

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Інститут Електроенергетики

(інститут)

Електротехнічний факультет

(факультет)

Кафедра електропривода

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА кваліфікаційної роботи ступеню магістра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Марченка Антона Володимировича

(ПІБ)

академічної групи 141-19м-4

(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації _____

за освітньо-професійною програмою Модернізація електропривода шахтної підйомної машини
БЦК 9/5х2,5

(назва за наказом ректора)

| Керівники | Прізвище, ініціали | Оцінка за шкалою | | Підпис |
|---------------------------|-----------------------|------------------|---------------|--------|
| | | Рейтинговою | інституційною | |
| кваліфікаційної роботи | Балахонцев О.В. | | | |
| розділів: | | | | |
| Спеціальна частина | Балахонцев О.В. | | | |
| Економічна частина | Тимошенко Л.В. | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Рецензент | | | | |
| Нормоконтролер | Казачковський М.М. | | | |

Дніпро
2020

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
електропривода
(повна назва)

_____ Казачковський М.М.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня магістра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студенту Марченко А.В. академічної групи 141-19М-4
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

спеціалізації¹ _____

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(офіційна назва)

на тему: Модернізація електропривода шахтної підйомної машини БЦК9/5×2,5.

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № _____

| Розділ | Зміст | Термін виконання |
|--------|-------------------------------------|------------------|
| 1 | ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | |
| 2 | АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД | |
| 3 | ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ | |
| 4 | ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ | |

Завдання видано _____
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 2 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

РЕФЕРАТ

Реферат на тему «Модернізація електропривода шахтної підйомної машини БЦК 9/5x2,5». Розрахункова частина складається з розділів.

У розділі «Технологічна частина» описані: основні технічні дані ШПУ, призначення механізму, режим роботи електрообладнання.

У розділі «Автоматизація» описані пристрої, які були обрані для автоматизації, а також розглянуті датчики, які були успішно застосовані, розроблена програма для забезпечення автоматизації.

У розділі « Дослідження динаміки» були описані особливості систем управління та особисті визначення параметрів підсистеми регулювання швидкості . Також була складена модель двухзонного електроприводу з активним навантаженням.

У розділі «Техніко-економічне обґрунтування» зроблено розрахунок капітальних витрат на реалізацію проекту, розрахунок експлуатаційних витрат.

ШПУ, ТИРИСТОРНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЕЛЕКТРОПРИВОД, НАВАНТАЖУВАЛЬНА ДІАГРАМА

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 3 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ЕП.МР.20.12. .ПЗ

Арк.

4

| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| | | | | |

ABSTRACT

Abstract on the topic "Modernization of the electric drive of the mine hoisting machine BCC 9 / 5x2,5". The calculation part consists of sections.

The section "Technological part" describes: the main technical data of the SPU, the purpose of the mechanism, the mode of operation of electrical equipment.

The section "Automation" describes the devices that have been selected for automation, as well as considered the sensors that have been successfully used, developed a program for automation.

The section "Dynamics Research" described the features of control systems and personal determination of the parameters of the speed control subsystem. A model of a two-zone electric drive with an active load was also compiled.

In the section "Feasibility study" the calculation of capital costs for project implementation, calculation of operating costs.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 5 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис механізму

1.2 Вимоги до електроприводу

РОЗДІЛ 2. АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД

2.1 Розрахунок потужності

2.2 Вибір електродвигуна

2.3 Вибір і опис типу перетворювача

2.4 Загальні відомості

2.5 Обґрунтування необхідності автоматизації

2.6 Вибір програмного логічного контролера

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ

3.1 Особливості системи управління

3.2 Особливості визначення параметрів підсистеми регулювання швидкості розрахунок капітальних затрат

РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

4.1 Розрахунок капітальних витрат

4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

4.3 Розрахунок експлуатаційних витрат за базових варіантів

4.4 Визначення річної економії від модернізації проекту

4.5 Визначення та аналіз показників ефективності

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 6 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Вступ

Підйомна установка - найбільш відповідальна і складна ланка в технологічному комплексі шахти, що забезпечує транспортування людей і вантажів по шахтному стовбуру. Складність їх обумовлена тим, що електрична схема підйомної машини повинна виконувати безліч контрольних і захисних функцій і забезпечувати автоматичне керування потужним приводом постійного або змінного струму при значній, змінній за рівнем навантаження для підтримки з великою точністю заданої швидкості судини на всіх ділянках його руху.

Потужність електричних приводів сучасних підйомних машин досягає 10 000 кВт, а загальна маса вантажу, що піднімається 120-130 т, при глибинах підйому, що перевищують 2000 м. Швидкість руху скіпа при глибоких стовбурах становить близько 20 м / с, при точності його зупинки ± 200 мм.

Особлива відповідальність функціонування цього об'єкта пов'язана з необхідністю забезпечити високий рівень надійності і безпеки експлуатації підйомних машин. Оскільки відмова їх механічних або електричних вузлів може привести не тільки до великих матеріальних втрат, викликаних простоем всього підприємства, а й до травмування людей, і опрацюванням окремих питань автоматизації електроприводу підйомної установки в системі ТП-Д.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 7 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1 Технологічна частина

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 8 |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

Підйомна установка складається з підйомного обладнання і гірничо-технічних споруд.

До підйимального устаткування відносяться: підйомні машини, підйомні посудини і канати, розвантажувальні і завантажувальні пристрої і ін.

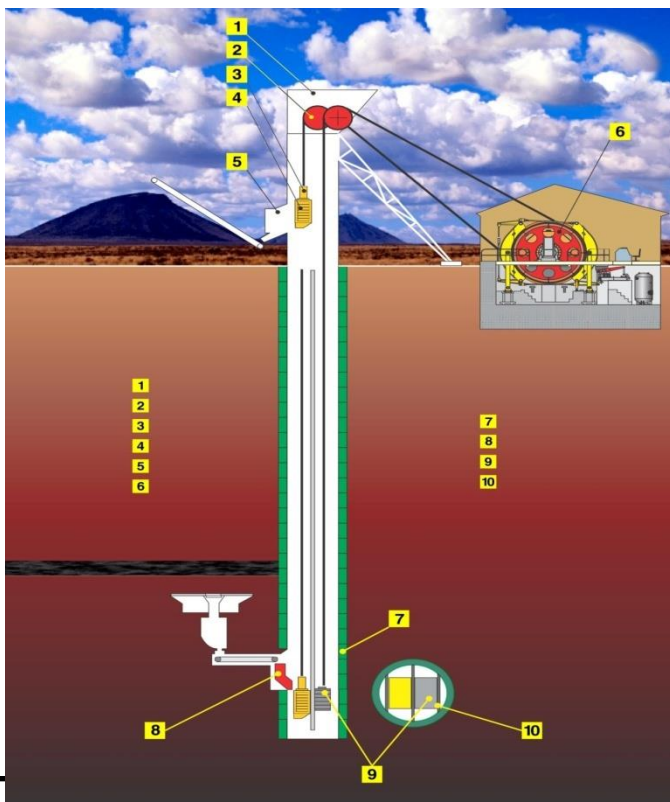
До гірничо-технічних споруд відносяться:

1) споруди, розташовані в приствольному дворі (вантажно-ний бункер і камера для перекидача при скиповом підйомі або при-емная майданчик при клітьовому підйомі);

2) ствол шахти, обладнаний направляючими провідниками для клітей і скіпів при вертикальному підйомі та коліями для ва-гонеток і скіпів при похилому підйомі;

3) надшахтні споруди, що складаються з копра і приймального Бункера для розвантаження підйомних посудин; при обладнанні підйому не перекидними клітьями замість приймального бункера споруджується надшахтну будівля з прийомними майданчиками і відкатувальними шляхами.

4) На рис. 1. показані схеми підйомних установок



- 1 - надшахтний копер;
- 2 - копрові шківни;
- 3 – підвісний пристрій;
- 4 - скіп;
- 5 – розгрузочний пристрій;
- 6 – шахтна під’ємна машина;
- 7 – армування стовбура;
- 8 – пристрій для загрузки скіпів
- 9- противага
- 10 – направляючі провідники.

ЕЦ.МР.20.12. .ЛЗ

Арк.

9

| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|
| | | | | |

Рис. 1.1 – Схема підйомної клітьової установки для вертикальних стволів

Над стволом шахти встановлюється надшахтних копер 1, на верхньому майданчику яким укріплені два напрямних (копрових) шківів 2. Підйом і спуск клітей 3 (рис. 1.2, а) і скіпів 4 (рис. 1.2, б) проводиться підйомною машиною 5, що знаходиться в окремій будівлі 6, розположеній на відстані 20 - 40 м від копра. Підйомні канати 7 перекинуті через напрямні шківів і одним кінцем прикріплені до барабана підйомної машини, а іншим - до шахтної кліті або скіпу.

При обертанні барабана підйомної машини один канат навивається на нього, піднімаючи кліть з шахти, а інший звивається, опускаючи другу кліть в шахту. Підйомні посудини одночасно завантажуються в шахті і розвантажуються на поверхні на спеціальних приймальних майданчиках.

В підйомних установках, обладнаних неопрокідними клітьми, навантажені вагонетки на нижній приймальному майданчику вкочується в кліть, виштовхуючи з неї порожні вагонетки, і піднімаються по стовбуру до верхнього приймального майданчика в надшахтній будівлі, де навантажені вагонетки викочуються з кліті, а порожні вагонетки вкочується в неї. Потім процес обміну вагонеток на приймальних майданчиках повторюється.

В підйомних установках, обладнаних скипами, навантажені вагонетка розвантажуються в приствольному дворі за допомогою перекидача 8 в завантажувальний пристрій 9, звідки вугілля завантажуються в скіпи. Потім скіпи піднімаються по стовбуру на поверхню і в надшахтній будівлі автоматически розвантажуються в розвантажувальний пристрій. Скіпи так само, як і кліті, рухаються в стовбурі по напрямних провідникам.

Навколостолові споруди похилій скіпової підйомної установки складаються з камери перекидача і завантажувального бункера з затвором. скіпи рухаються по похилому стволу, а на поверхні - по естакаді або верстата копра. На поверхні скіп входить в розвантажувальні криші і розвантажуються в приймальний бункер. Опорою похилої естакади служить металева ферма з

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 10 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

укріпленими на ній напрямними шківками. Підйомна машина знаходиться в окремій будівлі.

1.2 Вимоги до електроприводу

Підйомні установки призначені для видачі на поверхню вугілля, що видобувається і отримується при проходці гірських виробок породи, швидкого і безпечного спуску і підйому людей, транспортування кріплячих лісів, гірничо-шахтного устаткування і матеріалів. За допомогою підйомної установки виробляються також огляд і ремонт армування і кріплення стовбура шахти. На великих шахтах, як правило, є дві - три діючі підйомні установки, і кожна з них призначена для певних цілей (видачі вугілля, спуску-підйому людей, видачі породи і т. д.), а не є резервом інший. Від надійної, безперебійної та продуктивної роботи шахтного підйому залежить ритмічна робота всієї шахти в цілому, тому до підйомних установок (з усього комплексу електромеханічного обладнання шахти) пред'являють особливі вимоги щодо надійності і безпеки роботи.

Підйомні машини є найбільш потужними з усього стаціонарного обладнання на шахті. Потужність електроприводу підйомної машини досягає 1000 кВт, а великих - 2000 кВт і вище. Електропривод під'ємних установок споживає до 40% всієї електроенергії, що витрачається шахтою.

Швидкість руху підйомних посудин у стволі досягає 15 - 20 м / сек (54 - 72 км / год), т. Е. Близька до швидкості руху поїздів. Так як така швидкість розвивається на коротких відстанях (рівних довжині шахтного стовбура), підйомні машини повинні мати на-надійно управління і безвідмовно діючі гальмівні пристрої.

Призначення підйомної установки. За цією ознакою підйомні установки підрозділяються на наступні:

а) головні або вантажні, службовці для підйому корисної копалини на шахтах або обслуговуючі основні вантажопотоки розкривних порід і корисної копалини на кар'єрах;

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 11 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

б) допоміжні (людські і грузолюдские), службовці для підйому і спуску людей, матеріалів і устаткування, а також для підйому з шахти супутніх гірських порід;

в) тимчасові або прохідницькі, використовувані тільки на період будівництва шахтного стовбура, а в ряді випадків і для проходки основних виробок околостовбурного двору.

Тип підйомної посудини. Ця ознака у великій мірі визначає характер взаємодії канатного підйому з іншими ланками транспорту комплексу гірничого підприємства, а також вид вантажно-розвантажувальних операцій на стиках транспортних ланок. З цього признаку розрізняють три типи підйомних установок:

- а) Клітьові;
- б) скіпові;
- в) бадьєві.

Кількість підйомних посудин, що приводяться в рух однією підйомною машиною. За цією ознакою підйомні установки можна поділити на три типи:

а) двухсосудні, які передбачають приведення в рух одночасно двох судин однієї підйомної машиною (навантажений посудину піднімається, порожній в цей же час опускається);

б) однососудні без противаги, коли підйомна машина приводить в рух одну гілку каната з приєднаним до нього підйомним посудиною (рис. 1.1, а);

в) однососудні з противагою, в яких до кінця однієї з двох гілок канатів замість судини підвішується противага (рис. 1.1, б).

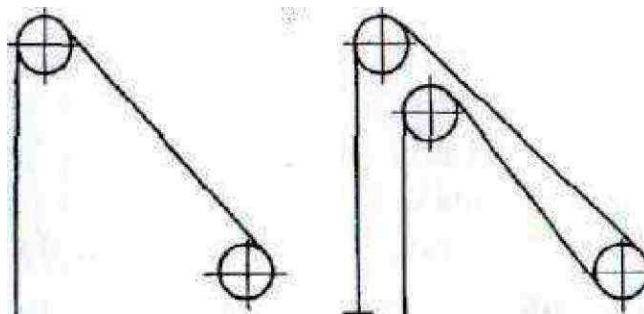


Рис. 1.2 - Схеми підйомних установок:

а - односудной; б - односудной з противагою

Тип канатоведучого органу підйомної машини. З цього прикладу, що відбиває спосіб передачі рушійного зусилля канату, под'ємні установки підрозділяються на два класи:

а) барабанні, для яких характерний жорсткий зв'язок між канатом і навивальним органом (барабаном), а приведення каната в рух проводиться шляхом його навивки на поверхню барабана або звивання з вказаною поверхні;

б) зі шківми тертя, коли канат огинає канатоведучий орган і не пов'язаний з ним жорстко, а приводиться в рух за допомогою сил тертя між поверхнею шківа і поверхнею притиснутого до шківа каната.

Залежно від форми навивальні поверхні барабани можуть бути постійного радіуса навивки (циліндричні барабани) і змінного радіуса (подвійні конічні і біціліндроконіческі). У свою чергу, шківви тертя поділяють на одноканатні і багатоканатні. В останньому випадку підйомна посудина підвішується до комплекту з декілька канатів, що приводяться в рух одним багатоканатні шківвом тертя

Опис конструкції шахтної підйомної установки і технологічного циклу підйому

Робота підйомної установки характеризується циклічністю, тобто поруч змінюваних циклів, наступних один за одним. У свою чергу кожен цикл можна розбити на чотири основні періоди: розгін, рівномірний рух, уповільнення до повної зупинки і пауза. Щоб забезпечити необхідну продуктивність рудничного підйому, кожен цикл повинен укладатися в певний, наперед заданий час. Для цього необхідно витримувати розрахункові значення прискорення і уповільнення, максимальної швидкості і паузи, тобто витримувати задану діаграму швидкості. Діаграма швидкості підйому - це залежність швидкості руху підйомних посудин від часу.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 13 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Залежно від призначення, виду і вантажопідйомності підйомних посудин, числа горизонтів і відстані між ними діаграми швидкості можуть бути трьох, п'яти, шести і семіперіодними. Найбільш прості трьохперіодні діаграми доцільно застосовувати для клітьових підйомних установок з одноповерховими неопрокідними клетями при гойдаються прийомних площадках. Найбільш складні шести і семіперіодні діаграми швидкості необхідні при вантажному підйомі з перекидними скипами або клетями. Це пояснюється необхідністю обмеження швидкості руху підйомних посудин в розвантажувальних кривих.

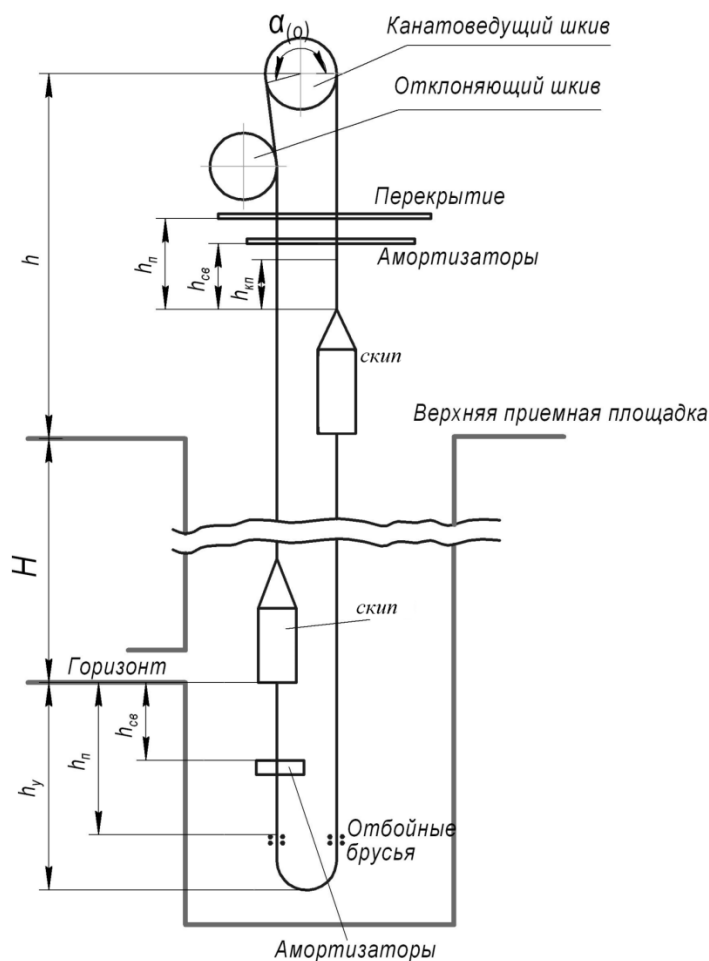


Рис. 1.3 - Головна підйомна установка

Головною підйомною установкою є скіповий ствол, який призначений для видачі видобутої корисної копалини і обладнуються для цього скіпами.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. ЛЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 14 |

На рис. 1.3 показана головна підйомна установка вертикальних стволів.

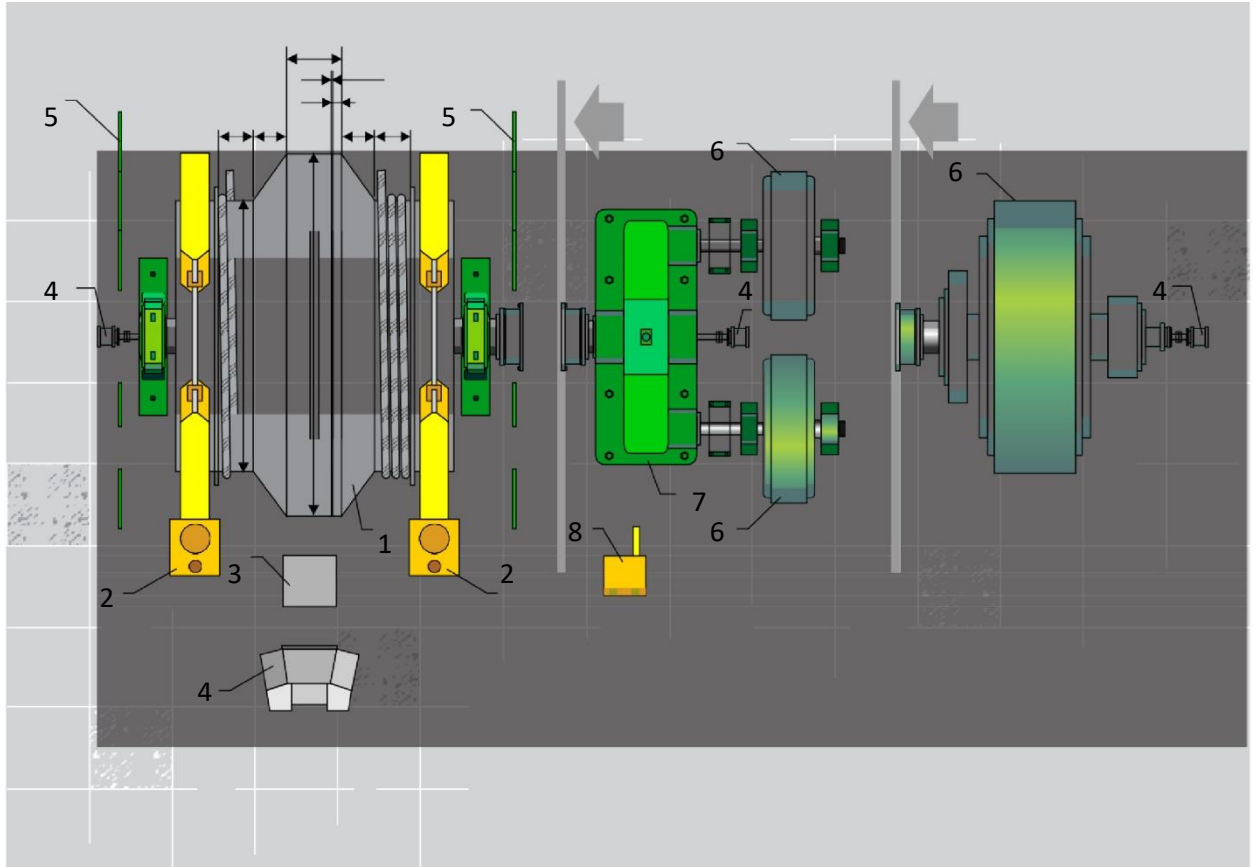


Рис. 1.4 – Видгляд біциліндроконічної машини :

1-барaban, 2-тормозна система, 3-система управління тормозом, 4-апаратура управління та контролю хода, 5-огороження, 6-підйомні електродвигуни, 7-механізм привода, 8-мастильна станція системи змащення.

Підйомні машини з одним біциліндроконічним розрізним барабаном застосовуються для одношарової навивки каната на двох скіпових і двох клітьових підйомах, а також для однососудних підйомів з противагою на глибоких шахтах і рудниках. Відмінною особливістю машин є біциліндроконіческа форма барабана, яка дозволяє врівноважити систему

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 15 |

підйому (усунути або послабити вплив маси головних канатів) без застосування врівноважує каната і спростити обслуговування підйомної установки при меншій кількості канатів (В порівнянні з багатоканатними і іншими типами машин). Машини можуть мати праве або ліве розташування приводу, при цьому конструкція їх не відрізняється (ліва частина барабана-заклиненому, права-переставна), але в обох випадках правий канат повинен бути верхнім, а лівий-нижнім. Нижній канат, закріплений на заклиненому частини барабана, може навивається тільки до розрізу, тобто. до переставної частини барабана. Верхній канат, закріплений на переставної частини барабана, переходить через розріз. Підйомна машина повинна бути встановлена щодо копрових шківів таким чином, щоб вісь площини обертання копрового шківа верхнього канату була зміщена на 100-150мм від площини розрізу барабанів в сторону заклиненої частини барабана, чим забезпечується нормальний перехід каната через розріз з переставної частини барабана на заклиненому. Для забезпечення роботи машини двома підйомними посудинами з суміжних горизонтів і для регулювання довжини канатів при їх витяжці або обрубубування на випробування-заклиненому частини барабана (Що складається з циліндра малого діаметра, конуса і циліндра великого діаметра) з'єднана з валом-трубою жорстко, а інша-переставна (містить циліндр малого діаметра і конус), має можливість відносного кутового переміщення. При двухсосудном підйомі можливе обслуговування одного або одночасно декількох суміжних горизонтів. В останньому випадку відстань між горизонтами не повинно перевищувати робочої довжини каната на переставної частини барабана. Однососудний підйом з противагою дозволяє обслуговувати

ЕП.МР.20.12. .ЛЗ

Арк.

16

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|

кілька горизонтів без обмеження відстані між ними. Опис технологічного циклу роботи підйомної установки проведемо на прикладі шестіперіодної тахограми скіпового підйому (рис. 1.5). На першій ділянці 1 - 0 здійснюється рух опускається підйомного судини в розвантажувальних кривих. Причому прискорення на цій ділянці має бути таким, щоб швидкість сходу з кривих (точка 1) не перевищувала для скіпа 1,5 м / с, а для перекидний кліті - 2,5 м / с. На ділянці 1 - 2 після виходу підйомного судини з розвантажувальних кривих машина рухається з прискоренням, яке обмежується допустимими напруженнями в вузлах підйомної машини і визначає перевантажувальну здатність підйомного двигуна. Це прискорення за діючими нормами не повинна перевищувати для вертикального вантажного підйому 1,2 м / с². На ділянці 2 - 3 підйомні посудини рухаються з максимальною швидкістю, а на ділянці 3 - 4 з уповільненням, поки швидкість не досягне величини, допустимої для входу в розвантажувальні криві (точка 4). Ця швидкість також нормується і не повинна перевищувати 1,5 м / с. Ділянка 4 - 5 відповідає руху скіпа, перекидний кліті в розвантажувальних кривих. Цей рух має відбуватися зі швидкістю $v_{P.K} = 0,6 \pm 0,3$ / с. Швидкість дотягування використовується і в НЕ перекидних клітях для компенсації похибки системи управління. На ділянці 5 - 6 відбувається процес остаточного зупину. Ділянка 6 - 7 відповідає паузі між двома сусідніми періодами підйому. Пауза визначається конструкцією розвантажувально-навантажувальних пристроїв при спуску-підйомі вантажів.

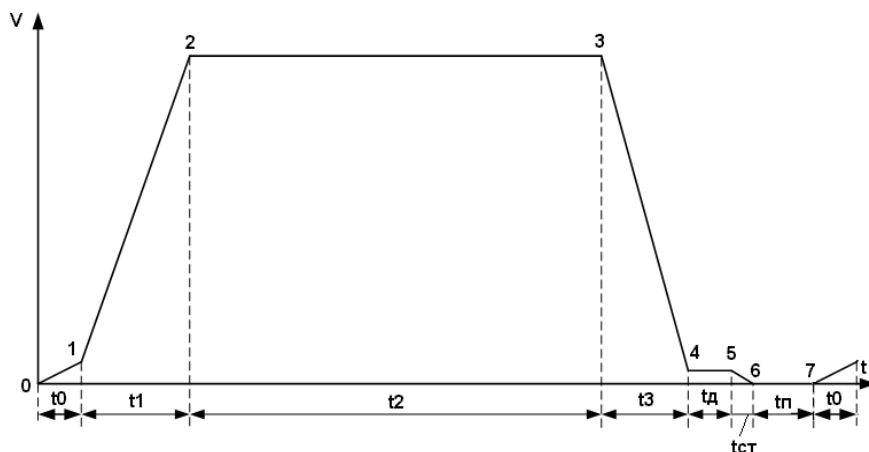


Рис. 1.5. Тахограма підйомної машини

ЕП.МР.20.12. ЛЗ

Арк.

17

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

2. АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВІД

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 18 |

2.1 Розрахунок потужності

Вихідні дані:

| Параметр | Символ | Одиниці вимірювання | Значення |
|---|-----------------------|---------------------|----------|
| Висота підйому | H_1 | М | 2145 |
| Висота пере підйому | H_2 | М | 24 |
| Довжина провисання канату, який зрівноважує | H_3 | М | 12 |
| Радіус канатонамотуючого шкіфа (барабана) | R_6 | М | 4,5 |
| Допустима швидкість підйому | v_{max} | м/с | 16 |
| Вага корисного навантаження (загрузка) | $m_{згру}$ зки | Т | 60 |
| Вага скіпа | $m_{скип}$ | Т | 64 |
| Вага противаги | $m_{проти}$ вовеса | Т | 56 |
| Питома вага головного канату | $\rho_{гл.кан}$ | кг/м | 113 |
| Питома вага канату, який урівноважує | $\rho_{уравн.кан}$ | кг/м | 110,5 |
| Момент інерції двигуна | $J_{двиг}$ | $т*м^2$ | 14 |
| Момент інерції | $J_{бараба}$ | $т*м^2$ | 32 |

| | | | |
|---------------------------------|---|--|--|
| канатонамотуючого (барабана) | h | | |
|---------------------------------|---|--|--|

Підйомна установка працює в автоматичному режимі. Робочий цикл механізму складається з підйому скіпа з завантаженням (вугіллям), паузи, спуску порожнього скіпа, паузи.

Навантажувальна діаграма ШПУ є залежністю величини зусилля на валу приводного двигуна від горизонту (висоти підйому скіпа) h . Зі зміною горизонту, змінюється довжина гілок головного і врівноважує скіпа.

Під час підйому скіпа, проти руху діють моменти, які обумовлені вагою наагрузці $M_{нагрузки}$ скіпа $M_{скіп}$, гілок головного $M_{кан.гл.скіп}(h)$ на врівноважує $M_{кан.уравн.скіп}(h)$ канатів, які перебувають з боку:

$$M_{+}(h) = M_{скіп} + M_{загр} + M_{кан.гл.скіп}(h) + M_{кан.уравн.скіп}(h) + M_{тр}$$

Ця складова залежить від того, чи є завантаження в підйомному посудині. Під час спуску порожнього скіпа. $M_{загр} = 0$

Під час підйому скіпа руху сприяють сили, обумовлені противагою, а так само гілками головного і врівноважує канатів, які перебувають з його боку: $M_{-}(h) = M_{противаги} + M_{кан.гл.против}(h) + M_{кан.уравн.против}(h)$

Слід також взяти до уваги момент тертя $M_{тр}$, який діє проти руху приводу в усіх режимах.

Результуючий статичний момент на канатонамотівуюшого шківів визначається через різницю зазначених моментів

$$M_C(h) = M_{+}(h) - M_{-}(h) + M_{тр}$$

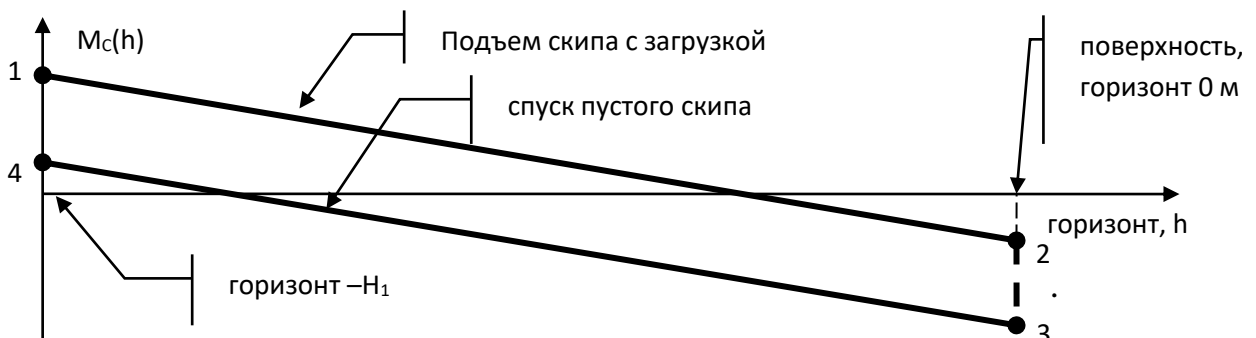


Рис. 2.1 Статичний момент двохскіпової шахтної підйомної установки.

Моменти в точках 1-4 визначаються наступним чином:

Точка 1: скіп знаходиться в положенні -Н1 (на максимально глибокому горизонті), завантажений. Противага знаходиться на поверхні (горизонт 0 м).

Момент з боку головної гілки каната:

$$M_{+}^{(1)} = \left[\left(m_{загр} + m_{скін} \right) \cdot g + \rho_{гл.кан} \cdot (H_1 + H_2) \cdot g + \rho_{урівн.кан} \cdot H_3 \cdot g \right] \cdot R_{\sigma} = \\ = [(122000 + 128000) \cdot 9.8 + 113 \cdot (1825 + 24) \cdot 9.8 + 110.5 \cdot 12 \cdot 9.8] \cdot 4.5 = 20297.6 кН$$

Момент з боку гілки каната, який врівноважує:

$$M_{-}^{(1)} = \left[m_{против} \cdot g + \rho_{гл.кан} \cdot H_2 \cdot g + \rho_{урівн.кан} \cdot (H_1 + H_3) \cdot g \right] \cdot R_{\sigma} = \\ = [110000 \cdot 9.8 + 113 \cdot 24 \cdot 9.8 + 110.5 \cdot (1825 + 12) \cdot 9.8] \cdot 4.5 = 13922.8 кН$$

Результуючий статичний момент:

$$M_C^{(1)} = M_{+}^{(1)} - M_{-}^{(1)} = 20297.6 - 13922.8 = 6374.8 кН$$

Точка 2: скіп знаходиться у верхньому положенні, (горизонт 0 м) все ще завантажений. Противага знаходиться на горизонті - Н1.

Момент з боку головної гілки каната:

$$M_{+}^{(2)} = \left[\left(m_{загр} + m_{скін} \right) \cdot g + \rho_{гл.кан} \cdot H_2 \cdot g + \rho_{урівн.кан} \cdot (H_1 + H_3) \cdot g \right] \cdot R_{\sigma} = \\ = [(122000 + 128000) \cdot 9.8 + 113 \cdot 24 \cdot 9.8 + 110.5 \cdot (1825 + 12) \cdot 9.8] \cdot 4.5 = 20098.4 кН$$

Момент з боку гілки каната, який врівноважує:

$$M_{-}^{(2)} = m_{против} + \left[\rho_{гл.кан} \cdot (H_2 + H_1) \cdot g + \rho_{урівн.кан} \cdot H_1 \cdot g \right] \cdot R_{\sigma} = \\ = 110000 + [113 \cdot (24 + 1825) \cdot 9.8 + 110.5 \cdot 1825 \cdot 9.8] \cdot 4.5 = 18217.5 кН$$

Результуючий статичний момент:

$$M_C^{(2)} = M_{+}^{(2)} - M_{-}^{(2)} = 20098.4 - 18217.5 = 1880.9 кН$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 21 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Точки 3 і 4 відповідають крайнім положенням порожнього скіпа.
Момент з боку гілки канату, який врівноважує в цьому положенні незмінною.
отже:

$$M_{-}^{(3)} = M_{-}^{(2)}, M_{-}^{(4)} = M_{-}^{(1)}.$$

При розрахунку результуючих моментів з боку головної гілки каната в точках (3) і (4), необхідно скористатися формулами і відп., Приймавши в цих рівняннях. $m_{загр} = 0$

точка 3

$$M_{+}^{(3)} = \left[\left(m_{загр} + m_{скіп} \right) \cdot g + \rho_{гл.кан} \cdot (H_1 + H_2) \cdot g + \rho_{урівн.кан} \cdot H_3 \cdot g \right] \cdot R_{\sigma} =$$

$$= [(122000 + 124000) \cdot 9.8 + 41 \cdot (1825 + 24) \cdot 9.8 + 110,5 \cdot 12 \cdot 9.8] \cdot 4,5 = 20297,6кН$$

$$M_{-}^{(3)} = m_{против} + \left[\rho_{гл.кан} \cdot (H_2 + H_1) \cdot g + \rho_{урівн.кан} \cdot H_1 \cdot g \right] \cdot R_{\sigma} =$$

$$= 110000 + [113 \cdot (24 + 1825) \cdot 9.8 + 110,5 \cdot 1925 \cdot 9.8] \cdot 4,5 = 18217,5кН$$

$$M_C^{(3)} = M_{+}^{(3)} - M_{-}^{(3)} = 20297,6 - 18217,5 = 2080,1кН$$

точка 4

$$M_{+}^{(4)} = \left[\left(m_{загр} + m_{скіп} \right) \cdot g + \rho_{гл.кан} \cdot H_2 \cdot g + \rho_{урівн.кан} \cdot (H_1 + H_3) \cdot g \right] \cdot R_{\sigma} =$$

$$= [(122000 + 128000) \cdot 9.8 + 113 \cdot 24 \cdot 9.8 + 110,5 \cdot (1825 + 12) \cdot 9.8] \cdot 4,5 = 20098,4кН$$

$$M_{-}^{(4)} = \left[m_{против} \cdot g + \rho_{гл.кан} \cdot H_2 \cdot g + \rho_{урівн.кан} \cdot (H_1 + H_3) \cdot g \right] \cdot R_{\sigma} =$$

$$= [110000 \cdot 9.8 + 113 \cdot 24 \cdot 9.8 + 110,5 \cdot (1825 + 12) \cdot 9.8] \cdot 4,5 = 13922,4кН$$

$$M_C^{(4)} = M_{+}^{(4)} - M_{-}^{(4)} = 20098,4 - 13922,4 = 6176кН$$

Таким чином, здатність навантаження діаграма, тобто залежність швидкості і статичного моменту від часу, матиме вигляд

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. ЛЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 22 |

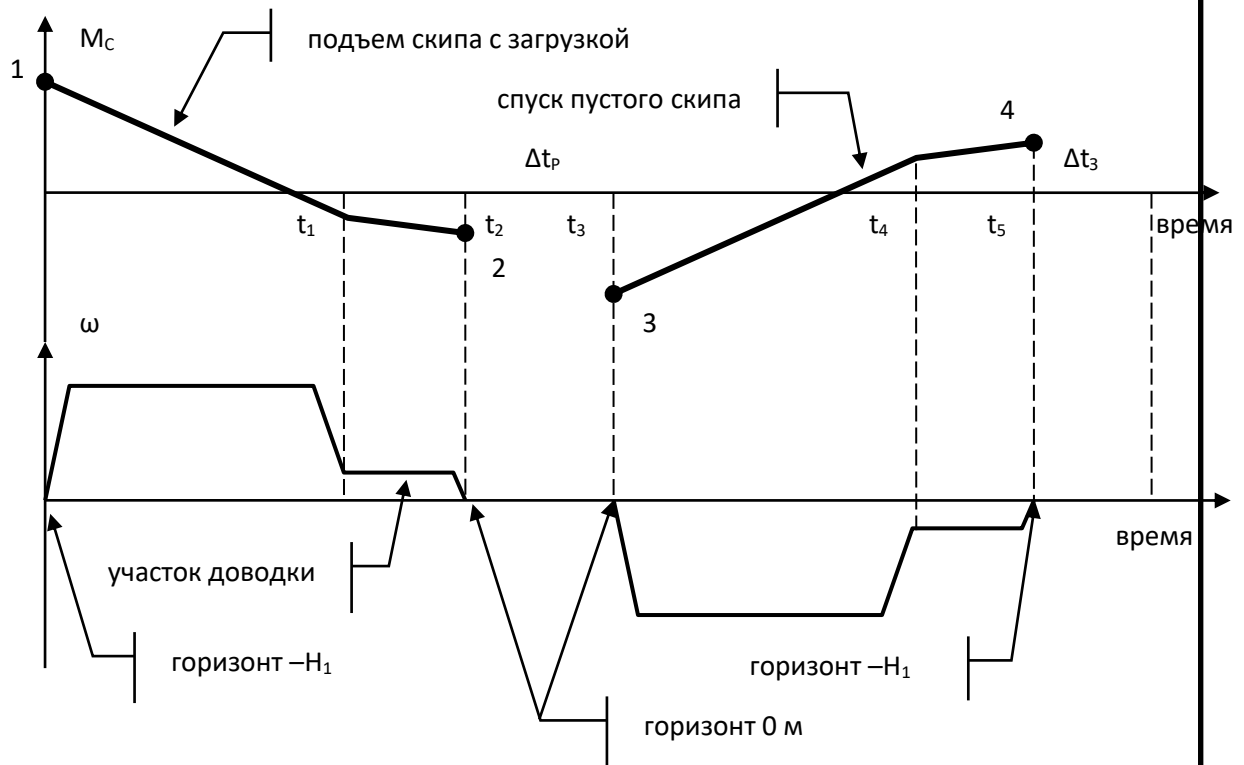


Рис. 2.2 Навантажувальна діаграма двохскіпової шахтної підйомної установки.

Злам у лінії статичного моменту пов'язаний з переходом на швидкість доведення. Під час руху приводу з меншою швидкістю статична завантаження змінюється з меншим темпом.

Приймаємо $t_p = 5$ сек. Звідси знаходимо прискорення:

$$a = \frac{V_{max}}{t_p} = \frac{16}{5} = 3.2 \text{ м/сек}^2$$

Після знаходження прискорення можемо визначити S_p розгону:

$$S_p = \frac{V_{max}^2}{2a} = \frac{256}{6,4} = 40$$

Час і відстань гальмування і розгону одно, $t_t = t_p = 5$ сек; $S_t = S_p = 24.2$ м

Так як відстань гальмування і розгону однакове, знаходимо проміжок усталеного відстані:

$$S_{уст} = H_1 - 2S_p = 1825 - 80 = 1745$$

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

Знаючи $S_{уст}$, можемо знайти $t_{уст}$, необхідне для подальших розрахунків і побудов:

$$t_{уст} = \frac{S_{уст}}{V_{max}} = \frac{1745}{16} \approx 109 \text{ сек}$$

Також: $t_{погр/вигр} = 10 \text{ сек}$

Далі визначаємо динамічний момент $M_{дин}$ за такою формулою:

$$M_{дин} = \frac{F_{дин} \cdot R_{\sigma}}{i \cdot \eta_{мех}}, \text{ де}$$

$$\eta_{мех} \approx 0.95;$$

$$i = 1;$$

$$\begin{aligned} F_{дин} &= m \cdot a = (m_{нагр} - m_{п.віткн}) \cdot a = \\ &= [(m_{скін} + m_{загрузки} + \mu \cdot H) - m_{скін}] \cdot a = \\ &= [(128000 + 122000 + 41 \cdot 1825) - 128000] \cdot 3,2 = 629,8 \text{ кН} \end{aligned}$$

$$M_{дин} = \frac{629,8 \cdot 4,5}{0.95} = 2983,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Знаючи значення перерахованих вище параметрів, будемо навантажувальну діаграму (відпрацювання половини циклу):

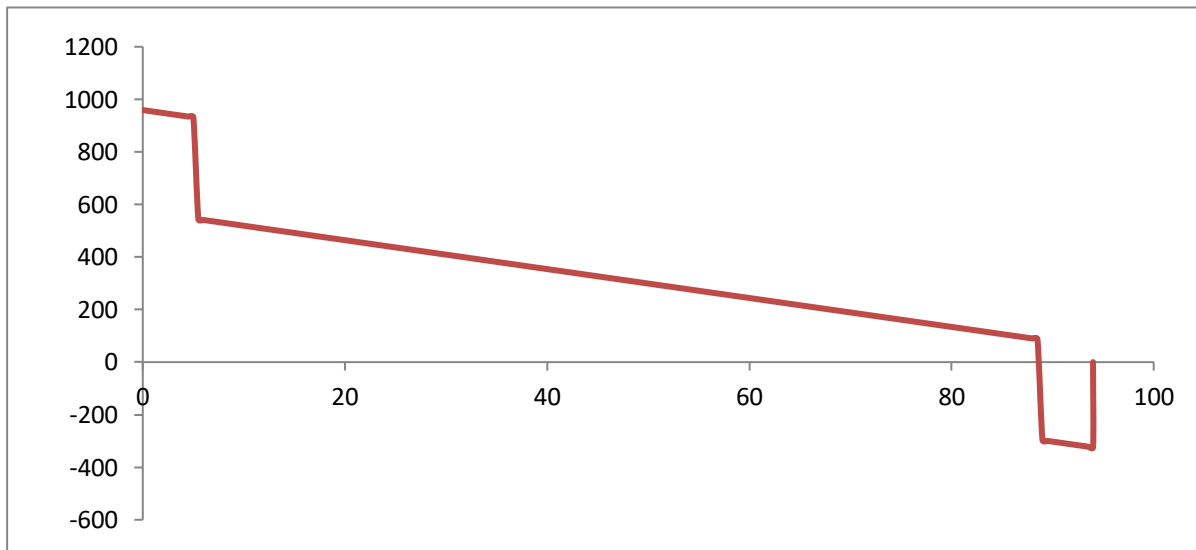


Рис 2.3 Навантажувальна діаграма

Далі знаходимо еквівалентний момент

$$M_{екв} = \sqrt{\frac{\sum M_i^2 \Delta t}{T_{ц}}} = 2677,7 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Звідси знаходимо результуючи потужність:

$$P_{рез} = M_{екв} \cdot \omega = 2677 \cdot 3,6 = 9639,7 \text{ кВт}$$

Де

$$\omega = \frac{V_{max}}{R_{б}} = 3,6$$

2.2 Вибір електродвигуна

За результуючим моментом, необхідної швидкості обертання валу двигуна і відповідно до даних каталогів заводів виробників підйомних електродвигунів вибирається двигун постійного струму СТД-10000-2УХЛ4

Призначений для комплектації механізмів металевої промисловості і шахтних підйомних машин. Виробник: завод «Електроважмаш» г. Харків.

- Характеристики:

Номинальна потужність: $P_{ном} = 13,3 \text{ МВт}$

Номинально напруга: $U_{ном} = 6000 \text{ В}$

Напруга включення: $U_B = 660/380$

Активний опір якорної ланки: $r_a = 0,017 \text{ Ом}$

Активний опір обмотки збудження: $r_b = 4,03 \text{ Ом}$

Номинальна частота обертання: $n_{ном} = 2500 \text{ об / хв}$

Максимальна частота обертання: $N_{макс} = 3000 \text{ об / хв}$

Номинальний струм обмотки збудження: $I_{в.ном} = 150 \text{ А}$

Номинальний струм якоря: $I_{я.ном} = 7250 \text{ А}$

Момент інерції: $J_{дв} = 182 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

Магнітний потік: $\Phi = 0,21 \text{ Вб}$

Кількість витків паралельних ланцюгів: $w = 130$

ККД: 98,5%

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 25 |

2.3 Вибір і опис типу перетворювача

Комплектний електропривод вибирають виходячи з номінального струму і напруги двигуна:

$$I_{np} \geq I_{\delta v} \quad 7900 \geq 7250 A$$

$$U_{np} \geq U_{\delta v} \quad 6600 \geq 6000 B$$

Вибираємо комплектний електропривод Siemens Sinamics SM120 CM для приводу головного руху з такими параметрами:

Ланцюг якоря:

$$I_{np.я} = 7900 A$$

$$U_{np.я} = 6600 B$$

Ланцюг збудження:

$$I_{np.в} = 450 A$$

$$U_{np.в} = 660 B$$

Загальний опис:

SINAMICS SM120 CM багаторівневий модулем активної лінії унікально підходить для промислових підприємств та забезпечує чудові характеристики при подачі енергії в мережу. SINAMICS SM120 CM є найкращим вибором для виконання специфічних вимог до застосування, які варіюються від необхідності відповідати суворим стандартам електромережі, швидко реагувати у випадку аварій на лінії, оскільки вона забезпечує зручну для лінії та поведінка, сумісна з мережею, і забезпечує роботу безтрансформаторних операцій.

Особливості:

Чудова продуктивність лінії завдяки вбудованій запатентованій Siemens топології M2C, привід забезпечує синусоїдальну форму хвилі напруги в електромережі. Гармоніки залишаються значно нижчими за загальносвітові вимоги до корисності.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 26 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Безтрансформаторний дизайн системи



Рис 2.4 Загальний вигляд електропривод постійного струму SIMOREG DC MASTER

SINAMICS SM120 CM забезпечує додаткові ключові переваги. Залежно від мережі та вхідної напруги приводу, багаторівневий модуль активної лінії може також працювати безпосередньо, підключений до джерела живлення лише лінійним реактором. Така безтрансформаторна конструкція системи економить простір та вагу, зменшує кабелі та не вимагає контролю трансформатора. Більш того, ефективність системи зростає.

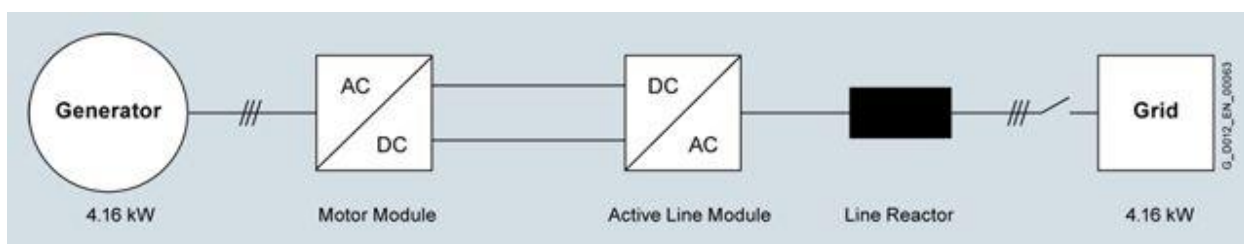


Рис. 2.5 Однолінійна схема SINAMICS SM120 CM з безтрансформаторною конструкцією системи.

2.4 Загальні відомості

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 27 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

На сьогоднішній день автоматизація виробництва є невід'ємною складовою розвитку сучасного суспільства, символом прогресу. Можливість створення автоматизованих виробництв і систем управління технологічним процесом, їх послідовна ув'язка по ієрархічних рівнях і інтегрування в єдину систему збору, обробки даних і оперативного управління дозволяють підвищити продуктивність, якість, безпеку, одним словом, підвищити ефективність всіх ланок виробництва. Автоматизація технологічних процесів в рамках одного процесу дозволяє організувати основу для впровадження комплексних систем управління підприємством.

Розглядаючи автоматизовані системи управління технологічним процесом (АСУ ТП), говорять про комплекс програмних і технічних засобів, призначених для автоматизації управління технологічним обладнанням на підприємствах. Під АСУ ТП розуміється комплексне рішення, що забезпечує автоматизацію основних технологічних операцій на виробництві. Термін «автоматизований» на відміну від терміна «автоматичний» підкреслює можливість участі людини в окремих операціях, як в цілях збереження людського контролю над процесом, так і в зв'язку зі складністю або недоцільністю автоматизації окремих операцій. Як правило, АСУ ТП має єдину систему операторського управління у вигляді пульта управління, засоби обробки та архівування інформації про хід процесу, типові елементи автоматики: ПЛК, виконавчі пристрої, датчики. Для інформаційного зв'язку підсистем використовуються промислові мережі. АСУ ТП отримали і отримують велике поширення, що пов'язано з підвищенням продуктивності праці при використанні даних систем.

2.5 Обґрунтування необхідності автоматизації

У зв'язку з особливою технологічної важливістю ШПУ в шахтному виробництві, великими розмірами збитку від аварій, а також високим рівнем вимог до безпеки підйому людей для управління такими установками допустимо застосування лише автоматизованих систем, які передбачають

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 28 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

обов'язкову участь людини. У міру вдосконалення систем автоматизації ШПУ обсяг функцій, виконуваних людиною, неухильно зменшувався, і в даний час за ним залишилися функції, що важко піддаються автоматизації або більш надійно виконуються людиною в штатної і особливо в нештатної ситуації, а також функції загального контролю ситуації і прийняття екстрених заходів .

Безпечна експлуатація шахтних підйомних машин в істотному ступені визначається надійною координацією дій обслуговуючого персоналу.

У розробках систем автоматизації ряду вітчизняних і зарубіжних фірм реалізується принцип модульної системи на основі польової шини. Практика експлуатації таких систем показує її ефективність, ергономічність і безвідмовність.

2.6 Вибір програмованого логічного контролера

У даній роботі здійснюється автоматизація контролю над важливими параметрами електродвигуна шахтної підйомної установки. Так як всі складові частини електроприводу є дорогими і мають високу важливість для підприємства, то усунення наслідків аварії буде дуже болючим і досить витратною справою, якщо враховувати що гірничодобувне підприємство веде безперервну видобуток вугілля. Тому стеження і попередження поломок може знизити ризик простою виробництва.

До числа контрольованих параметрів відносяться: напруга якоря, струм якоря, струм збудження, опір ізоляції (струм витоку), температура обмотки двигуна.

Оскільки в даний момент контроль параметрів двигуна здійснюється такими моделями датчиків, які мають похибку, малий час реагування, великі геометричні розміри, відсталу апаратну начинку і морально застарілі, то для контролю всіх величин доцільно використовувати останні на сьогоднішній день досягнення в області контрольованих велич, а саме :

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 29 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



Рис.2.6 - Датчик напруги дискретний ДНД-1

Призначення:

Датчик напруги дискретний ДНД-1 призначений для контролю наявності напруги в мережах постійного і змінного трифазного або однофазного.

Датчик використовується в системах автоматизації технологічних процесів спільно з контролерами.

Технічні дані:

Діапазон контрольованої напруги: 170 - 660 В

Вхідний струм: Не більше 2 мА

Час спрацювання Не більше 0,5 с

Здатність навантаження транзисторного ключа дискретного виходу:
24 В, 10 мА

Температура навколишнього повітря: від +5 до +50 °С

Ступінь захисту корпусу: IP31 по ГОСТ 14254

Габаритні розміри корпусу Не більше 85x79x25 мм

Пристрій і принцип роботи

Контрольоване напруга (трифазне або однофазне) через обмежують резистори надходить на три послідовно включених Оптотранзистори.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 30 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

При наявності напруги все три Оптотранзистори відкриті, дискретний вхід контролера замкнутий.

При відсутності напруги, хоча б на одній з фаз, Оптотранзистори даної фази закритий, дискретний вхід контролера розімкнута.

Для контролю однофазного напруги необхідно три фазні клеми датчика з'єднати між собою перемичками.

Датчик розміщується в щиті і кріпиться на DIN-рейку шириною 35мм.

Просторове положення датчика будь-яке.

Навколишнє середовище не повинно містити агресивних парів, газів, аеросуміші і бути вибухонебезпечною.

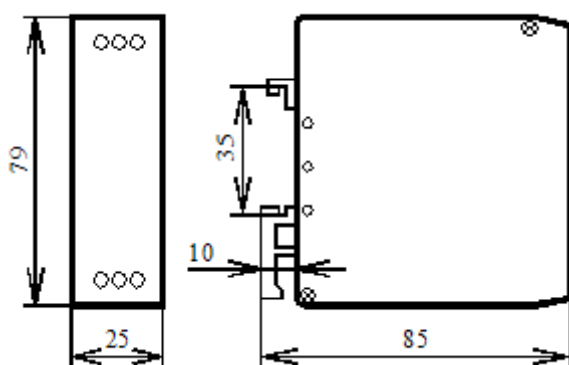


Рис. 2.7 – Загальний вигляд датчику ДНД-1

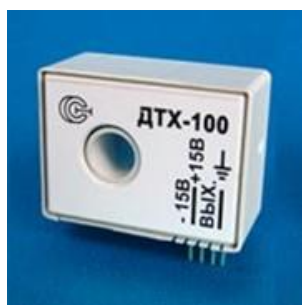


Рис. 2. - Датчик тока ДТХ-100-У

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ЕП.МР.20.12. .ЛЗ

Арк.

31

Перетворювачі сили струму вимірювальні ДТХ-У призначені для перетворення сили постійного і змінного струмів в ланцюгах, гальванічно ізольованих від харчування і виходу.

Перетворювачі складаються з замкнутого магнітопровода з обмоткою, датчиком Холла в його зазорі і друкованої плати з електронною схемою обробки сигналу, розміщених в ізольованому корпусі. Конструкція перетворювачів передбачає механічне кріплення.

Основні переваги датчика вимірювання постійного і змінного струму ДТХ-100-У

- гальванічна розв'язка
- можливість вимірювання постійних і змінних струмів
- різні варіанти вихідного сигналу
- магнітопровід ненасичений

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 32 |

| Параметр | Значення |
|---|------------------|
| Діапазон вимірюючих токів, А | 0...100 |
| АЧХ на рівні ± 3 дБ, Гц | не гірше 0-10000 |
| Вихідний ток (напруги) при нульовом вхідном току, мА (мВ) | $\pm 0,1$ (25) |
| Вихідний ток при номінальному вхідном току, мА | 20 |
| Допустима перегрузка по вимірюєму току, раз | 1,5 |
| Діапазон робочих температур, °С | 0 ... +70 |
| Основна приведенна похибка, не більше, % | 1 |
| Вихідний сигнал при номінальному вимірюванні току, В* | 5 |

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ЕП.МР.20.12. .ЛЗ

Арк.

33

| | |
|--|--------------------------|
| Полоса пропускання, Гц | 0-10000 |
| Джерело живлення, В | $\pm 14,25 \dots \pm 18$ |
| Діаметр отвору під токову шину, мм | 40 |
| Ток споживання, мА | 35 |
| Електрична міцність ізоляції на змінному току 50 Гц / 1 мин, В | 10000 |
| Опір ізоляції в робочих вимогах не менше, Мом | 20 |
| Габаритні розміри, мм | 120x106,5x110 |
| Маса, г | 700 |



Рис. 2.10 - Захист від втрат току RGU-10 CIRCUTOR

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 34 |

Основні характеристики.

Електронний пристрій детектування залишкового струму, тип А, з сигналізацією предаварійного стану.

Програмування за допомогою РК-дисплея.

Постійно включена підсвічування (зелений / червоний).

Двосимвольний екран з іконками.

Габарити: 3 DIN модуля.

Вимірювання струму витоку в середньоквадратичних значеннях.

Два незалежних релейних виходу: один аварійної сигналізації, другий предаварійний.

Установка частоти, діапазонів струму і часу.

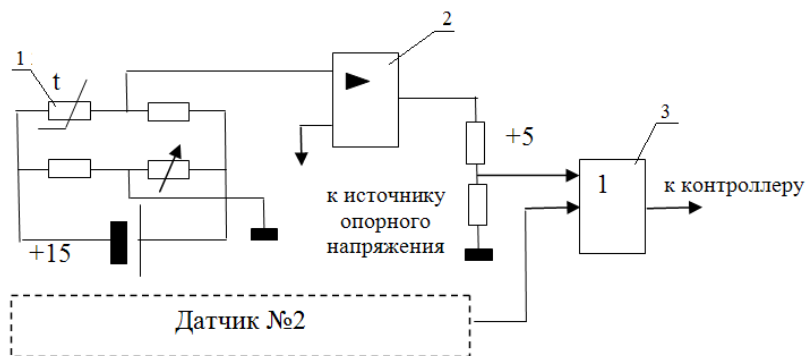
Переваги реле витоку

Головною перевагою реле захисту є збільшена кількість функцій при мінімальних габаритах. На додаток до основної функції реле захисту людини від ураження струмом і запобігання загоряння обладнання, пристрій також виконує перевірку функціонування захищається електрообладнання. З технологічної точки зору, це інноваційний продукт, тому що його вимірювальна система і високий рівень інтегрованості електронної системи забезпечують маленькі габарити.

Забезпечує великий термін служби. Прилад не спрацьовує випадково, тобто не зупиняє виробничі процеси безпідставно.

Для комунікації використовується MODBUS RTU протокол.

Датчик температури обмотки двигуна



| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ЕП.МР.20.12. .ЛЗ

Арк.

35

Рис. 2.11 - Датчик температури

де: 1 - тепловий резистор;

2 - компаратор;

3 - логічний елемент «АБО».

Візуалізація виниклої несправності (підвищених значень від датчиків) може бути здійснена різними варіантами, але з метою менших витрат на придбання і обслуговування зайвого обладнання доцільно використовувати спрощену панель на світлодіодних індикаторах.

До аналоговим входам мікроконтролера підключаються датчик струму якірної обмотки двигуна і обмотки збудження, а також датчик температури і релейний захист від витоків струму. До дискретного входу підключається датчик напруги.

Мікроконтролер послідовно опитує стан датчиків, контролюючи безпечну роботу приводу. При перевищенні критичного значення будь-якого з контрольованого параметра мікроконтролер здійснить розмикання свого контакту в системі керування електроприводом, а також подасть аварійний сигнал відповідної поломки на пульт машиніста шахтного підйому.

Як програмованого логічного контролера використовуємо TWDLMDA20DTK компанії Schneider Electric з наступними технічними даними:

Модульний контролер з 20 вх / вих, який доступний в моделі TWDLMDA20DTK має:

- 12 цифрових входів і 8 транзисторних виходів типу "джерело струму"
- 1 роз'єм аналогового входу напруги
- 1 аналоговий потенціометр
- 1 інтегрувати послідовний порт
- роз'єм для монтажу

Допускається:

- до 4 модулів розширення

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 36 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- обидва доповнюючих катріджа (RTC на пам'ять -32Кб або 64Кб)
- або додатковий дисплей, или додатковий комунікаційних модуль.

Для отримання аналогових входів і виходів встановлюємо такі блоки розширення

Табл. 7 - Блоки аналогових входів та виходів

| Тип модуля | Назва | Число каналів | Тип каналу | Подробиці | Тип терміналу |
|-----------------------------|-----------|---------------|------------|-------------------------|---------------------------|
| 2 вхід з активною одиницею | TWDAMI2HT | 2 | Вхід | 12 бит 0-10V, 4-20mA | З'ємний термінальний блок |
| 1 вихід з активною одиницею | TWDAM01HT | 1 | Вихід | 12 бит 0-10V, 4-20mA | З'ємний термінальний блок |

Модулі розширення аналогових вх / вих мають такі монтажні схеми:

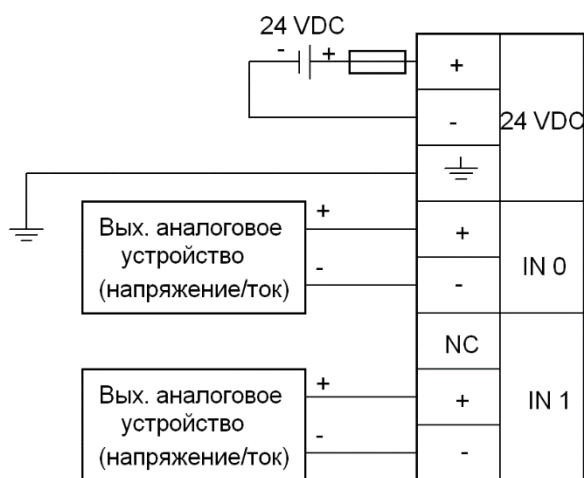


Рис. 2.12 - Монтажна схема для модуля TWDAMI2HT

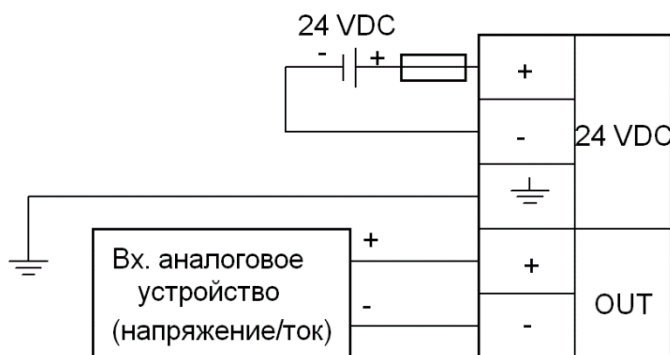


Рис. 2.13 - Монтажна схема для модуля TWDAMO1HT

Комунікаційні модулі розширення (TWDNOZ232D, TWDNOZ485D і TWDNOZ485T) можуть бути підключені до будь-якого модульного контролера за допомогою додаткового другого послідовного порту RS485 або RS232. Також, дисплей (TWDXCPODM) може бути підключений до модульного контролера, при цьому додатковий комунікаційний адаптер (TWDNAC232D, TWDNAC485D и TWDNAC485T) може бути встановлений на роз'єм іншого послідовного порту на модулі розширення дисплея. Інший послідовний порт RS485 використовується для підтримки комунікації і виділеного зв'язку. Інший послідовний порт RS232 використовується для зв'язку з користувачем і зв'язку з пристроями ASCII.

У наступній таблиці представлені специфікації комунікаційних адаптерів и комунікаційних модулів розширення.

Табл. 8 - Специфікації комунікаційних адаптерів і модулів розширення

| Назва | TWDNAC232D | TWDNAC485D | TWDNAC485T |
|----------------|--------------|---|---|
| Стандарти | RS232 | RS485 | RS485 |
| Макс.швидкість | 19.200 бит/с | Зв'язок з ПК: 19.200 бит/с Дист. зв'язок: | Зв'язок з ПК: 19.200 бит/с Дист. зв'язок: |

| | | | |
|---|--|---|--|
| | | 38.400 бит/с | 38.400 бит/с |
| Підтримка зв'язку (зв'язок з ПК) | Можливе | Можливе | Можливе |
| Примінення ASCII | Можливе | Можливе | Можливе |
| Дистанційний зв'язок | Не можливе | Можливо | Можливо |
| Макс. довжина кабеля | Макс. Відстань між контролерами 50м | Макс. Відстань между контролерами 50м | Макс. Відстань между контроллерами 50м |
| Ізоляція між внутр.схемою та комунікаційним патроном | Ні | Ні | Ні |

З наведених вище я вибираю TWDNOZ485D.

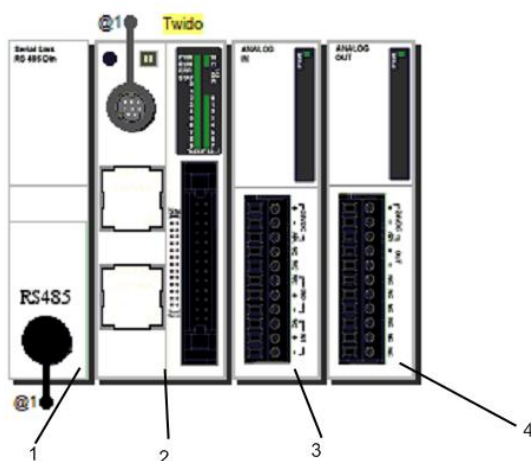
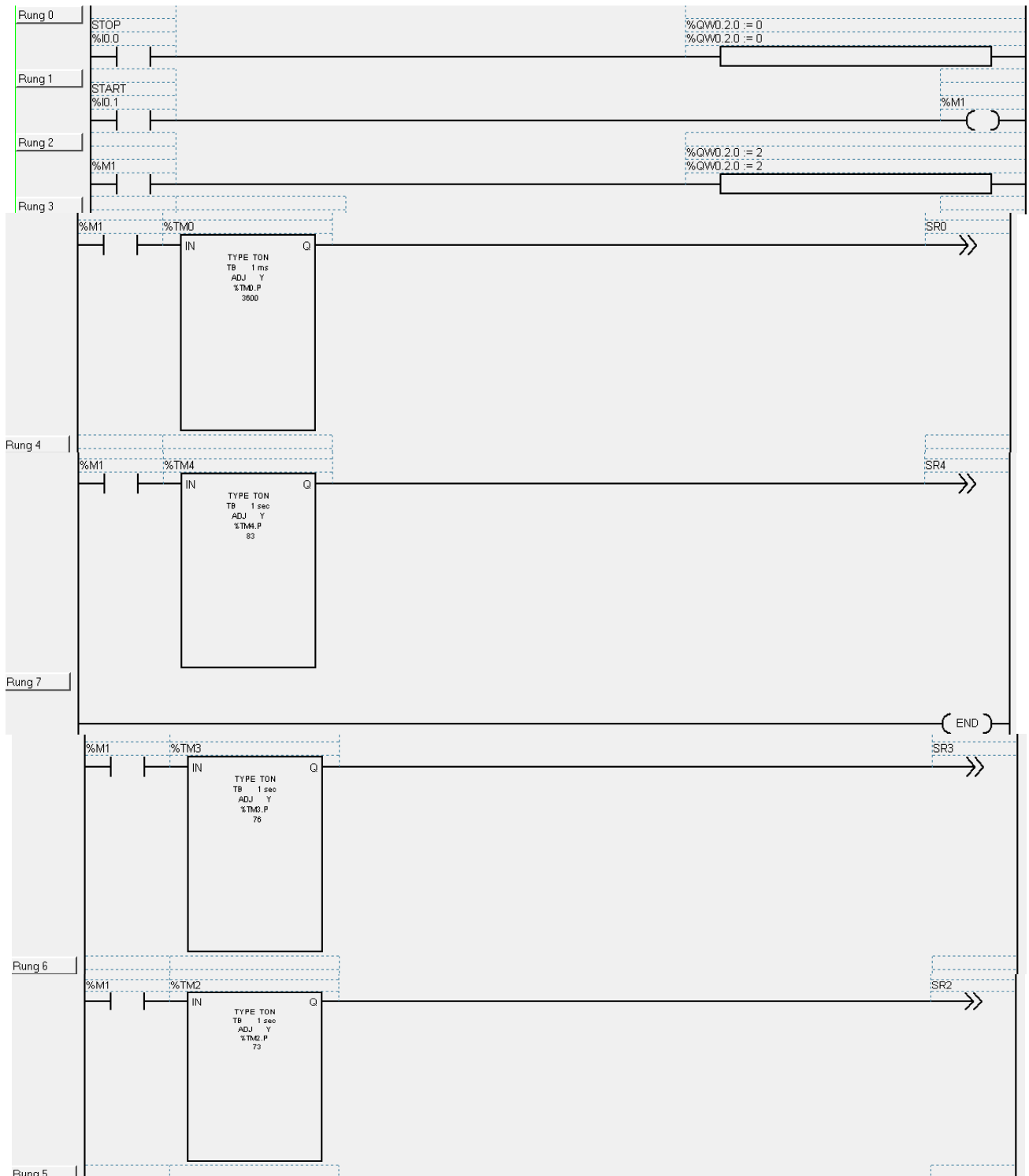


Рис.2.14 – Загальний вигляд логічного контролера

На рис. 2.14 представлений загальний вид скомпанованого модуля (1-комунікаційний модуль, 2-основний модуль, 3-модуль аналогових входів, 4-модуль аналогових виходів)

Оскільки всі вхідні і вихідні сигнали узгоджені по напрузі і струму з входами / виходами TWIDO схема сполучення не потрібна.

2.7 Програма керуюча роботою електродвигуна

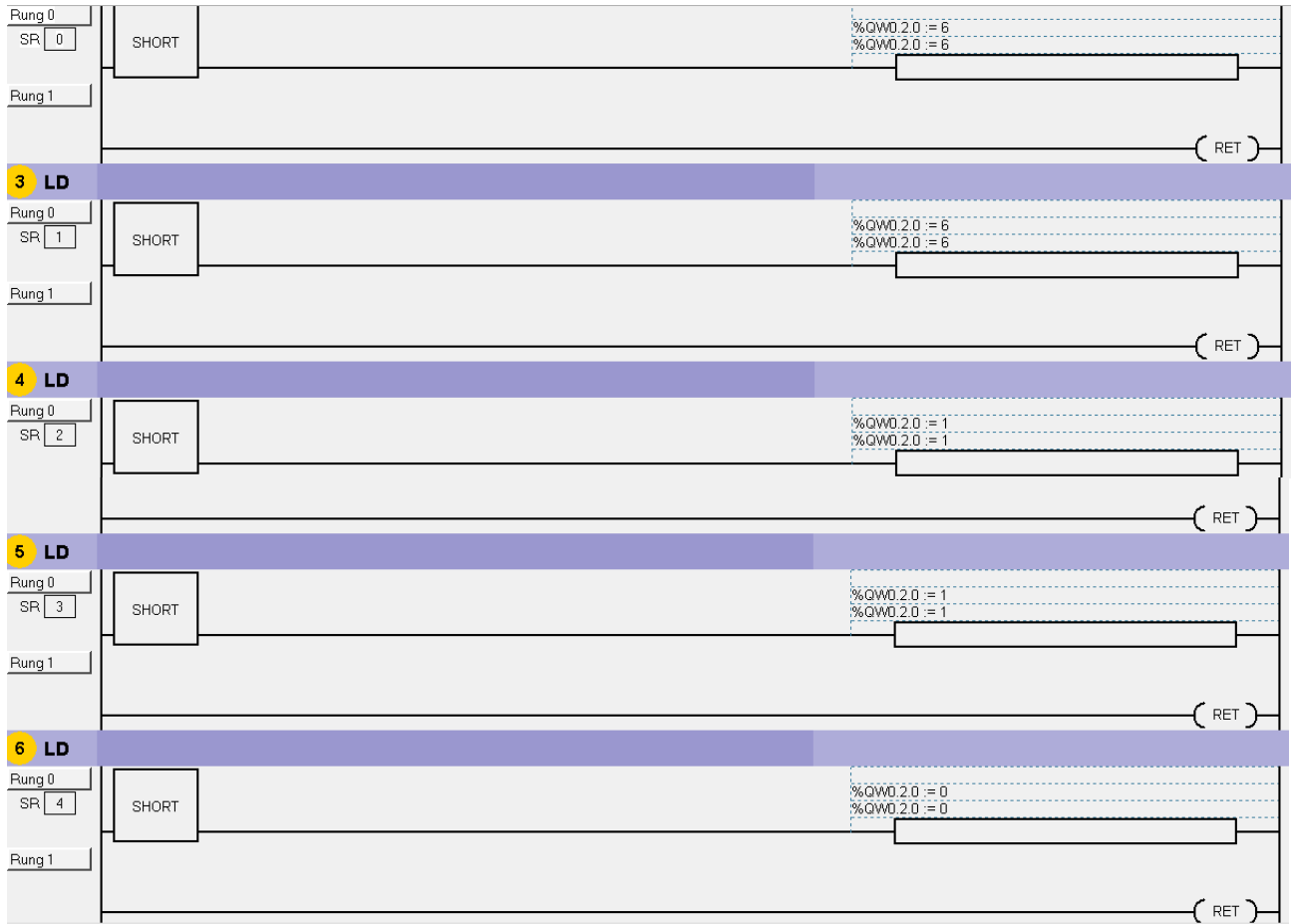


ЕП.МР.20.12. .ЛЗ

Арк.

40

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|-----|------|----------|--------|------|



| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ЕП.МР.20.12. .ЛЗ

Арк.

41

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 42 |

3.1 Особливості систем управління

У двозонних системах частина діапазону регулювання швидкості здійснюється за рахунок зміни напруги на якорі двигуна, а частина (при швидкостях вище основний) - за рахунок впливу на потік при постійній напрузі на якорі або ЕРС двигуна. Застосування двозонного регулювання швидкості доцільно тоді, коли момент навантаження механізму на швидкостях вище основний менше, ніж на швидкостях нижче основної.

У замкнених системах регулювання швидкості перехід від режиму регулювання напругою до режиму регулювання потоком збудження забезпечується за рахунок того, що на швидкостях вище основної за допомогою регулятора збудження підтримується сталість ЕРС двигуна на рівні номінальної величини. У двозонному електроприводі система управління містить два тиристорних перетворювача. Один призначений для харчування якірного ланцюга двигуна, інший - для живлення обмотки збудження. Повну систему управління двозонним електроприводом можна поділити на дві підсистеми:

а) підсистему регулювання швидкості з регулятором швидкості і підлеглим контуром регулювання струму якоря з відповідним регулятором який впливає на перетворювач якірного ланцюга;

б) підсистему регулювання ЕРС двигуна з регулятором ЕРС і прилеглим контуром регулювання струму збудження з його регулятором.

Система містить відповідні датчики струму якоря, струму збудження і ЕРС або швидкості двигуна. Поки двигун працює на швидкості нижче основної, ЕРС двигуна менше номінальної і вихідна напруга регулятора ЕРС має обмеження, яке забезпечує номінальний магнітний потік двигуна. При досягненні двигуном швидкості, коли його ЕРС номінальна, напруга зворотного зв'язку і завдання на вході регулятора ЕРС зрівнюються, регулятор підготовлений до виходу з обмеження і контур регулювання при подальшому зростанні швидкості підтримувати ЕРС на заданому (номінальному) рівні.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 43 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.2 Особливості визначення параметрів підсистеми регулювання швидкості

У підсистемі регулювання швидкості використовується два регулятора, внутрішній (підлеглий) регулятор струму якоря двигуна і зовнішній регулятор швидкості. При цьому можливий варіант застосування зворотного зв'язку по швидкості (реалізується за допомогою датчика швидкості і тахогенератора) і варіант із застосуванням зворотного зв'язку по ЕРС двигуна, одержуваної за допомогою відповідного датчика ЕРС.

В якості основного інструментарію при моделюванні буде служити математичний пакет MATLAB / Simulink.

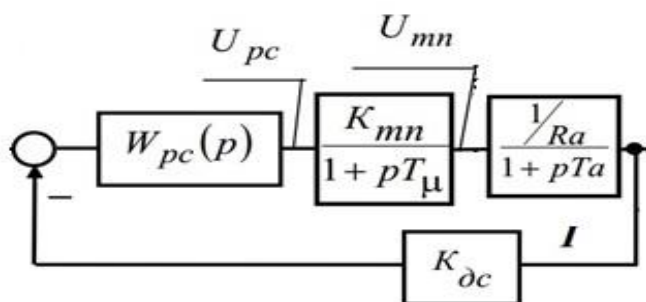


Рис 3.1 Структурна схема контура тока якоря

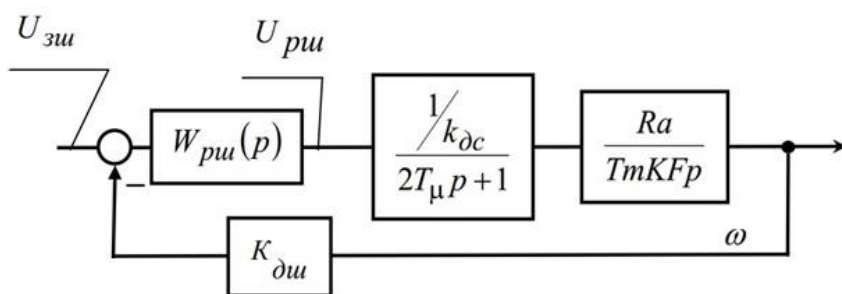


Рис 3.2 Структурная схема контура скорости двигателя

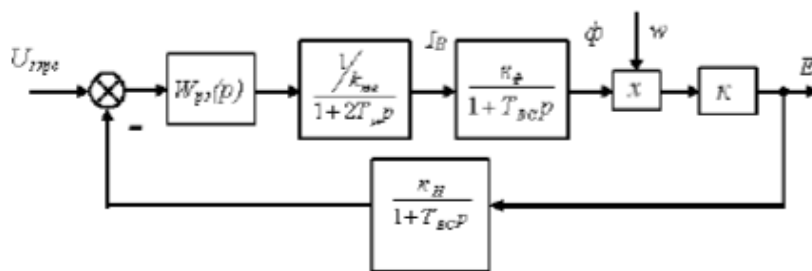


Рис 3.3 Структурная схема контура ЭДС

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

Приклад моделювання двухзонного електроприводу в програмі Simulink

Модель отримуємо для структурної схеми двухзонного електроприводу постійного струму з підлеглим регулюванням параметрів в відносних одиницях з використанням пропорційно-інтегрального регулятора швидкості. Як приклад, складемо модель двухзонного електроприводу з активним навантаженням для відпрацювання

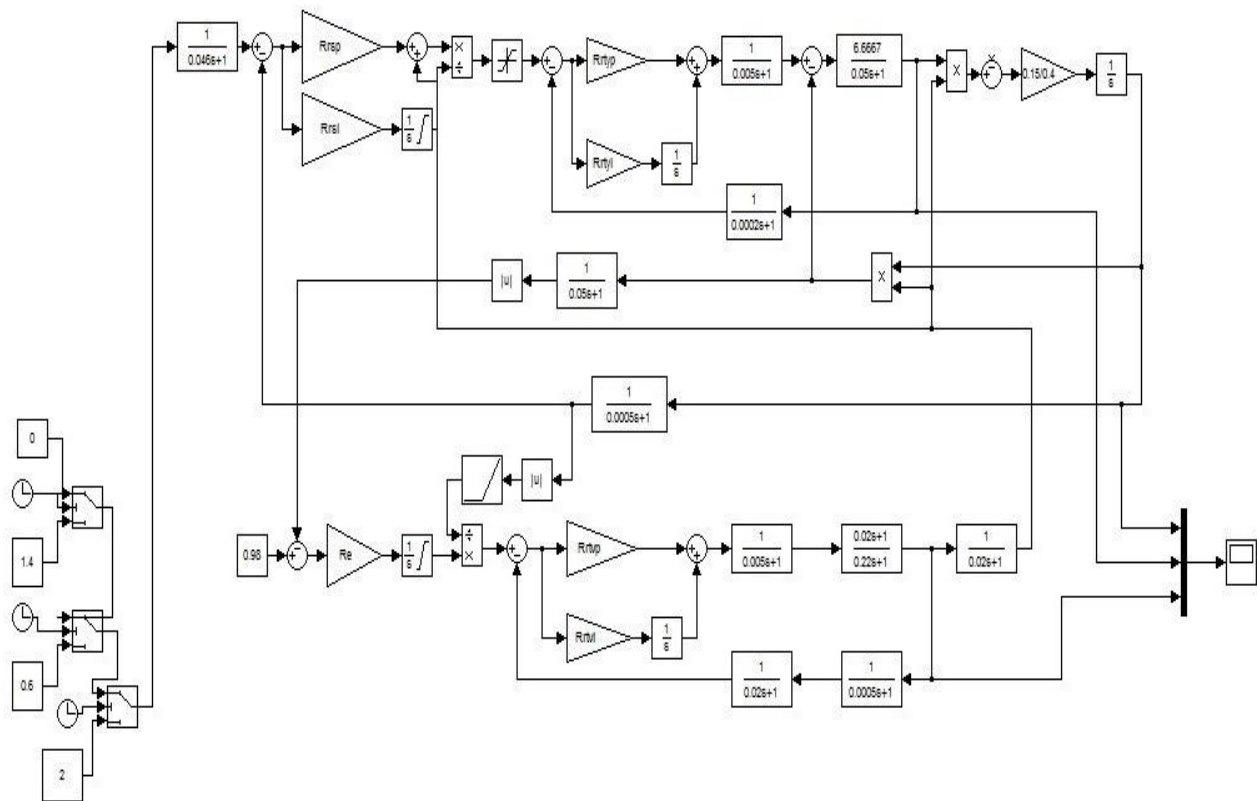


Рис.3.4 Модель головного електроприводу

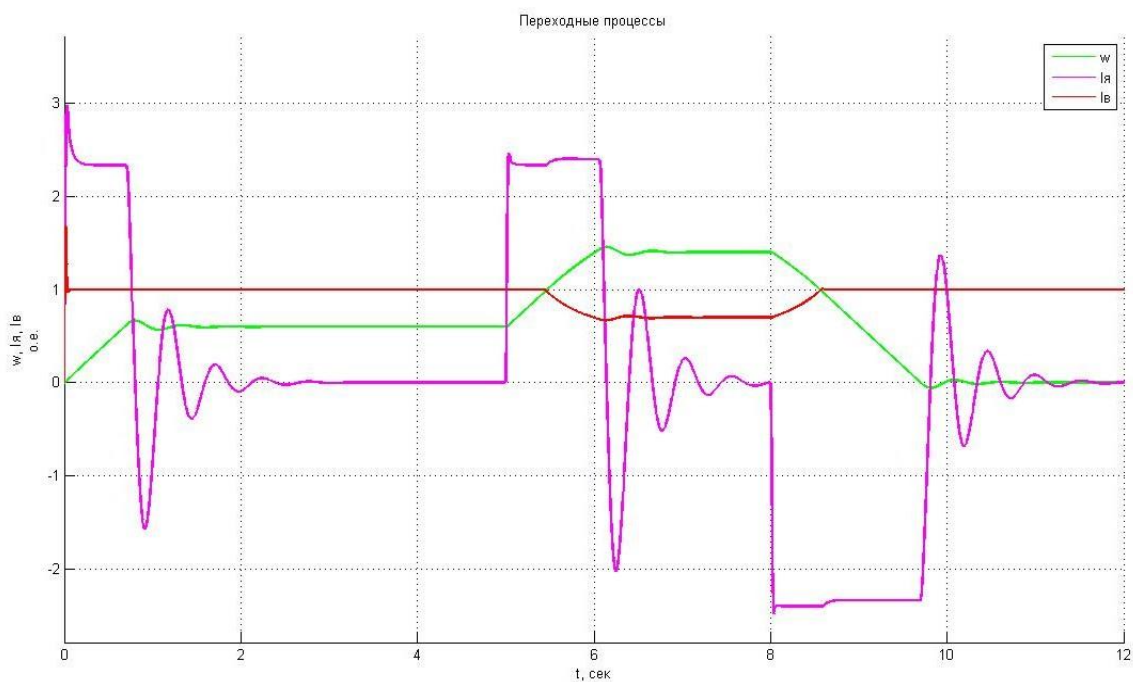


Рисунок 4.5 – Перехідні процеси

Висновок:

З отриманих результатів моделювання можна зробити висновок, що система задовольняє поставленим до неї вимогам і відпрацьовує заданий режим зміни швидкості. Разом з тим, з огляду на інерційність використаних в системі датчиків зворотних зв'язків і використання спрощених виразів для передавальних функцій замкнених контурів магнітний потік Φ має деякий перерегулювання, як і струм якоря, який визначається обмеженням регулятора швидкості, рівнем магнітного потоку і відсутністю компенсації ЕРС.

4. ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 47 |

Метою даного розділу кваліфікаційної роботи магістра є розрахунок економічних показників технічного рішення щодо модернізації електропривода шахтної підйомної машини. З метою заощадити кошти підприємства на придбання електричної енергії, а також забезпечити більшу надійність підйомної установки.

В умовах конкурентної боротьби виробництво спрямовано на ресурсозбереження, своєчасну заміну та модернізацію засобів праці, кращого використання матеріальних, трудових та фінансових ресурсів, підвищення якості продукції, впровадження нових розробок.

Основною проблемою є зниження споживання електричної енергії промисловими підприємствами. Морально та технічно застаріле електрообладнання має низьку надійність роботи, малий коефіцієнт корисної дії, вимагає великих витрат на обслуговування в порівнянні з сучасними системами електроприводу. Тому до нього пред'являються вимоги по надійності роботи та легкості в обслуговуванні. Проектним рішенням запропоновано замінити стару систему електроприводу на більш сучасний частотний перетворювач. Дане технічне рішення дозволить знизити витрати на поточне обслуговування електроприводу, збільшить надійність роботи системи в цілому, відповідно зменшиться споживання електроенергії приводом

4.1 Розрахунок капітальних витрат

Для визначення величини проектних капіталовкладень використовується формулу:

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{об}} \left(\sum_{i=1}^k C_i \right) + Z_{\text{тзс}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{дм}} + Z_{\text{н}}$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 48 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Витрати на придбання технічних засобів і комплектуючих виробів представлені у вигляді зведення капітальних витрат в таблиці 7.1

Ціни на обладнання взяті з прайс - листів організацій ТОВ «СІСТЕМАКС», ТОВ " Еві ІНЖИНІРИНГ " www.energofichtner.ru/. Витрати на транспортні витрати і на доставку обладнання взято з сайту (<http://gruzovozka.dp.ua>) з урахуванням габаритів і маси впроваджуваного обладнання.

Зведення капітальних витрат, грн.

| п/п | Найменування технічних засобів | Кількість | Ціна за одиницю, грн | Сума, грн |
|-----|---------------------------------------|-----------|----------------------|----------------|
| 1 | Двигун Siemens Sinamics SM120 CM | 1 | 1 250 000 | 1 250 000 |
| 2 | Комплекний електропривід | 1 | 103520 | 103520 |
| 3 | Шкаф управління автоматики та захисту | 1 | 47000 | 47000 |
| | Перевезення вантажу | | 11200 | 11200 |
| | ВСЬОГО | | | 1411720 |

Транспортні витрати та витрати на монтажні - налагоджувальні роботи взяті за даними шахти « Терновська (Кривий Ріг) »

Витрати на монтажні (Зм) роботи визначаються наступним чином:

$$Z_m = \sum (C \cdot a \cdot t) \cdot K_d \cdot K_{cm} \cdot K_{pr}$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. ЛЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 49 |

де, Ч - чисельність електриків III і електрослюсарів V розряду, необхідних для

виконання монтажних робіт, ЧIII = 4 чол, ЧV = 5 чол.

а - годинна тарифна ставка електриків III і електрослюсарів V розряду,

aIII = 57,5 грн, aV = 68,5 грн.-годинна тарифна ставка робочих

t - час, необхідний для виконання монтажних робіт, t = 85 годин.

(Згідно технологічної карти шахтної підйомної установки)

Кд - коефіцієнт, що враховує розмір доплат, кд = 1.1.

КСМ - коефіцієнт, що враховує єдиний соціальний податок,

КСМ = 1.22.

Кпр - коефіцієнт, що враховує інші витрати, Кпр = 1.05.

$Z_M = ((4 \cdot 57,5 \cdot 105) + (5 \cdot 68,5 \cdot 105)) \cdot 1,1 \cdot 1,22 \cdot 1,05 = 84704,5 \text{ грн}$

Витрати на налагоджувальні роботи визначаються наступним чином:

$$Z_H = \sum (Ч \cdot a \cdot t) \cdot K_d \cdot K_{CM} \cdot K_{pr}$$

де, Ч - чисельність електрослюсарів VI розряду, необхідних для виконання

налагоджувальних робіт, ЧIV = 2 чол

а - годинна тарифна ставка електрослюсарів IV розряду,

aIV = 60,5 грн.

t - час, необхідний для виконання налагоджувальних робіт,

t = 20 годин

$Z_H = (2 \cdot 60,5 \cdot 20) \cdot 1,1 \cdot 1,22 \cdot 1,05 = 3410 \text{ грн}$

Розрахунок проектних капіталовкладень:

$K_{pr} = 1411720 + 11200 + 84704 + 3410 = 1511034 \text{ грн}$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 50 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

Річні експлуатаційні витрати складуть

$$C = C_a + C_z + C_c + C_T + C_э + C_{пр}$$

де, C_a - амортизаційні відрахування

C_z - заробітна плата обслуговуючого персоналу

C_T - витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт

C_c - вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування

$C_{пр}$ - інші експлуатаційні витрати

4.2.1 Амортизаційні відрахування

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи з терміну його корисного використання. Прийнято строк корисного використання об'єкта основних засобів, нарахування амортизації для 4 групи [8] мінімальним терміном 2 роки. Норма амортизації (Ha) становить 20%.

$$AO = \frac{K_{np} \cdot Ha}{100} = \frac{1511034 \cdot 20}{100} = 302206 \text{ грн}$$

4.2.2 Витрати на оплату праці

У зв'язку з модернізацією головного ШПУ в умовах шахти «Терновська (Кривий Ріг)» чисельний штат і заробітна плата не змінилися, витрати по заробітній платі в подальшому розрахунку не розглядаються.

4.2.3 Витрати на техобслуговування агрегату

Витрати на техобслуговування обладнання і систем автоматизації включають в себе витрати на матеріали і запасні частини і становить 1% від капітальних витрат.

$$Z_{тр} = 1511034 \cdot 0,01 = 15110 \text{ грн}$$

4.2.4 Витрати по вартості спожитої електроенергії

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 51 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Для підприємства II класу тарифна ставка по електроенергії складає 2,2 грн / кВт · год з урахуванням ПДВ, згідно з інформацією про тарифи на електроенергію ПАТ "ДТЕК ДНПРООБЛЕНЕРГО" на вересень-жовтень 2019 г. Вартість споживаної електроенергії визначається виходячи з часу роботи агрегату і його встановленої потужності:

$$C_e = W_r \cdot C_e$$

де W_r - кількість спожитої за рік електроенергії, кВт · год;

C_e - поточний тариф на електроенергію, це = 2,2 грн / кВт · год

$$W_r = N_y \cdot T_n \cdot K_{\text{інт}}$$

де,

N_y - встановлена потужність обладнання, $N_y = 13,3$ МВт;

T_n - номінальне час роботи обладнання за рік (годин), $T_n = 2075$; згідно технологічної карти «Терновська (Кривий Ріг)»

$K_{\text{інт}}$ - інтегральний коефіцієнт використання потужності, $K_{\text{інт}} = 0.9$.

Таким чином, вартість електроенергії, споживаної двигуном:

$$C_e = 13300 \cdot 2075 \cdot 0,9 \cdot 2,2 = 54643050 \text{ грн}$$

4.2.5 Визначення інших витрат

У зв'язку з модернізацією головного ШПУ в умовах шахти «Терновська (Кривий Ріг)» чисельний штат і заробітна плата не змінилися, витрати на інші витрати в подальшому розрахунку не розглядаються.

$$C = 302206 + 15110 + 54653050 = 54960366 \text{ грн}$$

Таблиця 4.2 – Річні експлуатаційні затрати

| /п | Найменування статей витрат | Сума затрат, грн |
|----|------------------------------|------------------|
| | Амортизаційні відрахування | 302206 |
| | Затрати на техобслуговування | 15110 |

| | | |
|--|-------------------------------|----------|
| | Вартість використаної енергії | 54653050 |
| | Всього | 54970366 |

Таблиця 4.3 –Зведена таблиця затрат

| Види затрат | Сума, грн |
|------------------------|-----------|
| Капітальні затрати | 1511034 |
| Експлуатаційні затрати | 54970366 |

4.3 Розрахунок експлуатаційних витрат за базових варіантів

Річні експлуатаційні витрати складуть

$$C = C_a + C_z + C_c + C_T + C_3 + C_{\text{пр}}$$

де, C_a - амортизаційні відрахування

C_z - заробітна плата обслуговуючого персоналу

C_T - витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт

C_c - вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування

$C_{\text{пр}}$ - інші експлуатаційні витрати

4.3.1 Амортизаційні відрахування

Амортизація об'єкта основних засобів нараховуються виходячи з терміну його корисного використання. Прийнято строк корисного використання об'єкта основних засобів, нарахування амортизації для 4 групи [8] мінімальним терміном 2 роки. Норма амортизації (H_a) становить 20%.

$$AO = \frac{K_{\text{нр}} \cdot H_a}{100} = \frac{1635025 \cdot 20}{100} = 327005 \text{ грн}$$

4.3.2 Витрати на оплату праці

У зв'язку з модернізацією головного ШПУ в умовах шахти «Терновська (Кривий Ріг)» чисельний штат і заробітна плата не змінилися, витрати по заробітній платі в подальшому розрахунку не розглядаються.

4.3.3 Витрати на техобслуговування агрегату

Витрати на техобслуговування обладнання і систем автоматизації включають в себе витрати на матеріали і запасні частини і становить 1% від капітальних витрат.

$$Z_{\text{тр}} = 1635025 * 0,01 = 16350 \text{ грн}$$

4.3.4 Витрати по вартості спожитої електроенергії

Для підприємства II класу тарифна ставка по електроенергії складає 2,2 грн / кВт · год з урахуванням ПДВ, згідно з інформацією про тарифи на електроенергію ПАТ "ДТЕК ДНІПРООБЛЕНЕРГО" на вересень-жовтень 2019 г. Вартість споживаної електроенергії визначається виходячи з часу роботи агрегату і його встановленої потужності:

$$C_e = W_{\text{Г}} \cdot C_e$$

де $W_{\text{Г}}$ - кількість спожитої за рік електроенергії, кВт · год;

C_e - поточний тариф на електроенергію, це = 2,2 грн / кВт · год

$$W_{\text{Г}} = N_{\text{у}} \cdot T_{\text{н}} \cdot K_{\text{інт}}$$

де,

$N_{\text{у}}$ - встановлена потужність обладнання, $N_{\text{у}} = 13,8$ МВт;

$T_{\text{н}}$ - номінальне час роботи обладнання за рік (годин), $T_{\text{н}} = 2075$;
згідно технологічної карти «Терновська (Кривий Ріг)»

$K_{\text{інт}}$ - інтегральний коефіцієнт використання потужності, $K_{\text{інт}} = 0.9$.

Таким чином, вартість електроенергії, споживаної двигуном:

$$C_{\text{э}} = 13800 \cdot 2075 \cdot 0,9 \cdot 2,2 = 56697300 \text{ грн}$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 54 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

4.3.5 Визначення інших витрат

У зв'язку з модернізацією головного ШПУ в умовах шахти «Терновська (Кривий Ріг)» чисельний штат і заробітна плата не змінилися, витрати на інші витрати в подальшому розрахунку не розглядаються.

$$C = 327005 + 16350 + 56697300 = 57040655 \text{ грн}$$

Таблиця 4.3 – Річні експлуатаційні затрати

| /п | Найменування статей витрат | Сума затрат, грн |
|----|-------------------------------|------------------|
| | Амортизаційні відрахування | 327005 |
| | Затрати на техобслуговування | 16350 |
| | Вартість використаної енергії | 56697300 |
| | Всього | 57040655 |

4.4 Визначення річної економії від модернізації проекту

$$\mathcal{E}_z = T_{\text{прост}} * Q$$

де $T_{\text{прост}}$ - час, який ШПУ не працює, год

Q - економія при простої обладнання, грн/год

$$\mathcal{E}_z = 1215 * 232 = 342520 \text{ грн}$$

4.5 Визначення та аналіз показників економічної ефективності

Коефіцієнт ефективності капітальних витрат показує, скільки гривень додаткового прибутку приносить одна гривня капітальних витрат:

$$E_p = \frac{E}{K_{\text{пр}}}$$

де E - загальна економія від введення об'єкта проектування, грн

$K_{\text{пр}}$ - капітальні витрати, що викликали економію, грн.

$$E_p = \frac{342520}{1511034} = 0,27$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. ЛЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 55 |

Термін окупності капітальних витрат T_p показує, за скільки років вони окупляться за рахунок загальної економії від впровадження проекту:

$$T_p = \frac{K_{np}}{\mathcal{E}}$$
$$T_p = \frac{1511034}{342520} = 4,42 \text{ років}$$

Для остаточної оцінки необхідно порівняти розрахункове значення E_p з номінальним значенням E_n .

Умови для виконання оцінки:

$$E_p \geq E_n$$

де E_n - номінальне значення коефіцієнта ефективності

$$E_n = \text{Инф} + \text{Кредит}$$

де Инф -рівень інфляції, становить 1.8% МФУ на травень 2020

Кредит - кредитна процентна ставка згідно ПриватБанк, 24%

$$E_n = 0,24 + 0,018 = 0,258$$

$$0,27 \geq 0,258$$

Виходячи з даного аналізу, можна сказати, що модернізація обладнання є успішною.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 56 |

Висновок

В економічній частині виконано розрахунок техніко-економічних показників, що для введення і змісту нового обладнання необхідно 1511034грн і на експлуатаційні витрати-54970366 грн. Проведено аналіз показників економічної ефективності. Модернізація обладнання дозволить досягти кращої роботи ШПУ в умовах шахти «Терновська (Кривий Ріг)» зменшить витрати на електроенергію і на подальше техобслуговування.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| | | | | | | 57 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Список використаної літератури

1. Александров М. П. Подъемно-транспортные машины. Изд. 4-е. Учебник для вузов. М., «Высш. Школа», 1972. 504 стр. с илл.
2. Галузева угода між Міністерством палива та енергетики України і Профспілкою працівників енергетики та електротехнічної промисловості України на 2011-2013 роки. Київ-2010.
3. Іванченко Ф. К. Підйомно-транспортні машини: Підручник. – К.: Вища шк., 1993. – 413 с.: іл.
4. Інформація про тарифи на електроенергію ПАТ "Дніпрообленерго" станом на травень 2012 р.
5. Податковий кодекс України станом на 01.01.2012
6. ПУЕ, 2011р.
7. Абрамович И. И., Котельников Г. А. Козловые краны общего назначения. М.: Машиностроение, 1983.
8. Александров М. П. Подъемно-транспортные машины. М.: Высшая школа, 1979.
9. Кравчик А. Э., Шлаф М. М., Афонин В. И. Асинхронные электродвигатели серии 4А: Справочник.
10. Борисов Ю. М., Соколов М. М. Электрооборудование подъемно-транспортных машин. М.: Машиностроение, 1971.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ЕП.МР.20.12. .ЛЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 58 |