управління) пускача, БДУ включає БУ (блок управління), котрий, в свою чергу, вмикає контактор пускача, який запускає двигун та РН (регулятор навантаження). Пусковий струм компенсується витримкою часу РН. Далі при подальшому просуванні комбайну (потрійному зростанні струму), спрацьовує РН, та дає сигнал на запуск пускача двигуна №3 шляхом: БДУ → БУ → РН, РН пускача двигуна №3 при подальшому зростанні струму дає сигнал на включення пускача двигуна №2 через ланцюг БДУ → БУ. При вмиканні БУ пускача двигуна №2, він контактами реле впливає на ланцюги включення ТЗП (струмового захисту від перевантаження) всіх трьох двигунів, також виконується включення контакту S2 та вимикання контакту S1 ланцюгів управління. Така схема дозволить почергове вмикання-вимикання двигунів №1 та №2, що розміщені на одному валу. Двигун №3 працює без чергування, у зв'язку із тим, що він механічно роз'єднаний від інших ланцюгом (нежорсткий зв'язок), і навантаження на нього дещо менше. На двигуни №1 та №2 більше навантаження у зв'язку із тим, що вони працюють на один вал і при розбіжності скозання, один з двигунів перевантажується. Приведемо теорію.



Згідно ГОСТ 183-74 для асинхронних двигунів із короткозамкнутим ротором допускається відхилення номінальних ковзань не більше 20%. Так для дводвигунного електроприводу розподілення моментів підпорядковується наступним виразам (формула Клосса):

момент першого двигуна:

$$M_1 = \frac{2 \cdot M_{ном} \cdot s_{ном2}}{s_{ном1} + s_{ном2}} ; \quad (2.4)$$

момент другого двигуна:

$$M_2 = \frac{2 \cdot M_{ном} \cdot s_{ном1}}{s_{ном1} + s_{ном2}} , \quad (2.5)$$

Тоді маємо при відношенні моментів  $\frac{M_1}{M_2} = \frac{s_{ном2}}{s_{ном1}}$ .

В самому гіршому випадку, коли номінальне ковзання відрізняється на 40%, перший двигун буде перевантажений:

$$M_1 = \frac{2 \cdot M_{ном} \cdot 1,4s_{ном1}}{(s_{ном1} + 1,4s_{ном1})} = 1,16M_{ном}, \quad (2.6)$$

а другий недовантажений:

$$M_2 = \frac{2 \cdot M_{ном} \cdot s_{ном1}}{(s_{ном1} + 1,4s_{ном1})} = 0,84M_{ном}. \quad (2.7)$$

Такі перевантаження викликають додаткові перегрівання обмоток, тому чергування у роботі дозволить знизити такі перегрівання.

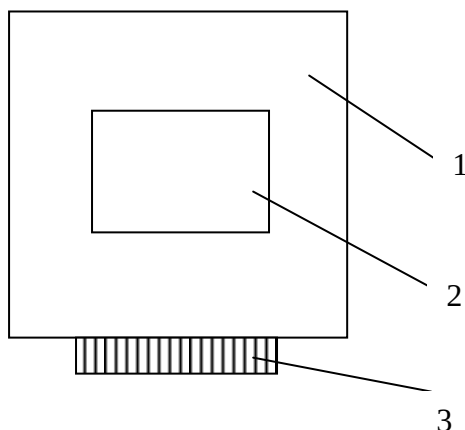
*Призначення, область застосування та технічна характеристика регулятора.* Регулятор навантаження призначений (рис. 2.11) для автоматичного

керування та захисту приводних асинхронних трифазних двигунів вибійного скребкового конвеєра від перевантаження в результаті адаптації вказаного конвеєра до фактичного завантаження його по довжині виїмальною машиною. Використовується в трифазних електричних мережах змінного струму частотою 50 Гц напругою 1140 В з ізольованою нейтраллю трансформатора. Регулятор виконаний на базі блоку ТЗП та вмонтовується в магнітну станцію управління конвеєром SN2, що застосовується в підземних виробках шахт.

Регулятор навантаження забезпечує роботу в тривалому, переривчасто-тривалому, короткочасному, та повторно-короткочасному режимах.

#### Технічна характеристика регулятора навантаження:

|                                                                                 |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| - номінальна напруга трифазної електричної мережі, що захищається, В            | 1140                  |
| - номінальний струм, А                                                          | 160                   |
| - напруга ланцюгів управління, В                                                | 127                   |
| - уставка реле управління, А                                                    | $0,9 \cdot I_n (144)$ |
| - розрахункова потужність електродвигуна, що керується, кВт                     | 200                   |
| - витримка часу на включення двигуна, с                                         | 5                     |
| - верхнє значення температури навколишнього середовища, °С                      | 65                    |
| - верхнє значення відносної вологості при температурі 35 °С, %                  | 100                   |
| - робоче положення в просторі – зміна кута нахилу відносно вертикальної вісі, ° | 90                    |
| - вишина над рівнем моря, м не більше                                           | 1000                  |
| - вага, кг                                                                      | 0,3                   |
| - вид обслуговування – періодичний контроль справності регулятора.              |                       |



**Рисунок 2.11** - Загальний вигляд регулятора навантаження:

- 1- корпус регулятора;
- 2- таблиця принципової електричної схеми, дати перевірки;
- 3 - штепсельний роз'єм.

*Пристрій та принцип роботи.* Регулятор навантаження конструктивно виконаний у вигляді блоку, що встановлюється в корпус магнітної станції

управління конвеєром SN2. Регулятор навантаження видає сигнал (на включення або відключення) на контрольні ланцюги блока управління іншого пускача магнітної станції управління конвеєром.

Регулятор складається з виймальної частини, закритої пластиковим корпусом, на задній панелі котрого розміщується штепсельний розйом. На корпусі регулятора маютьсся штифти для кріплення блоку до штепсельної розетки за допомогою спеціального затискача.

Принцип дії пристрою оснований на вимірюванні фактичного струму статора двигуна та порівнянні його з еталонним значенням.

Індикація спрацьовування регулятора здійснюється за допомогою світової індикації, що підключається до контрольний ланцюгів блоку управління іншим пускачем магнітної станції управління конвеєром.

#### *Електропостачання конвеєра та комбайна.*

Проведемо розрахунок трансформаторної підстанції, що живить конвеєра та комбайн.

При пуску конвеєра з двигунами, що працюють в тривалому режимі з потужністю 200 кВт ( $p=4$ ).

Як вже було визначено, запуск конвеєра проводиться в дводвигунному режимі, коли третій двигун не працює:

$$P = n \cdot \gamma \cdot P_n = 2 \cdot 2,182 \cdot 200 = 872,8 \text{ кВт}, \quad (2.8)$$

де  $n$  – кількість двигунів, що запускаються разом,  $n=2$ ;

$\gamma$  – коефіцієнт кратності пуску:

$$\gamma = \frac{K_V^2 \cdot K_n \cdot \cos \varphi_n}{\cos \varphi_n} = \frac{0,8^2 \cdot 6 \cdot 0,5}{0,88} = 2,182, \quad (2.9)$$

де  $K_V$  – коефіцієнт падіння напруги, за ДСТ допускається падіння не більше 0,8;

$K_n$  – коефіцієнт кратності пускового струму,  $K_n = 6,0$ ;

$\cos\varphi_n$  – пусковий коефіцієнт потужності,  $\cos\varphi_n = 0,5$ .

Приймаємо трансформаторну підстанцію за умовою:  $S_{tr} \geq P$ ; тоді приймаємо підстанцію на 1000 кВ·А.

Перевіримо роботу підстанції при роботі всіх трьох двигунів конвеєра та запуску конвеєра:

$$S_{tr} \geq K_3 \cdot n \cdot P_n + n_k \cdot \gamma \cdot P_n = 0,748 \cdot 3 \cdot 200 + 1 \cdot 2,49 \cdot 200 = 946,8 \text{ кВт}, \quad (2.10)$$

де  $n$  – кількість працюючих двигунів конвеєра,  $n = 3$ ;

$K_3$  – максимальний коефіцієнт завантаження трьох двигунів,  $K_3 = 0,748$ ;

$n_k$  – кількість працюючих двигунів комбайна,  $n_k = 1$ ;

$\gamma$  – коефіцієнт кратності пуску комбайна:

$$\gamma = \frac{K_V^2 \cdot K_n \cdot \cos\varphi_n}{\cos\varphi_n} = \frac{0,8^2 \cdot 7 \cdot 0,5}{0,9} = 2,49. \quad (2.11)$$

Згідно обчислень приймаємо одну трансформаторну підстанцію потужністю 1000 кВА типу КТПВ.

## 2.4 Монтаж регулятора. Технічне обслуговування

Підготовка регулятора та місця установки до монтажу. При надходженні регулятора із заводу до шахти, він перевіряється у шахтній електротехнічній лабораторії на правильну роботу. Перевіряється наявність усіх захисних оболонок та ковпачків. В якості місця монтажу є магнітна станція управління конвеєром SN2. Підготування місця монтажу здійснюється шляхом очищення штепсельної розетки від бруду, перевіряється справність затискача.

Транспортування регулятора до місця установки. Регулятор може транспортуватися будь-яким видом транспорту при умові захисту тари від механічних ушкоджень та атмосферних опадів. Умови транспортування регулятора в частині впливу кліматичних факторів повинні відповідати групі умов 5(ОЖ4), ГОСТ 15150-69. Транспортування регулятора в шахті до місця встановлення здійснюється за допомогою ручного перенесення в тарі із захистом його від механічних ушкоджень, забруднення та попадання на нього води.

Монтажні роботи. При підготуванні регулятора до роботи та його експлуатації необхідно дотримуватись “Правил безпеки в вугільних та сланцевих шахтах”. Монтажні роботи виконуються однією особою з електротехнічного персоналу шахти з кваліфікацією не нижче III та з групою допуску по електробезпеці не нижче III, яка ознайомила з інструкцією по експлуатації та ті, що пройшла інструктаж по техніці безпеки у встановленому порядку.

Порядок встановлення регулятора наступний:

- магнітна станція управління конвеєром вимикається від мережі за допомогою кнопки “Стоп”, вимикається роз’єднувач, на рукоятку вивішується плакат “Не вмикати, працюють люди!”;
- відкривається швидковідкриваєма кришка основного відділення магнітної станції управління конвеєром;
- знімається старий блок регулятора навантаження, проводиться ревзія штепсельної розетки;
- вставляється новий блок, закріплюється затискачем, встановлюється уставка, що відповідає розрахунковій за схемою електропостачання ділянки;
- закривається кришка магнітної станції управління конвеєром, знімається плакат, включається роз’єднувач.

Згідно ПБ попередньо проводяться всі організаційні заходи по відключенню напруги на магнітній станції управління конвеєром, а також безперервно здійснюється контроль за станом рудничної атмосфери.

Випробування та здача до експлуатації. Випробування здійснюються в робочому порядку при роботі виймальної машини в нормальному режимі.

Регулятор повинен ввести до роботи третій двигун конвеєра при перевищенні іншими двигунами номінального струму статора з безперервним перевантаженням не менше 5с. Контроль за величиною струму здійснюється візуально по амперметру, що встановлений у магнітній станції управління конвеєром. При виконанні регулятором всіх вказаних режимів роботи, він готовий до експлуатації.

Наладка. Регулятор поступає з заводу повністю укомплектований та готовий до експлуатації. Наладка проводиться після 0,5 року експлуатації спеціальними робітниками з налагоджувального управління. Для цього блок видається на поверхню, перевіряється та налагоджується в шахтній лабораторії.

Підготування регулятора до роботи та порядок роботи. Після проведення випробувань регулятора, знов проводиться відкривання кришки магнітної станції управління конвеєром, та здійснюється візуальний огляд корпусу регулятора. Якщо не було визначено зауважень до роботи регулятора, та візуальний огляд не виявив змін у стані регуляторі, то проводиться його подальша експлуатація в робочому режимі.

При експлуатації регулятора, необхідно стежити за станом вибухобезпечних оболонок магнітної станції управління конвеєром, вибухобезпечних зазорів, захисних заземлень, станом вимірювальної апаратури та захистів станції. При наявності несправностей негайно їх усунути.

Забезпечення регулятора мастильними матеріалами. Змашування потребуються тільки механічні шарніри та пружини робочого реле К1.1. Змашення здійснюється солідолом “С” ГОСТ 4366-76 шляхом нанесення тонкого шару на поверхню, що змашується. Ці роботи виконуються тільки на поверхні перед введенням регулятора до експлуатації.

Регламент технічного обслуговування, планового поточного ремонту, усування можливих несправностей. До обслуговування регулятора допускається тільки гарно проінструктований та кваліфікований електротехнічний персонал. Перевірка працездатності регулятора звичайно здійснюється автоматично за допомогою блоку захисту від перевантаження двигуна (ТЗП). При спрацьовуванні

ТЗП, він видає візуальний світовий сигнал на лицеву панель магнітної станції. Спрацьовування ТЗП сигналізує про несправність регулятора або конвеєра (аварійний режим).

Таблиця 2.2 – Можливі несправності та методи їх усунення

| Найменування несправності                                | Можливі причини несправності                 | Спосіб та метод усунення несправності           | Інструмент, прилад для усунення               |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1. Регулятор не дає взодитись пускачу магнітної станції. | 1. Відсутня напруга на вводах регулятора.    | Перевірити стан провідникових шлейфів.          | Омметр (що допущений до використання в шахті) |
|                                                          | 2. Не працюють трансформатори струму.        | Перевірити справність трансформатора напруги.   | Те ж                                          |
|                                                          | 3. Перегоріла сигнальна лампа регулятора.    | Перевірити справність трансформаторів струму.   | Те ж                                          |
|                                                          | 4. Перегорів запобіжник.                     | Замінити сигнальну лампу HL1.                   | -                                             |
| 2. Регулятор не спрацьовує при роботі двигунів.          | 1. Коротке замикання контрольних жил кабелю. | Замінити запобіжник FU1.                        | -                                             |
|                                                          | 2. Несправність в схемі регулятора           | Виявити місце пошкодження та усунути замикання. | -                                             |
|                                                          |                                              | Замінити блок регулятора на інший               | -                                             |

Щоквартальна ревізія повинна проводитися бригадою слюсарів під керівництвом особи, що назначена головною енергетиком шахти. Ревізія повинна проводитись при повному знятті напруги з регулятора.

Ревізія починається зовнішнім оглядом: корпус блока регулятора не повинен мати вм'ятин дірок та інших ушкоджень. Проводиться огляд штепсельного розйому, який не повинен мати забруднення, ушкоджень контактів.

У випадку наявності вказаних несправностей, блок регулятора повинен бути виданий на поверхню для капітального ремонту.

При проведенні ревізій ізоляції контрольних та силових самої магнітної станції, необхідно знімати блок регулятора з метою запобігання пробоїв напівпровідників напругою, що утворюється мегомметром. Всі роботи, що вимагають зняття корпусу блока регулятора проводити тільки на поверхні.

Демонтаж регулятора. Демонтаж регулятора виконується однією особою з електротехнічного персоналу, що допущена до обслуговування магнітної станції управління конвеєром. Демонтаж виконується шляхом зняття спеціального затискача з штепсельного розйому та наступного витягання блоку регулятора з розйому. Після демонтажу блок видається на поверхню до лабораторії, де проводиться його ревізія та ремонт. Зберігання блоку після ремонту не повинно перевищувати 1 рік. У випадку перебільшення цього строку, регулятор піддається додатковій ревізії.

Маркірування та пломбування. На корпусі блоку регулятора на видному місці закріплений щиток, на якому вказані:

- товарний знак підприємства, що виготовило;
- найменування виробу;
- дату виготовлення;
- заводський номер;
- номінальну напругу у вольтах<sup>4</sup>
- частоту мережі в герцах;
- масу в кілограмах;
- рівень вибухозахисту;
- номер сертифіката;
- коротке найменування організації по сертифікації (акредитованого випробувального центру);
- національний знак відповідності по ДСТУ 2296-93;
- обозначення технічних умов;

Додатково: дату останньої перевірки на працездатність, данні особи, що проводила перевірку.



## 2.5 Економічна оцінка проекту

Проведемо аналіз результатів роботи розробленого пристрою.

1) Середній повний струм завантаження трансформаторної підстанції за цикл виймання:

- неадаптованого конвеєра:  $I_n = n \cdot I_{\text{екв}} = 3 \cdot 74,661 = 223,983 \text{ А};$

- адаптованого конвеєра:

$$I_a = \frac{n_2 \cdot I_{\text{екв}2} \cdot t_{\text{раб}2} + n_3 \cdot I_{\text{екв}3} \cdot t_{\text{раб}3}}{t_{\text{раб}\Sigma}} = \frac{2 \cdot 107,627 \cdot 0,717 + 3 \cdot 74,661 \cdot 0,217}{0,934} = 217,28 \text{ А.} \quad (2.12)$$

Різниця складає 3%.

2) Середня реактивна енергія за цикл виймання:

- неадаптованого конвеєра:  $E_n = n \cdot E_3 = 3 \cdot 0,873 = 2,619 \text{ кВ} \cdot \text{Ар} \cdot \text{год/т};$

- адаптованого конвеєра:

$$E_a = \frac{n_2 \cdot E_2 \cdot t_{\text{раб}2} + n_3 \cdot E_3 \cdot t_{\text{раб}3}}{t_{\text{раб}\Sigma}} = \frac{2 \cdot 0,759 \cdot 0,717 + 3 \cdot 0,873 \cdot 0,317}{0,934} = 2,05 \text{ кВ} \cdot \text{Ар} \cdot \text{год/т}; \quad (2.13)$$

Різниця складає 27,72 %.

3) Час роботи в дводвигунному режимі за цикл виймання адаптованого конвеєра:  $t_{\text{раб}2} = 0,717 \text{ год} = 60 \cdot 0,717 = 43,02 \text{ хв};$

Час роботи в трьохдвигунному режимі за цикл виймання:  $t_{\text{раб}3} = 0,317 \text{ год} = 60 \cdot 0,317 = 19,02 \text{ хв}.$

Третій двигун працює 55,8% від загального машинного часу роботи конвеєра при зачищенні.

Проведемо аналогічні розрахунки для роботи комбайна при зачищенні.

Згідно розрахункам маємо:

$I_n = 194,61 \text{ А}; I_a = 179,89 \text{ А}$  (різниця 7,56%);

$E_n = 2,427 \text{кВА}_p \cdot \text{год/т}$ ;  $E_a = 1,314 \text{кВА}_p \cdot \text{год/т}$  (різниця 45,86%);

$t_{\text{раб}2} = 62,04 \text{хв}$ ;  $t_{\text{раб}3} = 0 \text{хв}$  (третій двигун зовсім не працює).

В загальні за цикл роботи виймальної машини:

- зменшення сумарного повного струму на 10,56%;
- споживання реактивної електроенергії складає 73,58% від загального;
- зменшення часу роботи одного двигуна на 84,67% від загального часу циклу роботи.

У зв'язку із тим, що ніяких організаційних заходів по покращенню існуючої технології ведення очисних робіт не було проведено, то фактична собівартість вугілля по елементу “заробітна платня” не змінюється. Зміни проводились у обладнанні (конкретно – скребковий вибійний конвеєр). Характер змін торкається тільки амортизаційних відрахувань (час праці одного двигунів конвеєра зменшується на 84,7%, що в перерахунку на весь конвеєр складе 28,23%), витрати на матеріали другої групи (конкретно - кабель) – збільшення строку служби на 10,56%, а також знижка на електроенергію за рахунок зниження споживання реактивної електроенергії складе 10%.

Для впровадження заходів необхідно встановлення додаткового блоку управління в магнітну станцію управління скребковим вибійним конвеєром.

Сумарна необхідна кількість коштів на впровадження заходів складає 7000грн.

Річний економічний ефект від впровадження заходів з економії електроенергії (енергоефективного режиму роботи скребкового конвеєру) залежить від конкретних умов експлуатації. Візьмемо середні значення показників. Річний ефект від зниження витрат електроенергії складе (річна кількість годин використання максимуму навантаження приймається рівним  $T_m=1700 \text{год}$ ):

$$\Delta W = \Delta P \times T_m = 28,2 \times 1700 = 47940 \text{ кВт} \times \text{год.} \quad (2.14)$$

де  $\Delta P=28,2 \text{ кВт}$  – зменшення споживання активної потужності.

В грошовому виразі:

$$\Xi = \Delta W \times e_m = 47940 \times 1,9 = 91086 \text{ грн.} \approx 91 \text{ тис.грн.}$$

де  $e_m = 1,9 \text{ грн/кВт}\times\text{год}$  – вартість активної енергії.

Визначимо термін окупності капітальних витрат проекту:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{Z_y}, \quad (2.15)$$

де  $K = 7000 \text{ грн.}$  – капітальні витрати на спроектовану установку;

$Z_y = 91000 \text{ грн.}$  – річний економічний ефект впровадження пропозицій.

$$T_{\text{ок}} = \frac{7000}{91086} \approx 0,08 \text{ року} = 0,93 \text{ місяців.}$$

Розрахунки показують, що для ПАТ “ШУ “Покровське” термін окупності витрат на проект складає 0,93 місяців.

## ВИСНОВКИ

В роботі об'єктом дослідження було обрано скребковий вибійний конвеєр, який найбільш піддається нерівномірності навантаження з боку прийнятої технології ведення очисних робіт. Очисний комбайн переміщується по довжині лави та виконує виймання, тобто в різні проміжки часу конвеєр виявляється завантаженим на різну довжину – навантаження на конвеєр є змінним та залежить від положення комбайна в лаві. Сучасні вибійні скребкові конвеєри розраховуються на максимальне завантаження (на всю довжину завантаження) та мають сталу потужність. Їх потужність, що споживається з електромережі, не змінюється при зміні навантаження на конвеєр, що викликає зниження коефіцієнта потужності. Для зниження витрат електроенергії на транспортування, додаткового завантаження кабельної мережі та дільничного трансформатора реактивною енергією пропонується адаптація вибійного скребкового конвеєра до фактичного навантаження. Це здійснюється за рахунок виконання додаткових контрольно-вимірювальних пристроїв (регулятора навантаження), що вводяться до системи управління конвеєром. Розглянуті пропозиції особливо сприятливі при збільшенні довжини лави та енергоозброєності вибійних механізмів (сучасні електродвигуни лавних конвеєрів мають потужність до 200кВт, наприклад – SGS(L) 355M-12/4, 65/200кВт, тобто максимальна потужність конвеєра може скласти до 800кВт). Впровадження пропозицій забезпечить отримання економічного ефекту в розмірі 91 тис. грн.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Хорин В. Н. Машины и оборудование для угольных шахт. – М.: Недра, 1984. – 248 с.: ил.
2. Методические указания к выполнению курсового проекта по курсу “Горные машины и комплексы”. Коновалов В.И., Осокин П.А. Донецк ДПИ. – 1987.
3. Методичні вказівки до курсового проектування “Електропостачання гірничих підприємств”. Коваленко І.І. Красноармійськ. 1998.
4. Пейсахович Г.Я., Ремизов И.П. Подземный транспорт шахт и рудников. Справочник. М., Недра, 1985.
5. Щадов М.И., Владыченко И.М. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. М., Недра, 1986.
6. Методические указания к проектированию шахтных подъемных установок. Яценко Н.И., Зима П.Ф., Гулин В.В. Донецк ДПИ. 1988.
7. Песвианидзе А.В. Расчет шахтных подъемных установок: Уч.пособие для вузов. – М.: Недра, 1992.
8. Методические указания по проектированию шахтных вентиляторных установок главного проветривания. Дулин В.С. Донецк ДПИ. 1986.
9. Методические указания по проектированию шахтных водоотливных установок. Малыгин С.С., Малеев В.В. Донецк ДПИ. 1986.
10. Дзюбан В.С., Риман Я.С., Маслий А.К. Справочник энергетика угольной шахты. М.: Недра, 1983. – 542 с.
11. Охрана труда: Учебник для вузов / К.З.Ушаков, Б.Ф.Кирин, Н.В.Ножкин и др. Под ред. К.З.Ушакова. – М.: Недра, 1986. – 624 с.
12. Малашкина В.А., Малеев В.Б. Ремонт и эксплуатация стационарного оборудования шахт: Справочник рабочего. – М.: Недра, 1990. – 329 с.
13. Техническое обслуживание и ремонт горно-шахтного оборудования/ А.Н.Коваль, А.М.Горлин, В.И.Чекавский и др. – М.: Недра, 1987. – 344 с. (Б-ка электромеханика шахты).

14.Методика определения экономической эффективности использования в угольной промышленности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – М.: недра, 1979. – 120 с.

15.Справочник механика угольной шахты / А.И. Пархоменко, В.И.Остапенко, И.М.Митько и др. М.: Недра, 1985. – 448 с.

16.Дзюбан В.С., Риман Я.С., Маслий А.К. Справочник энергетика угольной шахты. М.: Недра, 1983. – 542 с.

17.Комплектные тиристорные электроприводы: Справочник/ И.Х.Евзеров, А.С.Горобец и др.; Под ред. канд. техн. наук В.М.Перельмутера. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 319 с.: ил.

18.Малашкина В.А., Малеев В.Б. Ремонт и эксплуатация стационарного оборудования шахт: Справочник рабочего. – М.: Недра, 1990. – 329 с.

19.Техническое обслуживание и ремонт горно-шахтного оборудования / А.Н.Коваль, А.М.Горлин, В.И.Чекавский и др. – М.: Недра, 1987. – 344 с. (Б-ка электромеханика шахты).

20.Охрана труда: Учебник для вузов / К.З.Ушаков, Б.Ф.Кирин, Н.В.Ножкин и др. Под ред. К.З.Ушакова. – М.: Недра, 1986. – 624 с.