

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
"Національний гірничий університет"

Електротехнічний факультет
(факультет)

Кафедра систем електропостачання
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
дипломного проекту (роботи)
магістра
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності

141 «Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка»

освітній рівень _____ магістр
(назва освітнього рівня)

*на тему: Аналіз показників енергозбереження систем електропривода
підйомних машин вугільних шахт*

Виконавець: _____
(підпис)

Сальников М.В.
(прізвище та ініціали)

Керівники роботи	Прізвище, ініціали Рогоза М.В.	Оцінка	Підпис
Рецензент			
Нормоконтроль	Олішевський Г.С..		

Дніпро
2018

**Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
"Національний гірничий університет"**

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
систем електропостачання
(повна назва)

_____ проф. Випанасенко С.І.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20__ року

**ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу
магістра**
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

студенту гр. **141м -16-5**
(група)

Сальникову М.В.
(прізвище та ініціали)

Тема дипломної роботи: *Аналіз показників енергозбереження систем електропривода підйомних машин вугільних шахт*

затверджена наказом ректора ДВНЗ "НГУ" від 31.10.2017р №1806-л

Зміст	Термін виконання
<i>1. Аналіз електричних навантажень шахти;</i>	02.10.17.-20.10.17
<i>2. Аналіз систем керування приводом підйомних установок на вугільних шахтах;</i>	21.10.17 -17.11.17
<i>3. Обґрунтування заходів по підвищенню економічності підйомної установки;</i>	18.11.17 – 04.12.17
<i>4. Розробка та рекомендації до застосування організаційних та технічних заходів по економії електричної енергії.</i>	05.12.17 – 03.01.18
<i>Економічна ефективність прийнятих проектних рішень</i>	04.01.17...23.01.17

Завдання видав _____

(підпис)

проф. Рогоза М.В.
(прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Сальников М.В.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі завдання: _____

Термін подання дипломного проекту до ДЕК _____

1 ПІДСТАВИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

Наказ ректора НГУ від 31.10.2017р № 1806-л

2 МЕТА ТА ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ

Об’єкт досліджень – електромагнітні процеси в електричних мережах шахтних підйомних установок..

Предмет досліджень – заходи щодо економії електроенергії на підйомних установках вугільних шахт.

Мета НДР – обґрунтування можливості застосування в системі електропостачання шахти заходів щодо впливу на графік електричних навантажень при експлуатації підйомних установок.

Вихідні дані для проведення роботи:

- наукові публікації провідних навчальних і науково-дослідних закладів.

3 ОЧІКУВАНІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ

Наукова новизна результатів, що очікуються, полягає у:

- визначенні раціональних методів і заходів впливу на графік електричних навантажень системи електропостачання шахти при експлуатації підйомних установок.

Практична цінність результатів полягає у:

- підвищення енергоефективності та економічності підйомних установок.

4 ВИМОГИ ДО РЕЗУЛЬТАТІВ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Результати повинні відповідати вимогам Закону України “Про вищу освіту”, Закону України "Про освіту", "Положення про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах", що затверджено наказом Міністерства освіти України від 2 червня 1993 р. №161, “Тимчасового положення про організацію навчального процесу в кредитно-модульній системі підготовки фахівців, затверджене наказом МОН від 23.01.04 № 48 та "Правил улаштування електроустановок "

5 ЕТАПИ ВИКОНАННЯ РОБІТ

Найменування етапів робіт	Строки виконання робіт (початок - кінець)
1	2
Аналіз електричних навантажень шахти	01.10.2017 – 15.10.2017
Аналіз систем керування приводом підйомних установок на вугільних шахтах.	16.11.2017 - 30.10.2017
Обґрунтування заходів по підвищенню економічності підйомної установки	01.11.2017 – 30.11.2017
Розробка та рекомендації до застосування організаційних та технічних заходів по економії електричної енергії.	01.12.2017 – 30.12.2017
Економічна ефективність прийнятих рішень	04.01.2018 – 20.01.2018.

6 РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Економічний ефект від реалізації результатів роботи очікується позитивним завдяки підвищенню енергоефективності та економічності підйомних установок вугільних шахт та зниження шкідливих впливів електромагнітних завад на систему електропостачання шахти.

Соціальний ефект від реалізації результатів роботи очікується позитивним завдяки підвищенню технічного рівня виробництва за рахунок впровадження заходів щодо підвищення економічності роботи шахтних підйомних установок.

7 ДОДАТКОВІ ВИМОГИ

Відповідність оформлення ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 61 с., 18 рис., 2 табл., 20 джерел.

Об'єкт дослідження: шахтні підйомні установки.

Мета дипломного проекту: обґрунтування можливості застосування в системі електропостачання шахти заходів щодо впливу на графік електричних навантажень при експлуатації підйомних установок.

У вступі розглядається актуальність проблеми і способи її рішення, визначено завдання на дипломну роботу.

У магістерській роботі розглядаються питання підвищення економічності підйомних установок. Виділені організаційні і технічні заходи, які можуть бути впроваджені в системі електропостачання шахти - установка додаткових вугільних і порідних бункерів, застосування більш довершених систем приводу, виключення режимів холостого ходу скіпів, застосування шестиступінчастої тахограми при впровадженні автоматизованих комплексів при роботі підйомної машини, проаналізований вплив підйомної установки на добовий графік.

Окремо розглянуті питання забезпечення електромагнітної сумісності потужних підйомних установок шахти при переході на керований електропривод на базі перетворювачів частоти. Приведені розрахунки ефективності застосування проведених заходів.

Практичне значення роботи полягає в установці додаткових фільтруючих пристроїв, що дозволить знизити шкідливий вплив електромагнітних завад на систему електропостачання.

ЕКОНОМІЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, АКУМУЛЮЮЧІ БУНКЕРИ, ПІДЙОМНІ УСТАНОВКИ, СПОЖИВАЧІ-РЕГУЛЯТОРИ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ШАХТНИХ ПІДЙОМНИХ УСТАНОВОК НА ГРАФІК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ШАХТИ.....	11
1.1 Особливості розрахунку електричних навантажень вугільної шахти.....	11
2. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЕКОНОМІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПРИ РОБОТІ ПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ.....	14
2.1 Розробка основних заходів щодо економії електроенергії при роботі підйомних установок	14
2.2 Організаційні заходи економії електроенергії	20
2.3 Технічні заходи економії електроенергії	21
2.4 Аналіз впливу графіка роботи підйомної установки на добовий графік електричного навантаження шахти в метою зниження максимуму навантаження енергосистеми.....	25
3. АНАЛІЗ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ СКІПОВИХ ПІДЙОМНИХ УСТАНОВОК ВУГІЛЬНИХ ШАХТ.....	32
3.1 Аналіз схем керування підйомними машинами	32
3.2 Розрахунок вугільного бункеру.....	40
3.3 Вибір та розташування акумулюючих бункерів.....	42

4. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРИ РОБОТІ ПІДЙОМНИХ УСТАНОВОК.....	47
4.1 Моделювання резонансних режимів в системах електропостачання шахт.....	47
4.2 Способи усунення електромагнітних перешкод.....	50
4.3 Проектно-конструкторські рішення.....	51
4.4 Застосування фільтруючих пристроїв.....	53
 ВИСНОВКИ.....	57
 ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	59

ВСТУП

Близько 70 % всієї електроенергії, що виробляється, споживається на промислових та гірничих підприємствах. До приймачів електроенергії промислових підприємств відносять приймачі трифазного струму напругою до і вище 1000 В, частоти 50 Гц, а також приймачі однофазного струму напругою до 1000 В (50 Гц).

Для всіх приймачів електроенергії існують вимоги ПУЕ до надійності живлення, якості напруги, режиму роботи, місця розташування, умов навколишнього середовища, а відповідно і до виконання; вимоги до пожежної безпеки, техніки безпеки експлуатації електроустановок. На режим роботи приймачів впливають технологічні особливості галузі промисловості.

Відносно забезпечення надійності і безперебійності живлення приймачі електроенергії відповідно до ПУЕ розділяють на три категорії.

Електричні машини і апарати, які застосовують в електроустановках, повинні забезпечувати як необхідний ступінь захисту їх ізоляції від шкідливої дії навколишнього середовища, так і необхідну безпеку відносно небезпеки вибуху або пожежі, унаслідок аварії або несправності.

Всі ці чинники враховуються у вимогах до виконання, розташування електроустаткування. Наявність на території підприємства спеціального устаткування пред'являє особливі вимоги по техніці безпеки, тобто запобігання доступу до електроустановок осіб, що не мають необхідну кваліфікаційну групу.

Мета проекту - розробити заходи щодо економії електроенергії на підйомних установках для умов шахти «Відродження» шляхом впливу на добовий графік електричного навантаження та зменшення максимальних навантажень енергосистеми. Для цього необхідно проаналізувати існуючі системи управління приводами підйомних машин і розробити організаційні і технічні заходи щодо економії електроенергії на вугільному і порідному підйомах.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

1 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ШАХТНИХ ПІДЙОМНИХ УСТАНОВОК НА ГРАФІК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ШАХТИ

1.1 Особливості розрахунку електричних навантажень вугільної шахти

Будь-яка електрична мережа повинна бути так розрахована, щоб відхилення напруги на затискачах всіх приймачів не виходило за межі, встановлені ГОСТ 13109-97. Для цього проведемо розрахунок підземних електричних навантажень в нормальному режимі (секційні вимикачі відключені), а потім аналогічний розрахунок електричних навантажень, але для електроприймачів поверхні і з урахуванням сумарної потужності підземних споживачів (табл. 1.1) по наступних формулах (методом коефіцієнта попиту):

1) визначається розрахункове навантаження групи електроприймачів

$$P_{расч} = \sum P_{уст} \cdot \kappa_c, \text{кВт} \quad (1.1)$$

де $\sum P_{уст}$ - сумарна встановлена потужність приймачів, кВт (резервні установки не враховуються); κ_c - коефіцієнт попиту [2,3,5].

$$Q_{расч} = P_{расч} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \text{квар} \quad (1.2),$$

де $\operatorname{tg} \varphi = \arccos \varphi_{ср.в}$, $\cos \varphi_{ср.в}$ - середньовиважене значення коефіцієнта потужності групи приймачів [2,3,5].

$$\sum P_{расч}^{РПП} = \sum P_{расч} \cdot \kappa_{ом}^{РПП}; \quad (1.3)$$

$$\sum P_{расч}^{ЦПП} = \sum P_{расч} \cdot \kappa_{ом}^{ЦПП}; \quad (1.4)$$

$$\sum Q_{расч}^{РПП} = \sum Q_{расч} \cdot \kappa_{ом}^{РПП}; \quad (1.5)$$

$$\sum Q_{расч}^{ЦПП} = \sum Q_{расч} \cdot \kappa_{ом}^{ЦПП}, \quad (1.6)$$

де $\kappa_{ом}^{РПП}$ і $\kappa_{ом}^{ЦПП}$ - коефіцієнти одночасності участі в максимумі навантаження системи на шинах РПП і ЦПП відповідно [2,3,5].

$\sum P_{расч}^{РПП}$, $\sum Q_{расч}^{РПП}$, $\sum P_{расч}^{ЦПП}$, $\sum Q_{расч}^{ЦПП}$ - сумарні активні, реактивні потужності на шинах РПП і ЦПП відповідно;

$$\cos \varphi_{РПП} = \cos \varphi_{ЦПП} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{расч.i} \cdot \cos \varphi_i}{\sum_{i=1}^n P_{расч.i}} \quad (1.7)$$

Проаналізуємо типові добові графіки електричних навантажень в часи зимового та літнього максимуму навантаження енергосистеми.

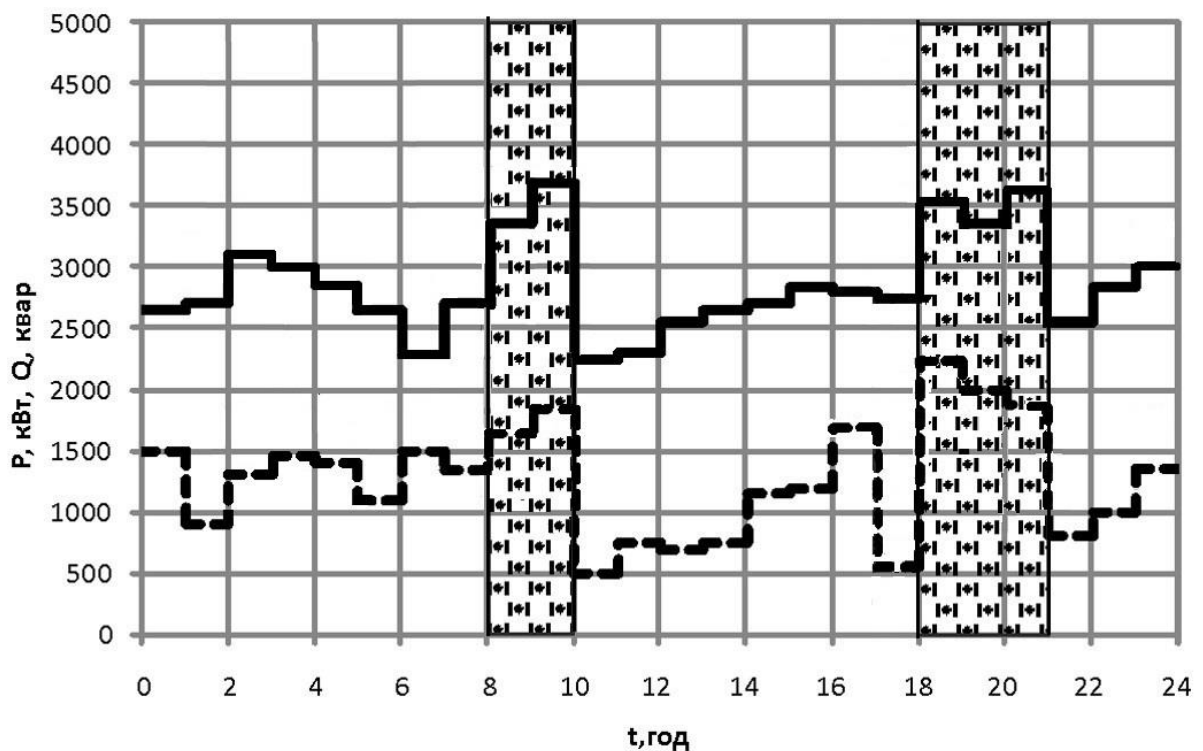


Рис.1.1. Графік електричних навантажень в період літнього максимуму

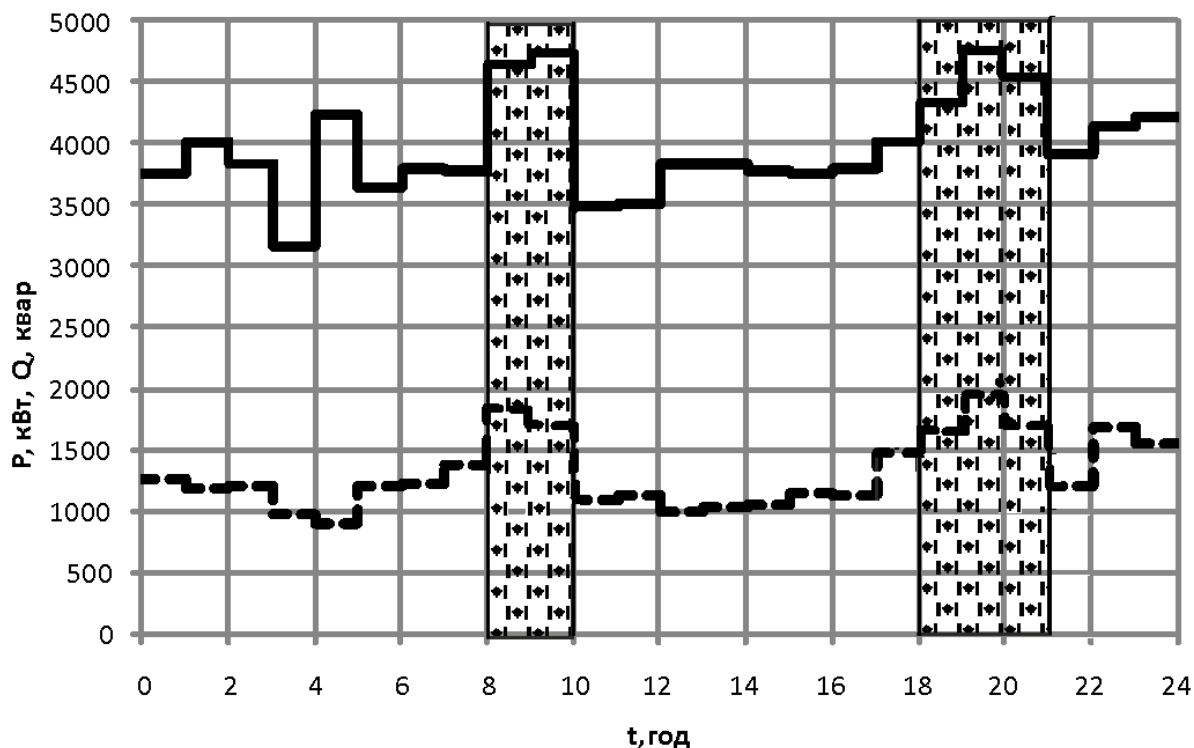


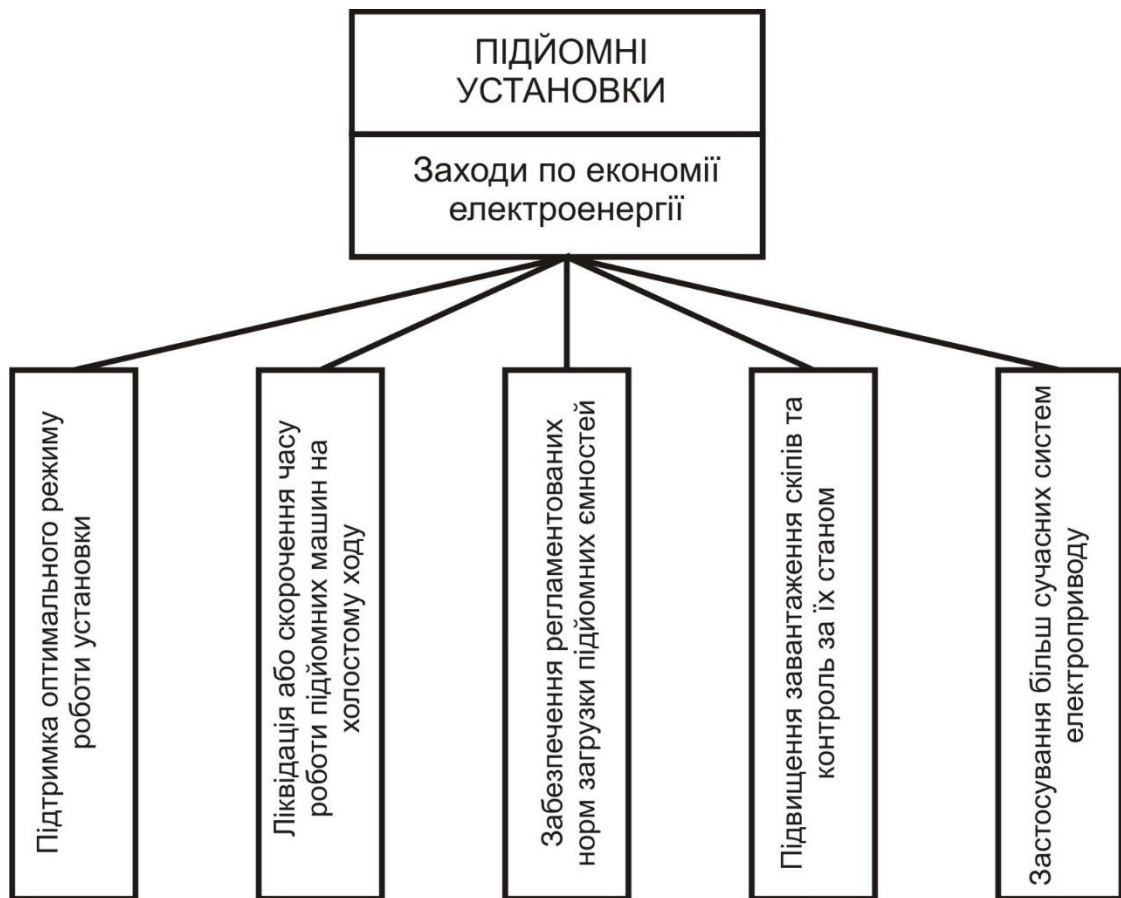
Рис.1.2. Графік електричних навантажень в період зимового максимуму

Отже, виходячи з характеру реальних електричних навантажень шахти, можна зробити висновок, що навантаження шахти в години пікових навантажень енергосистеми (8.00-10.00 та 18.00-21.00) досить великі, тому для зниження споживання електроенергії в ці години актуальними будуть заходи по обмеженні електроспоживання. У даному дипломному проекті розглядаються заходи по застосуванню підйомних шахтних установок у якості споживачів-регуляторів. Мається на увазі виключення операцій підйому вугілля та породи у години максимальних навантажень енергосистеми при спорудженні акумулюючі бункерів для накопичення корисних копалин.

2. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЕКОНОМІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПРИ РОБОТІ ПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ

2.1 Розробка основних заходів щодо економії електроенергії при роботі підйомних установок

Основні заходи щодо економії електричної енергії при роботі підйомних установок вказані в структурній схемі рис. 2.1.



**Рис. 2.1. Основні заходи щодо економії електроенергії при роботі
підйомних установок**

Підтримка оптимального режиму роботи підйомних установок

Режим роботи підйомної машини характеризується певними значеннями швидкості, прискорення, уповільнення і тривалості різних періодів циклу підйому. Для переважного числа установок режим управління робить істотний вплив на величину електроспоживання.

Найбільш вигідним по витраті електроенергії вважається режим управління підйомною машиною, при якому ступінь неповноти тахограми (діаграми швидкості) має найменше можливе значення, якщо при цьому гальмівні зусилля не перевершують 20-30 % ваги корисного вантажу.

Ступенем неповноти тахограми або множителем швидкості є співвідношення:

$$\lambda_T = \frac{v_{\max}}{v_{cp}} = \frac{v_{\max} \cdot T_{\text{ц}}}{H_n} \quad (2.1)$$

де v_{\max} , v_{cp} - максимальна і середня швидкості руху підйомної ємності, м/с;
 H_n - висота підйому, м; $T_{\text{ц}}$ - час, за який здійснюється один цикл підйому, с.

Зменшення ступеня неповноти тахограми може бути досягнуте:

- збільшенням прискорення при пуску;
- збільшенням уповільненням при зупинці;

Вказані зміни параметрів тахограми приведуть до зменшення періодів несталою режиму, а отже і втрат енергії в реостатах (при реостатному управлінні електроприводом підйому).

Слід зважати на те, що збільшення абсолютної величини уповільнення в період зупинки доцільно лише для випадків рухового уповільнення або при вільному вибізі.

Для перевірки відповідності фактичного режиму роботи підйомної установки оптимальному необхідно не рідше за один раз в півроку перевіряти:

- значення ступеня неповноти тахограми;
- тривалість циклу підйому T_{Σ} ;
- тривалість окремих циклів підйому (пуску, рівномірного руху, уповільнення) і у разі відхилення вказаних параметрів від оптимальних (розрахункових) вносити в схеми управління підйомної установки відповідні зміни.

Виконання раціональної діаграми швидкості можна забезпечити:

- перекладенням підйомної машини на напівавтоматичне управління (розгін за годиною з корекцією по струму);
- повною автоматизацією управління, яка дозволить не тільки підвищити продуктивність установки, але і забезпечити економічну роботу з оптимальною витратою електроенергії.

Ліквідація або скорочення роботи підйомної машини на холостому ході

Для цього необхідно:

- мати і суворо дотримувати графік роботи підйомної установки;
- не допускати тривалу роботу (більше доби) однієї кліті або скіпа.

Забезпечення регламентованих норм завантаження підйомних судин

1. Шляхом контролю завантаження підйомних ємностей і вагонеток.

Неповне завантаження підйомних ємностей і вагонеток при видачі гірської маси призводить до нераціональної витрати електроенергії підйомною установкою, яка визначається з виразу:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{ц}} \cdot n_{\text{нр}} \quad (2.2)$$

де $\Delta W_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{сут}}}{n_{\text{ф}}}$ - витрата електроенергії на один цикл підйому, кВт ч;

$W_{\text{сут}}$ - добове споживання електроенергії підйомною установкою (визначається з використанням свідчень лічильника активної енергії), кВт ч;

$n_{\text{ф}}$ - фактичне число підйомів за добу;

$n_{\text{нр}} = n'_{\text{ф}} - n_{\text{рац}}$ - нераціональне число циклів, зроблених підйомною установкою за розрахунковий період (місяць, квартал, рік);

$n_{\text{рац}} = \frac{A_{\text{ф}}}{Q_n}$ - раціональне число циклів, необхідне для видачі гірської маси за розрахунковий період за умові повного завантаження підйомної ємності;

$A_{\text{ф}}$ - фактична кількість гірської маси, виділена за розрахунковий період, т;

Q_n - вантажопідйомність підйомної ємності, т;

$n'_{\text{ф}}$ - фактичне число підйомів за розрахунковий період.

2. Шляхом підтримки регламентованих норм завантаження клітей:

- при спуску - підйомі людей.

Неповне завантаження клітей при спуску - підйомі людей збільшує число циклів спуску - підйому, а отже, витрата електроенергії (кВт ч), що витрачається на цю операцію, на величину, визначається з виразу:

$$\Delta W = \Delta W_{ц.н} \cdot n'_{нр} \quad (2.3)$$

де $\Delta W_{ц.н}$ - витрата електроенергії на один цикл спуску - підйому людей, кВт ч;

$$n'_{нр} = n'_ф - n'_{рац}$$

де $n'_{рац}$ - раціональне число циклів, необхідне для спуску - підйому людей за розрахунковий період за умові повного завантаження кліті:

$$n'_{рац} = \frac{(L_1 + L_2 + L_3 + L_4) \cdot Z}{N} \cdot n'_p \quad (2.4)$$

де $L_1 + L_2 + L_3 + L_4$ - кількість людей, що знаходяться в шахті в 1, 2, 3 і 4 змінах, чол.;

Z - коефіцієнт, що враховує неодноразовість спуску нової зміни і підйому робочих, відпрацьованих змін; $Z = 2$ - для підйомних, двохклітьових установок; $Z = 4$ - для підйомних, одноклітьових установок; N - місткість кліті з урахуванням обмежень, що накладаються умовами експлуатації, чол; n'_p - число робочих днів в розрахунковому періоді (добі, місяці, кварталі, році);

- при спуску - підйомі вантажів.

Неповне завантаження клітей при спуску - підйомі вантажів (лісу, матеріалів, устаткування і т.д.) приводить до збільшення кількості циклів спуску - підйому, а отже, до підвищення витраті електроенергії підйомною установкою.

Підвищення завантаження скіпів і контроль за їх станом

Підвищення завантаження скіпів може бути досягнуте:

- модернізацією існуючих типів скіпів;
- заміною існуючих скіпів на скіпи більшої вантажопідйомності. Таку заміну слід вважати за доцільну, якщо за наслідками розрахунку підйомної установки не потрібна заміна окремих елементів, а також системі електроприводу.

Контроль стану скіпів повинний здійснюватися не рідше за 1 раз на місяць. При налипанні на внутрішній поверхні скіпа гірської маси повинне проводитися його чищення, оскільки маса, що залипнула:

- знімає місткість скіпа, а отже, продуктивність установки;
- приводить до невиправданої витрати електроенергії на її транспортування.

Застосування більш довершених систем електроприводу (каскадних, частотно-керованих, ТП-Д і ін.)

Такі установки мають високі регульовальні властивості і дозволяють досягти кращих техніко-економічних показників при експлуатації підйомних установок і машин в порівнянні з існуючими системами.

2.2 Організаційні заходи щодо економії електроенергії

До організаційних заходів слід відносити:

- Повне або часткове відключення окремих споживачів або груп електроустановок в години максимуму енергосистеми по розроблених в проекті заходах, для чого необхідно проаналізувати роботу споживачів і розглянути можливість перекладу їх на роботу поза годинами максимуму навантаження енергосистеми.
- Використання наявних в технологічних схемах окремих процесів ємностей, що дозволяють при частковому відключенні окремих електроприймачів в години максимуму енергосистеми не порушувати безперервність існуючого технологічного процесу.
- Зниження максимуму навантаження енергосистеми за рахунок регулювання продуктивності технологічних установок.
- Організацію ремонтних і профілактичних робіт в години максимуму навантаження в енергосистемі.
- Перенесення початку зміни на період максимуму навантаження енергосистеми, враховуючи той факт, що на вугільних шахтах найбільш напруженою з погляду електроспоживання є друга половина робочої зміни.
- При розгляді в проекті організаційних заходів не слід обмежуватися виконанням одного з перерахованих заходів. Як правило, доцільно їх поєднання.
- Регулювання режимів електроспоживання вугільних шахт з використанням як споживача-регулятора (СР) підйомних, клітьових (допоміжних) установок, повинно здійснюватися за рахунок спеціально розроблених в проекті організаційних заходів. Для розробки таких заходів необхідно розглядати режим роботи підйому, кліті, в ув'язці з об'єктами по

доставці матеріалів, устаткування і інших вантажів, окрім людей (головним чином робочої зміни), з метою визначення можливості

перекладу підйому, кліті, на роботу переважно поза годинами максимуму навантаження енергосистеми.

- Регулювання режимів електроспоживання і зниження споживаної потужності в години максимуму навантаження в енергосистемі з використанням як СР компресорних установок повинно зводитися на стадії проектування до зниження в допустимих межах їх продуктивності.

- Для агрегатів поршневої системи слід віддавати перевагу регулюванню продуктивності компресорних станцій безпосередньою дією на привід, тобто періодичним зупинкам окремих агрегатів.

2.3 Технічні заходи щодо економії електроенергії

Технічні заходи щодо регулювання режимів електроспоживання, здійснення яких вимагає додаткових капітальних вкладень, слід передбачати (при техніко-економічному обґрунтуванні) в проектах на всіх стадіях.

Капітальні вкладення повинні бути направлені на споруду необхідних об'єктів, пристроїв і додаткових установок і придбання устаткування, забезпечуючих переклад роботи електроприймачів в режим Іп.

- Існуючі норми регламентують технічні заходи щодо регулювання режимів електроспоживання на основних технологічних процесах:

- добування і транспортування вугілля;
- транспортування породи;

- шахтний водовідлив.

Добування і транспортування вугілля

- Регулювання режимів електроспоживання на технологічному процесі добування і транспортування вугілля слід здійснювати:

- при транспортуванні вугілля конвеєрами - шляхом створення в транспортному ланцюзі ***акумулюючих бункерів***;

- при транспортуванні вугілля електровозами - за рахунок ***акумуляції*** корисних копалин безпосередньо в складах ***вагонеток***. Це дозволяє в години максимуму навантаження в енергосистемі повністю відключати споживачі подальшого (включаючи скіповий підйом) транспортного ланцюга по передачі корисних копалин на вантажно-складський комплекс.

- По місцю розташування в транспортному ланцюзі слід розрізняти ***околотвольні, магістральні і дільничні бункери***, що суміщають в собі, як правило, функції технологічних і регулювальних місткостей (суміщені бункери).

- В якості околотвольних, магістральних і дільничних бункерів слід використовувати гірські і механізовані бункери.

- Гірничі бункери рекомендується застосовувати, як правило, як околотвольних і магістральних бункерів; механізовані бункери доцільно використовувати як дільничні бункери.

- Суміщення технологічних і регулювальних функцій бункерів повинно враховуватися при визначенні їх місткості і виборі місця розташування.

- Параметри технологічних підземних бункерів залежать від виконуваних ними функцій, типу і характеристик примикаючих до бункера транспортних засобів, величини і характеру вантажопотоку, що поступає в бункер,

продуктивності і надійності підбункерної транспортної лінії і вибираються відповідно до "Основних методичних положень за розрахунком, проектуванням і експлуатацією підземних бункерів".

- Спорудження суміщених вугільних бункерів доцільно передбачати при розробці проектів на будівництво нових шахт. На діючих шахтах пристрій таких бункерів економічно виправданий тільки при підготовці нових горизонтів або ділянок шахтних полів (блоків шахти), а також при корінній реконструкції або технічному переозброєнні шахти.

- При виборі варіанту розміщення суміщених бункерів в транспортному ланцюзі перевагу слід віддавати розташуванню їх у окоlostвольних дворах і на магістральних виробленнях.

- Варіант розташування гірських бункерів на ділянках шахти економічно недоцільний.

- Виробничість підбункерних транспортних засобів по доставці вугілля повинна забезпечувати вивільнення (заповненого в період проходження максимуму навантаження) акумулюючої ємності за час мінімального періоду між ранковим і вечірнім обмеженнями.

- Для шахт з комбінованою схемою транспорту варіант акумуляції корисних копалин безпосередньо в складах вагонеток доцільно використовувати за наявності в межах окоlostвольного двору вільних вироблень достатньої для їх розміщення місткості.

- Доцільність споруди суміщеного вугільного бункера для цілей регулювання, його місткість і оптимальний варіант розташування в транспортному ланцюзі (у окоlostвольном дворі, на магістральних виробленнях або на ділянках шахти), а також перевага варіанту акумуляції вугілля в складах

вагонеток визначаються у кожному конкретному випадку на підставі техніко-економічних розрахунків залежно від гірничо-геологічних, гірничотехнічних і інших умов і уточнюються по імітаційної моделі.

Транспортування породи

- Регулювання режимів електроспоживання на технологічному процесі транспортування породи слід здійснювати за рахунок створення в транспортному ланцюзі акумулюючих бункерів, що дозволяють відключати споживачі подальшого (включаючи скіповий підйом) транспортного ланцюга по передачі породи на відвал.

- Спорудження акумулюючих порідних бункерів доцільно передбачати при розробці проектів на будівництво нових шахт. На діючих шахтах пристрій таких бункерів економічно доцільно тільки при підготовці нових горизонтів або ділянок шахтних полів (блоків шахти), а також при корінній реконструкції або технологічному переозброєнні шахти.

- Акумулюючий бункер для породи, що суміщає в собі функції технологічної ємності і ємності для цілей регулювання, слід розташовувати, як правило, в окоlostвольном дворі у скіпового ствола.

- Виробничість підбункерних транспортних засобів по видачі породи повинна забезпечувати вивільнення (заповненого в період проходження максимуму навантаження) акумулюючої ємності за час мінімального періоду між ранковим і вечірнім обмеженнями.

- Варіант акумуляції породи безпосередньо в складах вагонеток доцільно використовувати за наявності в межах окоlostвольного двору вільних вироблень достатньої для їх розміщення місткості.

- Доцільність споруди суміщеного порідного бункера для цілей регулювання, його місткість, а також перевага варіанту акумуляції породи в складах вагонеток визначаються у кожному конкретному випадку на підставі техніко-економічних розрахунків по спеціальній методиці.

Проектом передбачається розрахунок акумулюючих вугільних і порідних бункерів.

2.4 Аналіз впливу графіка роботи підйомної установки на добовий графік електричного навантаження шахти в метюю зниження максимуму навантаження енергосистеми

Споживачі-регулятори (СР) - це технічно обгрунтовані проектом споживачі, які без збитку для окремих технологічних процесів і для виробництва в цілому, а також без порушення вимог ПБ і ПТЕ можуть допустити довільно задані по числу і тривалості перерви в роботі, або систематичні щодобові перерви на певний час, або зміни інтенсивності своєї роботи.

Під частковим відключенням СР слід розуміти їх відключення на якийсь час, менше тривалості проходження максимуму навантаження в енергосистемі. Під частковим зниженням потужності СР слід розуміти деяке можливе, але допустиме по необхідній мінімальній продуктивності для потреб виробництва, зниження потужності установки.

Всі заходи, які розробляються проектними інститутами і організаціями - технологічні процеси і окремі установки (об'єкти) шахт повинні розглядатися з урахуванням регулювання режимів електроспоживання.

Під регулюванням режимів електроспоживання на вугільних шахтах слід розуміти здійснення організаційно-технічних заходів, що забезпечують регламентований енергосистемою режим електроспоживання.

Регламентований режим електроспоживання повинен дотримуватися шахтою за рахунок відповідного режиму роботи СР, керованих комплексом технічних засобів і забезпечуючих оптимізацію режимів електроспоживання. Організаційно-технічні заходи повинні включати:

- заходи, що не вимагають додаткових капіталовкладень (організаційні);
- заходи, здійснення яких вимагає додаткових капіталовкладень (технічні).

Заходи щодо регулювання режимів електроспоживання з їх техніко-економічною оцінкою рекомендується розглядати по наступному складу технологічних процесів: "добування і транспортування вугілля"; "транспортування породи".

Заходи, здійснення яких вимагає додаткових капіталовкладень, слід виконувати на основі техніко-економічних розрахунків. Як критерій техніко-економічної доцільності слід приймати термін окупності капіталовкладень не більше 10 років.

Підйомні установки

Питома витрата електричної енергії на підйомних установках в загальношахтній витраті складає 10-11%.

При розрахунках з живлячою енергосистемою за одноставочному тарифом з диференціюванням по зонах доби доцільно використання потужних приводів підйомних установок як споживачі-регулятори електричного навантаження в годинник максимумів в енергосистемі.

Вугільний підйом

За наявності у завантажувального пристрою бункера достатньої місткості, регулювання режимів електроспоживання (PPE) можливе за рахунок відключення в періоди максимумів навантаження вугільного підйому і

подальшого транспортного ланцюга по передачі корисних копалин на вантажно-складський комплекс.

Необхідна для цілей регулювання **акumuлююча ємність** виходячи з добової продуктивності підйому і максимальної тривалості обмеження визначається по формулі:

$$V_p = \frac{A_y \cdot t_{\text{вм}}}{n_{\text{см}} \cdot t_{\text{см}} \left[1 - (1 - k_{\text{м}})^{n_z/n_k} \right] \cdot \gamma} \quad (2.5)$$

де A_y - продуктивність підйому, тис.т/доб;

$t_{\text{вм}} = 3$ - максимально можлива протягом доби тривалість одноразового обмеження, год;

$n_{\text{см}}$ - кількість змін по добичі в добу;

$t_{\text{см}}$ - число годин в зміні;

$k_{\text{м}} = 0,3$ - середньогалузевий коефіцієнт машинного часу;

n_z - кількість очисних забоїв;

n_k - кількість примикаючих вантажопотоків (крил шахти);

γ - насипна маса вугілля, т/м³.

Головний стовбур обладнаний двухскіповим вугільним підйомом.

Машина вугільного підйому типу 2Ц4Х1,8 з приводом, редуктора, від електродвигуна типу АКН-15-36-10 потужністю 800 кВт, 590 об/хв, що забезпечує максимальну швидкість підйому 6,1 м/с. Проте фактична швидкість підйому

складає 5,0 м/с. Скіпи місткістю 10,6 м, вантажопідйомністю 8800 кг, обслуговуваний горизонт - 190 м.

Місткість бункера завантажувального пристрою складає 150 м³.

Продуктивність вугільного підйому при максимальній здобичі шахти Аш - 4000 т/доб. приведена в табл. 2.1.

Продуктивність вугільного підйому

Табл. 2.1

Гори- зонт, м	Высота подъема м/с	Ско- рость подъ- ема, с	Время движе- ния, с	Пау- за, с	Время цик- ла, с	Число подъ- емов в час	Полез- ный груз, т	Часовая произво- дитель- ность, т	Заданная произ- водитель- ность, т/сут	Время работы подъе- ма, час (κ=1,5)
Двухскаповой угольный подъем главного ствола										
190	220	5,0	65	12	77	46	8,8	400	4000	15
Односкаповой с противовесом породный подъем главного ствола										
190	220	5,2	65	7	144	25	5,4	135	1200	13,5

Місткість бункера завантажувального пристрою для можливості зупинки вугільного підйому в період 3 х-годинного максимуму навантаження в енергосистемі визначається з виразу:

$$V_p = \frac{4000 \cdot 3}{3 \cdot 6 \cdot \left(1 - (1 - 0,3)^{\frac{4}{1}}\right) \cdot 1,1} = 797 \text{ м}^3$$

Таким чином, буде потрібно спорудження додатково бункерів-акумуляторів загальною місткістю:

$$V_{\text{дон}} = V_p - V_m = 797 - 150 = 647 \text{ м}^3$$

За умови вивільнення їх на розрахункову величину до початку настання максимуму навантаження.

Пропонований варіант розташування додаткових бункерів приведений на рис. 2.3.

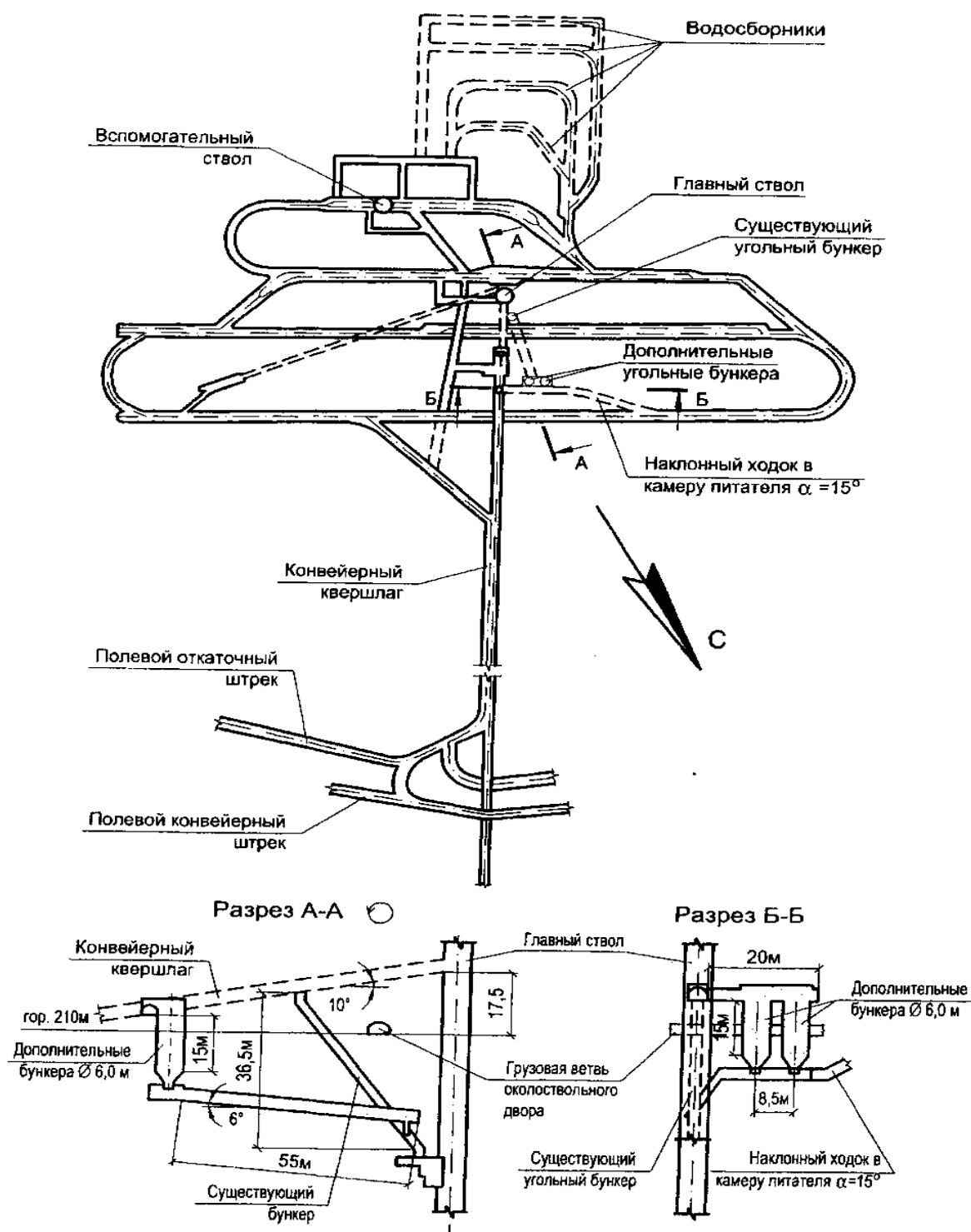


Рис. 2.3 Варіант розташування додаткових бункерів

Порідний підйом

Машина порідного підйому - типу 2Ц4-1,8 з приводом, редуктора, від двигуна АФН-500 потужністю 500 кВт, 490 об/хв, що забезпечує швидкість 5,0 м/с. Скіп місткістю 4,0 м³, вантажопідйомністю 5400 кг, обслуговуваний горизонт - 180 м.

Як видно з початкових даних, час зайнятості скіпових підйомів головного ствола при коефіцієнті нерівномірності роботи $k = 1,5$ не перевищує нормативних 18 годин на добу, тобто прийняті режими роботи скіпових підйомних установок на шахті є оптимальними для даних умов.

Що стосується акумуляції породи з метою здійснення заходів по РРЕ, то в умовах шахти «Відродження» це надзвичайно ускладнено із-за значного обводнення гірського масиву, що приводить до виходу мокрої породи, розмокання, злежування і залипанню її в підземних бункерах-накопичувачах, тобто використання скіпового порідного підйому як СР електричного навантаження в даному випадку не представляється можливим.

Відповідно до рекомендацій ОСТУ 12.25.011-84 «Економія електричної енергії на вугільних шахтах» основні заходи щодо економії електричної енергії при роботі підйомних установок:

- ліквідація або скорочення часу роботи підйомних машин на холостому ході;
- забезпечення регламентованих норм завантаження підйомних ємностей;
- підвищення завантаження скіпів і контроль за їх станом. Виконання вказаних рекомендацій дозволить понизити витрати електроенергії на 3-5%.

Допоміжний підйом

Допоміжний ствол обладнаний одним підйомом двохклітьовим. Підйомна машина підйому, кліті, - типу 2Ц4х1,8 з приводом, редуктора, від електродвигуна типу АКН16-41-16, Р=800 кВт, 370 об/хв. що забезпечує максимальну швидкість 6,7 м/с. Кліті двоповерхові на вагонетку ВГ-3,3. Максимальний корисний вантаж 5400 кг (вагонетка з породою). Обслуговувані горизонти 180 і 210 м.

Використання підйому, кліті, як споживача-регулятора електричного навантаження ускладнено. Це пов'язано з тим, що робота допоміжного підйому, призначеного для спуску-підйому людей, а також доставки устаткування і матеріалів в шахту, суворово прив'язана за часом до початку (закінченню) змін по добичі і підготовці і, в той же час, має випадковий характер протягом доби (доставка устаткування і матеріалів в аварійних ситуаціях, непланові спуски-підйоми ремонтних робочих, рятувальників і т.п.).

3. АНАЛІЗ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ СКІПОВИХ ПІДЙОМНИХ УСТАНОВОК ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

3.1 Аналіз схем керування підйомними машинами

Підйомна установка з асинхронним електроприводом

Широке розповсюдження асинхронного електроприводу пояснюється простотою і надійністю в експлуатації, невеликою вартістю, можливістю використання змінного струму з мережі без якого-небудь перетворення.

У шахтних підйомних установках пуск асинхронних двигунів проводиться звичайно через реостат в роторному ланцюзі. Гальмування застосовується

найчастіше динамічне. В період дотягування електродвигун включається в мережу з повністю введеним пусковим реостатом. Після закінчення дотягування на гальмівний шків накладаються колодки робочого гальма, призначеного для стопоріння машини в період робочих пауз.

Слід зазначити, що для підтримки малої швидкості в період дотягування запропоновано декілька спеціальних схем, з яких широко застосовується спосіб регулювання швидкості обертання асинхронного двигуна шляхом зміни частоти струму, що живить статор (спосіб пониження частоти).

На рис. 3.1 приведена принципова схема асинхронного приводу підйомної машини із застосуванням електричного регулятора ходу і динамічного гальмування в періоді уповільнення.

У цьому регуляторі дійсна швидкість підйому визначається напругою тахогенератора ТГ, одержуючого, обертання від валу підйомного електродвигуна. Задана швидкість пропорційна напрузі, що знімається з потенціометра РС. Закон зміни цієї напруги у функції пройденого шляху визначається профілем кулачків профільного диска РД, встановленого на покажчику глибини і пов'язаного з валом підйомної машини.

Дійсна і задана швидкості порівнюються між собою в елементі порівняння, роль якого грає електромашинний підсилювач ЕМУ. Обмотка управління ОУ ЕМУ підключена до тахогенератора.

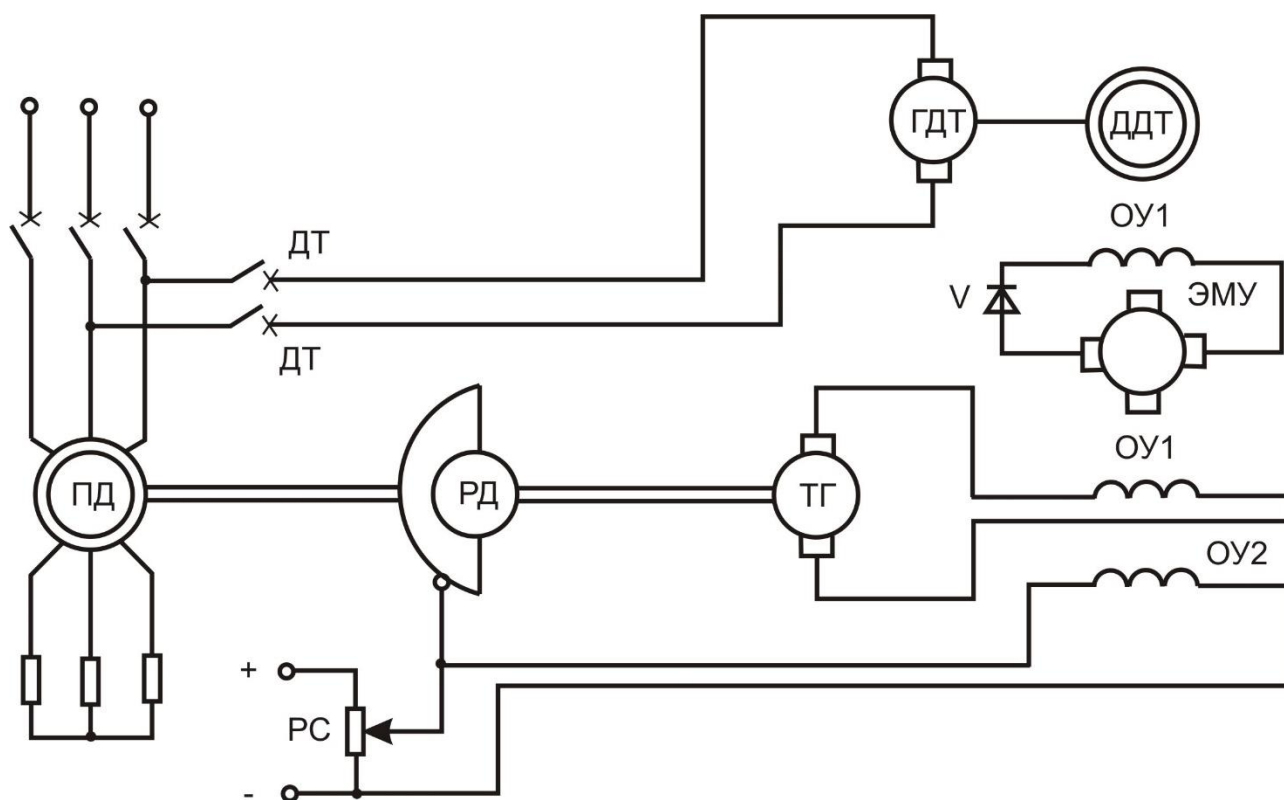


Рис 3.1 Принципова схема асинхронного привоу підйомної машини із застосуванням електричного регулятора ходу і динамічного гальмування в період уповільнення

Сила цієї обмотки, що намагнічує, визначається, отже, дійсною швидкістю машини. Обмотка ОУ2 підключена до задаючої напруги і її сила, що намагнічує, пропорційна швидкості, що задається. Магнітні потоки, створювані обмотками управління, направлені в протилежні сторони. При рівності дійсної і заданої швидкостей результуючий магнітний потік рівний нулю. В цьому випадку напруга і сила струму на виході ЕМУ також рівні нулю.

При перевищенні фактичної швидкості заданого значення сила обмотки ОУ, що намагнічує, стане більше обмотки ОУ2, що намагнічує сили, внаслідок чого виникає струм в ланцюзі якоря генератора динамічного гальмування ГДТ. Цей струм, протікаючи по обмотках статора підйомного двигуна ПД, визначить до появи у нього гальмівного моменту, що приведе до уповільнення привоу і,

отже, до зменшення різниці між дійсною і заданою швидкостями.

Схема рис. 3.2 дозволяє регулювати швидкість тільки у тому випадку, коли дійсна швидкість перевищує задану. При цьому полярність ε р. с. ЕМУ відповідає провідному напрямку вентиля V. Якби цей вентиль був відсутній, то в ланцюзі якоря ГДТ протікав би струм і тоді, коли дійсна швидкість була б менше заданої. Проте це неприпустимо, оскільки виник би гальмівний момент двигуна ПД, що привело б до подальшого зменшення швидкості підйому і, отже, до ще більшого збільшення різниці між дійсною і заданою швидкостями.

Останнім часом широко застосовується автоматичне управління підйомним асинхронним двигуном з використанням механічного гальмування в періоді уповільнення. Цей спосіб, відрізняючись простотою і надійністю, дає можливість одержувати як рухові, так і гальмівні регулюючі дії.

Механічне гальмування підйомної машини використовується в основному для контролю виконання заданої тахограми при уповільненні в режимі вільного вибігу або при нерегульованому динамічному гальмуванні, а також при дотягуванні. Для реалізації регульованого механічного гальмування застосовуються електропневматичні регулятори тиску.

Принципова схема асинхронного приводу підйомної машини із застосуванням електропневматичного регулятора тиску і механічного гальмування в періоді уповільнення показана на рис. 3.2. Котушка управління РО регулятора тиску ЕПРД включається на вузол порівняння дійсної і заданої швидкостей, що є магнітним підсилювачем МУ з декількома обмотками управління (ОУЗ, ОУП і ОУТ). Сигнали заданої швидкості поступають від профільного диска РД через датчик заданої швидкості ДЗС, а сигнали дійсної швидкості - від тахогенератора ТГ, встановленого на валу підйомної машини ПМ.

Для поліпшення роботи приводу введений гнучкий негативний зворотний зв'язок за допомогою стабілізуючого трансформатора ТС, а також введено дію по першій похідній від сигналу управління за допомогою ланцюжка ЯС (у ланцюзі обмотки ОУП).

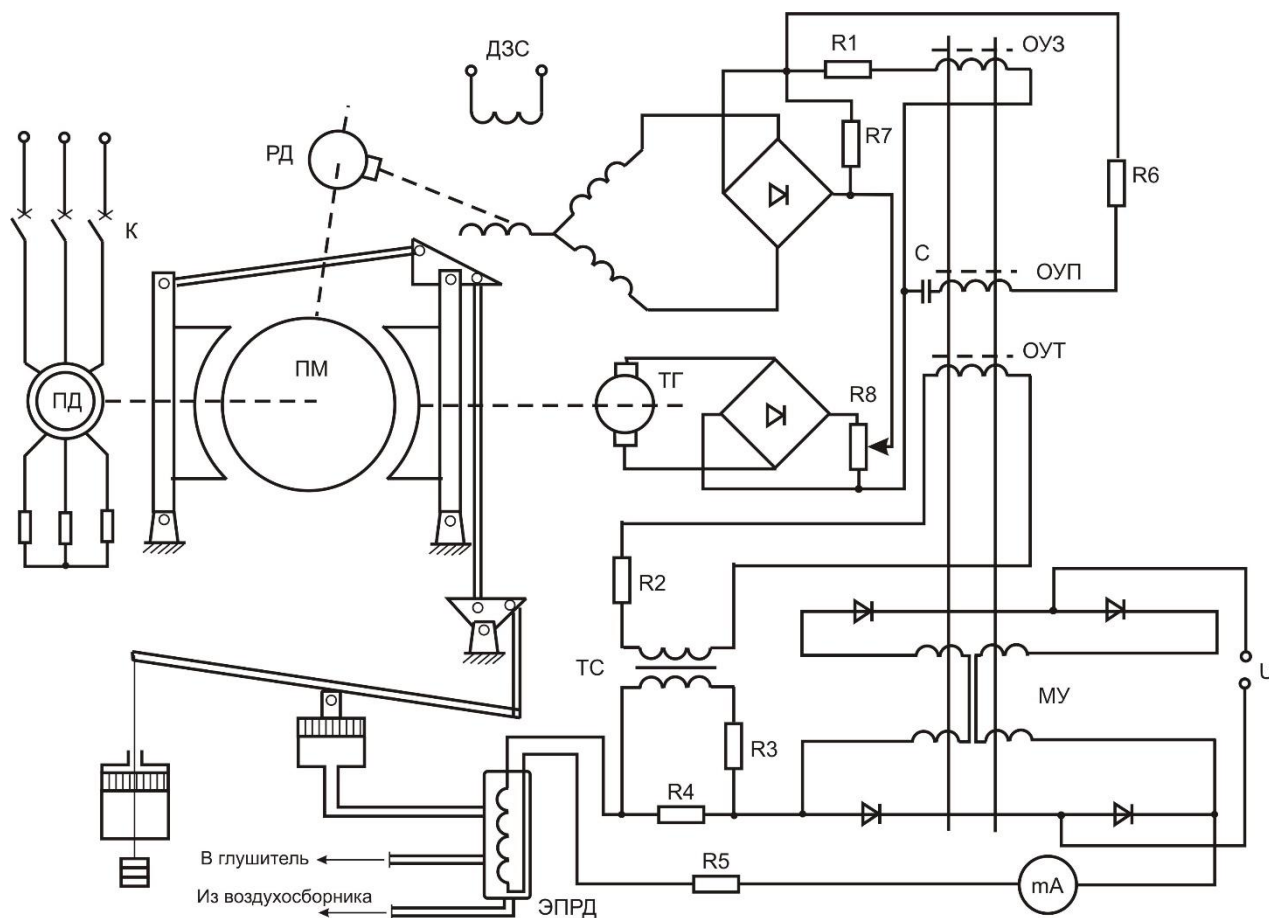


Рис 3.2 Принципова схема асинхронного приводу підйомної машини із застосуванням електропневматичного регулятора тиску і механічного гальмування в період уповільнення

У періоді уповільнення вільного вибігу гальмування проводиться за допомогою безпружинного регулятора тиску ЕПРД (з вертикальним

розташуванням золотника). Обмотка регулятора включена на вихід магнітного підсилювача.

Для приводу шахтного підйому розроблені також схеми регулювання швидкості асинхронного двигуна в період дотягування і уповільнення з використанням перетворювачів частоти.

При гальмуванні підйомної машини асинхронний двигун відключається від живлячої мережі і підключається до статичного перетворювача, який виробляє напругу з частотою 1,5 - 6 Гц. В процесі уповільнення асинхронний двигун працює в режимі рекуперативного гальмування. Основна перевага цієї схеми полягає в тому, що перехід з режиму уповільнення до режиму дотягування відбувається автоматично на одній механічній характеристиці електродвигуна.

Підйомні машини з асинхронним приводом забезпечуються реверсорами (типу RBM) для дистанційного включення, відключення і реверсування асинхронних двигунів з фазним ротором напругою 6 кВ. Конструктивно вони є металевою шафою, в якій змонтовані три контактори з магнітним гасінням дуги. Два з цих контакторів служать для реверсування електродвигуна, а третій - для підключення постійного струму при динамічному гальмуванні або струму низької частоти при автоматичній роботі.

Підйомна установка з електроприводом за системою Г-Д

Високі експлуатаційні якості приводу Г - Д, а саме: плавне і економічне регулювання швидкості підйомного електродвигуна в широких межах, простота управління і можливість повної автоматизації підйому менш складними засобами, чим при асинхронному приводі, - є вирішальними чинниками при

виборі потужного приводу підйомної машини для шахт великої глибини і великої продуктивності.

У шахтних підйомних установках застосовується декілька варіантів збудження системи Г - Д: із звичайним збудником, електромашинним підсилювачем, силовим магнітним підсилювачем і тиристорним збудником. Розглянемо принципову схему автоматизованого приводу системи Г-Д з силовими магнітними підсилювачами (рис. 3.3).

Як відомо, управління швидкістю обертання підйомного електродвигуна здійснюється зміною напруги генератора.

Зміна напруги генератора проводиться зміною його струму збудження. Живлення обмотки збудження генератора здійснюється від двох силових трифазних магнітних підсилювачів СМУ1 і СМУ2, сполучених по мостовій схемі. Навантаженням для них служить рівноплечий міст, що складається з двох однакових гілок обмотки збудження генератора (ОВГ1) і двох баластних опорів. Кожна гілка повинна забезпечити 50% витків ампера, необхідних для створення робочого магнітного потоку генератора. Для зменшення потужності магнітних підсилювачів на напругу генератора включена друга обмотка збудження ОВГ2, що забезпечує також позитивний зворотний зв'язок по напрузі.

Живлення обмоток управління силових магнітних підсилювачів здійснюється від проміжних магнітних підсилювачів МУ1 і МУ2, що мають наступні обмотки управління: ОС (ОМУск) - задаюча обмотка, ОС (ОМУт) - обмотка зворотного зв'язку за швидкістю, ОТ (ОМУт) - обмотка струмового відсічення, ОМУ_{ст1} і ОМУ_{ст2} - обмотки стабілізації по напрузі генератора і струму якорного ланцюга. Обмотки стабілізації підвищують точність виконання заданої

діаграми швидкості і забезпечують стійку роботу системи. До недоліків цієї системи відноситься значна інерційність і низький коефіцієнт використання підсилювачів.

Контроль за виконанням діаграми швидкості при сталому русі, а також при розгоні і гальмуванні здійснюється обмотками управління ОЗ і ОС проміжних магнітних підсилювачів. Задаюча обмотка ОЗ знаходиться в ланцюгу безконтактних сельсинових командоапаратів КАВ і КАН, які приводяться в рух від профільованих дисків ретардіруючого пристрою (зв'язаних через редуктор з валом підйомної машини).

При русі в умовному напрямі «Вперед» напруга на задаючу обмотку ОЗ подається від сельсинового командоапарата КАВ. При розгоні системи кут повороту ротора КАВ збільшується, що приводить до збільшення задаючої напруги, що подається на обмотку ОЗ.

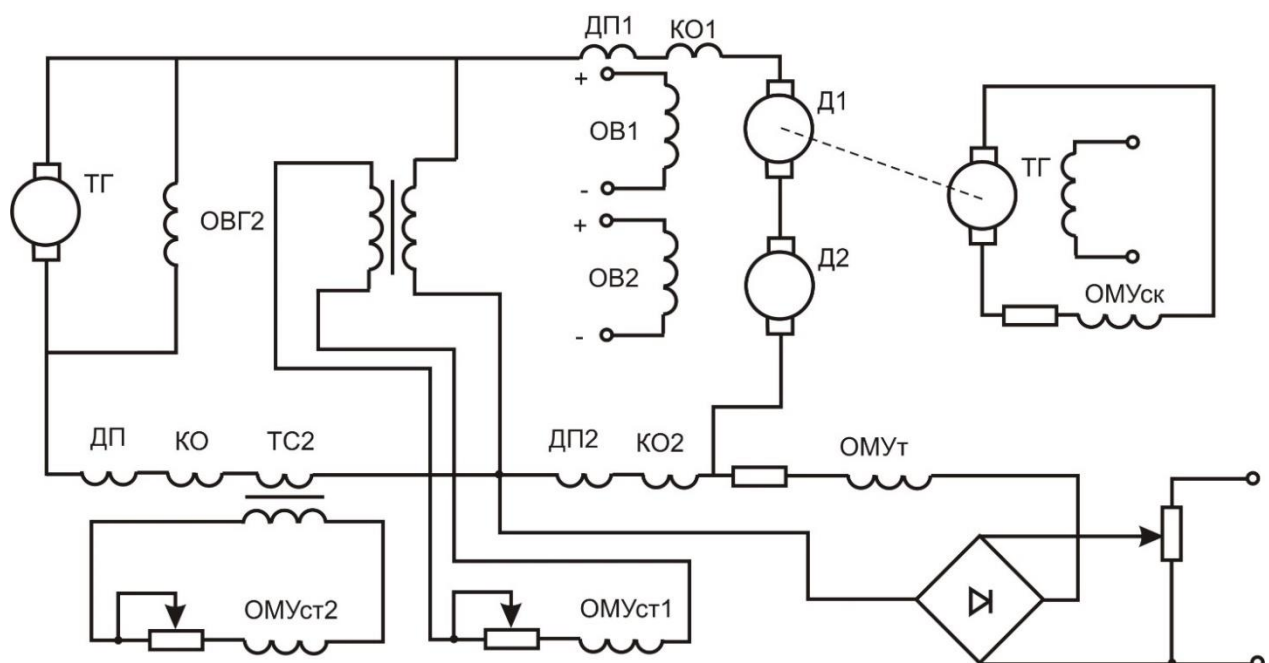


Рис 3.3 Принципова схема приводу системи Г-Д з силовими магнітними підсилювачами для шахтної підйомної машини

В кінці розгону величина цієї напруги відповідає сталій швидкості руху підйомних судин. Після закінчення розгону спеціальна електромагнітна муфта відключає ретардіруючі диски від валу підйомної машини, тому в сталому режимі величина задаючої напруги залишається постійною.

На початку процесу гальмування, коли система управління одержує імпульс на уповільнення, електромагнітна муфта знов підключає ретардіруючі диски до валу підйомної машини, і далі при уповільненні кут повороту КАВ зменшується. При цьому відповідний профіль ретардіруючого диска забезпечує закон зміни задаючої напруги, що визначає необхідну діаграму швидкості при уповільненні руху підйомних судин.

Основна перевага приводу постійного струму - можливість реалізації автоматичного циклу підйому.

3.2 Розрахунок вугільного бункеру

Початкові дані для розрахунку:

Тип підйому - односкіповий з противагою.

$A_y = 600$ тис.т/рік;

$T_m = 4$ год;

$K_m = 0,25$;

$n_3 = 6$;

$n_k = 1$;

$P_{oy} = 1,41$ МВт;

$C_p = 36$ тис грн./рік;

$t_{cl} = 50$ років.

1. Об'єм бункера для регулювання режимів електроспоживання

$$V_p = \frac{A_y \cdot t_{ам}}{n_{см} \cdot t_{см} \left[1 - (1 - k_m)^{n_3/n_k} \right] \cdot \gamma} =$$

$$= \frac{600 \cdot 4 \cdot 1000}{300 \cdot 3 \cdot 6 \left[1 - (1 - 0,25)^6 \right] \cdot 1,1} = 540,67 \text{ м}^3$$

2. Об'єм бункера для технологічних потреб

$$V_T = V_C - V_a = 14,8 + 77 = 91,8 \text{ м}^3$$

3. Капітальні витрати на додаткові гірські роботи

$$K_\Gamma = \kappa_{ма} \cdot C_{ог} (V_p - V_T) = 1,1 \cdot 0,175 \cdot (540,67 - 91,8) = 86,4 \text{ тис.грн}$$

4. Вартість додаткового устаткування

$$K_{об} = 0,43 K_\Gamma = 0,43 \cdot 86,4 = 37,16 \text{ тис.грн}$$

5. Капітальні витрати

$$K_B = \kappa_{прз} (K_\Gamma + K_{об}) = 1,3 (86,4 + 37,16) = 160,6 \text{ тис.грн}.$$

6. Платня за потужність, що відключається

$$C_\varnothing = P_{оу} \cdot C_p = 1,41 \cdot 36 = 50,76 \text{ тис.грн}$$

7. Експлуатаційні витрати

$$C_n = C_з + C_m + C_{крз} + C_{сод} = 1,5 + 37,16 \cdot 0,02 + 0,022 \cdot 86,4 + 0,12 \cdot 37,6 = 8,6 \text{ тис.грн}$$

8. Економічний ефект

$$\mathcal{E} = C_\varnothing - \left(C_n + \frac{K_\Gamma}{t_{ст}} \right) = 50,76 - \left(8,6 + \frac{86,4}{50} \right) = 40,43 \text{ тис.грн/год}.$$

9. Термін окупності

$$T = \frac{K_B}{\Xi} = \frac{160,6}{40,43} = 3,97 \text{ роки} < T_n = 10 \text{ років.}$$

3.3 Вибір та розташування акумулюючих бункерів

Структурна схема вугільного технологічного процесу представлена на рис. 2.7.

Для економічної оцінки доцільності спорудження акумулюючих бункерів чи застосування бункерів-конвеєрів для регулювання розглянуті три варіанти (рис. 3.4) їхнього розміщення в транспортному ланцюзі: *варіант 1* - у пристовбурних дворах, *варіант 2* - на магістральних виробках, *варіант 3* - на ділянках шахти. Крім того, розглянутий варіант акумулювання корисних копалин безпосередньо у вагонетках.

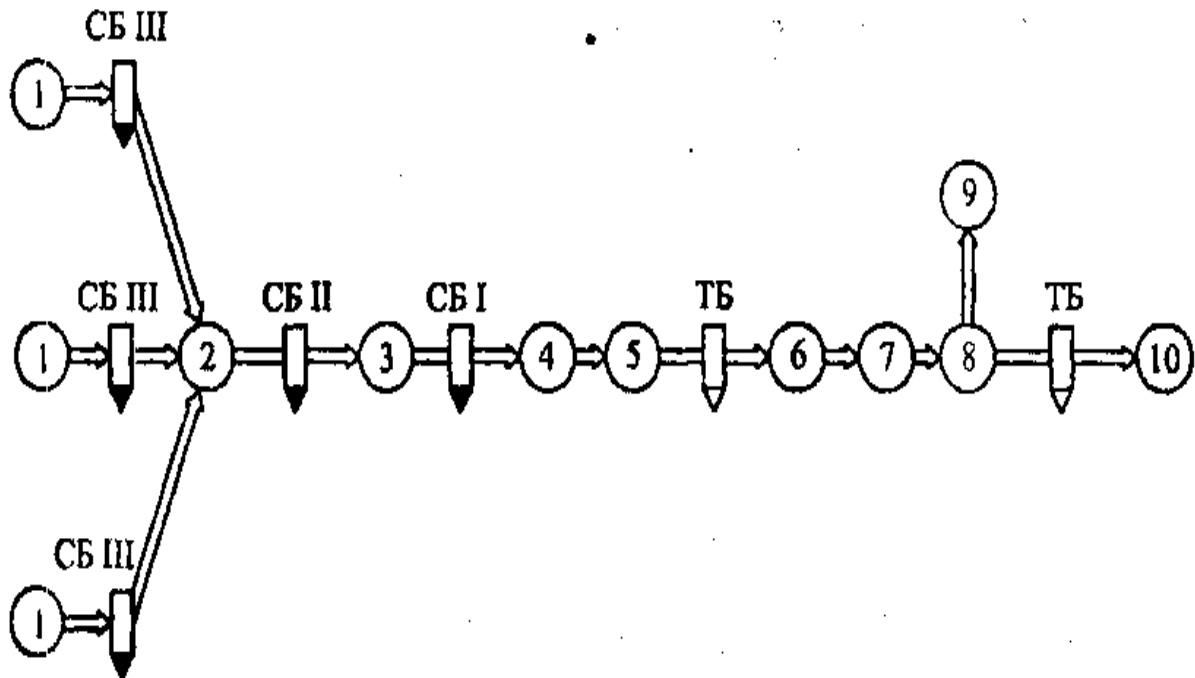


Рис. 3.4. Структурна схема технологічного процесу видобутку і транспортування вугілля при різних варіантах розміщення сполучених бункерів: 1 - механізми ділянок; 2, 3 - дільничний і магістральний транспорт; 4 - завантажувальний пристрій; 5 - підйом по стволу (скіповий); 6 - технологічний комплекс головного ствола; 7 - дробильно-сортувальне відділення; 8 - передача на вантажно-складський комплекс; 9 - подача палива в котельню; 10 - вантажно-складський комплекс; СБ I, СБ II, СБ III - сполучені бункери відповідно для першого і третього варіантів розміщення; ТБ - технологічний бункер.

У залежності від варіанта розміщення сполученого бункера в розглянутому технологічному ланцюзі варіює значення можливої потужності, що відключається, P_0 електроприймачів забункерної лінії.

Очевидно:

$$P_{0I} < P_{0II} < P_{0III}$$

Отже, за значенням потужності, що відключається, найкращим представляється третій варіант. Водночас термін служби t_{cl} бункерів по варіантах коливається в досить широких межах і в залежності від схеми відпрацювання шахтного поля складає від 3 до 50 років, причому:

$$t_{clI} > t_{clII} > t_{clIII}$$

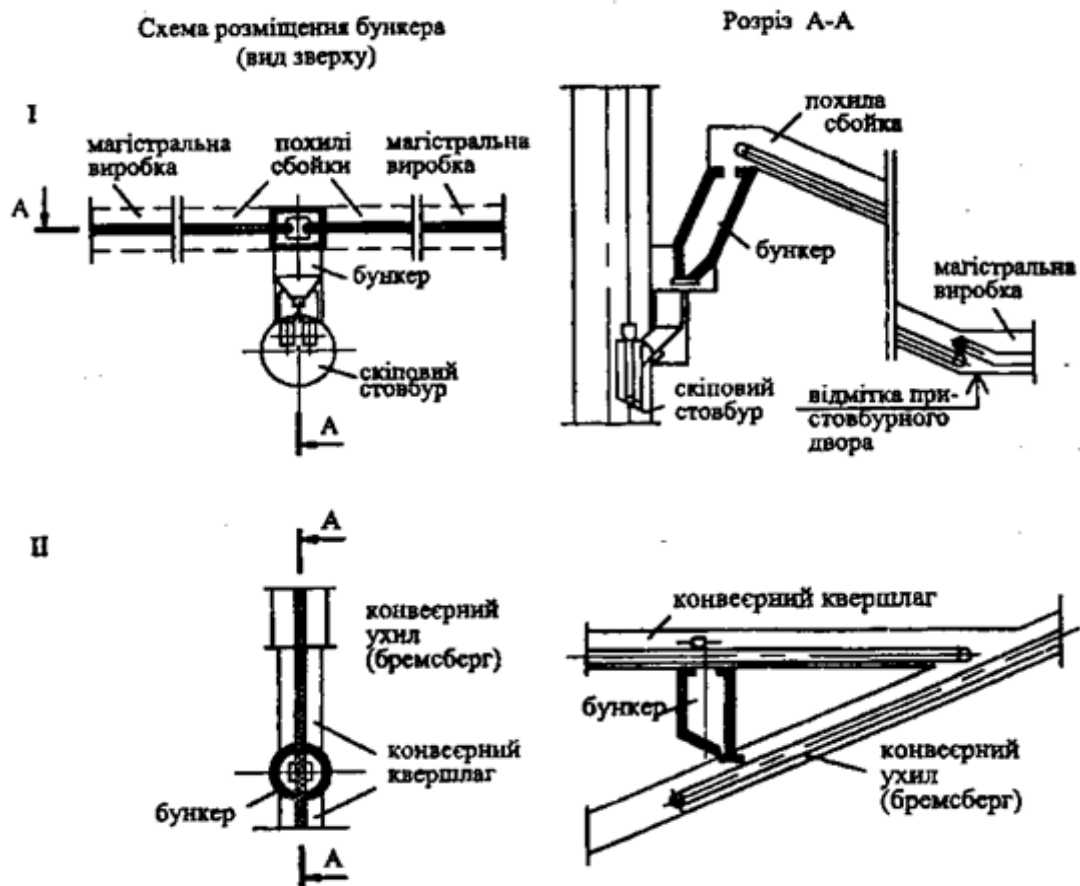
Таке протиріччя є дуже значним при економічній оцінці доцільності спорудження акумулюючих бункерів.

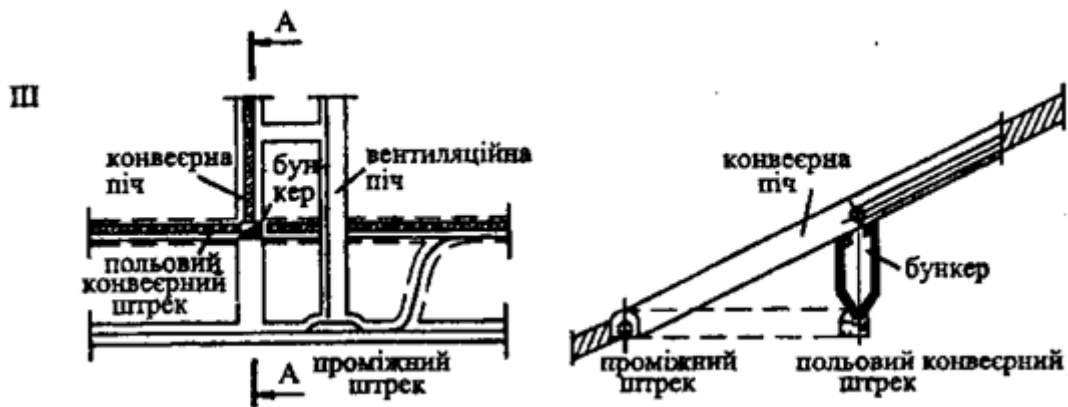
Значно відрізняються одне від одного щодо розглядуваних варіантів і сумарні обсяги гірничих робіт при спорудженні бункерів у залежності від виробничої потужності А шахти, тривалості t_m проходження максимуму навантаження в енергосистемі, коефіцієнта машинного часу $км$ і інших змінних.

Зараз АТ "Петровський машинобудівний завод", використовуючи досвід декількох англійських фірм, розробив конструкцію підземного механізованого бункера, установка якого, на відміну від стаціонарних бункерів, вимагає мінімуму гірничих робіт і часу. При застосуванні механізованих бункерів значно спрощується рішення економічної задачі, термін служби не має значення.

Механізовані бункери виробляються місткістю 50, 100, 200, 300 і 400 т, на їхній базі розробляються і поставляються модифікації бункерів для конкретних умов замовника. По днищу бункера переміщається один чи кілька скребкових конвеєрів. Потік матеріалу на конвеєрі при виході з бункера регулюється дозатором.

Бункер складається з модульних секцій, що зручні для транспортування, легко збираються і, при необхідності, можуть бути легко розібрані і переміщені на інше місце.





*Рис. 3.5. Варіанти розташування гірничих бункерів:
I - у приствольному дворі; II-на магістральних виробках;
III- на ділянках шахти*

Бункер встановлюється в транспортний ланцюг шахти в місці перевантаження гірничої маси з одного стрічкового конвеєра на інший і забезпечує:

- безперебійну роботу очисного і прохідницького устаткування при вимушеній зупинці транспортуючої системи;
- регулювання потоку матеріалу до головної лінії системи конвеєрів;
 - усунення пікових навантажень;
 - зниження споживання електроенергії.

У порівнянні з гірничими механізованими бункерами мають наступні переваги:

- не вимагають великого перепаду висот між пунктами завантаження і вивантаження матеріалу;
- можуть бути встановлені в існуючих гірничих виробках типових перетинів;
 - усуваються склепіння та застрягання шматків вугілля і породи в отворах, що випускають, через примусову подачу матеріалів з бункерів;
 - у значно меншому ступені подрібнюється вугілля.

Бункер комплектується електроустаткуванням і апаратурою управління, що забезпечують:

- роботу в шахтах, небезпечних щодо газу і пилу всіх категорій;
- захист від переповнення і тривалих перевантажень;
- погодженість систем керування бункером і стрічковими конвеєрами;
- плавне регулювання і контроль швидкості тягового органа;
- безпеку експлуатації за рахунок постійного контролю основних параметрів.

Аналіз графіків електричних навантажень підйомних установок

Графіки електричного навантаження підйомних установок відносяться до нерегулярних, що пояснюється нерегулярністю функціонування підйомів у півгодинних проміжках часу доби. На рис. 3.6 приведені фрагменти запису графіків навантажень двоскіпового вугільного підйому. Графіки характеризуються адекватністю електроспоживання кожного циклу підйому і різною кількістю циклів у півгодинних проміжках у плині доби.

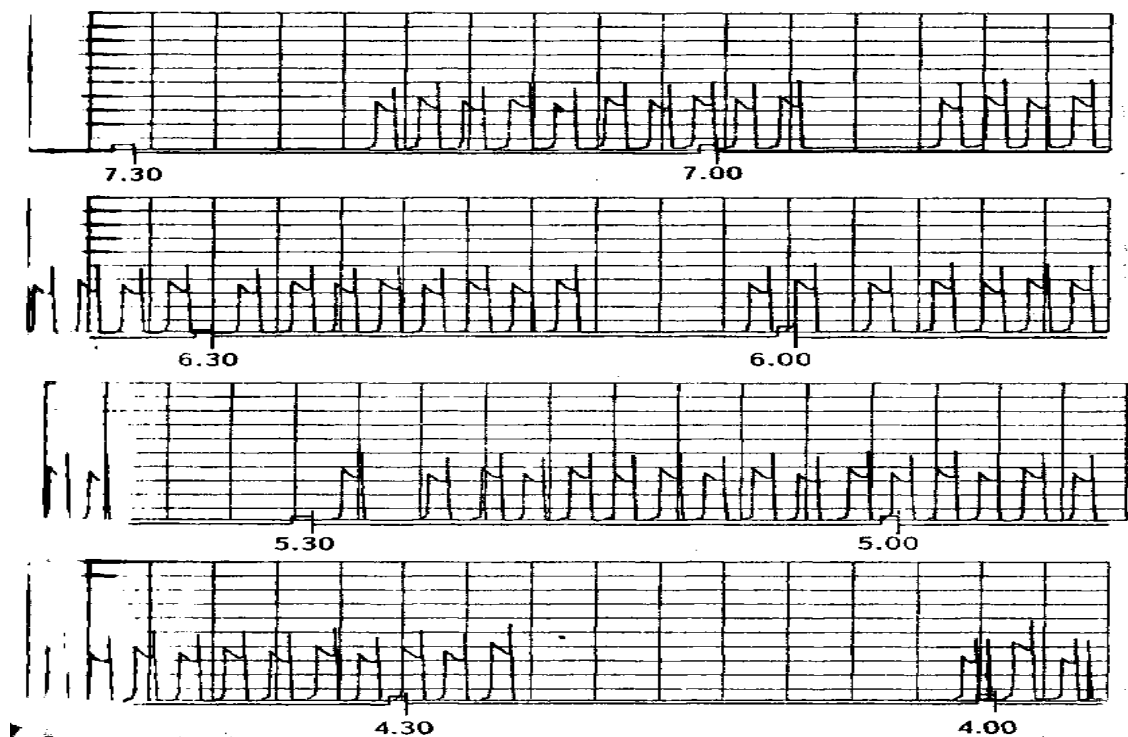


Рис. 3.6 Фрагменти запису графіків навантаження двоскіпового вугільного підйому

Результати досліджень графіків підйомів представляють реальність фактичного стану в різні моменти часу. Взаємозв'язок між навантаженнями в різні моменти часу має імовірнісний характер. Однак дослідження графіків з метою одержання закономірностей для ефективного регулювання режимів електроспоживання вимагає визначення їхніх характеристик і установлення взаємозв'язку з технологічними параметрами, що визначають електроприймач споживачем-регулятором.

Результати досліджень графіків електричних навантажень
вугільного підйому.

Табл. 3.1

Найменування показника (параметра)	Позначення	Значення параметра		
		найбільше	найменше	середнє
Фактична електрична потужність, кВт максимальна мінімальна	P_{\max} P_{\min}	1041 114	719 62	821 101
Фактична добова витрата електроенергії, кВт-г	W_c	9393	6236	7580
Розрахункові значення показників графіків: середня на добу електрична потужність, кВт	P_c	392	260	316
середньоквадратична потужність	$P_{ск}$	460	348	356
коефіцієнт форми графіка	K_f	1,34	1,17	1,28
коефіцієнт заповнення графіка	$K_{зг}$	0,49	0,22	0,381
середньоквадратичне відхилення	σ_P	277,5	217	251

4. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРИ РОБОТІ ПІДЙОМНИХ УСТАНОВОК

4.1 Моделювання резонансних режимів в системах електропостачання шахт

При наявності в складі навантаження шахти електроприймачів з перетворювачами частоти виникають небажані (небезпечні) явища резонансу, обумовлені створенням коливального контуру живить мережу - батарея статичних конденсаторів (БСК). Особливістю зазначених режимів є взаємозв'язок з технологічними циклами роботи окремих стаціонарних електроустановок шахти (вентилятор головного провітрювання, підйомні установки, транспорт).

В даному розділі аналізуються резонансні явища при наявності вищих гармонійних складових струму і напруги в частотному спектрі систем електропостачання шахт.

Для аналізу і оцінки резонансних явища в системах електропостачання шахт необхідно моделювання частотних характеристик (ЧХ) електричної мережі з урахуванням взаємних опорів (провідностей) окремих її елементів (відходять кабельних ліній, трансформаторів, електродвигунів). Отримані ЧХ дозволять виявити зону появи резонансних частот при підключенні БСК певної потужності при реальному режимі роботи системи електропостачання (враховується потужність системи, число і параметри ліній, що відходять навантаження).

На початковому етапі моделювання необхідна наявність максимально достовірної інформації про параметри системи електропостачання шахт (довжини і перетину повітряних і кабельних ЛЕП, потужності силових трансформаторів, типи токоограничующих реакторів, потужності БСК (підтверджені випробуваннями, опір системи). Потім визначаються з

характерними (нормальними) режимами роботи системи електропостачання і виявляються режими, які спостерігаються при проведенні ремонтно-відновлювальних робіт або проведенні післяаварійних оперативних перемикачів.

Після цього складається схема заміщення для кожного аналізованого режиму і шляхом електротехнічних розрахунків визначаються підсумкові R-L-C опору мережі і навантаження.

Для побудови ЧХ можна використовувати різні математичні підходи (експериментальні методи на основі активного або пасивного експерименту, що використовують елементи спектрального аналізу, застосування вейвлет-перетворення для експериментальної ідентифікації, визначення ЧХ мереж з використанням кореляційних моментів струмів і напруги). Всі зазначені методи вимагають активного втручання в діючу систему електропостачання шахт, тому для даної науково-дослідної роботи використовується принцип інженерного розрахунку ЧХ. При наявності достовірних вихідних даних такий підхід дає прийнятні результати для оцінки та розробки технічних рекомендацій щодо вдосконалення систем електропостачання.

Отримані частотні характеристики наочно показують області виникнення резонансів і дозволяють приймати рішення про встановлення ФКУ, активних або гібридних фільтрів, способах захисту БСК і ін.

Рівняння для визначення частотної характеристики LC - контуру мережі живлення, покладено в основу моделі резонансних явищ, має вигляд:

$$Z_{1v} = \frac{(r_c + jx_{cv})(r_k - jx_{kv})}{r_c + r_k + j(x_{cv} - x_{kv})} = \frac{r_c r_k (r_c + r_k) + x_{cv}^2 r_k + x_{kv}^2 r_c}{(r_c + r_k)^2 + (x_{cv} - x_{kv})^2} + j \frac{x_{cv} x_{kv} (x_{kv} - x_{cv}) + r_k^2 x_c - r_c^2 x_k}{(r_c + r_k)^2 + (x_{cv} - x_{kv})^2} \quad (4.1)$$

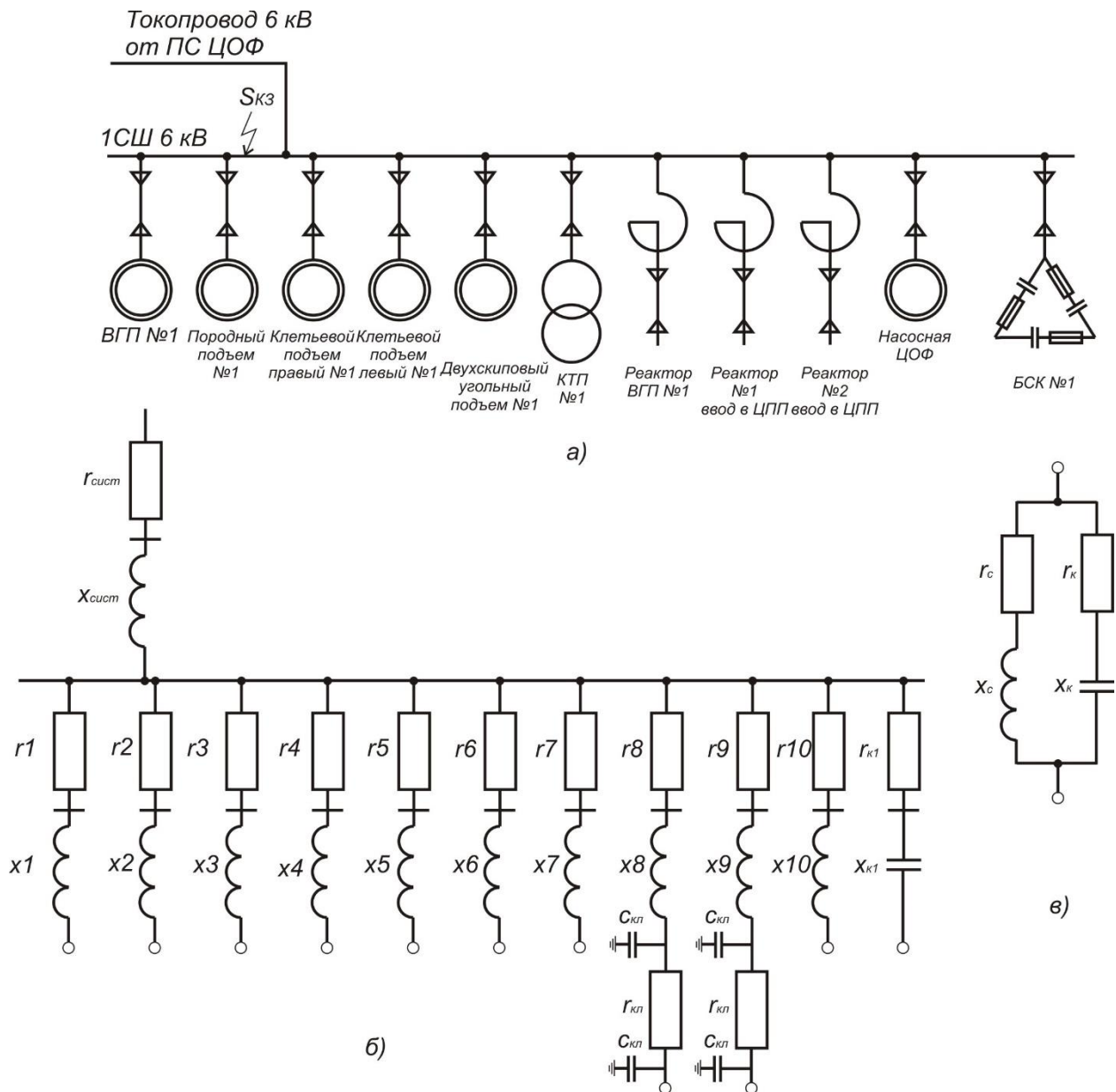


Рис. 4.1. Схема заміщення системи електропостачання шахти для оцінки резонансних явищ

Ємнісний опір конденсаторів визначено за відомою реактивної потужності $Q_{БСК1} = 1575$ квар.

В результаті моделювання отримана частотна характеристика мережі шахти (рис. 4.2).

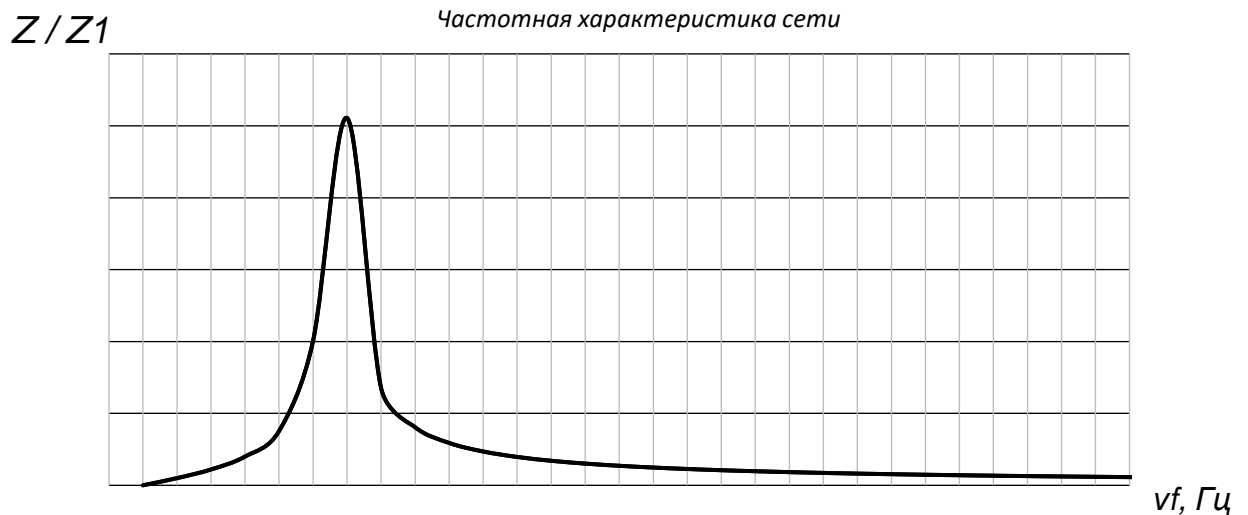


Рис. 4.2. Частотна характеристика мережі

4.2 Способи усунення електромагнітних перешкод

Широке поширення на промислових підприємствах навантажень з нелінійними вольт-амперними характеристиками призвело до виникнення проблеми, пов'язаної із забезпеченням необхідної якості електроенергії. Існують різні методи, що дозволяють домогтися зниження амплітуди вищих гармонік в системах електропостачання, однак пошук раціонального способу підвищення якості електроенергії з технічної та економічної точки зору залишається відкритим.

Можливі рішення для ослаблення впливу гармонік можна розділити на три групи:

- адаптація електроустановки;
- застосування спеціальних пристроїв для забезпечення живлення (дроселі, спеціальні трансформатори);
- використання фільтрів.

4.3 Проектно-конструкторські рішення

4.3.1 Зниження рівнів гармонік засобами мережі живлення

Зниження рівнів гармонік засобами живильної мережі досягається в основному раціональним побудовою схеми електропостачання, при якому забезпечується допустимий рівень гармонік напруги на шинах споживача. Найбільш поширеними засобами є застосування трансформаторів перетворювачів з підвищеною напругою 110- 220 (330) кВ; живлення нелінійних навантажень від окремих трансформаторів або підключення їх до окремих обмоток триобмоткових трансформаторів; підключення паралельно нелінійним) навантаженням синхронних і асинхронних двигунів. Застосування в перетворювальних агрегатах трансформаторів, з первинним напругою 110-220 кВ виключає вплив різкозмінних навантажень на споживачів розподільних мереж 0,4-10 кВ. Перешкодою до використання таких трансформаторів може бути поява недопустимих напружень гармонік в основних мережах живильної енергосистеми.

4.3.2 Оптимальне підключення навантажень, що створюють перешкоди

Загальне гармонійне обурення зростає при зменшенні потужності короткого замикання. Якщо не враховувати економічні аспекти, то переважно підключати навантаження, що створюють перешкоди, як можна ближче до джерела живлення (рис. 4.1).

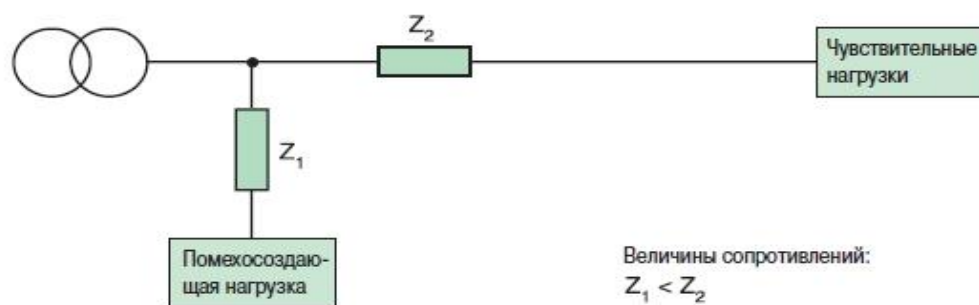


Рис 4.3 Схема оптимального підключення навантажень

4.3.3 Об'єднання навантажень, що створюють перешкоди, в групи

При побудові однолінійної схеми потрібно прагнути до того, щоб відокремити обладнання, створює перешкоди, від решти устаткування (рис. 4.4). На практиці навантаження, що створюють перешкоди, і «чисті» навантаження слід підключати до різних збірних шин. При цьому векторна сума гармонійних струмів буде менше їх алгебраїчної суми. Крім того, слід уникати проходження гармонійних струмів по кабелях. Це дозволить обмежити падіння напруги і нагрів в кабелях.

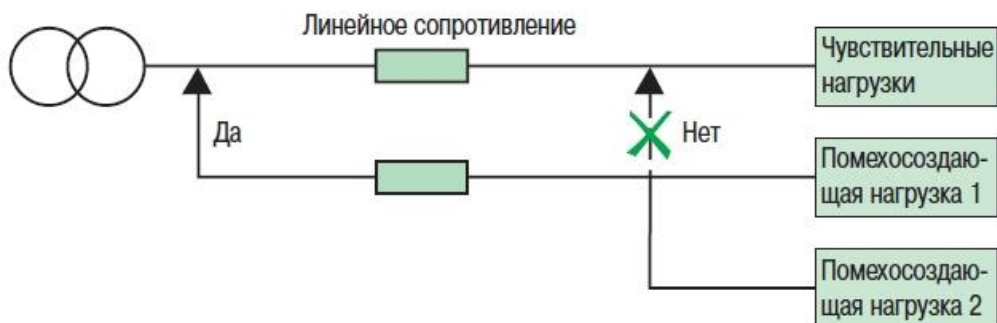


Рис. 4.4 Схема об'єднання навантаження

4.3.4 Поділ джерел

Одним з основних способів забезпечення ЕМС чутливих електроприймачів є поділ навантажень, що є джерелами ЕМС (ДСП, прокатні стани, зварювальні установки та ін.) та інших навантажень до рівня, при якому забезпечується їх ЕМС (так звані "спокійні навантаження" - освітлення, електродвигуни, побутова техніка та ін.). Найбільш поширеними технічними засобами, використовуваними для розділення навантажень, є здвоєні реактори, а також трансформатори з розщепленими обмотками і трьохобмоточні трансформатори. Недоліком такого рішення є підвищення вартості установки.

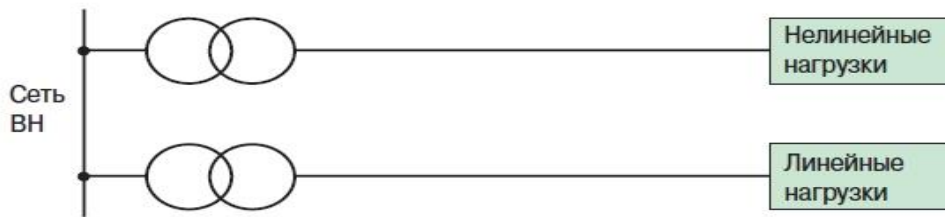


Рис 4.5 *Схема живлення навантажень через окремий трансформатор*

4.4 Застосування фільтруючих пристроїв

Якщо вищевказані профілактичні заходи не достатні, електроустановка, підвернена впливу гармонік, повинна бути оснащена фільтруючим пристроєм.

Розрізняють чотири типи фільтрів:

- резонансні фільтри ;
- пасивні фільтри;
- активні фільтри;
- гібридні фільтри;

4.4.1 Резонансні фільтри (фільтрокомпенсуючі пристрої енергетичного призначення)

Зниження рівнів ВГ в електромережах є частиною загальної задачі зменшення впливу нелінійних навантажень на мережу живлення і поліпшення якості електроенергії в СЕС підприємств. Комплексне рішення цієї задачі, засноване на застосуванні багатофункціональних пристроїв, виявляється в економічному відношенні більш доцільним, ніж, наприклад, використання заходів щодо поліпшення форми мережевого струму перетворювача. Прикладом таких багатофункціональних пристроїв є резонансні фільтри, інакше звані фільтрокомпенсуючі пристрої, які поряд зі зниженням рівнів ВГ генерують в живильну мережу реактивну потужність.

При паралельному з'єднанні ХС-ланцюгів, налаштованих на частоти окремих гармонік, реалізується ланцюгова ФКП. Дефіцит РМ на шинах підстанції в цьому випадку може бути повністю покритий за допомогою БК ФКП, причому встановлена потужність конденсаторів використовується на 80-90%. Таким чином, ФКП є найбільш простими й економічними фільтрами, що забезпечило їх широке застосування..

Спрощені схеми ФКП показані на рис. 4.6.

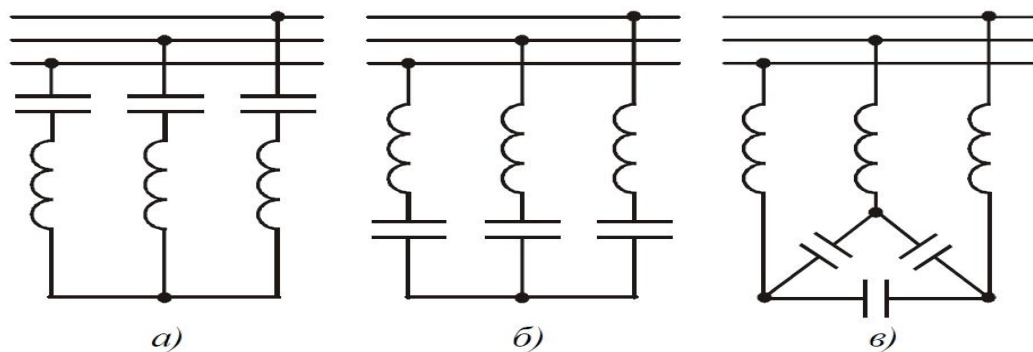


Рис. 4.6 Спрощенні схеми фільтрокомпенсуючий пристроїв

У схемі ,наведеної на рис. 4.6 а, ізоляція конденсаторів відносно землі знаходиться під напругою, що не перевищує фазна напруга мережі : таким чином , підвищується надійність використання батареї. За умовами зручності і надійності компонування електрообладнання найбільшого поширення набула схема, наведена на рис. 4.6 б.

Для ефективної роботи фільтрокомпенсуючий пристроїв їх треба встановлювати, починаючи з гармоніки найнижчого порядку, що виникає при роботі нелінійних навантажень. Якщо фільтри вищих гармонік мають окремі вимикачі, то включення їх необхідно починати з фільтра 5-й гармоніки, а відключення проводити в зворотному порядку. При аварійному відключенні фільтра 5-ї гармоніки повинні бути негайно відключені всі фільтри вищих гармонік.

4.4.2 Активний фільтр (або активний компенсатор)

Для зниження рівнів показників якості електроенергії розроблені і використовуються різні методи і багатофункціональні технічні засоби. Фільтрокомпенсуючі пристрої на базі простих резонансних або складних комбінованих фільтрів забезпечує фільтрацію ВГ і ІГ і компенсацію реактивної потужності. Ще більш широкими можливостями мають активні та гібридні фільтри, за допомогою яких також знижується рівень інтергармонік (рис 4.7).

Активні фільтри (АФ) є дуже перспективними багатофункціональними пристроями, що забезпечують, залежно від схем, фільтрацію ВГ і ІГ, компенсацію реактивної потужності, зменшення глибини і тривалості провалів напруги, регулювання напруги у споживача. У загальному випадку АФ являють собою джерело реактивного струму навантаження основної частоти, ВГ і ІГ і призначені для їх компенсації. В якості АФ використовуються інвертори напруги, побудовані на тиристорах або транзисторах. Амплітуда і фаза незалежного джерела напруги змінюються по заданому закону і забезпечують необхідну вихідна напруга. Ця схема дозволяє не тільки мінімізувати ВГ і ІГ, а й забезпечувати регулювання напруги у споживача. Активний фільтр інжектуюється в протифазі присутні в ланцюзі живлення навантаження гармоніки таким чином, що лінійний струм I_s виходить синусоїдальним.

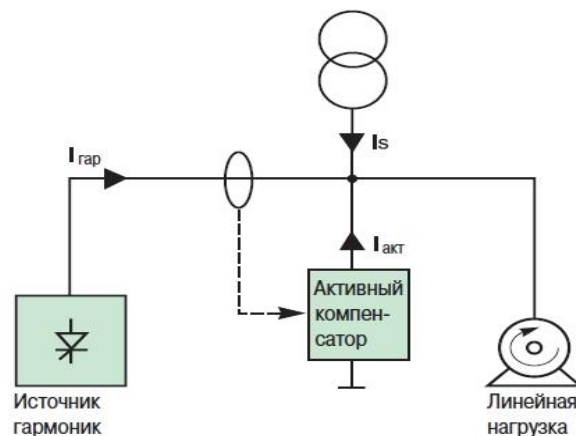


Рис 4.7 Схема використання активного фільтру

4.4.3 Гібридні фільтри

Вищеописані типи пристроїв можуть бути об'єднані в один пристрій – комбінований фільтр (рис. 4.8). Це нове рішення фільтрації дозволяє поєднувати переваги існуючих рішень і охопити широкий спектр потужностей і робочих характеристик.

Альтернативне рішення, що дозволяє знижувати витрати на поліпшення ЯЕ за допомогою активної фільтрації, полягає у використанні гібридних фільтрів, в яких АФ включається паралельно або послідовно з ФКП. При цьому ФКП налаштовується на частоти найбільш значущих ВГ, а АФ забезпечує додаткове зниження несинусоїдальності; в цьому випадку потрібна значно менша встановлена потужність АФ. Гібридний фільтр, в ланцюгах якого використовуються АФ, включені послідовно і паралельно, називається кондиціонером якості електроенергії.

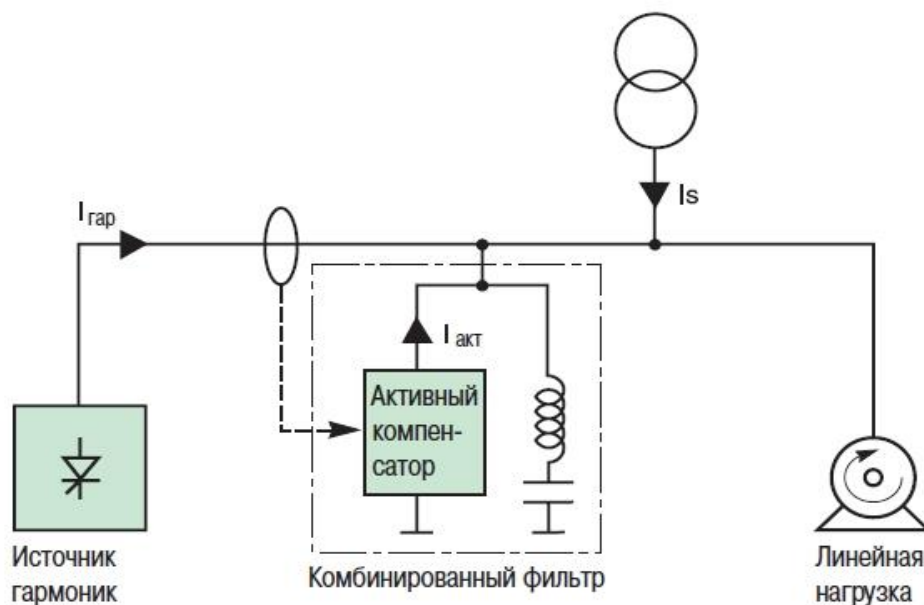


Рис 4.8 Схема використання гібридного фільтра

ВИСНОВКИ

Об'єктом дослідження в дипломному проекті є підйомні установки вугільних шахт.

У дипломній роботі поставлена і вирішена завдання обґрунтування застосування в умовах вугільної шахти заходів щодо регулювання графіка електричних навантажень підйомних установок.

Суть пропонованого технічного рішення - застосування шахтних підйомних установок у якості споживача-регулятора та розробка можливостей для обмеження роботи підйомних установок у часи ранкового та вечірнього максимуму енергосистеми.

У проекті дана загальна оцінка організаційним та технічним заходам, пов'язаних з регулюванням режимів електроспоживання основних технологічних комплексів шахти.

Обґрунтовано один з основних заходів щодо оптимізації добового графіка електричних навантажень шахти – установка акумулюючі бункерів для накопичення вугілля в часи максимальних навантажень енергосистеми.

Новизна і актуальність ухваленого проектного рішення полягає в застосуванні сучасних систем керування електроприводами підйомних установок для можливостей управління режимами електроспоживання підйомних установок. Виконано розрахунок економічної доцільності встановлення акумулюючі бункерів.

Запропоновані рішення приведуть до зниження споживання електроенергії шахти в часи максимальних навантажень енергосистеми, зниженню втрат потужності та енергії в електричних мережах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648с.
- 2 Справочник по электроустановкам угольных предприятий. Электроустановки угольных разрезов и обогатительных фабрик / Ш.Ш. Ахмедов, А.Г. Кузьмичев, Ю.Т. Разумный и др.; под ред. В.В. Дегтярева. – М.: Недра, 1988. – 440с
- 3 Электрификация горных работ / М.М.Белый, В.Т.Заика, Г.Г.Пивняк и др.; под ред. Г.Г.Пивняка. – М.: Недра, 1992. – 383с.
- 4 Справочник по электроустановкам угольных предприятий. Электроустановки угольных шахт / В.Ф. Антонов, Ш.Ш.Ахмедов, С.А.Волотковский и др.; под ред. В.В.Дегтярева, В.И.Серова, Г.Ю.Цепелинского.- М.: Недра, 1988. – 727с.
- 5 Электрификация открытых горных работ/ С.А.Волотковский, В.И.Щуцкий, Н.И.Чеботаев и др. – М.: Недра, 1987. – 332с.
- 6 Электрификация открытых горных работ/ С.А.Волотковский, Б.П.Белых, В.А.Бунько и др. – М.: Недра, 1972. – 472с.
- 7 Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648с.
- 8 Основы энергоснабжения горных предприятий / С.А.Волотковский, А.И.Курьян, С.Р.Маймин и др.; под ред. С.А.Волотковского. – К.: Вища школа, 1978.- 271с.
- 9 Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. В двух томах. Том 1. Электроснабжение / А.В.Алистратов, В.Я.Бобров, О.А.Бушуева и др.; под ред.А.А.Фёдорова.-М. Энергоатомиздат, 1986. – 568с.

- 10 Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. В двух томах. Том 2. Электрооборудование / А.Н.Барсуков, С.С.Бодрухина, Ф.К.Бойко и др.; под ред. А.А.Фёдорова.-М. Энергоатомиздат, 1987. – 592с.
- 11 Чулков А.Н. Электрификация карьеров. - М.: Недра, 1974. - 344с.
- 12 Озерной М.И. Электрооборудование и электроснабжение подземных выработок угольных шахт. – М.: Недра, 1975. – 448с.
- 13 Дорошев К.И. Комплектные распределительные устройства 6-35 кВ.- М.: Энергоиздат, 1982.-376с.
- 14 Тімаков П.И., Наумов И.К. Технология, механизация и организация открытых горных работ. – М.: Московский горный институт, 1992. – 464с.
- 15 Электрическая часть электростанций и подстанций / И.П. Крючков, Н.Н. Кувшинский, Б.Н. Неклепаев; под ред. Б.Н. Неклепаева. – М.: Энергия, 1978. - 456с.
- 16 Смирнов А.Д., Антипов К.М. Справочная книжка энергетика. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 568с.
- 17 Охорона праці / К.Н. Ткачук, А.О. Гурін, П.В. Бересневич та ін.; за ред. К.Н.Ткачука. – К., 1998. – 320с.
- 18 Ермилов А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 208с.
- 19 Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. – М.: Высшая школа, 1991. – 496с.
- 20 «УСТАНОВКИ КОНДЕНСАТОРНЫЕ» Техническое описание и инструкция по эксплуатации