

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 бакалавр
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Норохи Олександра Олександровича
(ПІБ)

академічної групи 141-16ск-3
(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(код і назва спеціальності)

спеціалізації¹

за освітньо-професійною програмою

Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему Частотний електропривод бурової установки

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Худолій С.С			
розділів:				
Технологічна частина	Худолій С.С.	96		
Автоматизовани й електропривод	Худолій С.С.	96		
Дослідження динаміки електропривода	Худолій С.С.	97		
Економічна частина	Дементьєва Н.В.	60		
Охорона праці	Лутс І.О.	75		
Рецензент	Циценков Д.В.	80		
Нормоконтроле р	Казачковський М.М.			

Дніпро
2019

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Електропривода
(повна назва)

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

« 24 » 12 2018 року

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

студенту О.О. Норосі академічної групи 141-16ск-3
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
спеціалізації¹

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

на тему Частотний електропривод бурової устаткування

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» 17.04.2019 р. № 626-л

Розділ	Зміст	Термін виконання
1. Технологічна частина 2. Автоматизований електропривод	Характеристика технологічного процесу та опис механізму бурильної установки УБШ-501К. Обґрунтування системи електропривода.	14.01.2019- 20.01.2019, 13.05.2019 – 19.05.2019
3. Дослідження динаміки електропривода	Характеристика статичних режимів роботи електроприводу Енергетична характеристика електропривода	20.05.2019- 02.06.2019
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Аналіз шкідливих та небезпечних факторів, що впливають на роботу персоналу. Формулювання рекомендацій, що до усунення небезпеки.	03.06.2019- 09.06.2019
5. Техніко-економічне обґрунтування проекту	Здійснення розрахунку смітної вартості складових системи автоматизованого електроприводу.	03.06.2019- 09.06.2019

Завдання видано _____
(підпис керівника)

С.С. Худолій
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 24.12.2018

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

О.О. Нороха
(прізвище, ініціали)

План

Вступ	6
1. Технологічна частина	
1.1. Характеристика технологічного процесу та опис механізму бурової установки	7
1.2. Технічні та експлуатаційні характеристики механізму	8
1.3. Порівняльний аналіз різних систем електроприводу	15
2. Автоматизований електропривод	
2.1. Попередній розрахунок електродвигуна	21
2.2 Розробка структурної схеми електропривода	21
2.3. Вибір електрообладнання для силової частини приводу	22
3. Дослідження динаміки електропривода	
3.1. Характеристика статичних режимів роботи електроприводу	26
3.2. Енергетичні характеристики електропривода	31
3.3. Дослідження системи електропривода в динамічних режимах роботи	35
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	
4.1. Інженерно-технічні заходи щодо охорони праці на об'єкті	43
4.2. Розрахункова частина	46
5. Техніко – економічне обґрунтування проекту	
5.1. Розрахунок капітальних інвестицій	49
5.2. Розрахунок експлуатаційних витрат	52
5.2.1. Розрахунок амортизаційних відрахувань	53
5.2.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати	56
5.2.3 Розрахунок єдиного соціального внеску	57
5.2.4. Визначення річних витрат на технічне обслуговування та поточний ремонт	57
5.2.5. Розрахунок вартості втрат електроенергії	58

5.2.6. Визначення інших витрат	59
5.3. Визначення річної економії від впровадження об'єкту проектування	59
Висновок	61
Література	62

Вступ

Основою чорної і кольорової металургії є мінерально-сировинна база. Розробка міцних руд пов'язана з великими витратами праці, часу і коштів, на буріння вибухових свердловин і шпурів. При сучасному рівні розвитку гірської техніки вибуховий метод отбойки міцних руд залишається по суті єдиним, і від його ефективності залежать техніко-економічні показники і темпи проведення гірничих робіт. Поліпшенню стану буропідривних робіт сприяє застосування більш потужних вибухових речовин і нових ефективних методів підривання.

Для подальшого вдосконалення технології видобутку руди потрібне створення більш продуктивних бурових машин. Із застосуванням потужних, безпечних в зверненні вибухових речовин і появою високоміцних легованих бурових сталей з'явилася реальна можливість використання свердловин зменшеного діаметра. Перехід на буріння свердловин малого діаметра в міцних породах є одним з найважливіших технічних досягнень останнього часу.

Характерною особливістю техніки отбойки руди за кордоном є застосування свердловин малого діаметра (28-50 мм); середня глибина свердловин 15-20 м. Лінія найменшого опору становить 1,5-1,8 м і дуже рідко 3 м. Вихід руди з 1 м свердловини 10 -12 т.

Для буріння глибоких свердловин застосовують колонкові бурильні молотки і верстати алмазного буріння. При прохідницьких роботах, переважно з США, застосовують потужні перфоратори з гідравлічними маніпуляторами, які монтуються на бурових каретках або інших транспортних і навантажувальних машинах. Такі бурові агрегати мають централізоване управління. У Швеції для прохідницьких робіт застосовують високопродуктивні ручні бурильні молотки на Пневмопідтримки. На відкритих гірничих розробках за кордоном широкого поширення набули верстати шарошечного буріння, а також верстати з пневмоударниками. На малих кар'єрах для буріння похилих свердловин застосовуються бурові установки з потужними колонковими перфораторами

					ЕП.ДП.19.20. ЛПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1. Технологічна частина

1.1 Характеристика та опис механізму бурової установки

Механічний спосіб буріння шпурів і свердловин в гірських породах є найпоширенішим. За характером роботи інструменту на забої свердловини і додатки силових навантажень механічне буріння можна розділити на чотири способи: обертальний, вращательно-ударний, ударно-обертальний, і ударний.

При обертальному бурінні порода руйнується при русі різця по гвинтовій лінії. Обертально-поступальний рух різця здійснюється в результаті додатка до бурового інструменту значного крутного моменту і великих осьових зусиль. Ударні навантаження при цьому відсутні.

Порода може руйнуватися також під впливом мнуть і розчавлюють зусиль бурового інструменту, як, наприклад, при дробовом і алмазному буравленні. При бурінні шарошечні долотами також спостерігається процес зминання і роздавлювання, однак руйнування породи однак руйнування породи супроводжується вібрацією колони труб, внаслідок чого на інструмент діють додаткові навантаження, які наближають його роботу до ударному буріння. Проте зазначена обставина не дозволяє віднести бурінні шарошечні долотами до ударному способу буріння, так як зуб шарошки в момент зіткнення з забоєм свердловини переміщається зі швидкістю 0,6-1,5 м / сек; при ударному бурінні швидкість прикладання навантажень становить 5-10 м / сек.

При ударному бурінні інструмент впроваджується в породу під впливом короткочасної ударного навантаження, спрямованої по осі свердловини. При цьому осьова навантаження відсутнє (ударно-канатне буріння) або вона мала і забезпечує контакт інструменту з породою в момент удару. Після удару інструмент відскакує від забою і, обертаючи, завдає удар за новим місцем вибою свердловини. Крутний момент при ударному бурінні незначний.

					ЕП.ДП.19.20. ЛПЗ	Лист
						7
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

У більшості машин ударна маса і бур роз'єднані. В цьому випадку ударник отримує прискорення під впливом прикладеної до нього сили і завдає удар по інструменту. Побудовані за цим принципом машини зветься молоткових.

Машини, в яких механізм обертання бурового інструменту суміщений в одному корпусі ударним механізмом, називаються бурильними молотками (перфораторами).

Машини ударної дії, наприклад, верстати ударно-канатного буріння можуть не мати спеціальних механізмів обертання бурового інструменту. При цьому виді буравлення снаряд обертається завдяки розкручуванню каната при натягу і за рахунок сил опору, що виникають при русі снаряда в свердловині. Таке обертання можна назвати довільним.

У бурильних молотків механізм обертання наводиться в рух енергією поршня при зворотному або прямому його ході за допомогою спірального механізму. Однак є молотки, у яких обертання виробляється від окремого двигуна. Такі машини називаються перфораторами з незалежним обертанням бура. Ударні механізми можуть переміщатися в свердловині разом з буровим інструментом. В цьому випадку бурильні молотки називаються зануреними (пневмоударниками).

За родом споживаної енергії машини молоткастого типу поділяються на пневматичні, гідравлічні і електричні.

При обертально-ударному бурінні ріже частина коронки впроваджується в породу внаслідок одночасної дії значного осьового моменту, ударного навантаження і крутного моменту.

1.2 Технічні характеристики механізму

Установка бурильна УБШ 501 АК (рис.1.1) призначена для обертального буріння фронтальних шпурів в гіпсі з коефіцієнтом фортеці 1,5 - 2.0 од. за шкалою проф. Протод'яконова; в гіпсі можливі прошарку порід товщиною до 0,1

					ЕП.ДП.19.20. ЛПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

м, міцністю до 10 од. Установа також забезпечує можливість буріння радіальних шпурів в покрівлю і в бік вироблення при поперечних розмірах вироблення не менше 6,5 X 6,5 м.

Кліматичне виконання «У», категорія розміщення - «5» по ГОСТ 15150-69, при цьому температура навколишнього повітря при експлуатації від +20 С до +260 С.

Установа може пересуватися в виробках шириною не менше 4,2 м, висотою не менше 3,3 м.

Установа призначена для експлуатації в гірських виробках безпечних щодо вибуху газу і пилу.

Відносна вологість рудничної атмосфери - до 98%.



Рис. 1.1 - Установка бурильна

Бурильна установка є пересувною, з дизельним приводним двигуном, пневмоколісному ходу, і складається з тягача і напівпричепа, з'єднаних шарніром. На тягачі розташовується шафа з силовим електрообладнанням, дизельний двигун, екструдер, маслобак, електроприводи маслостанцій, акумулятор і робоче місце водія. На причеп кріпляться пульт операторів, гідробаки і маніпулятори із закріпленими на них електродвигунами. Обурівання забою проводиться шнековими або циліндричними штангами, які закріплюються на валу

					ЕП.ДП.19.20. ЛЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

електродвигуна. З протилежного боку штанги, власне яким проводиться буріння, закріплюється ріжуча коронка з твердосплавного матеріалу, в результаті буріння виходить отвір (шпур) діаметром до 40 мм і глибиною до 4,5 м.

Технічна характеристика установки приведена в табл. 1.1.

Табл.1.1

Найменування параметрів	Величина і розмірність
Зона буріння (висота від опорної поверхні x ширина) максимальна	8,0 x 12,0 м
Габаритні розміри установки в транспортному положенні:	
ширина	2,5+0,05 м
висота, не більше	2,8 м
довжина, не більше	14,5м
Маса, не більше	23,0 т
Хід подачі бурильної головки (максимальний) (Проміжний фіксований)	4,5 ± 0,1 м 3,0 ± 0,1 м
Максимальна довжина подавача, не більше	6,4 м
Технічна швидкість буріння шпурів діаметром 42-50 мм в гіпсі з коеф. фортеці 1,5-2,0 од. по Протодьяконову, не менше	2,5 м/мин
Максимальна швидкість пересування по горизонтальному шляху при коефіцієнті опору руху 0,04, не менше	12 км/час
Кут підйому, який може здолати установкою в транспортному положенні, не менше	12 град.
Мінімальний зовнішній радіус повороту установки, не більше	12 м
Ресурс до першого капітального ремонту, не менше:	5000 час

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЕП.ДП.19.20. ЛПЗ

Лист

10

бурової головки	8000 час
податчика	10000 час
установки, крім бурової головки і податчика	
Кількість обслуговуючого персоналу при бурінні	2 чел.
Установка забезпечує автоматизацію нижчеперелічених операцій: - автоматичне збереження паралельного переміщення податчика при переході від одного шпуру до іншого в межах зони буріння; - автоматичну подачу бурильної головки на забій і від забою після ручного включення; - автоматичне повернення бурильної головки в вихідне положення після буріння шпуру на повну глибину; - автоматичний реверс подачі при збільшенні навантаження на електродвигун бурголівки понад встановлені величин (по току і часу дії навантаження)	
Установка має можливість ручного регулювання швидкості обертання бура	
шасі:	
двигун	BF4M1013C фірми «Дойтц» (Германия); 107 кВт (145 л.с.) при 2300 об/мин
коробка передач	Трехскоростная гидромеханическая реверсивная 3WG-150 фирмы

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЕП.ДП.19.20. ЛПЗ

Лист

11

	«Цанрад-фабрик» (Германия)
гальма робочі гальмо	4 колодкових гальма з пневмоприводом 4 колодкових гальма з пружинним енергоакумуляторо м
рульове управління	гідравлічне з приводом від насоса НШ-32А-3
колісна формула	4 х 4
підвіска мостів переднього (тягача) заднього (напівпричепа)	балансирная жорстка
шини	14.00-20 модель В-168 НС 20
Електрообладнання шасі: - Номінальну напругу - система проводки	24 В («-» - «масса»)
Маніпулятор (лівого і правого виконання): - хід телескопа - хід насування податчика - кут обертання (повороту) податчика	2000 мм 1250 мм 270 град
Бурильна головка лівого і правого исполенія: - номінальна потужність електродвигуна - номінальна частота обертання вихідного вала	7,5 кВт 15 ⁺¹ об/сек (900 ⁺⁶⁰ об/мин)
Електрообладнання бурове:	380 В

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЕП.ДП.19.20. ЛПЗ

Лист

12

- номінальне напруги харчування	53 кВт
- загальна встановлена потужність споживачів електроенергії	
Місткість заправних ємностей:	
- паливний бак	180 л
- бак гідросистеми	220 л
- система охолодження двигуна	21 л
- система мастила двигуна	14 л
- гідросистема і система мастила коробки передач	35 л
- міст ведучий	2 x 25 л
- повітряно-масляний резервуар компресора	11 л
- бак рідинного нейтралізатора ОГ	140 л
- баки системи подачі водовоздушної суміші (загальна вшити-ність)	392 л

Установка складається з шасі і встановленого на ньому бурового обладнання.

Пневмоколесной шасі забезпечує переміщення установки гірничими виробками.

До складу бурового обладнання входять бурильні машини, маніпулятори, система управління і енергозабезпечення та електрообладнання.

Буріння шпурів проводиться бурильної головкою обертального дії з приводом від електродвигуна.

Бурильна головка з санчатами, рама податчика, механізм подачі з гідроприводом і комунікації утворюють бурильну машину (рис.1.2).

Бурильна машина закріплена на маніпуляторі, який переміщує її в межах зони буріння, а також фіксує в певних положеннях для забезпечення необхідного напрямку шпуру.

Управління переміщенням бурильної головки по рамі податчика і в складі маніпулятора в межах зони буріння, створення необхідного зусилля подачі, включення і виключення обертання бурголовки і інші операції процесу буріння виконує система управління і енергозабезпечення. Основні елементи системи: маслостанції, гідроблоки з розподільною і регулюючою апаратурою, гідроциліндри, фільтри, гидробак, гідрокомунікацій.

Бурове електрообладнання забезпечує привід електродвигунів і управління гідроелементами з електроуправлінням. Його основні елементи розташовані в шафі і пульті управління.

Кабель, яким установка підключається до шахтної електромережі, розміщений на кабельному барабані з гідроприводом.

Установка дозволяє бурити шпури без продувки шнековим буром (типу крученого ромба) і з струменем повітря за допомогою штанги і коронки з продувальним отвором. Для буріння з продувкою на установці є система подачі водовоздушної суміші.

1.3 Порівняльний аналіз різних систем електроприводів

Для управління процесом буріння в бурових верстатах і установках застосовують різні види приводів, як електричних, так і пневматичних, гідравлічних і ін.

Досить тривалий період часу, аж до недавнього минулого, в буровій техніці переважали неелектричні за характером споживання енергії типи приводів основною робочою машини (особливо в вугільно-добувній промисловості), що пов'язано з більшою безпекою використання Пневмодвигуни з вибухонебезпечними матеріалами та їх велика стійкість

					ЕП.ДП.19.20. ЛПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

до агресивного середовища . У теперішній же час, з появою вибухобезпечних типів електродвигунів, завдяки вдосконаленню ізоляційних матеріалів і систем захисту, намітилася тенденція постійного збільшення частки електроприводів серед інших типів приводів в буровому обладнанні.

Для управління механізмами бурових верстатів, що не вимагають регулювання швидкості обертання бура, використовують магнітні або тиристорні пускачі, а для управління верстатами, які вимагають регулювання швидкості, частіше всего використовують системи «генератор - двигун» (Г - Д), «тиристорний перетворювач - двигун» (ТП - Д), «перетворювач частоти - асинхронний двигун» (ПЧ-АД).

Автоматизація виробничих процесів на електротехнічній основі вимагає електроприводів з регулюванням швидкості в широкому діапазоні. Найбільш повно задовольняють вимогам різних механізмів щодо регулювання швидкості є електроприводи постійного струму, особливо система генератор-двигун.

Поряд з широким діапазоном регулювання швидкості, що досягає в окремих випадках значень 100 - 200 і більше, система генератор-двигун забезпечує можливість отримання спеціального виду механічних характеристик електроприводу і необхідний характер протікання перехідних процесів - форсування пуску, плавне і інтенсивне гальмування і т. п.

Незважаючи на високі технічні властивості, постійного струму з економічних і експлуатаційних показників багато в чому поступаються асинхронних двигунів.

Порівняння техніко-економічних показників двигунів постійного струму загальної серії П і асинхронних двигунів єдиної серії А, показує, що при однаковій потужності і швидкості обертання двигуни постійного струму за вагою в 1,2 1,5 рази важче, в 3 рази дорожче асинхронних, їх

маховою момент в 1,5-2 рази більше. Динамічні властивості двигунів постійного струму також менш сприятливі; так, ставлення крокової моменту до номінального обертального моменту двигунів постійного струму в 2-2,5 рази більше, ніж у асинхронних. Двигуни постійного струму конструктивно складніше, вимагають значно більшої витрати кольорового металу і більш трудомісткі у виготовленні.

Наявність в двигуні постійного струму колектора - елемента, що вимагає постійного і ретельного догляду - ускладнює експлуатацію та знижує надійність роботи. Не можна не відзначити, що корисної дії навіть дуже великих приводів по системі не перевищує 0,75-0,80, а в окремих випадках опускається до 0,6-0,65 і навіть нижче.

Через це двигуни постійного струму замінені більш простими за конструкцією і дешевими асинхронними двигунами.

Методи регулювання швидкості електроприводів з асинхронними двигунами діляться на дві групи:

а) параметричні методи (зміна активного опору ротора, повного опору статора або ротора, перемикання числа пар полюсів, імпульсна включення);

б) регулювання при живленні двигуна від окремого джерела енергії (харчування двигуна від джерела змінної частоти, каскадні установки з введенням додаткових е.р.с. у вторинну ланцюг двигуна).

Для приводу сучасних технологічних установок застосовують найбільш надійні і високо-економічні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором. Такий привід значно простіше і надійніше електроприводу постійного струму і асинхронного двигуна з фазним ротором.

Для плавного пуску і регулювання швидкості часто застосовується реостатне управління асинхронним двигуном з фазним ротором. Однак при реостатному способі управління двигуном плавність пуску забезпечується

					ЕП.ДП.19.20. ЛПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

тільки за рахунок збільшення числа пускових ступенів, що змушує використовувати громіздкі релейно-контакторних панелі з великою кількістю важкої комутуючої апаратури.

На всьому діапазоні регулювання забезпечується постійний допустимий по нагріванню момент.

Регулювання швидкості введенням активного опору в ланцюг ротора має наступні недоліки:

- а) механічна характеристика набуває значну крутизну;
- б) межа регулювання швидкості залежить від ступеня завантаження двигуна, звужує при зменшенні навантаження;
- в) при холостому ході регулювання швидкості практично неможливо;
- г) витрата енергії у вторинному ланцюзі двигуна при регулюванні швидкості визначається діапазоном зміни останньої і характером залежності статичного моменту приводиться механізму від швидкості.

Даний спосіб використовується в тих випадках, коли тривалість роботи зі зниженою швидкістю невелика і не потрібно високої точності регулювання швидкості. Цей ряд недоліків робить недоцільним використання цього методу управління для електроприводу конвеєра.

Широко поширений параметричний спосіб регулювання швидкості і моменту двигуна здійснюється за допомогою регуляторів напруги статора і струму ротора дозволяє здійснити пуск конвеєра з заданим обмеженим прискоренням. Але не дозволяє отримати широкий діапазон регулювання швидкості конвеєра, при використанні серійних асинхронних електродвигунів.

Частотний спосіб є одним з найбільш перспективних і широко використовуваних в даний час способів регулювання швидкості АД. Схема наведена на. Принцип його полягає в тому, що, змінюючи частоту живлячої АТ напруги, можна відповідно до вираження змінювати його синхронну швидкість, отримуючи тим самим різні штучні характеристики

Цей спосіб забезпечує плавне регулювання, в широкому діапазоні, одержувані характеристики мають високу жорсткість. Частотний спосіб до того ж відрізняється і ще одним досить важливою властивістю: при регулюванні швидкості АД не відбувається збільшення його ковзання, як це має місце, наприклад, при реостатному регулюванні. Тому при цьому способі регулювання втрати ковзання, виявляються невеликими, в зв'язку, з чим частотний спосіб найбільш економічний.

Для кращого використання АТ і отримання високих енергетичних показників його роботи - коефіцієнтів потужності, корисної дії, перевантажувальної здатності - одночасно зі зміною частоти напруги живлення необхідно змінювати і значення цієї напруги.

Закон зміни напруги при цьому залежить від характеру моменту навантаження.

Частотне управління є економічним, так як регулювання швидкості АД в цій системі не супроводжується виділенням великих втрат ковзання в роторному ланцюзі, що погіршують ККД електроприводу і призводять до необхідності завищення потужності АД.

Регулювання в цій системі, може здійснюватися плавно, в широкому діапазоні, в обидві сторони від природної характеристики, т. Е. АТ, може мати швидкість як більше, так і менше номінальної. При цьому регулювальні характеристики мають високу жорсткість, а АТ зберігає більшу перевантажувальну здатність.

У багатьох випадках хороші показники регулювання можуть бути досягнуті в розімкнутій системі. При підвищених вимогах до електроприводу необхідно використання тих чи інших зворотних зв'язків, тобто застосування замкнутої системи регулювання. Одержуваний діапазон регулювання швидкості в розімкнутих системах становить 5-10, а в замкнутих його значення може досягати 1000 і більше.

									Лист
									18
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЕП.ДП.19.20. ЛЗ				

Частотний спосіб управління знаходить в даний час все більш широке застосування. Більш того, можна назвати випадки, де використання частотно-керованого асинхронного електроприводу є єдино можливим, наприклад привід високошвидкісних Електрошпинделі, електроверетен, вентиляторів високошвидкісних аеродинамічних труб, різних випробувальних стендів і т.д.

З розглянутих способів регулювання швидкості асинхронних електроприводів найефективнішим є частотне регулювання, яке відрізняється високими енергетичними показниками, можливістю управління швидкості в великому діапазоні зі значною перевантажувальною здатністю. Розвиток в даний час напівпровідникової техніки і створення на цій базі перетворювачів частоти буде сприяти широкому впровадженню електроприводів змінного струму з частотним керуванням.

					ЕП.ДП.19.20. ЛЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

2. Автоматизований електропривід

2.1 Попередній розрахунок електродвигуна.

Орієнтовна розрахункова потужність електродвигуна, і розрахункова тривалість включення (ПВР) розраховується за методом еквівалентного моменту виходячи з тахограми його роботи під час проведення технологічного процесу. Двигун системи приводу вибирається для найближчого стандартного ПВК по залежності:

$$P_p \cdot \sqrt{ПВ_p} = P_k \cdot \sqrt{ПВ_k}, \quad (2.1)$$

де P_p , P_k – розрахункове і каталожне значення потужності двигуна. для $ПВ_p > 0,6$ двигун вибирається з умови тривалого режиму роботи.

Методом еквівалентного моменту визначається еквівалентна потужність електродвигуна P_s' і порівнюється з потужністю заздалегідь обраного двигуна, якщо $P_s' \leq P_n$, то двигун обраний правильно, в іншому випадку необхідно повторити розрахунок для двигуна з найближчої більшою потужністю.

Через відсутність тахограми роботи двигуна і числових даних про виконуваному технологічному процесі неможливо зробити розрахунок орієнтовної потужності двигуна зазначеним способом.

Приймаємо потужність електродвигуна рівній потужності двигуна з паспортних даних механізму:

$$P = 7,5 \text{ кВт.}$$

2.2 Розробка структурної схеми електропривода.

Найбільш відповідною системою електроприводу бура для бурильної установки УБШ 501 АК була обрана система ПЧ-АД, що включає перетворювач частоти з ланкою постійного струму і асинхронний двигун з короткозамкненим ротором. Така система дозволяє регулювати швидкість обертання бура в межах

					ЕП.ДП.19.20. ЛЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

від 0 до 970 об / хв залежно від твердості породи, завдяки чому можна буде досягти максимальної швидкості буріння.

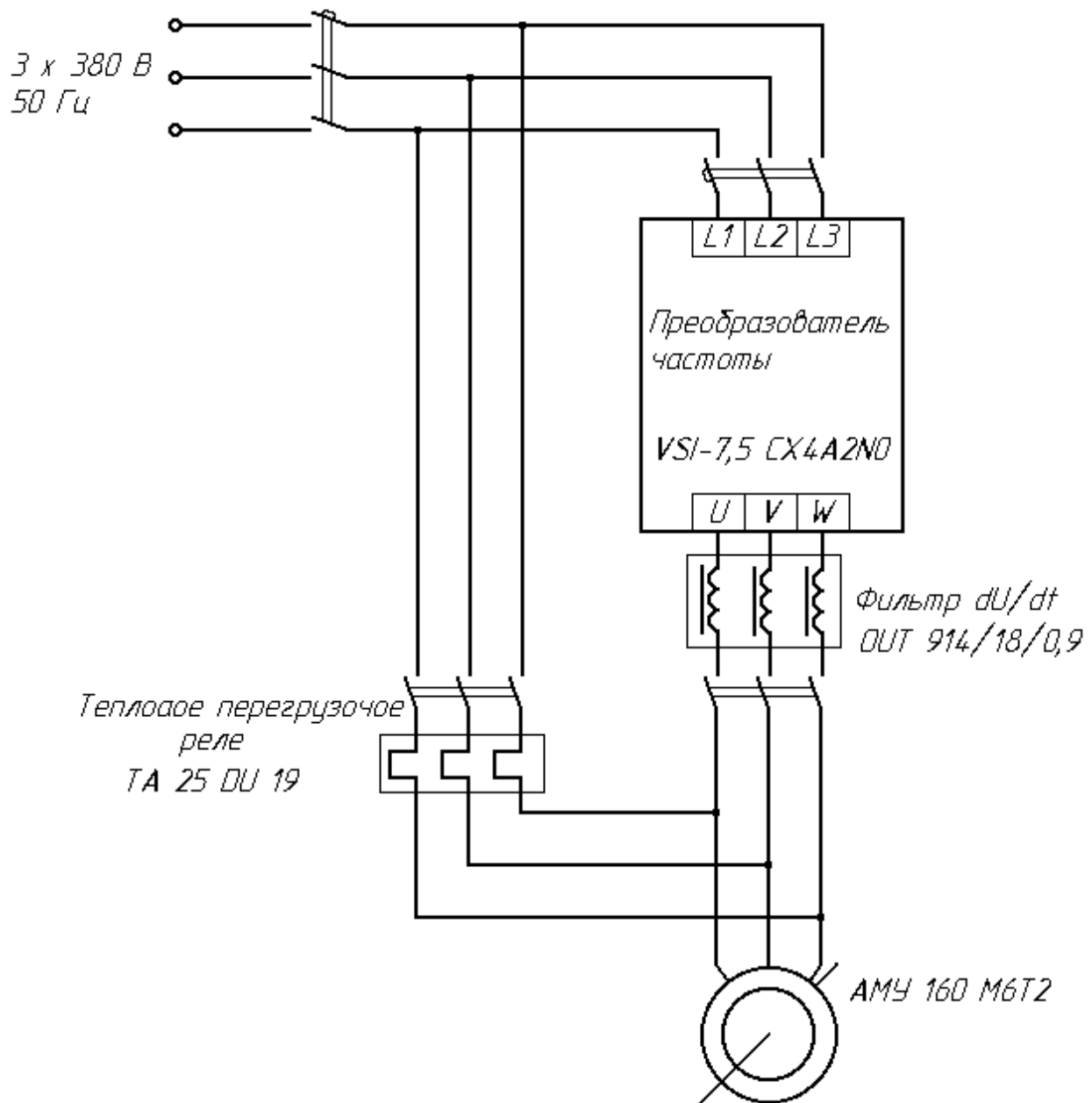


Рис. 2.2 - Структурна схема силової частини приводу

2.3 Вибір електрообладнання для силової частини приводу

Вибір електродвигуна:

Найбільш підходящим для використання в буровій установці є вибухобезпечний асинхронний двигун з короткозамкненим

ротором типа АМУ 160 М6Т2.

Паспортні дані електродвигуна наведені в табл. 2.3.

Табл. 2.3.

Найменування параметру	Величина і розмірність
Номінальна потужність, Рн	7,5 кВт
Синхронна частота обертання ротора, ω0	1000 об/мин
Номінальна частота обертання ротора, ωн	970 об/мин
Номінальна напруга живлення, Ун	380 В
Номінальна частота напруги живлення, fн	50 Гц
Номінальний струм статора, Ін	15,5 А
Активний опір обмотки статора, Rст	0,507 Ом
Індуктивність обмотки статора, Lст	6,67 мГн
Момент інерції двигуна, J	0,15 кг·м ²
Номінальний ККД, η	0,86
Номінальний коефіцієнт потужності, cosφ	0,91
Струм намагнічування статора, ІμІп/Ін	7,3 А
Mп/Mн	5,5
Mкр/Mн	1,4
	2,2

Вибір перетворювача частоти:

Вибір перетворювача частоти виробляємо виходячи з

$$\text{умов: } I_{\text{вх.лч}} \geq I_{\text{н}}; \quad (2.2)$$

$$U_{\text{вх.лч}} \geq U_{\text{н}}; \quad (2.3)$$

Умовами (2.2) і (2.3) задовольняє перетворювач частоти VSI 7,5 CX4A2N0.

Цей пристрій призначений для плавного пуску та економічного регулювання продуктивності шляхом зміни частоти обертання приводного електродвигуна.

					ЕП.ДП.19.20. ЛПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

При цьому виключаються 6-7 кратні пускові струми, зменшується вплив на мережу, зберігається високе значення ККД бурової установки і двигуна у всьому діапазоні роботи. Экономичное регулирование производительности обеспечивается изменением частоты вращения приводного электродвигателя с помощью устройства VSI -7,5 CX4A2N0 (далее ПЧ).

ПЧ дозволяє регулювати в широких межах значення частоти, струму і напруги на статорі асинхронного двигуна.

ПЧ серії VSI перетворює параметри електричної енергії мережі живлення 380 В, 50 Гц в систему трифазних струмів регульованих напруги і частоти для харчування ланцюгів статора АД.

ПЧ серії VSI є двохблочний перетворювач частоти: перший блок - діодний міст перетворює змінну напругу в односпрямоване, пульсуюче. Далі напруга фільтрується в проміжній ланцюга на ємнісному фільтрі і надходить на блок перетворювача в змінну напругу на IGBT транзисторах. IGBT перетворювач подає трифазне симетричне змінну напругу регульованою амплітуди і частоти на електродвигун. Потужність, яку перетворювач споживає з мережі, є майже повністю активною.

Трифазний дросель фільтрує перешкоди, що йдуть з мережі до перетворювача частоти, а також від перетворювача в мережу. Також дросель покращує форму кривих струму мережі.

Блок сполучення і керування електродвигуном заснований на програмованому мікропроцесоре. Мікропроцесор управляє електродвигуном на основі отриманих даних вимірювань, встановлених параметрів і сигналів управління, що приходять з керуючої панелі і I / O плати. У свою чергу блок сполучення і управління управляє ланцюгом СІФУ, яка видає необхідні керуючі імпульси на IGBT транзистори. Підсилювач підсилює керуючі імпульси, що надходять з СІФУ на IGBT транзистори. Основні параметри пристрою VSI 7,5 CX4A2N0 наведені в табл. 2.2.

					ЕП.ДП.19.20. ЛПЗ	Лист
						23
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Табл. 2.3

Найменування параметру	Величина
Номинальна вихідна потужність ПЧ, к Вт	7,5
Номинальний струм навантаження, А	18
Номинальна напруга на вході, В	380(+10%-15%)
Діапазон регулювання напруги, В	0 – $U_{\text{сети}}$
Частота мережі, Гц	50±5%
Діапазон регулювання частоти, Гц	0,5 – 60
Коефіцієнт потужності в номінальному режимі, не менше	0,94
Кратність струму перевантаження	1,5 $I_{\text{ном}}$

Блок сполучення і керування електродвигуном призначений для реалізації функцій управління, регулювання, захисту, автоматизації та забезпечення надійної роботи електроприводу, із забезпеченням наступних можливостей:

- формування імпульсів управління ПЧ за заданими алгоритмами роботи керованого випрямляча та інвертора струму;
- автоматичне формування процесів пуску і відключення ПЧ, а також формування команд управління вимикачами як на вході ПЧ, так і на виході і шунтувальним ПЧ вимикачем в тих випадках, коли передбачений режим перемикання АД на безпосереднє живлення від мережі;
- регулювання вихідної частоти ПЧ за сигналами технологічного регулятора, а також в режимі ручного управління;
- відображення інформації про режими роботи, несправності і причини аварійного відключення ПЧ;
- автоматичне формування узагальнених сигналів про стан ПЧ і їх передачу на диспетчерський пульт.

3. Дослідження динаміки електропривода.

3.1 Характеристика статичних режимів роботи електроприводу.

Вирази для побудови швидкісних і механічних характеристик в розімкнутій системі приводу можна отримати на підставі схеми заміщення АД:

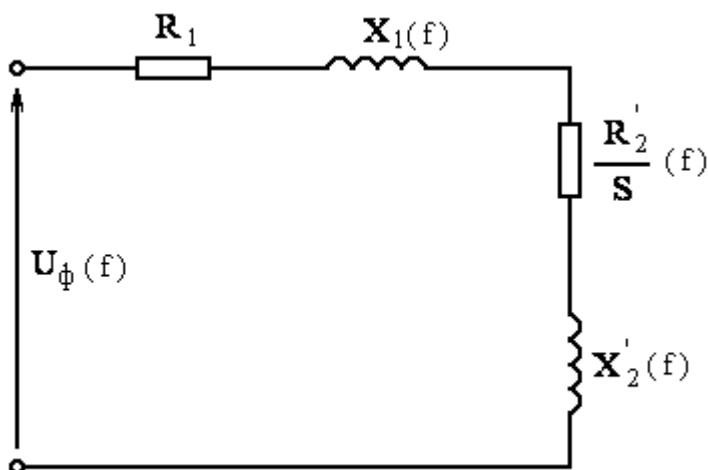


Рис. 3.1- Схема заміщення АД з короткозамкнутим ротором.

R_1 - активний опір статора АД;

R_2' - активне приведені опір ротора АД;

x_1 - індуктивний опір статора АД;

x_2' - індуктивний опір ротора АД, приведені до обмотці статора;

U_ϕ - фазна напруга живлення АД.

Скористаємося наступними формулами для визначення відсутніх параметрів схеми заміщення:

Номінальне ковзання:

$$S_n = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{ном} \cdot R_2' \cdot K_{тр}^2}{U_{ном}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 15,5 \cdot 0,507 \cdot 0,9^2}{380} = 0,029; \quad (3.1)$$

Критичне ковзання:

$$S_k = S_n \cdot \left(\lambda_M + \sqrt{\lambda_M^2 - 1} \right) = 0,029 \cdot (2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1}) = 0,12; \quad (3.2)$$

Індуктивне фазное опір короткого замикання:

$$x_k = \sqrt{\frac{R_2'^2}{S_k^2} - R_1^2} = \sqrt{\frac{0,507^2}{0,12^2} - 0,507^2} = 4,19 \text{ (Ом);} \quad (3.3)$$

Розрахунок швидкісних характеристик електроприводу.

Швидкісні характеристики можна отримати, виходячи з виразу для струму I_2' . Розрахуємо швидкісну характеристику для різної частоти напруги живлення і занесемо результати в табл. 3.1.

$$I_2' = \frac{U_\phi(f)}{\sqrt{\left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{S(f)} \right)^2 + (x_k \cdot f^*)^2 \right]}}, \quad (3.4)$$

де $S(f)$ – це ковзання при заданій частоті, яке можна знайти за формулою:

$$S(f) = \frac{\omega_0 \cdot f^* - \omega}{\omega_0 \cdot f^*}, \quad (3.5)$$

$$\text{де } f^* = \frac{f_i}{f}; \quad (3.6)$$

ω_{0n} - номінальна швидкість обертання;

f - задана частота напруги живлення;

f_i - змінюється частота;

В результаті підстановки виразу (3.5) в (3.4) отримаємо остаточний вираз для швидкісної характеристики:

$$I_2' = \frac{U_\phi(f)}{\sqrt{\left[\left(R_1 + \frac{R_2' \cdot \omega_{0n} \cdot f^*}{\omega_{0n} \cdot f^* - \omega} \right)^2 + (x_k \cdot f^*)^2 \right]}}; \quad (3.7)$$

$\omega_{0n} = 105 \text{ (рад/с);}$

Підставивши різні значення частоти напруги живлення $10 \leq f \leq 50$ и швидкості від 0 до $\omega_0(f)$ в формулу (3.7), отримаємо значення моменту для

швидкісних характеристик при різних частотах (табл. 3.1).

50	ω	0	15	30	45	60	75	85	95	104
Гц	I_2'	51,03	50,79	50,42	49,82	48,69	46,11	41,88	30,64	4,08
40	ω	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Гц	I_2'	56,19	55,86	55,41	54,76	53,73	51,98	48,53	40,31	16,90
30	ω	0	10	20	30	40	45	50	55	60
Гц	I_2'	62,86	62,01	60,70	58,47	54,12	50,20	43,85	33,06	14,90
20	ω	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Гц	I_2'	71,03	69,74	68,03	65,68	62,32	57,26	49,15	35,45	12,34
10	ω	0	4	8	10	12	14	16	18	20
Гц	I_2'	74,79	69,80	62,72	58,00	52,16	44,84	35,57	23,76	8,80

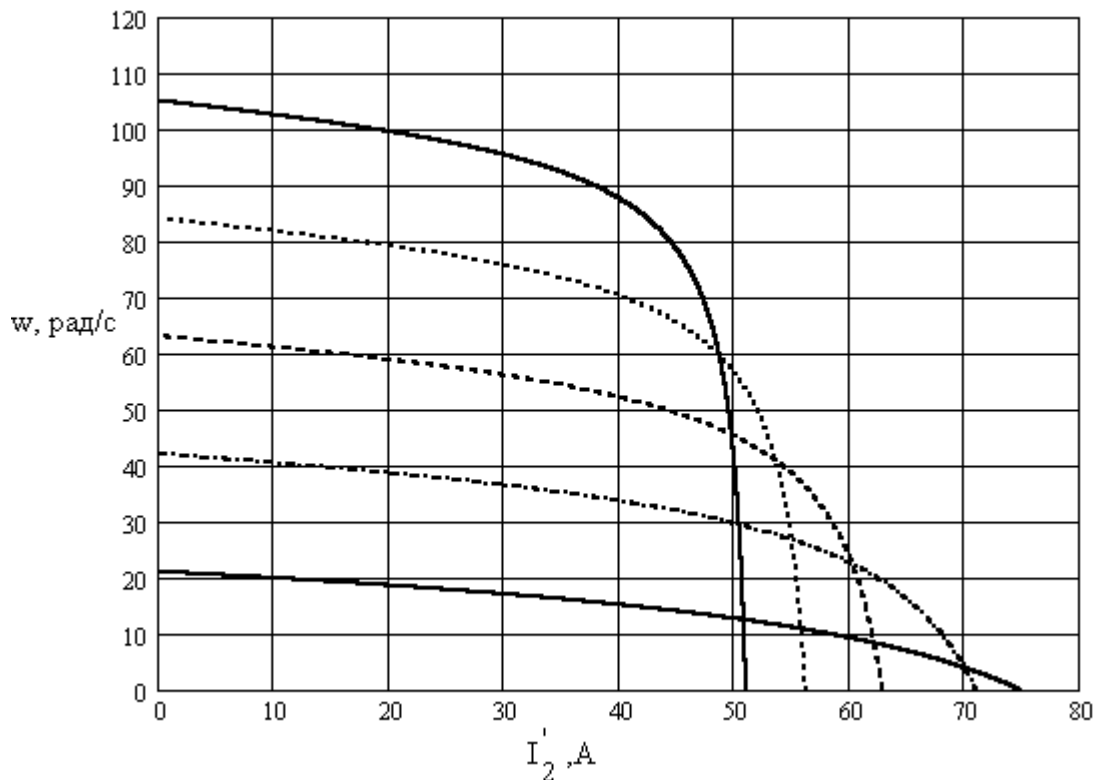


Рис. 3.1- Швидкісні характеристики

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

Розрахунок механічних характеристик електроприводу.

Запишемо вирази для моменту АД, підставляючи в нього значення параметрів з урахуванням частоти напруги живлення:

$$M = \frac{3 \cdot U_{\phi}^2(f) \cdot \frac{R_2'}{S(f)}}{\omega_0(f) \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{S(f)} \right)^2 + x_k^2(f) \right]} \quad (3.8)$$

3.3. Розрахунок механічних характеристик електроприводу.

Запишемо вирази для моменту АД, підставляючи в нього значення параметрів з урахуванням частоти напруги живлення:

$$M = \frac{3 \cdot (U_{\phi.ном} \cdot \sqrt{f^*})^2 \cdot \frac{R_2' \cdot \omega_{0н} \cdot f^*}{\omega_{0н} \cdot f^* - \omega}}{\omega_{0н} \cdot f^* \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R_2' \cdot \omega_{0н} \cdot f^*}{\omega_{0н} \cdot f^* - \omega} \right)^2 + (x_k \cdot f^*)^2 \right]} \quad (3.9)$$

Підставивши різні значення частоти напруги живлення $10 \leq f \leq 50$ і швидкості від 0 до $\omega_0(f)$ в формулу (3.9), отримаємо значення моменту для механічних характеристик при різних частотах (табл. 3.2).

Табл. 3.1.

50	ω	0	15	30	45	60	75	85	95	104
Гц	М	37,73	43,59	51,56	62,92	80,14	107,81	133,38	142,80	25,33
40	ω	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Гц	М	57,17	64,14	72,97	84,45	99,80	120,86	149,25	176,52	108,54
30	ω	0	10	20	30	40	45	50	55	60
Гц	М	95,41	110,36	130,32	157,55	193,71	212,91	224,93	207,82	112,62
20	ω	0	5	10	15	20	25	30	35	40

Гц	M	182,71	199,92	219,96	243,02	268,54	293,33	306,19	273,08	115,73
10	ω	0	4	8	10	12	14	16	18	20
Гц	M	405,16	435,96	460,29	465,14	459,74	436,83	384,78	286,11	117,68

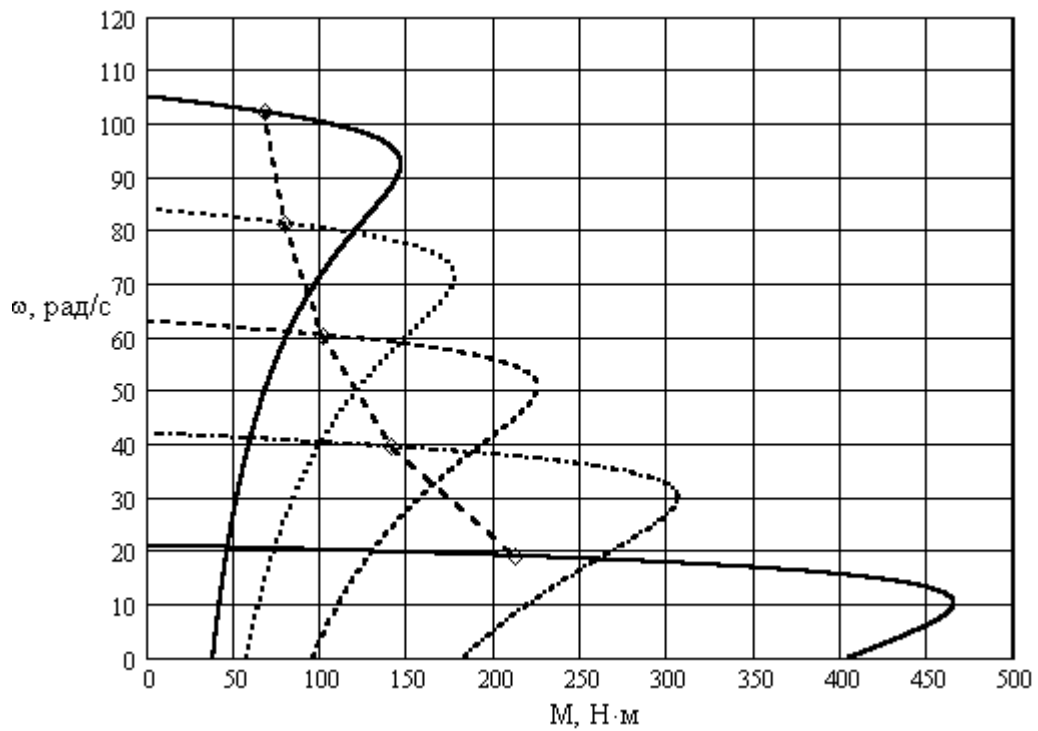


Рис. 3.1- Механічні характеристики та статичний момент $M_c(f)=0,45M_{кр}(f)$

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.2 Енергетичні характеристики електроприводу

Розрахунок втрат в електроприводі.

Сумарні втрати складаються з постійних втрат, і втрат змінних.

Сумарні втрати:

$$\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_{пост} + \Delta P_{перем} \quad (3.1)$$

где $\Delta P_{пост}$ – постійні втрати;

$\Delta P_{перем}$ – змінні втрати.

До постійних втрат віднесемо втрати механічні та втрати в міді статора від намагнічує струму:

$$\Delta P_{пост} = \Delta P_{мех} + \Delta P_{1,м}$$

$$\text{Механічні втрати: } \Delta P_{мех} = \Delta P_{мех,н} \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^2 = k_{мех} \cdot P_n \cdot \frac{1-S(f)}{1-S_n} = 0,015 \cdot 7500 \cdot \frac{1 - \frac{\omega_0 \cdot f^* - \omega}{\omega_0 \cdot f^*}}{1 - 0,029}, \quad (3.2)$$

де $k_{мех} = 0,015$;

$S(f)$ - знайдемо з формули (3.5);

P_i - номінальна паспортна потужність двигуна.

Втрати в міді статора:

$$\Delta P_{1,м} = 3 \cdot I_{\mu}^2 \cdot R_1 = 3 \cdot 7,3^2 \cdot 0,507 = 81 \text{ (Вт)}; \quad (3.3)$$

Змінні втрати визначимо з виразу:

$$\Delta P_{пер} = M_n \cdot \omega_0 \cdot S(f) \cdot \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) + 3 \cdot I_1^2 \cdot R_1; \quad (3.3)$$

Розрахунок КПД

КПД Системи розрахуємо за формулою:

					ЕП.ДП.19.20. ЛЗ	Лист
						30
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\eta = \frac{M \cdot \omega}{M \cdot \omega + \Delta P_{\Sigma}}; \quad (3.7)$$

де M – момент навантаження;

ω – швидкість робочої точки;

ΔP_{Σ} – сумарні втрати в системі.

Результати розрахунків занесемо в табл. 4.1

Табл. 3.2

50	ω	5	15	30	45	60	75	85	100	104
Гц	η	0,016	0,052	0,117	0,198	0,304	0,450	0,580	0,853	0,895
40	ω	5	10	20	30	40	50	60	70	80
Гц	η	0,027	0,055	0,119	0,193	0,281	0,387	0,517	0,679	0,877
30	ω	5	10	20	30	40	45	50	55	60
Гц	η	0,047	0,097	0,209	0,341	0,496	0,584	0,682	0,787	0,892
20	ω	1	5	10	15	20	25	30	35	40
Гц	η	0,018	0,091	0,188	0,291	0,401	0,519	0,644	0,776	0,896
10	ω	2	6	8	10	12	14	16	18	20
Гц	η	0,087	0,264	0,355	0,447	0,540	0,634	0,727	0,816	0,867

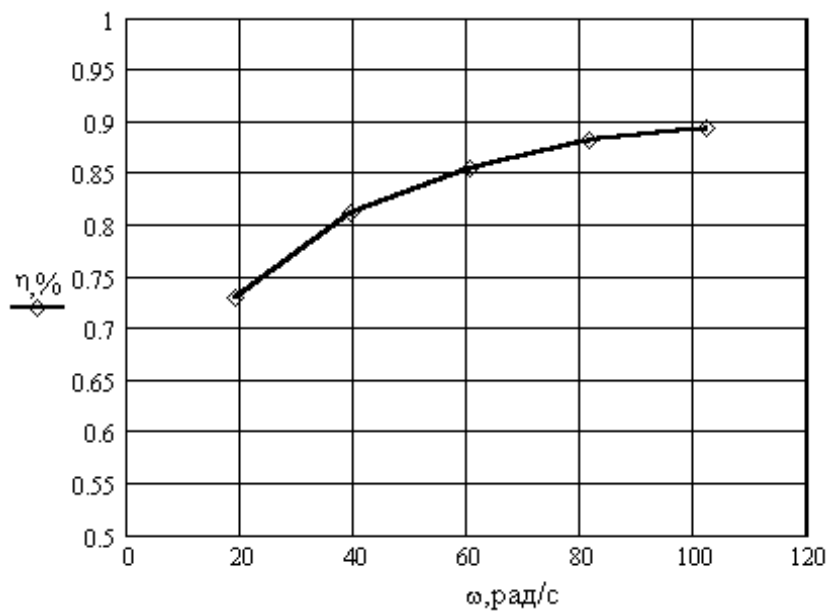


Рис. 3.2- Залежність КПД=f(ω) при Mc(f)=0,45Mкр(f)

Розрахунок коефіцієнта потужності.

Розрахуємо по формулі

$$\cos\varphi = \frac{M_i \cdot \omega_i}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_{1n} \cdot f^*} \quad (4.12)$$

і занесемо отримані результати в табл.3.3.

Табл. 3.3

50	ω	5	15	30	45	60	75	85	100	104
Гц	cosφ	0,930	0,934	0,940	0,948	0,957	0,966	0,971	0,930	0,523
40	ω	5	10	20	30	40	50	60	70	80
Гц	cosφ	0,935	0,938	0,944	0,950	0,957	0,964	0,971	0,973	0,918
30	ω	5	10	20	30	40	45	50	55	60
Гц	cosφ	0,947	0,950	0,958	0,966	0,973	0,975	0,976	0,969	0,898
20	ω	1	5	10	15	20	25	30	35	40
Гц	cosφ	0,960	0,964	0,968	0,972	0,975	0,978	0,978	0,971	0,862
10	ω	2	6	8	10	12	14	16	18	20
Гц	cosφ	0,976	0,979	0,979	0,979	0,979	0,976	0,969	0,947	0,785

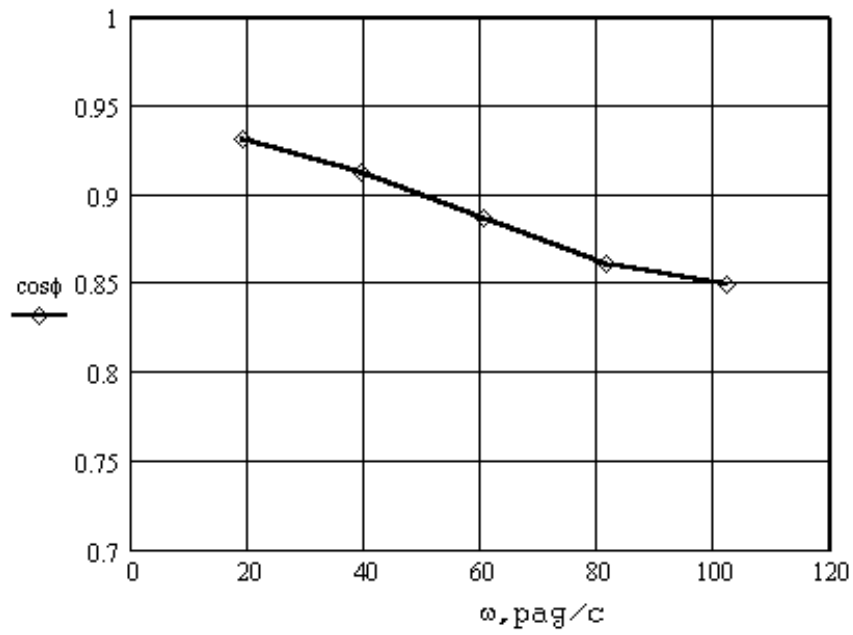


Рис. 3.4- Залежність $\cos\phi$ від швидкості при $M_c(f)=0,45M_{кр}(f)$

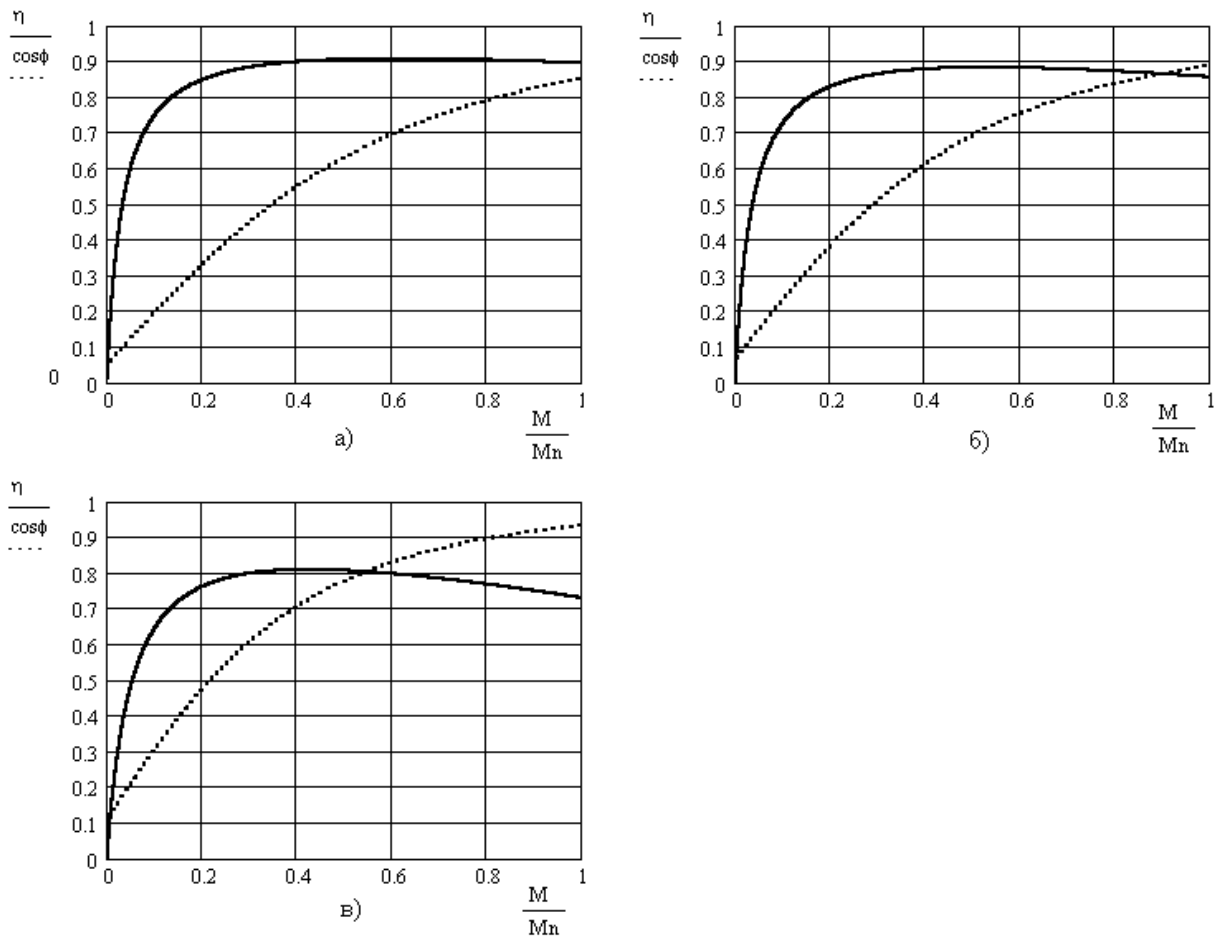


Рис. 3.4- Залежність КПД і $\cos\phi$ від навантаження на валу при частотах живлячої напруги $f=50$ Гц (а), $f=30$ Гц (б) і $f=10$ Гц (в).

3.3 Дослідження системи електроприводу в динамічних режимах роботи.

Математична модель приводу.

Для визначення характеру проходження перехідних процесів системи в перехідних режимах необхідно визначити коефіцієнти характеристичного рівняння системи в операторній формі:

$$T_M T_\Delta \cdot p^2 + T_M \cdot p + 1 = 0, \quad (3.1)$$

де T_M – механічна постійна часу системи,

T_Δ – електромагнітна постійна часу;

Визначити постійні часу можна за допомогою таких висловів:

$$T_M = J \frac{\omega_0}{M_{\max}} = 0,15 \frac{105}{160} = 0,098 \text{ (с)}; \quad (3.2)$$

$$T_\Delta = \frac{1}{S_K \cdot \Omega} = \frac{1}{0,12 \cdot 314} = 0,0265 \text{ (с)}, \quad (3.3)$$

де $\Omega = 2\pi \cdot f = 314$ (рад/с).

$$4T_\Delta = 4 \cdot 0,0265 = 0,106 \text{ (с)}, \quad T_M < 4T_\Delta,$$

а це значить, що перехідні процеси в системі повинні мати коливальний характер.

Вибір машинної моделі та моделювання перехідних процесів на ПК

Як програмного пакета для моделювання напівпровідникових електроприводів найбільш підходящою вважається система MatLab (матрична лабораторія) зі своїми пакетами розширення (Toolboxes), повсюдно прийнята в якості основного інструменту вивчення напівпровідникового електроприводу.

Основними пакетами розширення, які використані при дослідженні напівпровідникового електроприводу, є Simulink і Power System Blockset.

Пакет Simulink зі своїми доповненнями - основний інструмент вивчення різних електромеханічних систем. Практично не існує завдання, пов'язаної з дослідженням систем електроприводу, яку не можна було б вирішити в цьому пакеті.

Simulink надає досліднику найрізноманітніші можливості, починаючи від структурного (математичного) представлення системи і закінчуючи генеруванням кодів для програмування мікропроцесора відповідно до структурної схемою моделі.

Бібліотека Simulink представляє собою набір візуальних об'єктів, використовуючи які можна досліджувати практично будь-яку систему автоматичного регулювання. Практично для всіх блоків існує можливість налаштування параметрів. Параметри налаштування відображаються в панелі вікна налаштування обраного блоку.

- У досліджувану модель (рис. 5.1) увійшли такі елементи:
- □ Asynchronous Machine SI Unit - готова модель асинхронного двигуна параметрами, відповідними номінальним паспортним даним двигуна АМУ 160 М6 Т2; 3 джерела синусоїдальної напруги AC Voltage Source з номінальними параметрами: $f=50$ Гц, $U_m=311$ В; зсунуті по фазі один відносно одного на 120° , моделюють трифазну систему напруг з номінальними значеннями: $U_\phi=220$ В, $U_L=380$ В.
- Three-Phase V-I Measurement – трифазний мультиметр для здійснення замірів мережевого струму і напруги.
- 2 елементи типу Scope – моделі осцилографів для перегляду графіків мережевих струму і напруги, а також зміни в часі частоти обертання ротора двигуна і моменту на його валу.
- 2 елементи типу Display для контролю сталого значення тих же параметрів.
- Step - елемент, за допомогою якого, можливо змодельовати наброс навантаження на вал двигуна в певний момент часу.

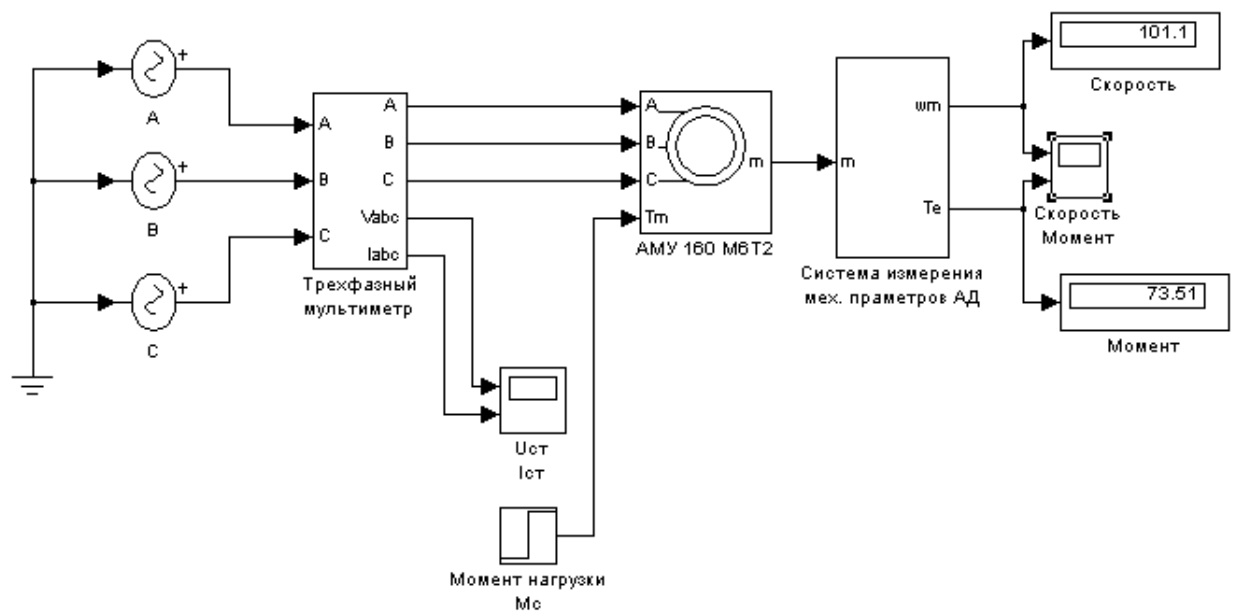


Рис.3.5- Модель системы ПЧ-АД для программного пакета MatLab 6.5

Моделюємо пуск двигуна без навантаження при трьох різних частотах напруги живлення $f_1=50$ Гц, $f_2=37,5$ Гц, $f_3=25$ Гц, використовуючи закон

частотного регулювання $\frac{U}{\sqrt{f}} = const$.

значить при $f=50$ Гц $U_{л}=380$ В;

при $f=37,5$ Гц $U_{л}=329$ В;

при $f=25$ Гц $U_{л}=269$ В.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

При частоті живильної мережі $f=50$ Гц і лінійній напрузі $U_{л}=380$ В отримуємо такі графіки перехідних процесів $\omega=f(t)$ (рад/с) і $M_{в}=f(t)$ (Н·м).

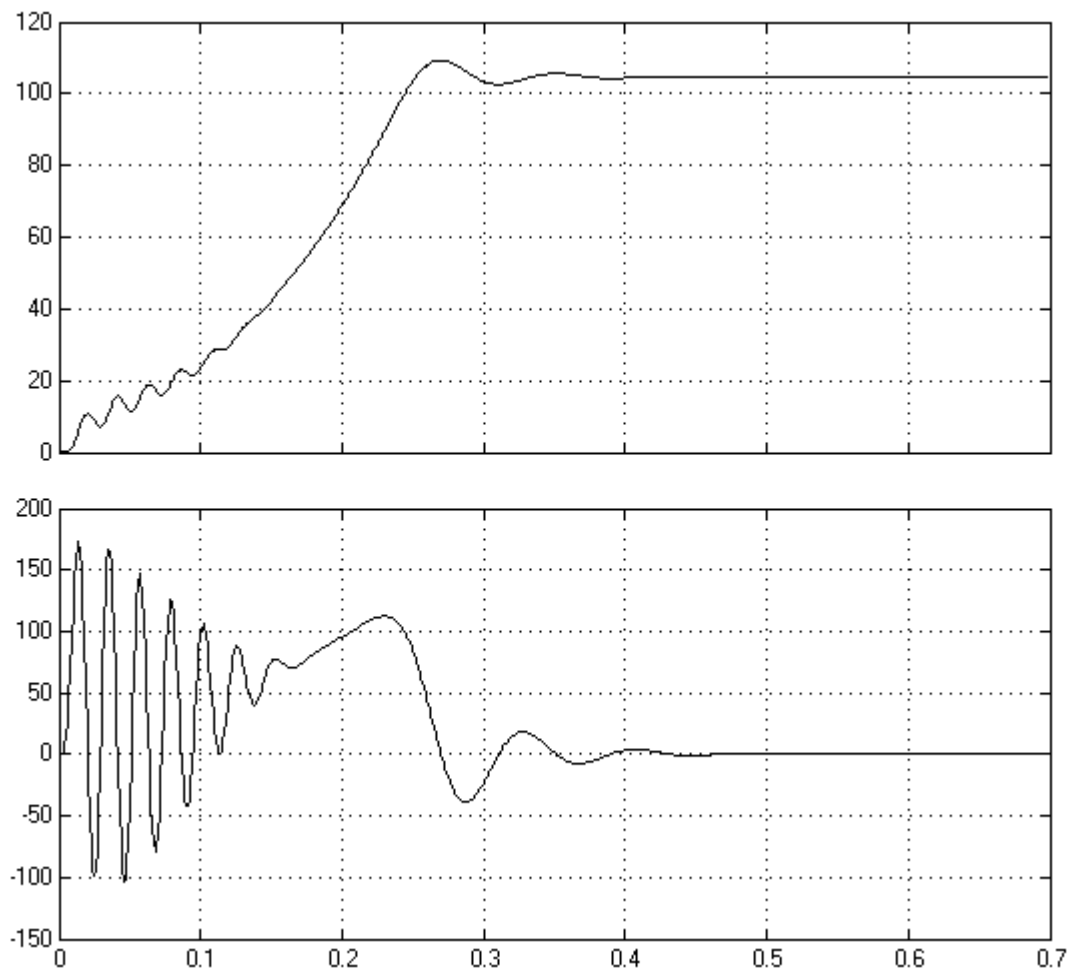


Рис. 3.6- Графіки $\omega=f(t)$ и $M_{в}=f(t)$ при $f=50$ Гц

Після закінчення перехідного процесу отримуємо такі усталені значення: $\omega = 104,7$ рад/с

$$I_1 = 7,266 \text{ А}$$

$$M_{в} = 0,517 \text{ Н·м}$$

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

При частоті живильної мережі $f=37,5$ Гц і лінійній напрузі $U_{л}=329$ В отримуємо такі графіки перехідних процесів $\omega=f(t)$ (рад/с) і $M_{в}=f(t)$ (Н·м).

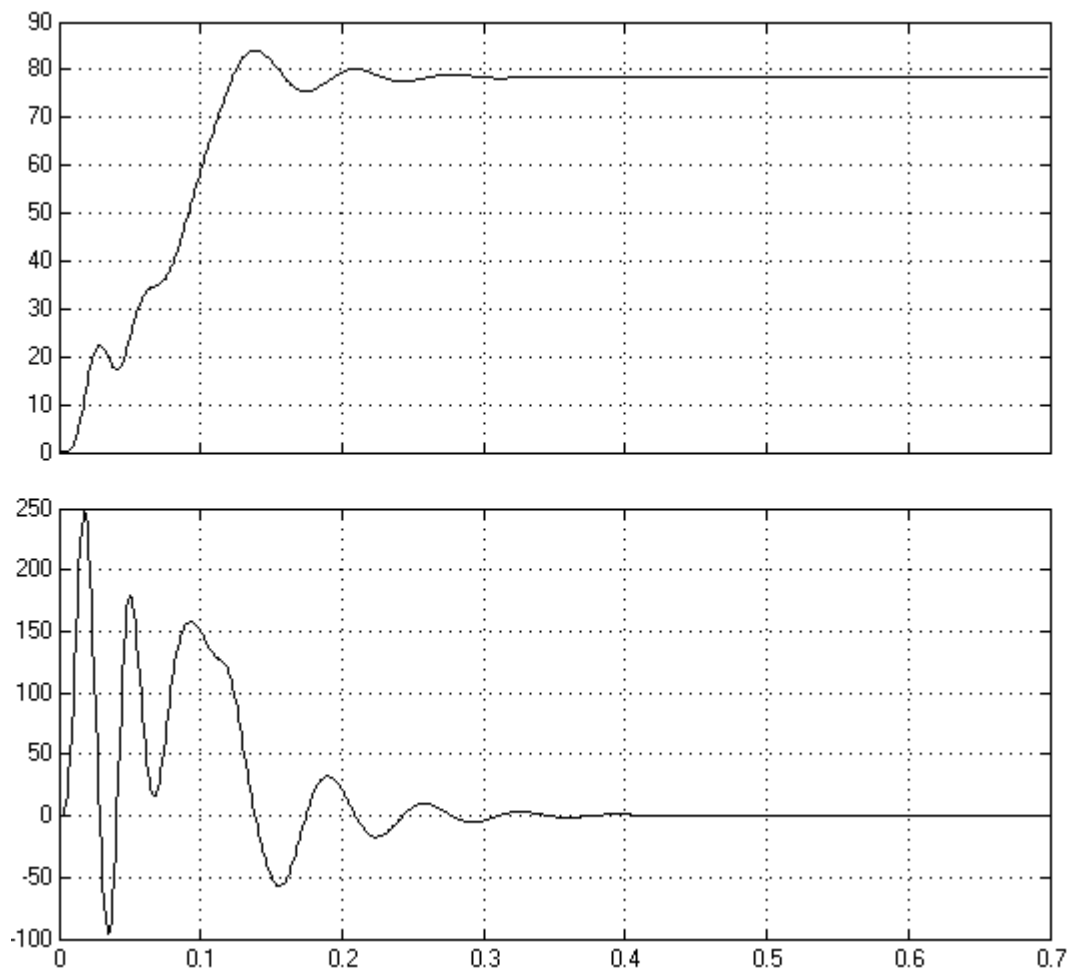


Рис. 3.7- Графіки $\omega=f(t)$ и $M_{в}=f(t)$ при $f=37,5$ Гц

Після закінчення перехідного процесу отримуємо такі усталені значення: $\omega =78,53$ рад/с

$I_1=7,608$ А

$M_{в}=0,3883$ Н·м

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

При частоті живильної мережі $f=25$ Гц і лінійній напрузі $U_{л}=269$ В отримуємо такі графіки перехідних процесів $\omega=f(t)$ (рад/с) и $M_{в}=f(t)$ (Н·м).

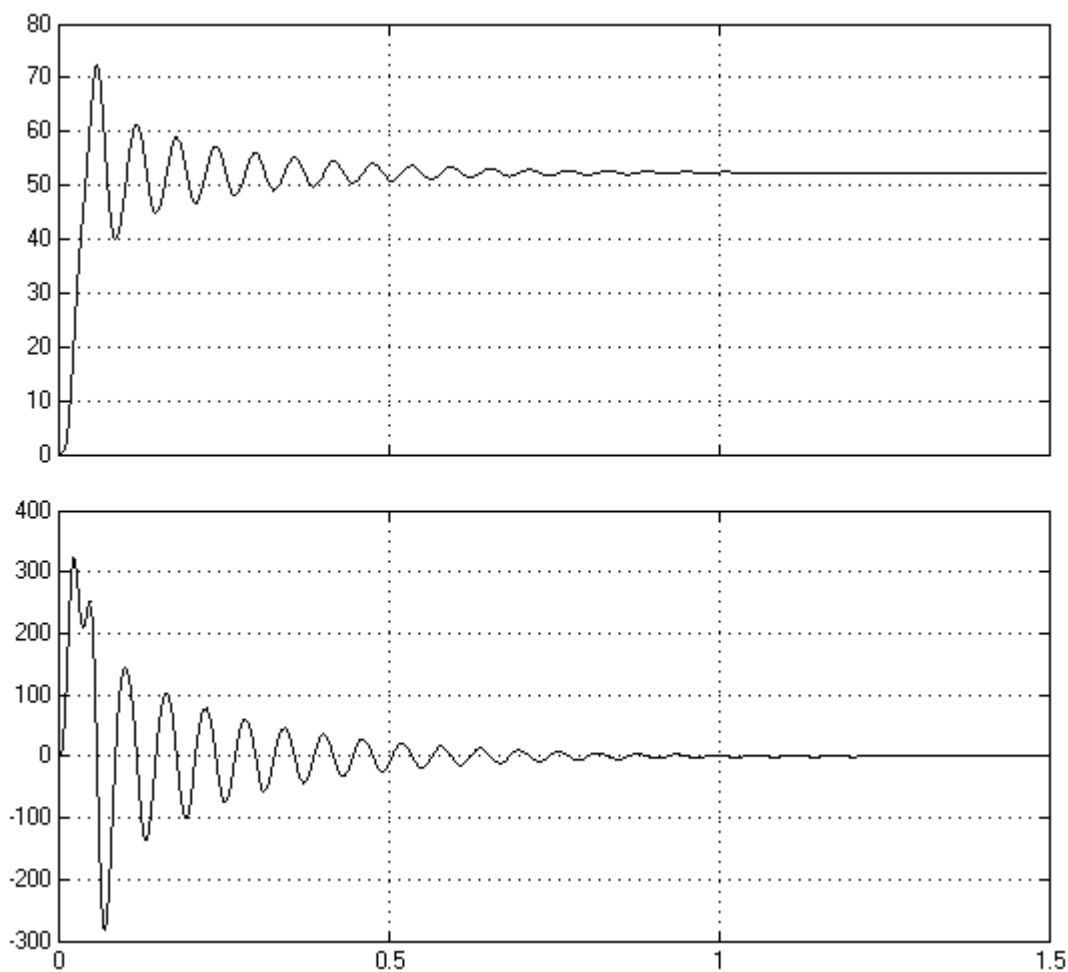


Рис. 3.8- Графіки $\omega=f(t)$ и $M_{в}=f(t)$ при $f=25$ Гц

Після закінчення перехідного процесу отримуємо такі усталені значення: $\omega = 52,36$ рад/с

$I_1=10,29$ А

$M_{в}=0,036$ Н·м

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

При частоті живильної мережі $f=50$ Гц і лінійній напрузі $U_{л}=380$ У змодельюємо перехід системи з одного сталого стану ($M_{в} = M_{н} = 73$ Н·м, $\omega = \omega_{н} = 101.7$ рад/с, $I_1 = I_{1н} = 15,65$ А) в інше після накидання навантаження на вал двигуна ($M_{с.доп.} = 0,3M_{н} = 22$ Н·м).

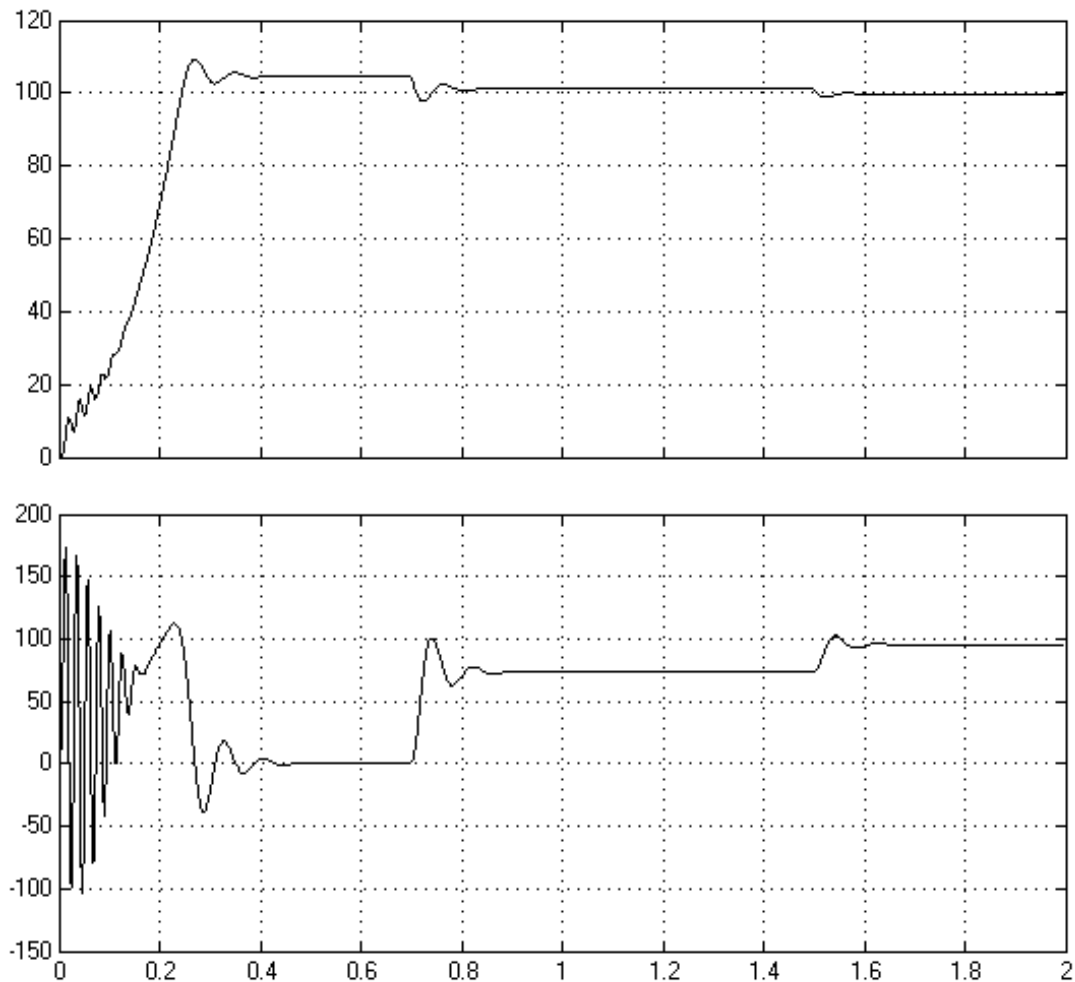


Рис. 3.9- Наброс навантаження $M_{с.доп.}=0,3M_{н}$

Після закінчення перехідного процесу отримуємо такі усталені значення: $\omega = 99,7$ рад/с

$I_1 = 20,06$ А

$M_{в} = 95,5$ Н·м

Для більш детального вивчення перехідного процесу на рис. 5.6. приведена збільшена частина графіків $\omega=f(t)$ (рад/с) и $M_{в}=f(t)$ (Н·м), охоплює тільки момент уповільнення двигуна після накидання додаткового навантаження.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

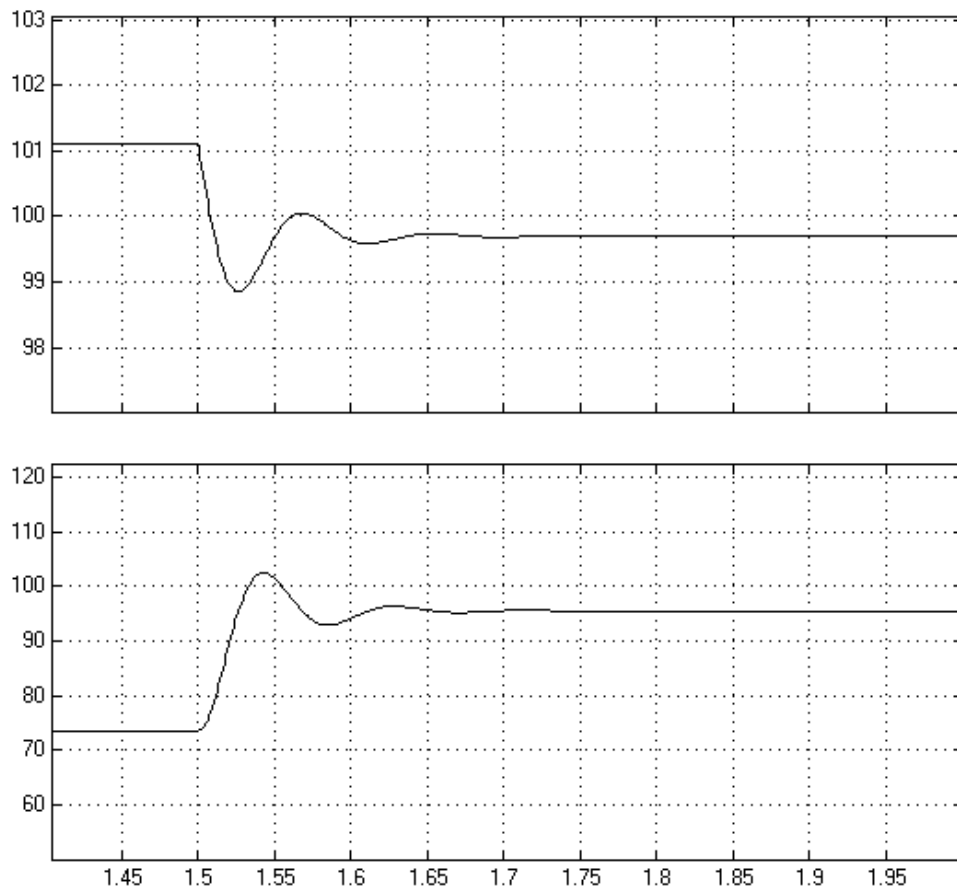


Рис. 3.10- Наброс навантаження $M_{с,доп.}=0,3M_H$ (фрагмент)

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЕП.ДП.19.20. ЛЗ

Лист

41

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

4.1 Інженерно-технічні заходи щодо охорони праці на об'єкті

Ця інструкція передбачає основні вимоги щодо організації та проведення безпечної роботи на установках горизонтально і вертикально направлено буріння, в тому числі під час свердління і буріння отворів установками з алмазним інструментом.

До самостійної роботи на установках горизонтально і вертикально направлено буріння (далі - установки) допускаються особи, які досягли 18 років, які мають відповідну кваліфікацію, підтверджену документом про професійне навчання; пройшли обов'язковий попередній медичний огляд і не мають протипоказань за станом здоров'я до виконання даного виду робіт; пройшли вступний та первинний на робочому місці інструктажі з охорони праці, вступний і первинний на робочому місці інструктажі з пожежної безпеки та цивільної оборони; інструктаж з електробезпеки з присвоєнням 1 групи допуску; навчені безпечним методам і прийомам ведення робіт (включаючи вантажно-розвантажувальні роботи, роботи на висоті), правилам надання першої допомоги при нещасному випадку на виробництві; які пройшли стажування на робочому місці не менше ніж 10 змін; пройшли перевірку знань вимог охорони праці, пожежної та електробезпеки. Надалі персонал, допущений до роботи на установках повинен проходити періодичний медичний огляд відповідно до чинного законодавства РФ; повторний інструктаж з охорони праці не рідше 1 разу на 3 місяці; повторний інструктаж з пожежної безпеки не рідше ніж 1 раз на 6 місяців; інструктаж з електробезпеки з присвоєнням 1 групи допуску не рідше 1 разу на 12 місяців, з присвоєнням 2 і вище групи допуску - не рідше 1 разу на 3 місяці); чергову перевірку знань вимог охорони праці та пожежної та електробезпеки - не рідше 1 разу на 12 місяців.

При необхідності персонал, допущений до роботи на установках, повинен

					ЕП.ДП.19.20. .ЛЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

проходити цільовий інструктаж з охорони праці (перед виконанням: робіт з підвищеною небезпекою, на які відповідно до нормативних документів, необхідно буде укласти наряду-допуску, дозволу або інших спеціальних документів; разових робіт, в тому числі не пов'язаних з прямими обов'язками за спеціальністю, професією; інших робіт з підвищеним ризиком небезпечного впливу на організм працюючого (за рішенням організатора навчання); робіт при ліквідації наслідків Варій, стихійних лих і т.п.).

При необхідності персонал, допущений до роботи на установках, повинен проходити позачерговий інструктаж з охорони праці (при введенні в дію нових або зміні законодавчих та інших нормативних правових актів, що містять вимоги охорони праці, а також інструкцій з охорони праці; при зміні технологічних процесів, заміні або модернізації устаткування, пристосувань, інструменту та інших факторів, що впливають на безпеку праці; при порушенні працівниками вимог охорони праці, якщо ці порушення створили реальну загрозу настання тяжких наслідків (нещасний випадок на виробництві, аварія і т.п.); на вимогу посадових осіб органів державного нагляду і контролю; при перервах в роботі (для робіт з шкідливими і (або) небезпечними умовами - більше 30 календарних днів, а для решти робіт - понад два місяці); за рішенням роботодавця (або уповноваженої ним особи).

Персонал, допущений до роботи на установках, повинен добре знати і строго дотримуватися всіх необхідних вимог, в тому числі з охорони праці, пожежної та електробезпеки, виробничої санітарії.

Персонал, допущений до роботи на установках, повинен вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння, знати місця їх розташування і щодня перед роботою перевіряти збереження пломб на вогнегасниках, справність інвентарю для пожежогасіння. У пожежонебезпечному приміщенні повинні бути вогнегасники і ящик з сухим піском. Забороняється використовувати пожежний інвентар не за призначенням.

– У пожежонебезпечних приміщеннях повинен застосовуватися

					ЕП.ДП.19.20. ЛПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

інструмент, виготовлений з матеріалу, який виключає іскроутворення.

– Зберігання мастильних матеріалів допускається в установленому місці в кількостях, що не перевищують добову потребу. Мастильні матеріали повинні зберігатися в спеціальній металевій або пластмасовій тарі з щільно закритими кришками.

– Забороняється зберігати в пожежонебезпечному приміщенні легкозаймисті рідини.

– Для місцевого освітлення або при відсутності електроенергії слід застосовувати переносний акумуляторний світильник у вибухозахищеному виконанні напругою не вище 12 В, вмикання і вимикання якого має проводитися за межами пожежонебезпечного приміщення. Забороняється застосовувати для цієї мети джерела відкритого вогню.

– Курити і приймати їжу дозволяється тільки в спеціально відведених для цих цілей місцях.

Персонал, допущений до роботи на установках, зобов'язаний:

- дотримуватися вимог Інструкції з охорони праці за своєю професією, а також по всіх -видах виконуваних ним робіт;

- негайно повідомляти своєму безпосередньому керівнику (при його відсутності - керівника -вищого рівня) про нещасний випадок, і про всі помічені ним порушення вимог охорони -праці, а також про несправності споруд, обладнання та захисних пристроїв;

- містити в чистоті і порядку робоче місце і обладнання;

- забезпечувати на своєму робочому місці збереження засобів захисту, інструменту, --приспособлень, засобів пожежогасіння;

- добре знати правила безпеки і надійної роботи на установках горизонтально і вертикально направленої буріння і з локаційним приладами, включаючи порядок укладання матів заземлення та процедуру самого заземлення;

- повністю дотримуватися норм, правил та інструкцій з охорони праці та інструкції по експлуатації установок горизонтально і вертикально направленої

									Лист
									44
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЕП.ДП.19.20. ЛПЗ				

буріння, Правила внутрішнього трудового розпорядку, а також дотримуватися і виконувати в обов'язковому порядку всі заходи, зазначені в проекті виконання робіт (ППР);

- виконувати вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки і вибухобезпеки: правильно провести прибирання сміття на місці проведення бурових робіт (побутове сміття, обрізки труби, мішки з-під бентоніту).

4.2. Розрахункова частина

Заземлення - це навмисне електричне з'єднання з землею, або її еквівалентом, металевих неструмоведучих частин електроустановок, які можуть опинитися під напругою у зв'язку з пробоем ізоляції на корпус.

Згідно ПУЕ, для забезпечення електробезпеки, всі металеві частини електрообладнання, по яких не повинен проходити струм повинні бути заземлені.

4.2.1 Визначаю струм замикання на землю;

$$I_3 = \frac{3 \cdot U_{\Phi}}{350} (3,5l_{к.л.} + l_{в.л.}), \text{ А} \quad (4.1)$$

де U_{Φ} – фазна напруга мережі $U_{\Phi}=380\text{В}$, кВ; $l_{к.л.}$ – довжина електрично зв'язаних кабельних ліній, $l_{к.л.}=4,2$ км; $l_{в.л.}$ – довжина електрично зв'язаних повітряних ліній, $l_{в.л.}=12$ км.

$$I_3 = \frac{3 \cdot 380}{350} (3,5 \cdot 4,2 + 12) = 50,2, \text{ А}$$

4.2.2 Визначаю значення опору заземлення R_3 . За ПУЕ визначається в залежності від напруги, $660\text{В} > U > 380\text{В}$, $R_3 = 4$ Ом.

Опір природного заземлювача $R_{п} = 17,5$ Ом.

4.2.3 Визначається необхідний опір штучних заземлювачів;

$$R_{и} = \frac{R_3 \cdot R_{п}}{R_3 + R_{п}}, \quad (4.2)$$

$$R_{и} = \frac{4 \cdot 17,5}{4 + 17,5} = 5,18 \text{ Ом}$$

4.2.4 Вибирається тип заземлюючого пристрою, виносний на підставі даних про об'єкт, що захищається, і значень $R_{и}$, ρ .

					ЕП.ДП.19.20. ЛЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

4.2.5 Вибираються електроди стрижневі і попередньо розміщують їх на плані об'єкта, що захищається (Рисунок 4.1)

Як вертикальні заземлювачі варто використовувати сталеві стрижні діаметром 35 мм, довжиною 3 м. Верхній кінець вертикального заземлювача повинен бути занурений на 0,7 м від поверхні землі. Як горизонтальні заземлювачі варто використовувати круглу сталь діаметром 10 мм.

4.2.6 Визначається розрахунковий питомий опір ґрунту для однорідного ґрунту;

$$\rho_{\text{роз}} = \rho_{\text{вим}} \cdot \Psi, \text{ Ом}\cdot\text{м} \quad (4.3)$$

де $\rho_{\text{вим}}$ - питомий опір ґрунту, $\rho_{\text{вим}} = 1,5 \cdot 10^2 \text{ Ом}\cdot\text{м}$;

Ψ - кліматичний коефіцієнт, $\Psi = 1,5$.

$$\rho_{\text{роз}} = 150 \cdot 1,5 = 225, \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

4.2.7 Визначаю опір одиночного вертикального заземлювача;

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{роз}}}{2\pi l} \cdot \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t_0 + l}{5t_0 - l} \right), \text{ Ом} \quad (4.4)$$

де $t_0 = 0,7 \text{ м}$ – мінімальна відстань від землі до вертикального електрода;

l – довжина вертикального заземлювача, $l = 3 \text{ м}$;

d – діаметр вертикального заземлювача, $d = 0,035 \text{ м}$.

$$R_{\text{в}} = \frac{225}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,035} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 0,7 + 3}{5 \cdot 0,7 - 3} \right) = 63,93, \text{ Ом}$$

Визначаємо опір горизонтального електрода;

$$R_{\text{г}} = \frac{\rho_{\text{роз}}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{l^2}{d \cdot t}, \text{ Ом} \quad (4.4)$$

де $t = 0,7 \text{ м}$ – мінімальна відстань від землі до вертикального електрода;

l – довжина горизонтального заземлювача, $l = 25 \text{ м}$;

d – діаметр горизонтального заземлювача, $d = 0,035 \text{ м}$.

$$R_{\text{г}} = \frac{225}{2 \cdot 3,14 \cdot 25} \cdot \ln \frac{25^2}{0,035 \cdot 0,7} = 9,73 \text{ Ом}$$

Тоді розрахунковий опір заземлювача буде визначений за формулою;

$$R = \frac{R_{\text{в}} R_{\text{г}}}{R_{\text{в}} \eta_{\text{г}} + R_{\text{г}} \eta_{\text{в}}}, \text{ Ом} \quad (4.5)$$

де $\eta_{\Gamma} = 0.75$ – Коефіцієнт використання горизонтального смугового електрода;

$\eta_{\text{В}} = 0.74$ – Коефіцієнт використання вертикального смугового електрода;

$$R = \frac{63,93 \cdot 9,73}{63,93 \cdot 0.75 + 9,73 \cdot 0.74 \cdot 10} = 5,18 \text{ Ом}$$

Отримане значення опору порівнюється з необхідним опором штучного заземлювача, визначеним за формулою (4.2). Значення майже збігаються, що є задовільним результатом розрахунків.

					ЕП.ДП.19.20. .ЛЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

5. Техніко-економічне обґрунтування проекту

5.1 Розрахунок капітальних інвестицій

Капітальні інвестиції – це кошти, призначені для створення і придбання основних фондів і нематеріальних активів, що підлягають амортизації.

Капітальні інвестиції з реалізації проектного технічного рішення можуть включати:

- витрати на придбання обладнання, техніки, технології, технічних засобів контролю та обліку витрачання ресурсів, приладів діагностики стану обладнання тощо;
- витрати, пов'язані з виконанням будівельно-монтажних робіт;
- витрати, пов'язані з виконанням монтажно-налагоджувальних робіт;
- витрати фінансових коштів на проведення проектно-конструкторських робіт, підготовку персоналу та виконання інших робіт, необхідних для реалізації технічного рішення.

Проектні капітальні інвестиції в устаткування і будівельно-монтажні роботи визначаються на основі цін, наведених у прайс-листах оптових цін на електроустаткування, та інших довідкових матеріалів або за фактичними витратами підприємства.

Вартість монтажно-налагоджувальних робіт $K_{M(H)}$ приймається за договірними розцінками на монтаж і налагодження електрообладнання та на монтаж і налагодження електроконструкцій, за фактичними даними підприємства або на рівні 8% від вартості устаткування і становить:

Для електрообладнання $K_{M(H)0}$ вартість монтажно-налагоджувальних робіт становить;

$$K_{M(H)0} = 14700 \cdot 0.08 = 1.176 \quad (5.1)$$

					ЕП.ДП.19.20. ЛПЗ	Лист
						48
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для електроконструкцій $K_{м(н)к}$ вартість монтажних-налагоджувальних робіт становить;

$$K_{м(н)к} = 46200 \cdot 0.08 = 3,696 \quad (5.2)$$

Вартість транспортно-заготівельних і складських витрат ($K_{тзс}$) визначається виходячи з:

- відстані доставки обладнання від місця придбання до місця експлуатації;
- кількості, маси і габаритів устаткування;
- виду транспортних засобів;
- транспортних тарифів;
- розцінок на вантажно-розвантажувальні роботи;
- витрат на складську обробку.

Транспортно-заготівельні і складські витрати за спрощеним методом визначаються у відсотках від вартості устаткування, матеріалів, виробів, конструкцій (5%) і становлять:

Для електрообладнання $K_{тзсо}$;

$$K_{тзсо} = 14700 \cdot 0.05 = 735 \quad (5.3)$$

Для електроконструкцій $K_{тзск}$;

$$K_{тзск} = 46200 \cdot 0.05 = 2.300 \quad (5.4)$$

Таким чином, капітальні інвестиції на здійснення проектного варіанта складають:

Для електрообладнання $K_{по}$;

$$K_{по} = K_{обо} + K_{тзсо} + K_{м(н)о}, \text{ грн} \quad (5.5)$$

					ЕП.ДП.19.20. ЛЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$$K_{\text{по}} = 14700 + 735 + 1.176 = 16.611$$

Для електроконструкцій $K_{\text{пк}}$;

$$K_{\text{пк}} = K_{\text{обк}} + K_{\text{тзск}} + K_{\text{м(н)к}}, \text{ грн} \quad (5.6)$$

$$K_{\text{пк}} = 42600 + 2300 + 3696 = 48.596$$

де $K_{\text{об}}$ – вартість устаткування за зведенням витрат (без ПДВ), грн.;

$K_{\text{тзс}}$ – транспортно-заготівельні і складські витрати, грн.;

$K_{\text{м(н)}}$ – витрати на монтаж і налагодження устаткування, грн.

Загальні капітальні витрати дорівнюють:

$$K_{\text{п}} = K_{\text{по}} + K_{\text{пк}}, \text{ грн} \quad (5.7)$$

$$K_{\text{п}} = 16.611 + 48.596 = 65.207$$

Витрати на придбання технічних засобів оформляються у вигляді зведення капітальних витрат за розділами (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Зведення капітальних інвестицій, грн.

№ п/п	Найменування технічних засобів (обладнання)	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1	Електрообладнання;	1		14700
	Асинхронний двигун типу АМУ160М6	1	14700	
2	Електроконструкції;	4		28700
	Екструдер	1	14500	
	Маслобак	1	7800	

	Буровая головка	1	3900	
	аккумулятор	1	2500	
3	Будівельно-монтажні роботи	4		9070.1
	Витрати на монтаж і налагодження устаткування електрообладнання		2935.2	
	Транспортно-заготівельні і складські витрати на електрообладнання		1834.5	
	Витрати на монтаж і налагодження устаткування електроконструкцій		2646.4	
	Транспортно-заготівельні і складські витрати на електроконструкції		1654	
4	УСЬОГО			52.470.1

5.2. Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати – це поточні витрати на експлуатацію та обслуговування об'єкта проектування за визначений період (наприклад, рік), що виражені у грошовій формі.

До основних статей експлуатаційних витрат по електротехнічному устаткуванню та енергомережам відносяться:

1. Амортизаційні відрахування (C_a).
2. Заробітна плата обслуговуючого персоналу (C_3).
3. Єдиний соціальний внесок (C_e).
4. Витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж ($C_{пр}$).
5. Вартість втрат електроенергії (C_e).
6. Інші витрати ($C_{ін}$).

Для подальшого визначення економічного ефекту окрім проєктованих даних, були також взяті базові дані про витрати, на основі яких були також розраховані експлуатаційні витрати. Базові дані занесені до таблиці 5.2.

№ п/п	Найменування	Капітальні інвестиції, тис. грн.
	<i>Проектний варіант</i>	1
1	Електрообладнання	16.6
2	Електроконструкції	48.5
	УСЬОГО:	65.1

Таким чином, річні експлуатаційні витрати по об'єкту проєктування складають:

$$C = C_a + C_z + C_c + C_{пр} + C_e + C_{ін}, \text{ грн} \quad (5.8)$$

$$C = 15768.02 + 778 + 29433.6 = 45979.62$$

Тоді за базовими даними експлуатаційні витрати становлять;

$$C = 7458.15 + 778 + 30754.06 = 38990.21, \text{ грн}$$

5.2.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Розрахунок амортизаційних відрахувань відбувається за формулою;

$$\Phi_a = \Phi_n - Л \quad (5.9)$$

де Φ_n – первісна (або переоцінена) вартість об'єкта основних засобів;

$Л$ – розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів.

Ліквідаційна вартість вважається рівній нулю.

Розрахунок амортизаційних відрахувань за проєктованими даними:

Для електрообладнання;

$$\Phi_a = 16.611 - 0 = 16.611$$

Для електроконструкцій;

$$\Phi_a = 48596 - 0 = 48596, \text{ грн}$$

Розрахунок амортизаційних відрахувань за базовими даними:

Для електрообладнання;

$$\Phi_a = 9456,4 - 0 = 9456,4, \text{ грн}$$

Для електроконструкцій;

$$\Phi_a = 22651.4 - 0 = 22651.4, \text{ грн}$$

Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом усього амортизаційного періоду і дорівнює:

$$Na = \frac{\Phi_{\Pi} - Л}{\Phi_{\Pi} \cdot T_{\Pi}} \cdot 100, \% \quad (5.10)$$

де $T_{\Pi} = 5$ років – термін корисного використання (амортизаційний період).

Визначення норми амортизації за проєктованими даними:

Для електрообладнання;

$$Na = \frac{16611}{16611 \cdot 5} \cdot 100 = 20, \%$$

Для електроконструкцій;

					ЕП.ДП.19.20. ЛЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

$$Ha = \frac{24858,87}{24858,87 \cdot 5} \cdot 100 = 20, \%$$

Визначення норми амортизації за базовими даними:

Для електрообладнання;

$$Ha = \frac{48596}{48596 \cdot 5} \cdot 100 = 20, \%$$

Для електроконструкцій;

$$Ha = \frac{22651,4}{22651,4 \cdot 5} \cdot 100 = 20, \%$$

Тоді річні амортизаційні відрахування АО за прямолінійним методом:

$$АО = \frac{\Phi_{п} \cdot Ha}{100}, \text{ грн} \quad (5.11)$$

Визначення річних амортизаційних відрахувань за проєктованими даними:

Для електрообладнання;

$$АО = \frac{16611 \cdot 20}{100} = 3.322, \text{ грн}$$

Для електроконструкцій;

$$АО = \frac{48596 \cdot 20}{100} = 9.719, \text{ грн}$$

Визначення річних амортизаційних відрахувань за базовими даними:

Для електрообладнання;

$$АО = \frac{9456,4 \cdot 20}{100} = 1891,28, \text{ грн}$$

					ЕП.ДП.19.20. ЛЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Для електроконструкцій;

$$AO = \frac{22651.4 \cdot 20}{100} = 4530,28, \text{ грн}$$

Річний фонд амортизаційних відрахувань визначається за видами основних фондів і нематеріальних активів за розділами зведення капітальних витрат. Результати розрахунків заносяться в табл. 5.3. та 5.4.

Таблиця 5.3

Розрахунок річних амортизаційних відрахувань за проєктованими даними

№ п/п	Найменування	Капітальні інвестиції, тис. грн.	Норма амортизації, %	Сума амортизації, тис. грн.
	<i>Проєктний варіант</i>	1	2	3
1	Електрообладнання	16.6	20	3.3
2	Електроконструкції	48.5	20	9.7
	УСЬОГО:	65.1	40	13

Підсумок за графою 1 табл. 5.3 має збігатися із сумою капітальних інвестицій за варіантом, що визначена за формулою 5.7.

Таблиця 5.4

Розрахунок річних амортизаційних відрахувань за базовими даними

№ п/п	Найменування	Капітальні інвестиції, тис. грн.	Норма амортизації, %	Сума амортизації, тис. грн.
	<i>Проєктний варіант</i>	1	2	3
1	Електрообладнання	9.4	20	1.8
2	Електроконструкції	22.6	20	4.5
	УСЬОГО:	32	40	6.3

5.2.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати

Розрахунок річного фонду заробітної плати здійснюється по категоріях персоналу (робітники, ІТП, керівники), що обслуговує об'єкт проєктування,

відповідно до їхньої чисельності, режиму роботи, за погодинними тарифними ставками, посадовими окладами, формами і системами оплати праці і преміювання, що застосовують на підприємстві.

Основна заробітна плата працівників – це винагорода за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці (норми часу, виробітку, обслуговування, посадові обов'язки). Вона визначається тарифними ставками і відрядними розцінками, посадовими окладами для спеціалістів, службовців і керівників.

Фонд заробітної плати буде однаковий, як за проєктованими даними так і за базовими, тому фонд заробітної плати не визначається.

5.2.3 Єдиний соціальний внесок

Єдиний соціальний внесок визначається на підставі встановленого чинним законодавством відсотка від суми основної та додаткової заробітної плати, так як заробітна плата не розраховувалась – то і єдиний соціальний внесок також не визначається.

5.2.4. Витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт електротехнічного устаткування і мереж включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтникам і визначаються за фактичними даними підприємства або укрупнено у відсотках до капітальних витрат :

- для підстанцій (у тому числі електроустаткування) – 1%.

Так як після впровадження засобів автоматизації, для роботи електропривода були створені більш комфортні умови, то і витрати на обслуговування і поточний ремонт будуть знижені та становитимуть приблизно 60% від витрат за базовими даними.

Отже, річні витрати на поточний ремонт та технічне обслуговування за базовими даними становлять;

					ЕП.ДП.19.20. ЛП	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

$$C_6 = K_{\pi} \cdot 0.01, \text{ грн} \quad (5.12)$$

$$C_6 = 52.470.1 \cdot 0.01 = 524$$

Виходячи з цього витрати на поточний ремонт та технічне обслуговування за проєктованими даними становлять;

$$C_{\text{пр}} = C_6 \cdot 0.6, \text{ грн} \quad (5.13)$$

$$C_{\text{пр}} = 558 \cdot 0.6 = 274.8, \text{ грн}$$

5.2.5 Розрахунок вартості втрат електроенергії

Вартість втрат електроенергії об'єктом проєктування протягом року визначається за формулою :

$$C_3 = W_p \cdot \text{Ц}_e, \text{ грн} \quad (5.14)$$

де W_p – річні втрати електроенергії, кВт·годин;

Ц_e – тариф на електроенергію, грн./кВт·годин.

Вартість втрат електроенергії об'єктом за проєктованими даними буде становити:

$$C_3 = 17520 \cdot 1.68 = 29433.6, \text{ грн}$$

Вартість втрат електроенергії об'єктом за базовими даними буде становити:

$$C_3 = 18396 \cdot 1.68 = 30905.28, \text{ грн}$$

					ЕП.ДП.19.20. ЛПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Річні втрати електроенергії W_p визначаються:

$$18396 \cdot 1.68 = 30905.28$$

$$W_p = P_{\text{дв}} \cdot \tau_{\text{год}} \cdot D_{\text{днів}}, \text{ кВт} \cdot \text{год.} \quad (5.15)$$

Для проєктованих даних втрати електроенергії будуть становити;

$$W_p = 4.0 \cdot 12 \cdot 365 = 17520, \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Для базових даних втрати електроенергії будуть становити;

$$W_p = 4.0 \cdot 18 \cdot 365 = 11680, \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

5.2.6. Визначення інших витрат

Інші витрати по експлуатації об'єкта проєктування включають витрати на охорону праці, на спецодяг тощо. Відповідно до практики ці витрати визначаються в розмірі 4% від річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу.

Так як фонд заробітної плати не розраховується – то і інші витрати не визначаються.

5.3 Визначення річної економії від впровадження об'єкту проєктування

Повна річна економія від впровадження варіанту визначається з урахуванням експлуатаційних витрат по даному об'єкту:

$$E = E_t - C. \quad (5.16)$$

Підраховуючи експлуатаційні витрати ми маємо економічний ефект за рік;

$$E = 38990.21 - 38839.65 = 150.56 \text{ грн}$$

					ЕП.ДП.19.20. ЛПЗ	Лист
						58
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Якщо взяти витрати на електроенергію, то ми маємо економію рівну;

$$E = 30905.28 - 19622.4 = 11282.88, \text{ грн}$$

Враховуючи витрати на поточний ремонт та обслуговування, маємо;

$$E = 558.1 - 274.8 = 283.8 \text{ грн}$$

Отже, не зважаючи на те, що при впровадженні прийнятих технічних даних, що до автоматизації об'єкта, ми витратили значно більше коштів на електричне обладнання та електроконструкції, ми можемо спостерігати значну економію споживання електроенергії та зниження витрат на поточний ремонт та технічне обслуговування об'єкта. Також ми спостерігаємо, що вкладені витрати повністю себе окупили.

					ЕП.ДП.19.20. .ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЕП.ДП.19.20. ЛЗ

Литература

1. Иванов К.И. Техніка буріння при розробці родовищ корисних копалин. – М.: Недра, 1966.
2. Супрун Ю.И. Установка бурильна УБШ 501 АК: Керівництво по експлуатації. – Кривой Рог: НИПИрудмаш, 2002.
3. Самохин Ф.И. Гірська електротехніка. – М.: Недра, 1972. – 384 с.
4. Донченко А.С. Довідник механіка рудної шахти. – М.: Недра, 1978. – 583 с.
5. Методичні вказівки до курсового проектування з теорії електроприводу / Родькин Д. И., Величко Т. В., Каневский В. В., Захаров В. Ю., Осадчук Ю. Г. – Кривой Рог, 2002 - 30 с.
6. Ключев В.И. Вибір електродвигунів для виробничих механізмів. – М.: Госэнергоиздат, 1960.
7. Чиликин М.Г. Основи автоматизованого електроприводу. М.: Энергия, 1974. – 568 с.
8. Башарин А.В. управління електроприводами. – Л.: Энергоиздат, 1982 - 392 с.

					ЕП.ДП.19.20. ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61