

Електромеханічне обладнання вентилятора ВД-30 ТОВ "Агробутінвест".
Носик Дмитро Віталійович
ЗЕЕМ-21ск
Керівник: Ільченко О.В.

Тема роботи:

РЕФЕРАТ

У першому розділі надано відомості про ТОВ Агробутінвест, його основне обладнання. Приведено дані техдокументації, де перелічено характеристики вентилятора ВД-8. Розраховано потужність приводного двигуна вентилятора ВД-8, підібраний і встановлений АД з короткозамкненим ротором серії АР225М8.

У другому розділі вибрано перетворювач частоти ALTIVAR 61. Проведено розрахунок параметрів приводного двигуна і вибрана система керування електроприводом вентилятора – ПЧ-АД. Отримані статичні та динамічні осцилограми системи ПЧ-АД вентилятора.

У третьому розділі розглянуто електропостачання основних електричних навантажень ТОВ Агробутінвест: модернізовано схему електропостачання, вибрано силові трансформатори (ТД-10000/35 - У1, ТМЗ-1000-10/0,4 У1) шляхом розрахунку сумарних навантажень даного підприємства, розраховано струми короткого замикання електромережі на ступенях напруги 10,5 кВ та 0,4 кВ, обрано шини, кабелі, автоматичні вимикачі тощо.

ВЕНТИЛЯТОР, АСИНХРОННИЙ ДВИГУН, ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЧАСТОТИ, ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОСЦИЛОГРАМИ, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

ВСТУП

Товариство з обмеженою відповідальністю АГРОЗБУТІНВЕСТ засноване 25.07.2010 р. Місцезнаходження товариства: юридична адреса Дніпропетровська обл., місто Кривий Ріг, ВУЛИЦЯ ГРИЦЕВЦЯ, будинок 3. Адреса потужностей виробництва: Кіровоградська обл., Кропивницький р-н, с. Писанка, вул. Заводська, 1б.

Метою діяльності товариства є виробництво олії та тваринних жирів, задоволення потреб населення підприємств і організацій у соняшниковій олії, створення нових робочих місць, залучення додаткових інвестицій в економіку України на основі принципу вільного вибору діяльності при умові отримання прибутку.

Предметом діяльності товариства є:

- виробництво товарів народного споживання;
- розробка та впровадження технологій переробки соняшника;
- організація і впровадження у виробництво технологічних процесів в галузі переробки;
- оптова і роздрібно-оптова торгівля.

У системі вентиляції ТОВ Агробутінвест використовуються вентилятори ВД-30. Вентилятори типу ВД широко використовують у системах вентиляції, повітряного опалення, системах кондиціонування повітря, санітарно-технічних і виробничих цілях багатьох виробничих підприємств. Встановлення вентиляторів ВД-30 поліпшило санітарно-гігієнічні умови праці робітників ТОВ Агробутінвест.

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є підвищення енергоефективності підприємства.

Об'єкт кваліфікаційної роботи бакалавра є процеси пуску та експлуатації вентилятора ВД-30.

Предмет дослідження – пускові й експлуатаційні режими системи ПЧ-АД.

Завдання кваліфікаційної роботи бакалавра. Обрати приводний двигун вентилятора ВД-15,5 і ПЧ, розрахувати статичні, енергетичні характеристики під час його експлуатації та дослідити динаміку роботи системи ПЧ-АД.

1.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТОВ «АГРОБУТІНВЕСТ»

Щодня на Долинський МЕЗ приїжджає від 40 до 70 автомобілів із соняшником. Проби соняшника відбирають за допомогою двох автоматичних пробовідбірників Rakoraf. Сировинна лабораторія проводить технічний аналіз насіння соняшнику, що надходить на завод, а також формує середньодобові проби для перевірки якості арбітражним методом в акредитованій випробувальній лабораторії заводу. У зміні працюють 3 техніка-лаборанти та контрольний майстер.

Після лабораторії машини вирушають на вагову, де встановлено 60-тонних тензометричних ваг, з довжиною платформи 18 м. Їх обслуговує один ваговик. Усі дані вносяться до спеціальної комп'ютерної програми.

Після зважування машини йдуть на розвантаження три точки автоприймання. З двох авторозвантажувачів насіння соняшника подається до складу зберігання.

1.2 ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКА

Насіння соняшнику для переробки подається з силосів на виробничу очистку системою транспортних елементів. Потім вони надходять у проміжний бункер, який є буферною цеховою ємністю. Далі соняшник зважують та беруть проби для аналізу якості.

Лінія з виробництва олії повністю автоматизована. Перший етап - обвалення насіння. Після відділення лушпиння, ядро насіння соняшнику піддають плющенню і подрібнюють. Отриману масу піддають вологотепловій обробці в жаровнях та відправляють на пресування.

Пресування це той етап, на якому з'являється масло. Олія проходить 2 стадії очищення. Перша - в гушавці, а друга - на вертикальному листовому фільтрі. Цей фільтр має оглядове вікно. У ньому видно, як продукт поступово світлішає, і через певний час вже можна побачити чисту олію. Після намівання відбувається фільтрація, а потім олія передається до складу готової продукції.

Лушпиння соняшника подається на біттер-сепаратори, спеціальне обладнання, яке призначене для додаткового відокремлення ядра від лушпиння. Лузга, відокремлена під час переробки, спрямовується у 2 оперативні силоси, загальною ємністю 3,5 тис. м³. Один з них для цеху грануляції лушпиння та її подальшого експорту, а другий є буферним накопичувачем для палива власної котельні.

Після пресування отримують не тільки олію, але й макуху з залишковою олійністю від 18 до 21%. Спочатку макуху охолоджують, а потім він надходить в екстракційну ділянку (рис. 1.1 – 1.3).



Рисунок 1.1 – Технологія переробки насіння соняшника (транспортна система)

Екстракційна ділянка, яка знаходиться на окремій закритій території, є вибухонебезпечним об'єктом, тому вхід стороннім суворо заборонено. Для вилучення олії з макухи на виробництві використовується розчинник, що відповідає вимогам європейських директив REASN. Розчинник відповідає вимогам санітарного законодавства України та дозволений для використання екстракції рослинних жирів у харчовій промисловості.



Рисунок 1.2 – Технологія переробки насіння соняшника (подача насіння)



Рисунок 1.3 – Технологія переробки насіння соняшника (паровий котел)

Макуха після вилучення масла піддається подальшій обробці: з нього відганяється розчинник, і виходить побічний цільовий продукт - негранульований шрот. На території цеху є склад для зберігання негранульованого шроту.

З моменту вивантаження насіння соняшника в завальні ями, і до отримання пресової олії, потрібно близько 40 хвилин. На отримання екстракційної олії часу потрібно більше – близько 2 годин, а виробництво шроту займає близько 3 годин.

У 2019 році реалізовано проект, який дозволив повністю відмовитися від використання природного газу: проведено модернізацію лузкового котла, що дозволило замінити природний газ лушпинням соняшнику з можливістю додавання сміття насіння соняшнику до 15%.

1.3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ

На підприємстві встановлено та використовується наступне спеціальне обладнання та устаткування:

- сепаратор лушпиння СЛ-40;
- машина насінневійна НВХ;
- машина насіннерушальна НРХ-8;
- очисна машина для зерна, віялка ІСМ-5 еко;
- маслопрес шнековий у кількості 4шт;
- екстрактор карусельний;
- чанний тостер ТД-1;
- фузопастка для олії;
- жаровня потужністю 58 кВт;
- насоси для олії різних потужностей (7,5 кВт; 5,5 кВт; 3,0 кВт; 1,5 кВт);
- транспортери;
- вентилятори ВД-30;
- шнеки;
- перетворювачі частоти;
- автоматичні вимикачі;
- генератор ВЕТА POWER 5kjdd630asb;
- компресор TIDY 25;
- електромагнітний пускач.

1.4 ПОСАДОВА ІНСТРУКЦІЯ ІНЖЕНЕРА-ЕНЕРГЕТИКА

Установкою, експлуатацією, обслуговуванням, ремонтом вище перерахованого електричного обладнання і устаткування займається інженер-енергетик підприємства.

Інженер-енергетик:

1. Вивчас умови праці на робочих місцях.
2. Організовує технічно правильну експлуатацію і своєчасний ремонт енергетичного та природоохоронного устаткування і енергосистем, безперервне забезпечення виробництва електроенергією, парою, газом, водою та іншими видами енергії, контроль за раціональними витратами енергетичних ресурсів на підприємстві, послідовне додержання режиму енергозбереження та економії.
3. Керує плануванням роботи електриків, розробкою графіків ремонту енергетичного устаткування і енергомереж, планів виробництва та споживання підприємством електроенергії, технологічного палива, пари, газу, води, стиснутого повітря, норм витрат і режимів споживання усіх видів енергії.
4. Забезпечує ведення технічного паспорту енергетичного господарства підприємства.
5. Готує висновки на розроблені проекти, бере участь у випробуваннях та прийманні енергоустановок і мереж у промислову експлуатацію.
6. Організує збереження, облік наявності та використання енергоустаткування, що знаходиться на підприємстві, а також облік і аналіз витрат електроенергії та палива, техніко-економічних показників роботи енергогосподарства, аварій та їх причин.
7. Керує працівниками відділу і підрозділами підприємства, які здійснюють енергетичне обслуговування виробництва.
8. Здійснює контроль за додержанням правил з охорони праці, інструкцій з експлуатації енергоустановок і використання енергоустановок та мереж.

Інженер - енергетик має право:

1. Діяти від імені відділу, представляти інтереси підприємства у взаємовідносинах з іншими структурними підрозділами підприємства.
2. Перевіряти діяльність структурних підрозділів підприємства, які здійснюють енергетичне обслуговування підприємства.
3. Брати участь у підготовці проектів, наказів, інструкцій, розпоряджень а також інших документів, пов'язаних з енергетичним обслуговуванням підприємства.
4. В межах своєї компетенції підписувати та візитувати за своїм підписом розпорядження по підприємству з питань енергетичного обслуговування виробництва.
5. Здійснювати відключення від мережі електропостачання електричне, теплове та інше устаткування, яке знаходиться у незадовільному стані, а також при загрозі аварій та нещасних випадках.

Інженер - енергетик несе відповідальність:

1. За якість і своєчасність виконання покладених на нього цією посадовою інструкцією обов'язків.
2. Нерозголошення відомостей, що становлять комерційну таємницю підприємства.
3. Дотримання правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства.
4. За здійснення в процесі виконання своїх посадових обов'язків вчинків які містять склад злочину, за що несе відповідальність згідно норм законодавства України.

1.5 ВЕНТИЛЯТОРИ: ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ

Вентилятори – механічні пристрої, які транспортують повітря по повітроводам, або виконують подачу/забір повітря безпосередньої в/з приміщення. Переміщення (транспортування) повітря можливо шляхом створення перепаду тиску на вході й виході вентилятора.

В основі класифікації вентиляторів є:

- а) конструкція і принцип дії (осьові, радіальні, діаметральні);

б) величина повного тиску (низького тиску - до 1 кПа, середнього тиску - до 3 кПа, високого тиску - до 12 кПа;

в) напрям обертання робочого колеса (праве чи ліве обертання);

г) склад переміщеного середовища (звичайні, термостійкі, вибухобезпечні, пилові тощо);

д) місце установки (звичайні - встановлюються на рамі, фундаменті тощо; каналні - встановлюються в повітроводі безпосередньо; дахові - розміщуються на покрівлі даху).

Основними параметрами вентиляторів є:

- витрата повітря, м³/год;

- повний тиск, Па;

- частота обертання двигуна, об/хв;

- споживана потужність приводним двигуном вентилятора, кВт;

- ККД вентилятора (з урахуванням втрат на тертя в робочих органах вентилятора, втрати через витік через ущільнення та аеродинамічні втрати);

- рівень шуму, дБ.

Промислові вентилятори застосовуються на підприємствах, де є необхідність подавати/видаляти в/з приміщення досить великі об'єми повітря. Продуктивність промислових вентиляторів сягає до 75 000 м³/год. Як правило такі вентилятори виготовляються з металу.

1.5.1 Осьовий вентилятор

Вентилятори осьові використовують у системах вентиляції приміщень та встановлюються в канал повітроводу безпосередньої, або на стінах, застосовують також і для сільськогосподарських приміщень. Осьові вентилятори створюють спрямовані повітряні потоки вздовж осі обертання, що забезпечує примусову циркуляцію повітря та здійснює швидке очищення навколишньої атмосфери.

Конструкція досить проста: це – корпус з осьовим ротором із лопатями та привідний двигун. Продуктивність даних вентиляторів регулюється просто і легко шляхом направлення повороту лопатей.

Осьові вентилятори мають переваги:

- невелика площа монтажу;

- можливість управління обертанням;

- мала потужність споживання енергії;

- температура експлуатації від +40°C до -40°C;

- виконують функцію кондиціонування.

1.5.2 Канальний вентилятор

Канальний вентилятор забезпечує недорогу й ефективну вентиляцію в офісних приміщеннях і на підприємствах громадського харчування.

Його встановлюють безпосередньо в канал систем кондиціонування повітря і вентиляції промислових приміщень для переміщення чистого повітря домішок матеріалів і невибухонебезпечних газових сумішей.

Канальні вентилятори мають переваги:

- температура повітря від -30°C до +40°C;

- різна форма каналу(прямокутна, квадратна, кругла);

- легко монтується, використовуючи гнучкі кріплення або безпосередньо в повітропровід.

1.5.3 Відцентровий вентилятор

Відцентрові вентилятори використовують при створенні вентиляційних систем з розгалуженою мережею повітроводів, у системах повітряного опалення та кондиціонування. Такі вентилятори мають мінімальні втрати продуктивності та високу якість вентиляції.

Основні складові відцентрового (радіального) вентилятора наведені у табл. 1.1.
Таблиця 1.1 – Будова відцентрового (радіального) вентилятора

Складові частини	Призначення
Обертвий ротор	складається з лопатей особливої спіральної форми
Вхідний отвір ротора	повітря засмоктується всередину, де набуває обертальний рух
Спіральні лопаті	створюють відцентрову силу, що спрямовує повітряний потік у вихідний отвір спірального кожуха
Потік повітря входить по осі обертання ротора, а виходить в радіальній площині, що створює великий тиск	

Відцентрові вентилятори поділяються на:

- низького тиску (до 1000 Па);
- середнього тиску (до 3000 Па);
- високого тиску (понад 3000 Па).

Конструктивно вони теж відрізняються (див. табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Особливості вентиляторів різних тисків

Вентилятори	Швидкість обертання, м/с	Особливості будови
Вентилятор низького тиску	не вище 50	робочі колеса вентилятора мають лопаті з великою робочою поверхнею
		комплектуються лопатями загнутими назад якщо застосовуються широкі колеса, то профільні лопаті застосовують з трохи похилим або плоским переднім диском
Вентилятор середнього тиску	не вище 80	лопаті можуть бути загнуті у напрямку або проти руху робочого колеса
Вентилятор високого тиску	200	На тиск більше 10000 Па створюють вентилятори з вузькими робочими колесами і малої швидкості.

1.6 ПРИЗНАЧЕННЯ, БУДОВА ТА ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕНТИЛЯТОРА ВД-8

Вентилятори повітродувки односторонні всмоктувальні ВД-8 є вентиляторами радіальними центробіжними.

За величиною потужності приводного двигуна вентилятора ВД-8, що встановлений на підприємстві, встановлено, що вентилятор має такі умовні позначки: ВД-167-37-10. Вентилятор ВД-167-37-10 виготовлений в Україні на вентиляторному заводі «УКРВЕНТСИСТЕМИ», який знаходиться у м. Харкові.

ВД-167-37-10 - що це позначає:

- ВД – вентилятор повітродувки (дутьовий);
- 167 – стократна величина коефіцієнта повного тиску у режимі максимального повного ККД, що округлено до цілого числа;
- 37 – величина швидкохідності у режимі максимального повного ККД, що округлено до цілого числа;
- 10 – номінальний діаметр робочого колеса у дм;
- 1 або 3 – виконання.

Вентилятор ВД-167-37-10, який встановлений та працює на підприємстві показаний на рис. 1.4. Вентилятор має правостороннє і лівостороннє обертання.



Рисунок 1.4 – Вентилятор ВД-167-37-10 (виконання 3)

Діаграми аеродинамічних характеристик вентилятора ВД-167-37-10 наведені на рис. 1.5, де

P_v – повний тиск, Па;

Q – продуктивність по повітрю, тис. м³/год;

N – споживана потужність двигуна, кВт;

U – колова швидкість колеса, м/с;

n – кількість обертів на робочому колесі, об/хв;

η – ККД.

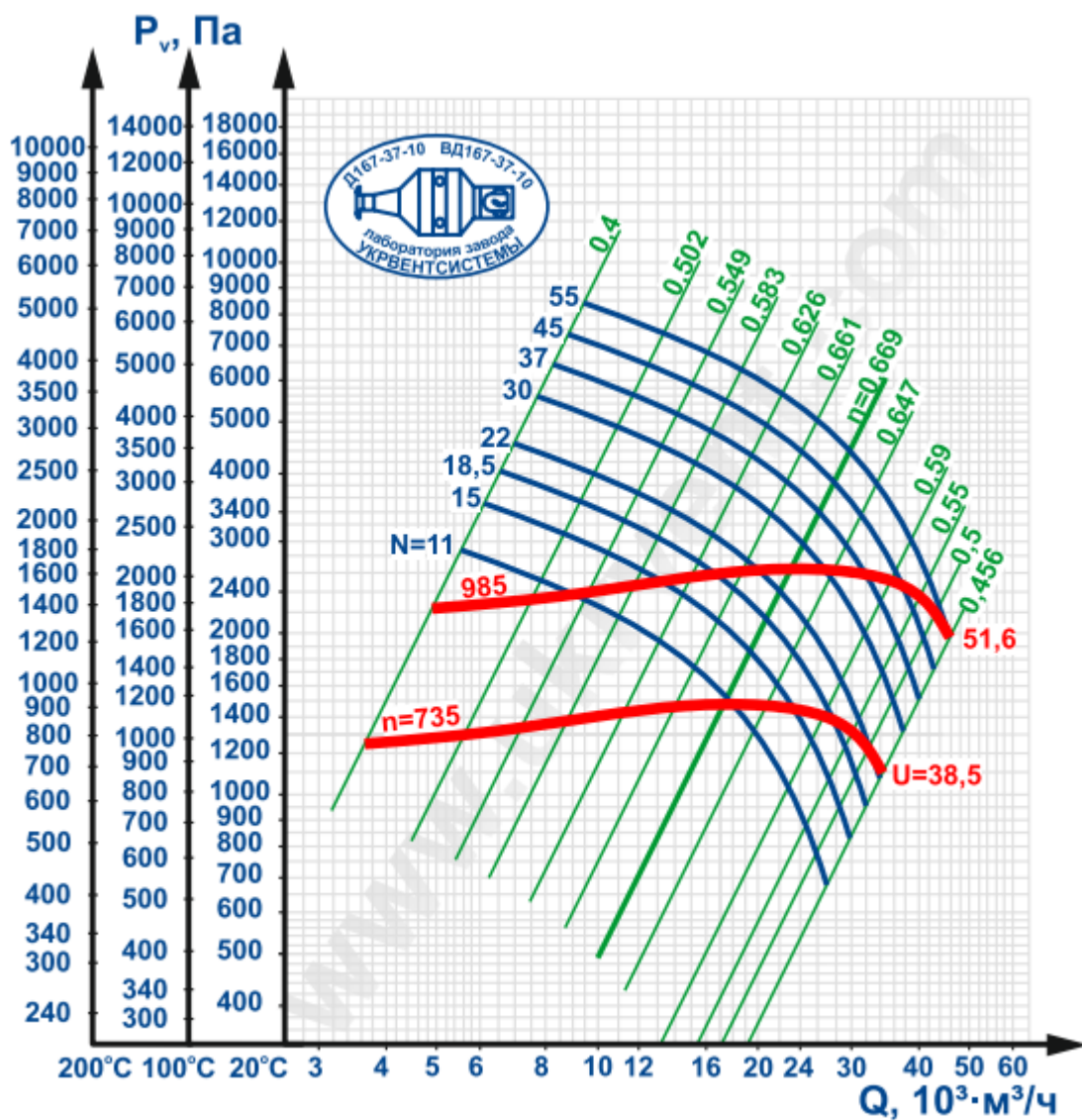


Рисунок 1.5 – Аеродинамічні характеристики вентилятора ВД-167-37-10

Необхідно зауважити, що аеродинамічні характеристики вентиляторів вентиляторного заводу не потребують додаткових коефіцієнтів запасу за продуктивністю, за повним тиском та за спожитою потужністю тому, що отримані при випробуваннях на стенді та відображають дійсні параметри.

Основні характеристики вентилятора ВД-167-37-10 у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики вентиляторів ВД-167-37-10

Найменування параметру	Од. виміру	Значення
Позначення	ВД-167-37-10	
Виконання	3	
Потужність електродвигуна	кВт	30,0
Синхронна частота обертів робочого колеса	об / хв	750
Продуктивність при max ККД	м ³ /год	17,3x1000
Продуктивність в робочій зоні	м ³ /год	(3,63-34,5) x1000
Повний тиск при max ККД	Па	1488
Повний тиск в робочій зоні	Па	1247-1103
Маса без двигуна	кг	842
Маса з двигуном	кг	1158

Акустичні характеристики вентилятора ВД-167-37-10 у табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Акустичні характеристики вентиляторів ВД-167-37-10

Найменування параметру	Од. виміру	Значення
Частота обертання робочого колеса	об / хв	750
Сумарний рівень звукової потужності	дБ	не більше 101
Октавні рівні звукової потужності в полосах середньгеометричних частот	дБ	
63 Гц	дБ	не більше 95
125 Гц	дБ	не більше 94
250 Гц	дБ	не більше 93
500 Гц	дБ	не більше 96
1000 Гц	дБ	не більше 90
2000 Гц	дБ	не більше 88
4000 Гц	дБ	не більше 84
8000 Гц	дБ	не більше 76

Габаритні характеристики вентилятора показані на рис. 1.6.

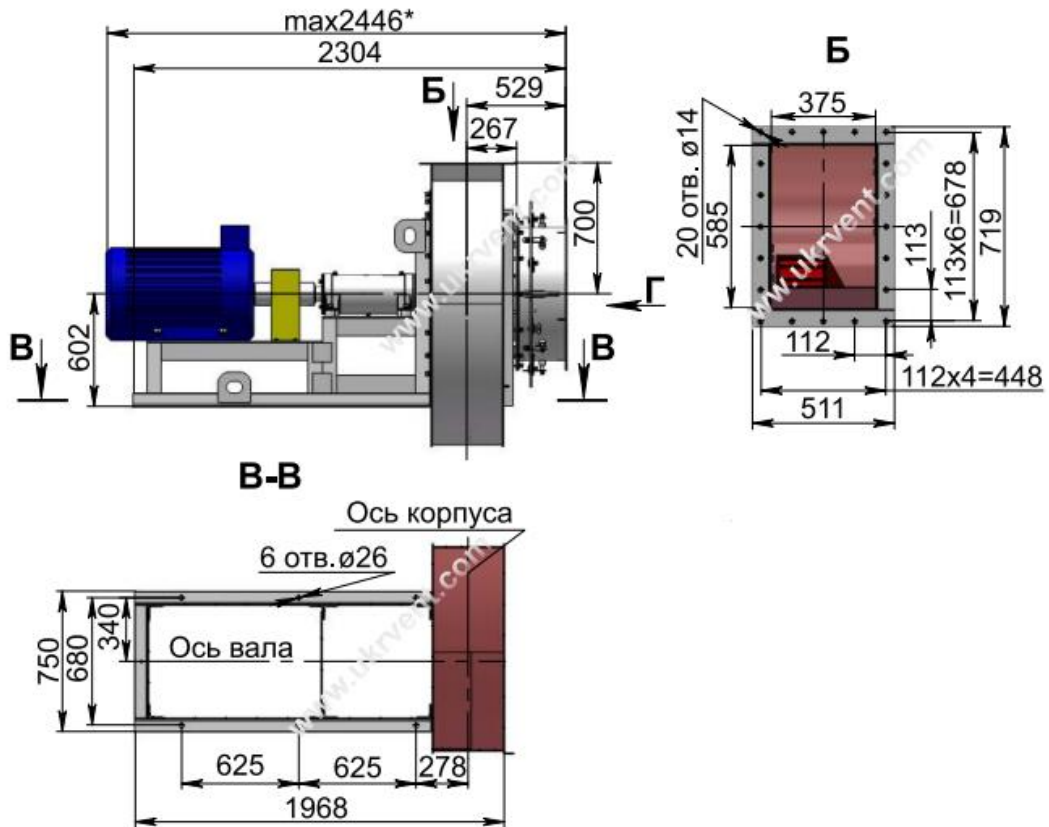


Рисунок 1.6 – Габаритні характеристики вентилятора ВД-167-37-10
(3 виконання)

1.7 ВИБІР ПРИВІДНОГО ДВИГУНА ВЕНТИЛЯТОРА ВД-8

По розрахованій потужності вибираємо з каталогу двигун серії АІР225М8 (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Двигун серії АІР225М8

Асинхронний двигун серії АІР225М8 має параметри:

- напруга 380/660В або 220/380В;
- кліматичне виконання У;
- режим роботи S1 - тривалий;
- ступінь захисту IP54, 55.

Монтажне виконання двигунів:

- на лапах (ІМ 1001, 1011)
- фланцеві (ІМ 3001, 3011)

- комбіновані, лапи + фланець (ІМ 2001, 2011).

Технічні характеристики вибраного двигуна серії АІР 225М8 показані у табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Технічні характеристики двигуна серії АІР 225М8

Технічні характеристики	Од. вим.	Величина
Номінальна потужність	кВт	30,0
Номінальна швидкість обертання	об/хв	735
Номінальна напруга	В	380,0
Номінальний струм	А	63
Частота мережі живлення, Гц		50
Коефіцієнт корисної дії	%	91,0
Коефіцієнт потужності	-	0,79
Момент інерції, кг·м ²		0,8250
Кратність максимального моменту		2,0
Кратність пускового моменту		1,9
Кратність пускового струму		6,5
Режим роботи		тривалий S1
Маса	кг	360

Проведений монтаж приводного двигуна вентилятора ВД-167-37-10 має вид, що показаний на рис. 1.8.



Рисунок 1.8 – Монтаж приводного двигуна вентилятора ВД-167-37-10

ВИСНОВОК ЗА РОЗДІЛОМ 1

У розділі надано відомості про ТОВ «Агробутінвест», його основне обладнання.

Виконано класифікацію та аналіз вентиляторів: осьові, каналні та відцентрові. Приведено дані техдокументації, де перелічено технічні характеристики вентилятора ВД-167-37-10 та його аеродинамічні й акустичні характеристики, а також вибрано приводний двигун вентилятора – асинхронний двигун з короткозамкненим ротором серії АІР 225М8.

2.1 ВИМОГИ І ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ВЕНТИЛЯТОРА

До приводу вентилятора сформуємо вимоги :

- допустимовисока перевантажувальна здатність;
- плавне регулювання подачі повітря;
- висока продуктивність.

Привідний двигун якраз і забезпечує роботу вентилятора згідно з технологією переробки насіння соняшника на даному підприємстві. Приводний двигун серії АІР225М8 обраний у розділі 1 має паспортні параметри (див. табл. 1.5) та також відповідає вимогам АД, а саме :

- відповідність номінальним значенням потужності та швидкості обертання;
- відповідність значенню номінальної напруги живлення;
- відповідність щодо роду струму (змінний струм);
- можливостям регулювання швидкості обертання при різних режимах роботи АД;
- часу розгону до номінальної швидкості;
- відповідність конструктивному виконанню.

Сучасною системою електропривода, яка широко використовується є система ПЧ-АД. На підприємстві вже впроваджено систему ПЧ-АД. Моя задача обрати сучасний перетворювач частоти та провести дослідження щодо роботи обраної та впровадженої системи на прикладі роботи вентилятора ВД-167-37-10.

Обираю перетворювач частоти ALTIVAR 61, загальний вид якого показаний на рис. 2.1 і принципова схема якого наведена на рис. 2.2.

ПЧ ALTIVAR 61 використовують у системах вентиляції та кондиціонування на промислових підприємствах. Усі позитивні властивості перетворювач частоти ALTIVAR 61 наведені у табл. 2.1.



Рисунок 2.1 – Перетворювач частоти ATV61

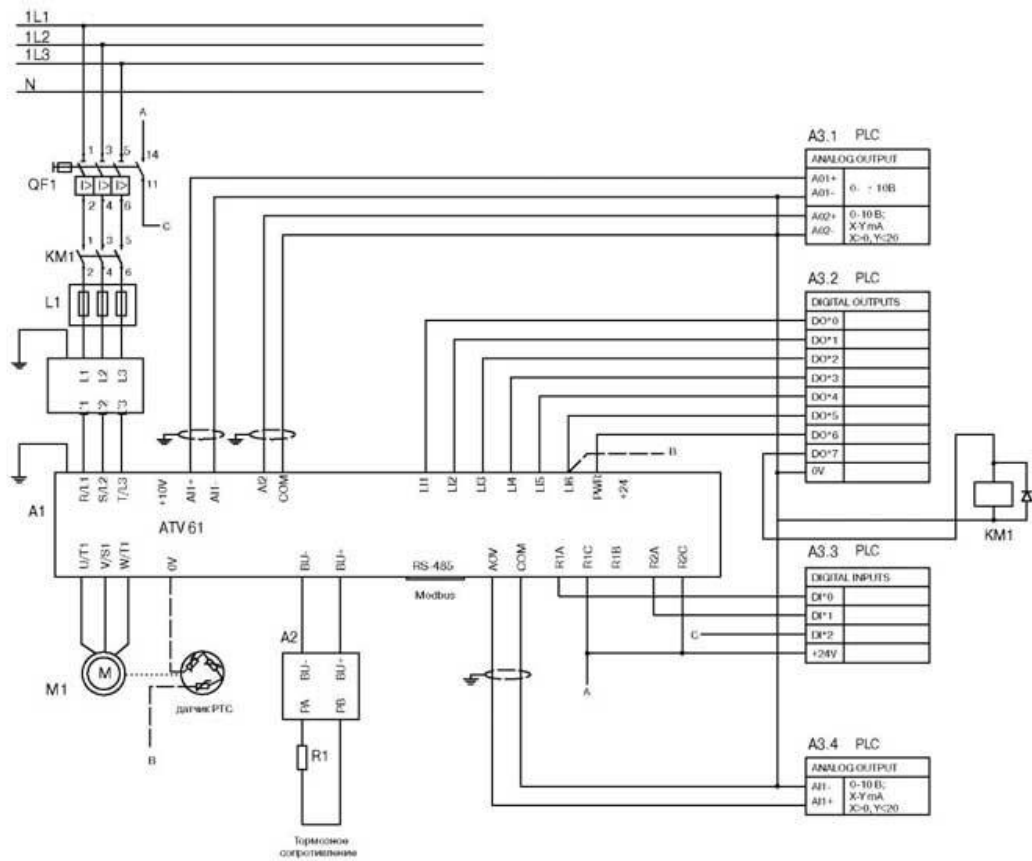


Рисунок 2.2 – Принципова схема роботи електропривода вентилятора на базі ATV61

Таблиця 2.1 – Властивості перетворювача частоти ALTIVAR 6

Властивість	Реалізація
Зменшення експлуатаційних витрат.	Шляхом оптимізації споживання енергії.
Вбудовані функції.	Дозволяють адаптувати для використання в електричних установках, складних керуючих системах і системах диспетчеризації.
Зменшення гармонійних складових струму та необхідність електромагнітної сумісності.	Є вбудовані фільтри ЕМС класу А або В і дроселі ланки постійного струму.
Швидкий запуск установок та налаштування в діалогових засобах.	Макроконфігурації та меню прискореного запуску.
Містить параметри, аналогові та дискретні входи і виходи.	Для оптимізації конкретного застосування.
Підтримує протоколи Modbus і CANopen	Для збільшення продуктивності системи керування.

Паспортні дані вибраного перетворювача частоти ATV 61HD90N4 надані в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики перетворювача частоти ATV 61HD90N4

Технічні характеристики	Од. вим.	Величина
Потужність на табличці	кВт	30,0
Повна потужність	кВА	43,4
Номинальна напруга	В	380/480
Лінійний струм	А	66
Максимальний лінійний струм к.з.	кА	22,0
Максимальний перехідний струм протягом 60 с	А	79,2
Частота напруги живлення	Гц	50/60
Маса	кг	60,0

Функції перетворювача частоти ALTIVAR 61, які розроблені спеціально для вентиляторних агрегатів наведені у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Основні функції перетворювача частоти ALTIVAR 6

Групи основних функцій	Перелік функцій
Розроблені спеціально для вентиляторних агрегатів	Енергозбереження; лічильник напруження і енергоспоживання
	Квадратичний закон (2 або 5 точок)
	Автоматичне підхоплення обертового навантаження з пошуком швидкості
	Обмеження струму в залежності від швидкості
	Придушення шуму і резонансу за допомогою частоти комутації
	Перевстановлення швидкості
	Вбудований ПІД регулятор з попередньо встановленими значеннями та режимами (Auto / Man)
	Визначення відсутності потоку повітря, нульової швидкості та обмеження швидкості потоку
	Функції «сон» та «пробудження»
Функції захисту	Тепловий захист, терморезистори РТС
	Від перевантажень і перевищення струму при тривалій роботі
	Механічний захист за допомогою функції пропуску частот, чергування фаз
	Від недостатнього навантаження, перевантаження та відсутності потоку
	Керування несправностями та налаштування попереджень
Функції безпеки	Вбудована захисна функція блокування від випадкового запуску двигуна
	Форсована робота при відсутності несправностей
	Команди вибору напрямів роботи і конфігурацій завдання

2.2 СТАТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ ВЕНТИЛЯТОРА ВД-167-37-10

2.2.1 Параметри схеми заміщення двигуна вентилятора

Вибираємо Г-подібну схему заміщення фази асинхронного двигуна серії АІР 225М8 (див. рис. 2.3).

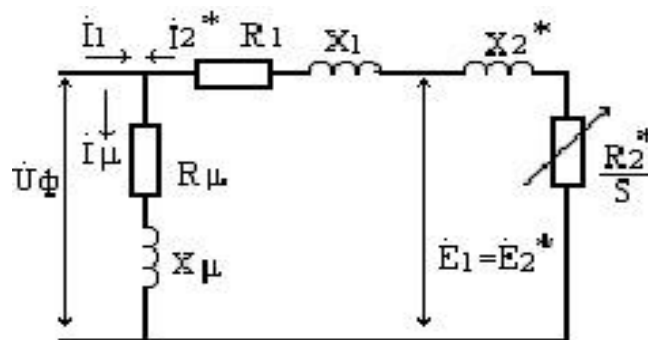


Рисунок 2.3 – Схема заміщення фази двигуна серії АІР 225М8

Для подальшої побудови характеристик привода необхідно розрахувати чисельно його основні параметри, як показано у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Чисельні значення параметрів двигуна серії АІР 225М8

Назва параметрів	Формула	Од. вим.	Нумерація формул
------------------	---------	----------	------------------

Номінальний струм статора	$I_1 = \frac{P}{3 \cdot \eta \cdot U_{1\phi} \cdot \cos\varphi} = 63.403$	А	(2.1)
Приведений струм ротора	$I_2 = I_1 \cdot \cos\varphi = 50.088$	А	(2.2)
Номінальна кутова частота	$\omega_n = \frac{n_n \cdot \pi}{30} = 76.969$	рад/с	(2.3)
Синхронна кутова частота	$\omega_0 = \frac{n_0 \cdot \pi}{30} = 78.54$	рад/с	(2.4)
Номінальне ковзання	$s_n = \frac{n_0 - n_n}{n_0} = 0.02$		(2.5)
Критичне ковзання	$s_{кр} = s_n \cdot \left(\lambda_{кр} + \sqrt{\lambda_{кр}^2 - 1} \right) = 0.075$		(2.6)
Активний опір фази ротора	$R_2 = \frac{M_n \cdot \omega_0 \cdot s_n}{3 \cdot I_1^2} = 0.0508$	Ом	(2.7)
Приведений активний опір фази ротора	$R'_2 = \frac{R_2}{\cos\varphi} = 0.064$	Ом	(2.8)
Активний опір фази статора	$R_1 = R'_2 = 0.064$	Ом	(2.9)
Струм намагнічування	$I_\mu = I_1 \cdot \left(\sin\varphi - \cos\varphi \cdot \frac{s_n}{s_{кр}} \right) = 25.452$	А	(2.10)
Індуктивний опір намагнічування	$x_\mu = \frac{U_{1\phi}}{\sqrt{3} \cdot I_\mu} = 4.977$	Ом	(2.11)
Індуктивний опір короткого замикання	$x_k = \sqrt{\left(\frac{R'_2}{s_{кр}} \right)^2 - R_1^2} = 0.859$	Ом	(2.12)
Номінальний момент	$M_n = \frac{P}{\omega_n} = 389.767$	Нм	(2.13)
Критичний момент	$M_{кр} = \frac{3 \cdot U_{1\phi}^2}{2 \cdot \omega_0 \cdot \left(R_1 + \sqrt{R_1^2 + x_k^2} \right)} = 993.577$	Нм	(2.14)

2.2.2 Побудова механічних і швидкісних характеристик ПЧ-АД вентилятора
Характеристики будуються згідно з виразами:

- механічна

$$M(\omega) = \frac{3 \cdot (U \cdot \alpha)^2 \cdot \frac{R'_2 \cdot \omega_0 \cdot \alpha}{\omega_0 \cdot \alpha - \omega}}{\omega_0 \cdot \alpha \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R'_2 \cdot \omega_0 \cdot \alpha}{\omega_0 \cdot \alpha - \omega} \right)^2 + (x_k \cdot \alpha)^2 \right]} \quad (2.15)$$

- швидкісна

$$I(\omega) = \frac{U_I \phi \cdot \alpha}{\sqrt{\left(R_I + \frac{R'_2 \cdot \omega \theta \cdot \alpha}{\omega \theta \cdot \alpha - \omega} \right)^2 + (x_K \cdot \alpha)^2}} \quad (2.16)$$

Самі характеристики при частотах 60, 50, 40, 30 Гц мають вид, показаний на рис. 2.4, 2.5.

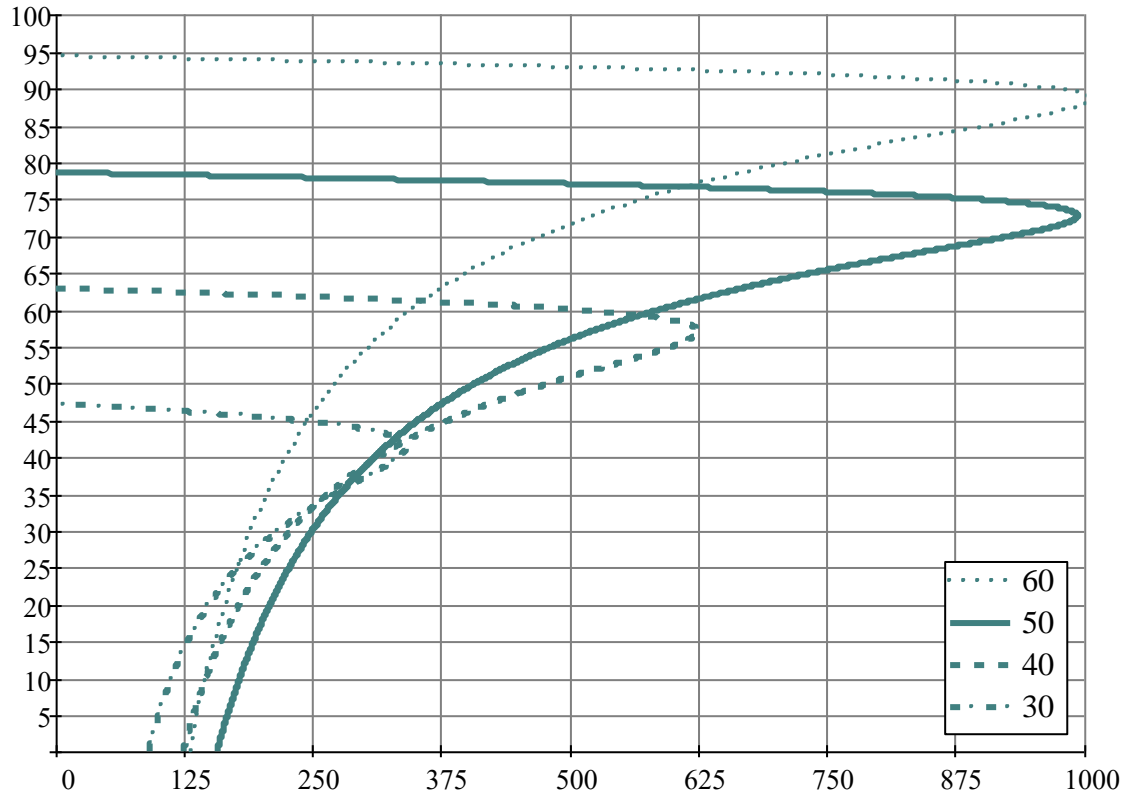


Рисунок 2.4 – Механічні характеристики ПЧ-АД вентилятора

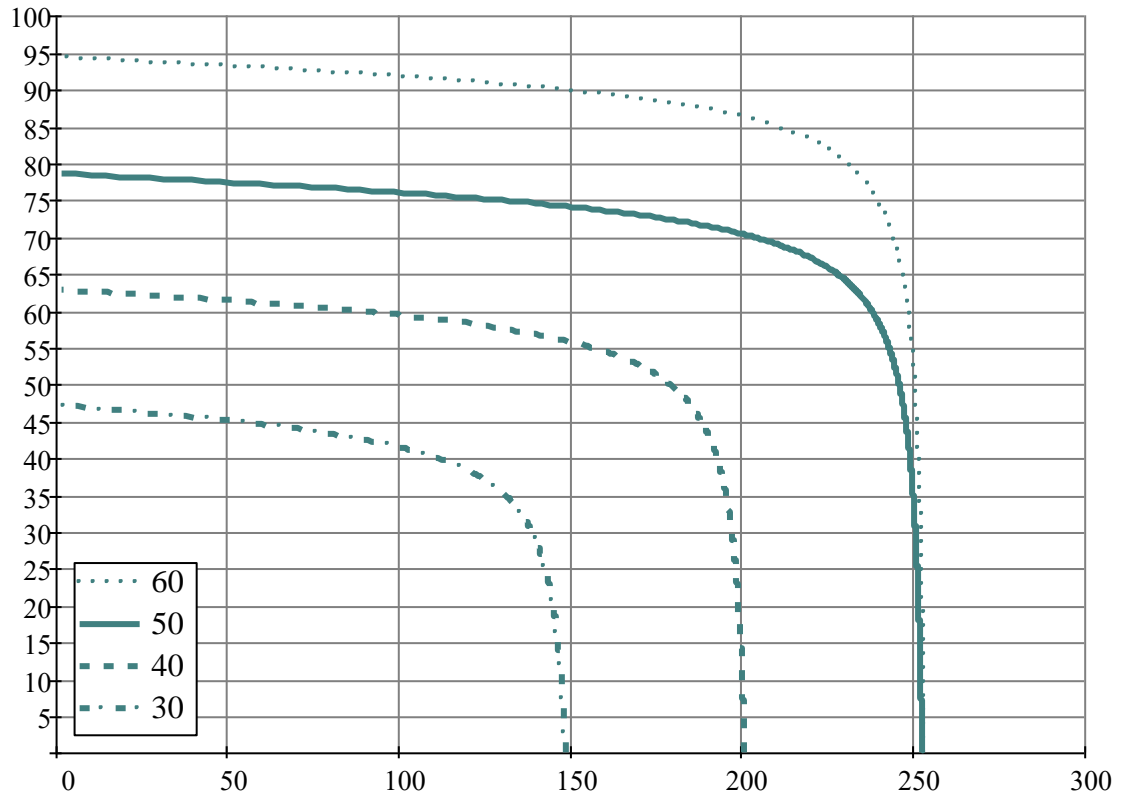


Рисунок 2.5 – Швидкісні характеристики ПЧ-АД вентилятора
 2.2.3 Побудова енергетичних характеристик ПЧ-АД вентилятора

Для побудови енергетичних характеристик необхідно визначити втрати:
 - потужність на валу двигуна:

$$P_g(\omega) = M(\omega) \cdot \omega \quad (2.17)$$

- втрати в міді двигуна:

$$\Delta P_{MH} = M_H \cdot \omega \cdot s_H \cdot \left(1 + \frac{R_1}{R'_2} \right) = 1224.49 \text{ Вт} \quad (2.18)$$

$$\Delta P_{M(\omega)} = M(\omega) \cdot \omega \cdot \alpha \cdot \left(\frac{\omega \rho \cdot \alpha - \omega}{\omega \rho \cdot \alpha} \right) \cdot \left(1 + \frac{R_1}{R'_2} \right) \quad (2.19)$$

- механічні втрати:

$$\Delta P_{mex}(\omega \rho) = 0.03 \cdot P \cdot \frac{\omega \rho}{\omega_H} \quad (2.20)$$

- додаткові витрати:

$$\Delta P_{\rho\rho\rho} = 0.01 \cdot \frac{P}{\eta} = 329.67 \text{ Вт} \quad (2.21)$$

- сумарні втрати:

$$\Delta P(\omega) = \Delta P_{mex}(\omega) + \Delta P_{M(\omega)} + \Delta P_{\rho\rho\rho} \quad (2.22)$$

- коефіцієнту корисної дії:

$$\eta(\omega) = \frac{P_g(\omega)}{P_g(\omega) + \Delta P_{mex}(\omega) + \Delta P_{M(\omega)} + \Delta P_{\rho\rho\rho}} \quad (2.23)$$

За цими виразами отримаємо характеристики, які показані на рис. 2.6 -

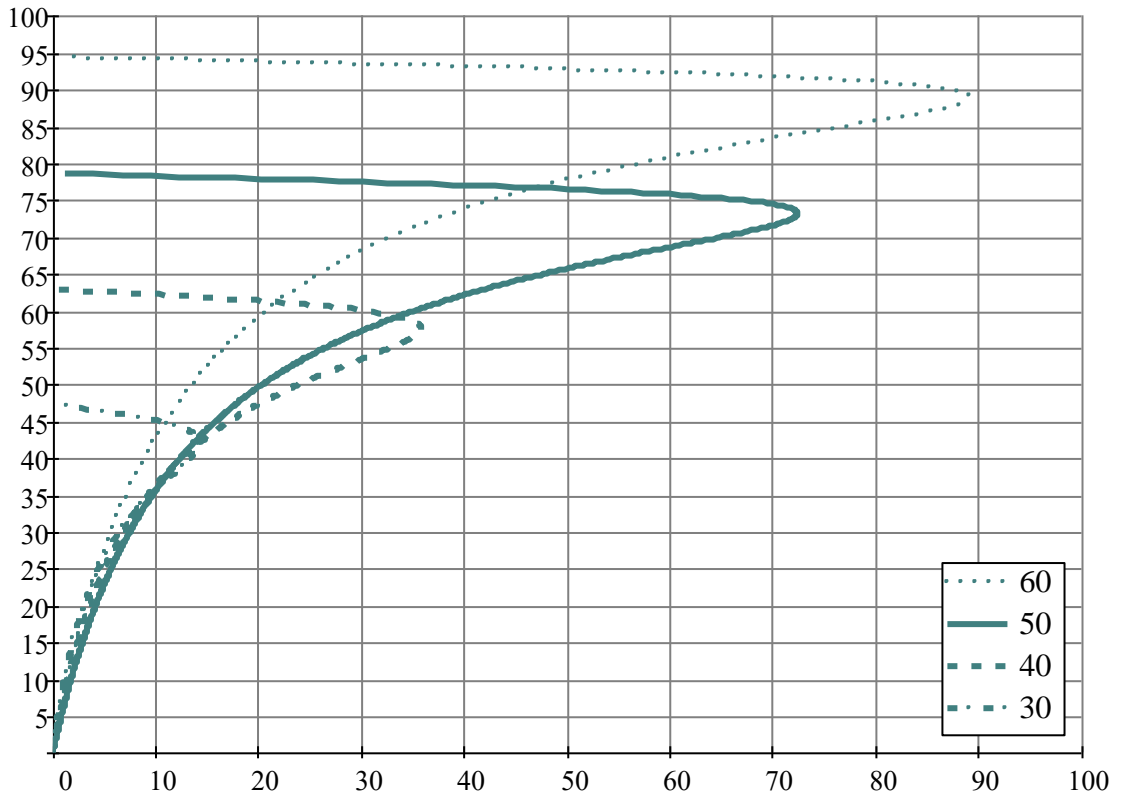


Рисунок 2.6 – Потужність на валу АД

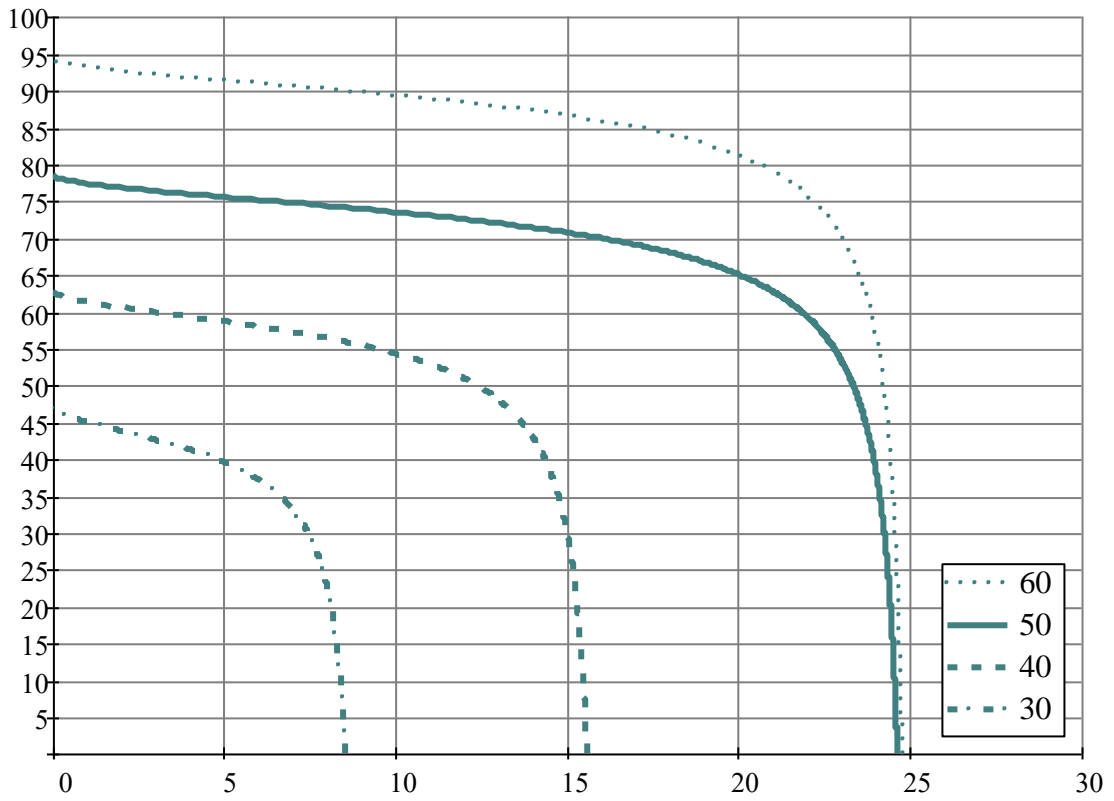


Рисунок 2.7 – Втрати в міді АД

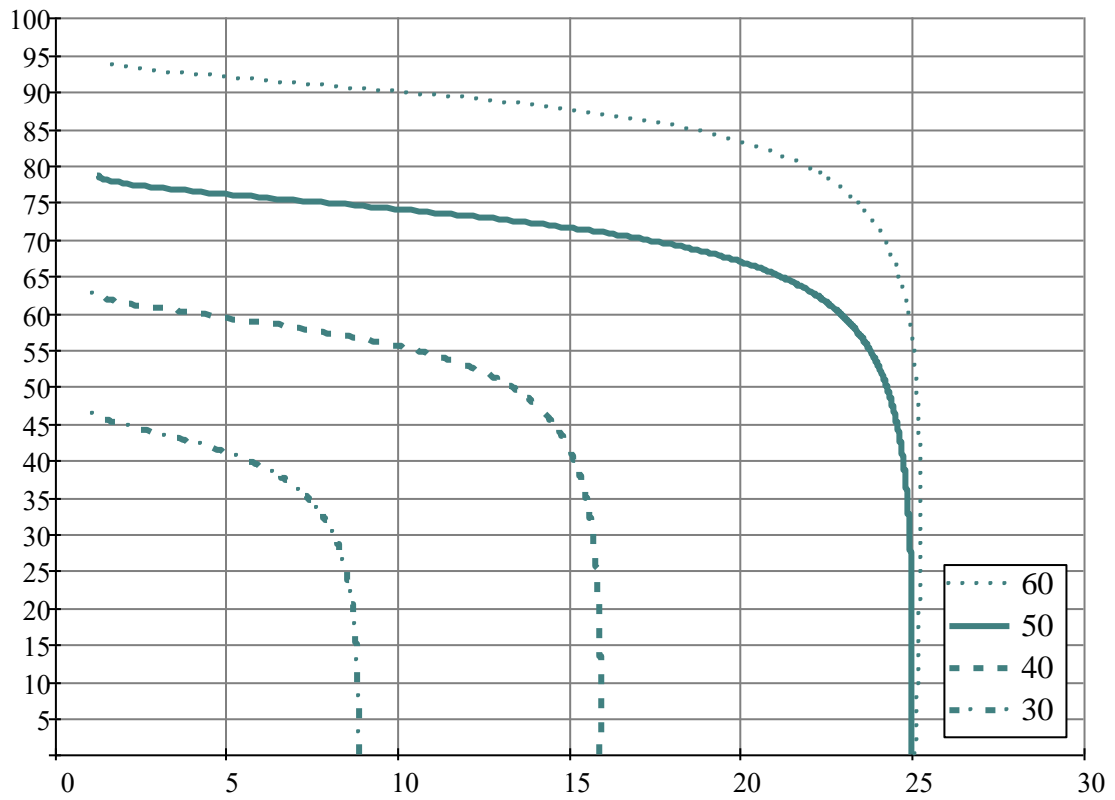


Рисунок 2.8 – Сумарні втрати АД

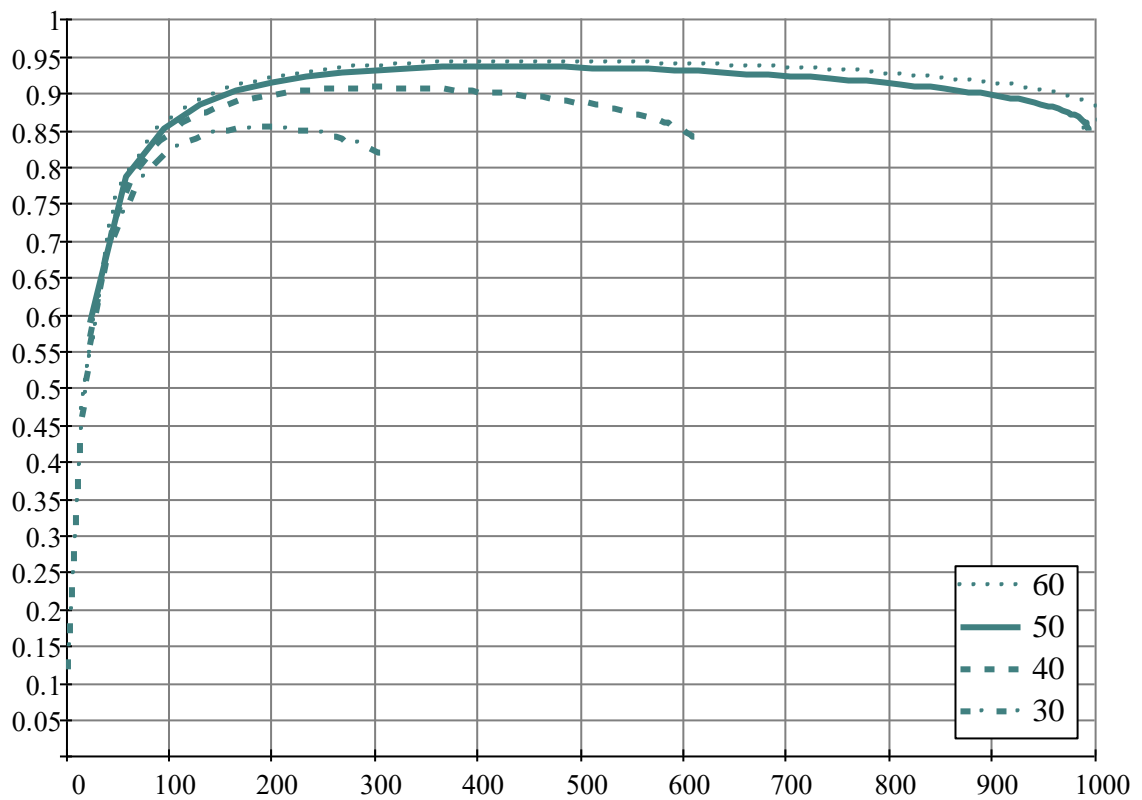


Рисунок 2.9 – ККД АД

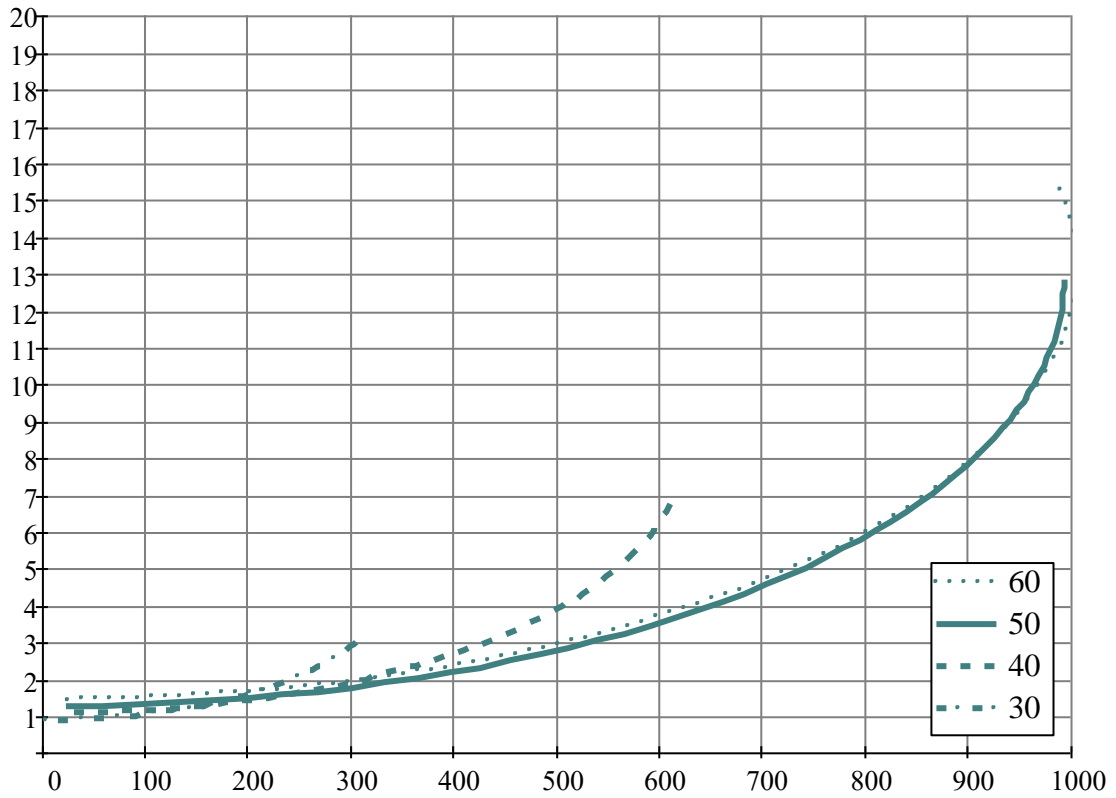


Рисунок 2.10 – Втрати потужності

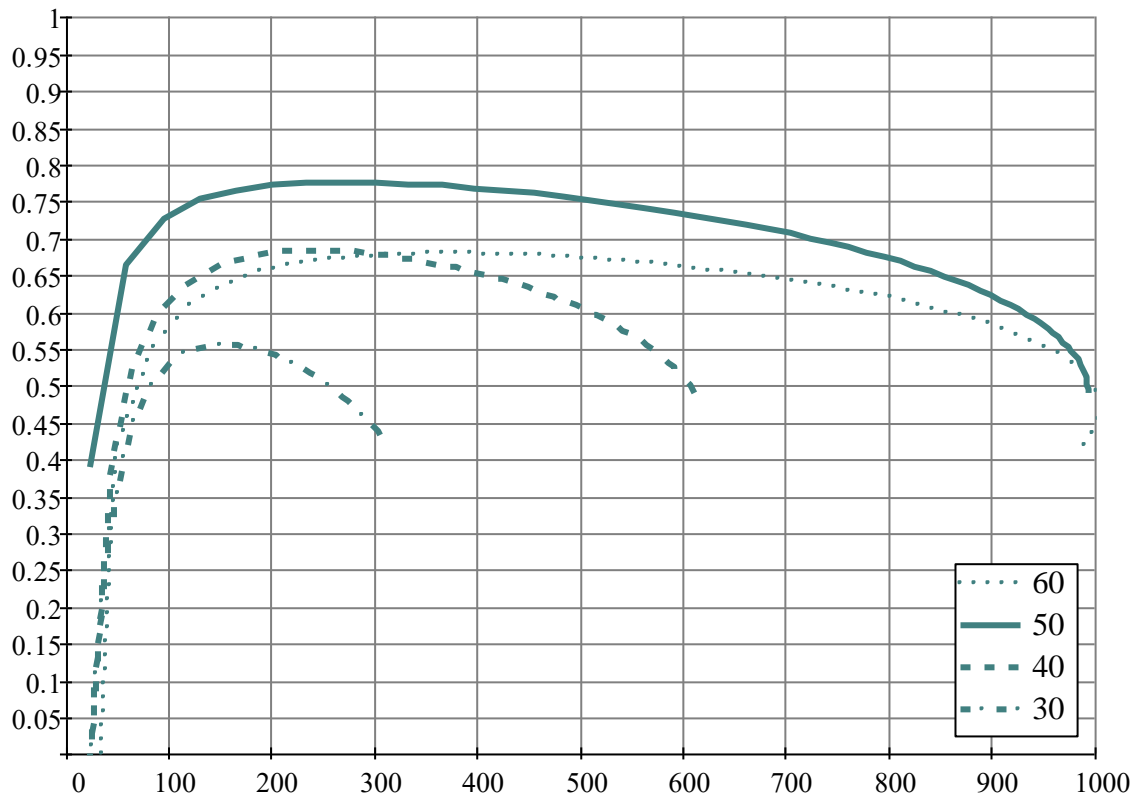


Рисунок 2.11 – Коефіцієнт потужності

2.3 ДИНАМІЧНІ РЕЖИМИ РОБОТИ ВЕНТИЛЯТОРА

Для дослідження динамічних режимів роботи вентилятора необхідно додатково розрахувати чисельно ряд необхідних параметрів, які показано у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Чисельні значення параметрів двигуна серії АІР 225М8

Назва параметрів	Формула	Од. вим.	Нумерація формул
Сумарний момент інерції	$J_{\Sigma} = J_{об} + J_{мех}$ $J_{\Sigma} = 0,825 + 0,825 = 1,65 \text{ Н} \cdot \text{м}^2$	Нм ²	(2.24)
Індуктивний опір статора	$x_1 = \frac{x_k}{2 \cdot c} = 0.422$	Ом	(2.25)
Індуктивний опір ротора	$x_2 = x_1 \cdot c = 0.429$	Ом	(2.26)
Сумарний опір	$R_{\Sigma} = 2 \cdot R_1 + 2 \cdot R_2 + 2 \cdot \frac{x_1 + x_2}{\pi} = 0.772$	Ом	(2.27)
Механічна постійна часу	$T_m = J_{\Sigma} \cdot \frac{R_{\Sigma}}{k\Phi^2} = 0.218$	с	(2.28)
Індуктивність статора	$L_{cm} = \frac{x_1}{2 \cdot \pi \cdot f} = 0.001344$	Гн	(2.29)
Сумарна індуктивність	$L_{\Sigma} = 2 \cdot (L_{cm} + L'_{rom}) = 0.00542$	Гн	(2.30)
Приведена індуктивність ротора	$L'_{rom} = \frac{x_2}{2 \cdot \pi \cdot f} = 0.001366$	Гн	(2.31)
Електромагнітна постійні часу	$T_e = \frac{L_{\Sigma}}{R_{\Sigma}} = 0.00702$	с	(2.32)

Створюємо структурну схему системи ПЧ-АД зі зворотними зв'язками: по швидкості (зовнішній контур) і струму (внутрішній контур) (рис. 2.12), а динамічні характеристики, які ми отримали наведу на рис. 2.13, 2.14.

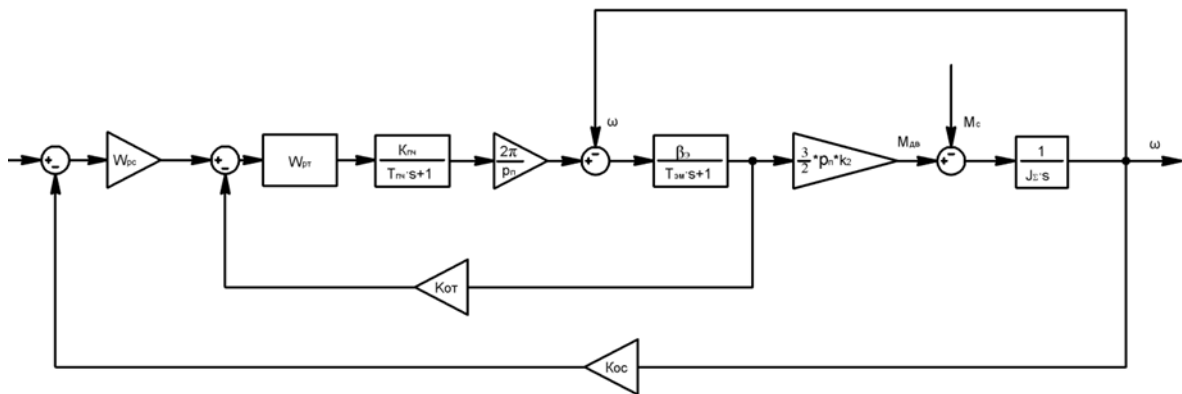


Рисунок 2.12 – Структурна схема системи ПЧ-АД вентилятора

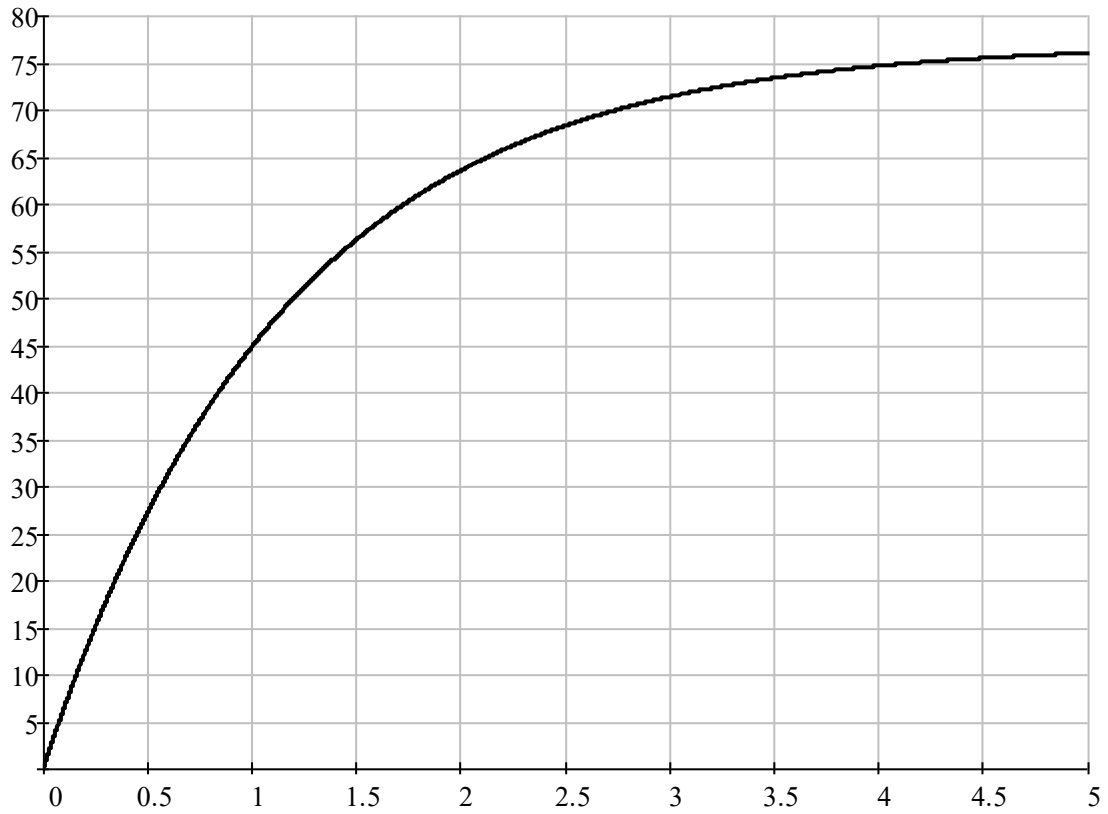


Рисунок 2.13 – Динаміка розгону до номінальної швидкості

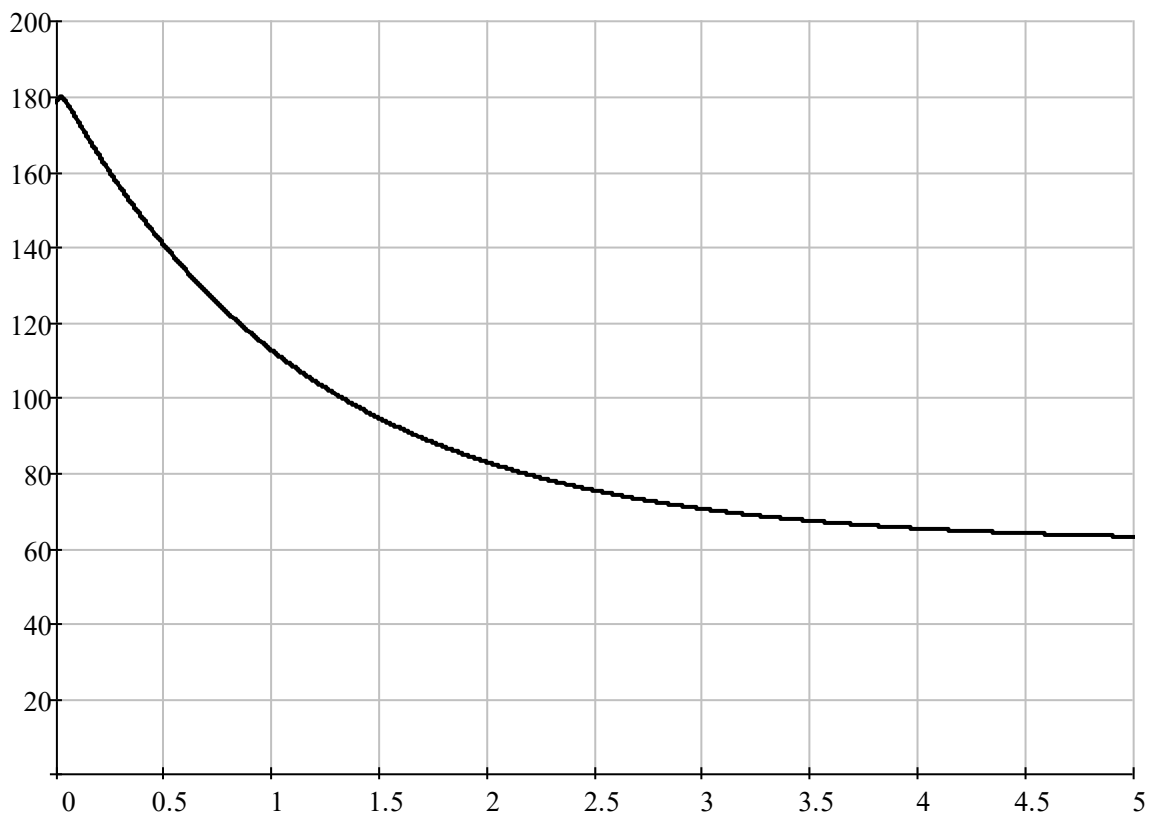


Рисунок 2.14 – Динаміка зміни струму в момент пуску та при номінальній роботі АД

ВИСНОВОК ЗА РОЗДІЛОМ 2

У розділі вибрано сучасний перетворювач частоти ALTIVAR 61. Проведено розрахунок параметрів приводного двигуна. Наведені вимоги до електропривода вентилятора і вибрана система керування електроприводом вентилятора – ПЧ-АД.

Розраховано параметри схеми заміщення фази двигуна серії AIP 225M8, побудовано статичні характеристики та за створеною структурною схемою системи ПЧ-АД зі зворотними зв'язками по швидкості і струму отримано динамічні характеристики системи ПЧ-АД вентилятора.

3.1 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВ АГРОЗБУТІНВЕСТ І ВИБІР СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Електропостачання ТОВ Агрозбутінвест здійснюється від ПС «Долинська» - 35/10 кВ по лінії Л-107 ПЛ-10 кВ. В схемі електропостачання (напряга 10 кВ) працюють заземлювачі РВО 10У1, ЯКНО 10 (з вимірювальними трансформаторами струму ТПОЛ-3 100/5 і напруги НТМИ-1-10), ВНА 10/630-20У3, запобіжник FU1 FU3, вимикач ВА 53-43 на 2000 А.

Однолінійні схеми електропостачання показані на рис. 3.1, 3.2.

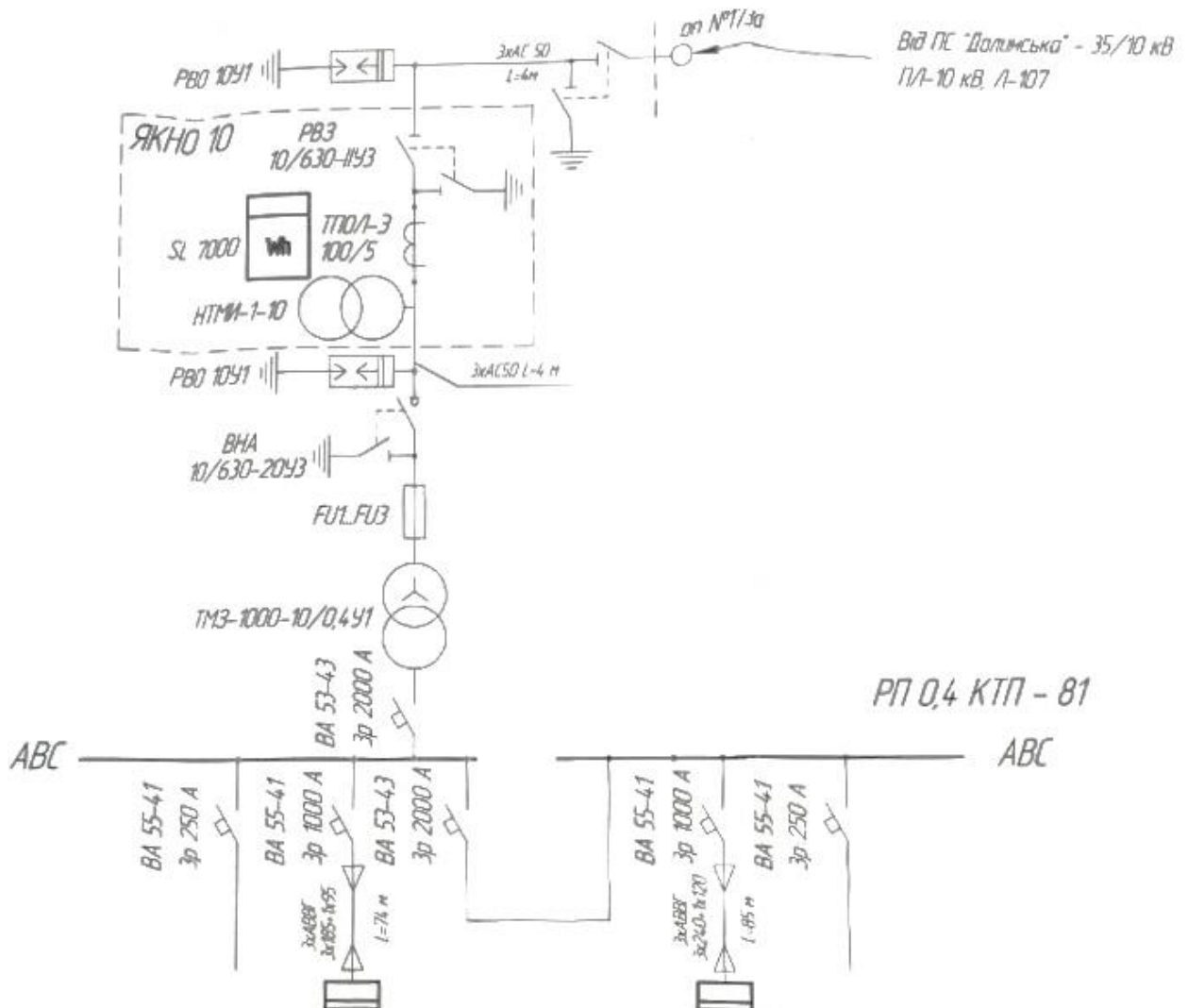


Рисунок 3.1 – Схема електропостачання

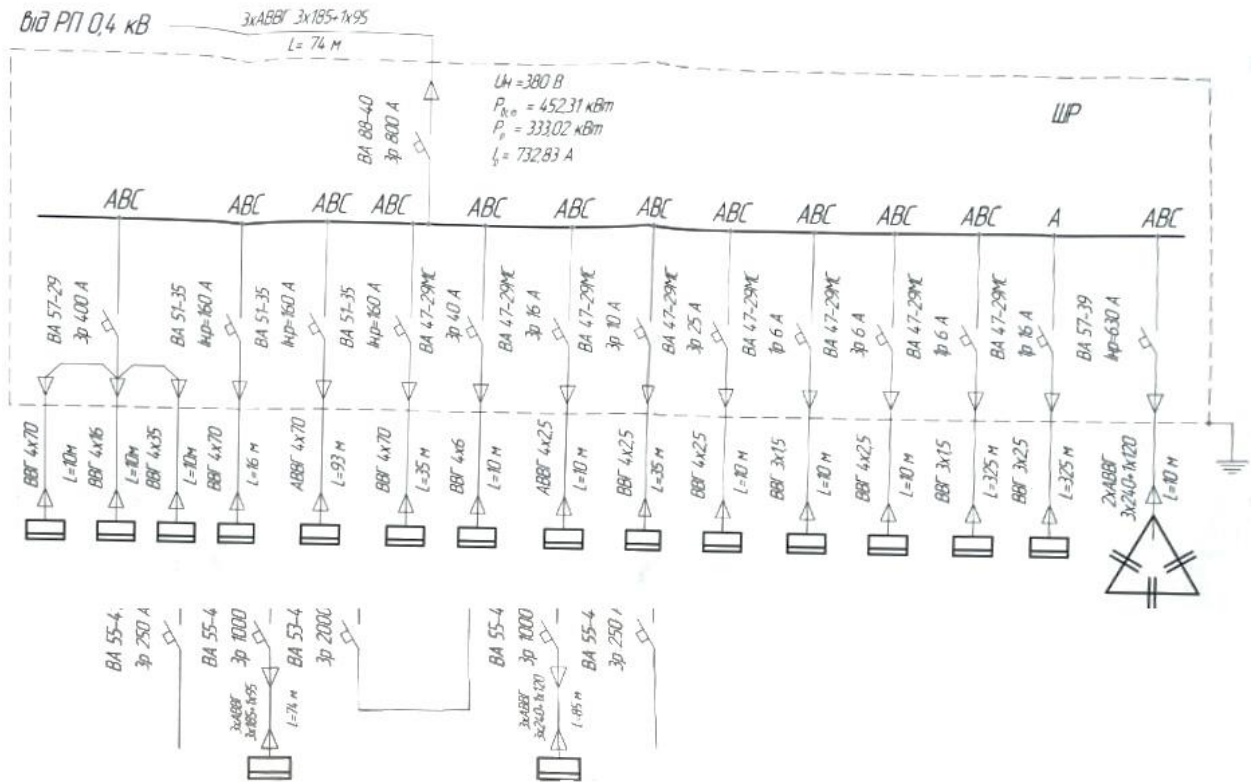


Рисунок 3.2 – Схема електропостачання 0,4 кВ

Згідно зі схемою електропостачання встановлений знижувальний трансформатор ТМЗ-1000-10/0,4 У1 відповідно потужністю 1000 кВА. Взагалі трансформатори вибираються за величиною потужності таким чином, щоб їх завантаження у нормальному режимі складало 60-70%. Це і є економічний режим.

Споживачі, що займається переробкою насіння соняшника відноситься до третьої групи споживачів, що передбачає їх відключення при виникненні аварійних ситуацій або аварійного відключення. Тому схема електропостачання має один силовий трансформатор вище названого типу.

Складемо перелік усіх основних споживачів електричної енергії (див. табл. 3.1) і по виконаним розрахункам за формулами (3.1)-(3.4) підтвердимо встановлення силового трансформатора потужністю 1000 кВА. При розрахунках використаний один із методів підрахунку навантажень – метод коефіцієнту попиту, який не є надто точним, але дасть змогу оцінити величину навантажень даного підприємства.

$$P_{роз} = \sum P_n \cdot \kappa_n ; \quad (3.1)$$

$$Q_{роз} = P_{роз} \cdot \operatorname{tg}\varphi ; \quad (3.2)$$

$$S_{роз} = \sqrt{P_{роз}^2 + Q_{роз}^2} , \quad (3.3)$$

де κ_n – коефіцієнт попиту споживачів;

$\operatorname{tg}\varphi$ – коефіцієнт навантаження споживачів.

$$S_{нпз} = \frac{K_{зм} \cdot S_{роз}}{\eta_c \cdot K_{пер}} , \quad (3.4)$$

де $K_{зм} = 0,83$ – коефіцієнт зсуву максимуму навантаження;

$K_{пер} = 1,1$ – коефіцієнт перевантаження;

$\eta_c = 0,91$ – ККД.

Таблиця 3.1 – Споживачі електричної енергії

Споживачі електричної енергії	Номін. потужн. одиниці, кВт	κ_n	$\operatorname{tg}\varphi$	Потужності		
				$P_{роз}$, кВт	$Q_{роз}$, кВАр	$S_{роз}$, кВА
Трансформатор ТД-10000/35 - У1	10000 кВА					10000
Секції 6 кВ						
ШР 1	333	0,8	0,75	266	200	333
ШР 2	467	0,8	0,75	374	280	467
Всього на одну шину 6 кВ						800
ТМЗ-1000-10/0,4 У1	1000 кВА					1000
Секції 0,4 кВ						
Дільниця екстракції ШУ 11	54,3	0,8	0,75	43	32	54
Дільниця екстракції ШУ 12	28,4	0,8	0,75	23	17	29
Дільниця екстракції ШУ 13	48,5	0,8	0,75	39	30	49
Дільниця екстракції ШУ 14	52,2	0,8	0,75	42	31	52
Градирня ШУ 15	57,5	0,8	0,75	46	35	58
Котельня ШУ 2	52,8	0,8	0,75	43	32	54
АПК ШУ 3	14,6	0,8	0,75	12	9	15
МЕЗ. Робоче освітлення ЩУО 1	5,4	0,8	0,35	4	1,5	4,2
Котельня. Освітлення. ЩУО 2	3,85	0,8	0,35	3	1,2	3,2
АПК. Освітлення ЩОР	9,5	0,8	0,35	7,6	3	8

Аварійне освітлення ЩАО 1	1,65	0,4	0,35	1	0,3	1
Евакуаційне освітлення ЩАО 2	0,12	0,4	0,35	0,1	0,1	0,14
Зовнішнє освітлення ЯУО 96	1,7	0,4	0,35	0,8	0,3	0,8
КПП ЯУО 97	2,5	0,8	0,35	2,4	0,9	2,6
Вентилятор ВД-167-37-10	30,0	0,8	0,75	24	18	30
Всього на одну шину 0,4 кВ						361

Паспортні дані силових трансформаторів (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 - Паспортні дані силових трансформаторів

Паспортні дані трансформаторів	Типи трансформаторів	
	ТД-10000/35 - У1	ТМЗ-1000-10/0,4 У1
Номінальна потужність, кВА	10000	1000
Номінальна первинна напруга, кВ	38,5	10,0
Номінальна вторинна напруга, кВ	10,5	0,4
Втрати холостого ходу, Вт	12300	1550
Втрати короткого замикання, Вт	65000	10800
Напруга короткого замикання, %	7,5	5,5
Струм неробочого ходу, %	0,8	1,2



Рисунок 3.3 – Трансформатор типу ТМЗ-1000-10/0,4 У1 (трифазний, масляний із захистом азотною подушкою)

3.2 ОЦІНКА СТРУМІВ ТРИФАЗНОГО КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

3.2.1 Ступінь напруги 10,5 кВ

Використаємо базисну систему величин. Систему базисних величин можна вибирати довільно, тому одна і та ж фізична величина може мати безліч відносних базисних значень.

За базисну напругу приймають середню номінальну напругу того ступеня, на якому відбувається коротке замикання.

Вибираємо:

базисна потужність $S_{\sigma} = 100$ МВА;

базисна напруга $U_{\sigma 1} = 10,5$ кВ.

За цими значеннями визначається базисний струм:

$$I_{\sigma 1} = \frac{S_{\sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{\sigma 1}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,499 \text{ кА.} \quad (3.5)$$

Отже, відносний базисний опір дорівнює падінню напруги в опорах даного елемента кола при протіканні через нього базисного струму, що віднесений до базисної напруги:

Для генераторів, силових трансформаторів та автотрансформаторів:

Визначаємо реактивний базисний опір генератора:

$$X_{*\sigma} = X_{*n} \cdot \frac{S_{\sigma}}{S_n}, \quad (3.6)$$

Значить:

$$X_{\sigma * \Gamma} = X_{* \Gamma} \cdot \frac{S_{\sigma}}{S_{n \Gamma}} = 0,2 \cdot \frac{100}{54} = 0,37$$

де $X_{* \Gamma} = 0,2$ – опір гідрогенератора,

а трансформатора ТД-10000/35 - У1:

$$X_{* \Gamma} = \frac{u_k \% \cdot S_{\sigma}}{100 \cdot S_{nc}} = \frac{7,5 \cdot 100}{100 \cdot 10} = 0,75;$$

Для повітряних та кабельних ліній:

$$X_{*\sigma} = \frac{S_{\sigma} \cdot X}{U_{\sigma}^2} = \frac{S_{\sigma} \cdot X}{U_{cp}^2}. \quad (3.7)$$

Значить для повітряної лінії:

$$X_{*L} = \frac{X_{ol} \cdot l_l \cdot S_{\sigma}}{U_n^2} = \frac{0,4 \cdot 1 \cdot 100}{10,5^2} = 0,363 ,$$

де $X_{ol} = 0,4$ Ом/км – питомий опір повітряної лінії;

$l_l = 1,0$ км – довжина повітряної лінії.

Сумарний опір кола короткого замикання:

$$X_{\Sigma 1*} = X_{* \Gamma} + X_{* \Gamma} + X_{*L} = 0,37 + 0,75 + 0,363 = 1,483 . \quad (3.8)$$

Встановлений струм короткого замикання:

$$I_{\kappa 1} = \frac{I_{\sigma 1}}{X_{\Sigma 1*}} = \frac{5,774}{1,483} = 3,893 \text{ кА} . \quad (3.9)$$

Ударний струм короткого замикання:

$$I_{y1} = 1,41 \cdot 1,8 \cdot I_{\kappa 1} = 1,41 \cdot 1,8 \cdot 3,893 = 9,88 \text{ кА.} \quad (3.10)$$

Потужність короткого замикання:

$$S_{\kappa} = \frac{S_{\sigma}}{X_{\Sigma 1}} = \frac{100}{1,483} = 67,43 \text{ МВА.} \quad (3.11)$$

3.2.2 Ступінь напруги 0,4 кВ

За аналогією вибираємо:

базисна потужність $S_{\bar{\sigma}} = 100$ МВА;

базисна напруга $U_{\bar{\sigma}} = 0,4$ кВ.

За цими значеннями визначається базисний струм (3.5):

$$I_{\bar{\sigma}} = \frac{S_{\bar{\sigma}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\bar{\sigma}}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 144,338 \text{ кА.}$$

За вище наведеними формулами (3.6), (3.7) розрахуємо активні, реактивні та повні опори:

трансформатора ТД-10000/35 - У1:

$$R_{*гр} = \frac{\Delta P_m \cdot S_{\bar{\sigma}}}{S_n \cdot S_n} = \frac{0,065 \cdot 100}{10 \cdot 10} = 0,065 ; \quad (3.12)$$

трансформатора ТМЗ-1000-10/0,4 У1:

$$X_{*гр2} = \frac{u_{\kappa} \% \cdot S_{\bar{\sigma}}}{100 \cdot S_{нс}} = \frac{5,5 \cdot 100}{100 \cdot 1} = 5,5$$

$$R_{*гр2} = \frac{\Delta P_m \cdot S_{\bar{\sigma}}}{S_n \cdot S_n} = \frac{0,01 \cdot 100}{1 \cdot 1} = 0,01$$

кабельної лінії 0,4 кВ ААВГ 3x185 мм²:

$$X_{*L2} = \frac{X_{ол} \cdot l_l \cdot S_{\bar{\sigma}}}{U_{\bar{\sigma}}^2} = \frac{0,21 \cdot 0,074 \cdot 100}{0,4^2} = 9,712 ,$$

де $X_{ол} = 0,21$ Ом/км – опір;

$l_l = 0,074$ км – довжина;

$$R_{*L2} = \frac{r_{ол} \cdot l_l \cdot S_{\bar{\sigma}}}{U_{\bar{\sigma}}^2} = \frac{0,18 \cdot 0,074 \cdot 100}{0,4^2} = 8,325 , \quad (3.13)$$

де $r_{ол} = 0,18$ - Ом/км – опір.

опір шин 120x10 мм 10,0 кВ:

$$X_{ш*} = \frac{X_{ош} \cdot l_{ш} \cdot S_{\bar{\sigma}}}{U_{\bar{\sigma}}^2} = \frac{0,113 \cdot 0,005 \cdot 100}{0,4^2} = 0,353 , \quad (3.14)$$

де $X_{ош} = 0,113$ Ом/м – опір;

$l_{ш} = 0,005$ км – довжина.

$$R_{ш*} = \frac{r_{ош} \cdot l_{ш} \cdot S_{\bar{\sigma}}}{U_{\bar{\sigma}}^2} = \frac{0,035 \cdot 0,005 \cdot 100}{0,4^2} = 0,109 , \quad (3.15)$$

де $r_{ош} = 0,035$ Ом/м – опір.

Сумарний опір (реактивний) кола короткого замикання:

$$X_{\Sigma 2*} = X_{\bar{\sigma}*\Gamma} + X_{*гр} + X_{*L} + X_{*гр2} + X_{*L2} + X_{*ш} = 0,37 + 0,75 + 5,5 + 9,712 + 0,353 = 16,685 \quad (3.16)$$

Сумарний опір (активний) кола короткого замикання:

$$R_{\Sigma 2*} = R_{*гр} + R_{*L2} + R_{*гр2} + R_{*ш} = 0,065 + 0,01 + 8,325 + 0,109 = 8,509 \quad (3.17)$$

Сумарний опір (повний) кола короткого замикання:

$$z_{*2} = \sqrt{X_{\Sigma 2*}^2 + R_{\Sigma 2*}^2} = \sqrt{16,685^2 + 8,509^2} = 18,729 . \quad (3.18)$$

Встановлений струм короткого замикання:

$$I_{\kappa 2} = \frac{I_{\bar{o}}}{Z_{\Sigma * 2}} = \frac{144,338}{18,729} = 7,707 \text{ кА.} \quad (3.19)$$

Ударний струм короткого замикання:

$$I_{y2} = 1,41 \cdot 1,8 \cdot I_{\kappa 2} = 1,41 \cdot 1,8 \cdot 7,707 = 19,56 \text{ кА.}$$

Потужність короткого замикання:

$$S_{\kappa 2} = \frac{S_{\bar{o}}}{Z_{\Sigma * 2}} = \frac{100}{18,729} = 5,339 \text{ МВА.} \quad (3.20)$$

3.3 КОМПЛЕКТАЦІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

3.3.1 Ступінь напруги 10,5 кВ

Струмопровідні шини.

На підприємстві встановлені шини 120x10 мм на струмове навантаження 2000 А (див. рис. 3.1). Монтаж шин проведений з відстанню між ними $L=250$ мм, а між шинами - $a=150$ мм. Ми перевіримо правильність вибору таких шин.

1) Перевірка на термічну стійкість:

$$S_{III} = \frac{I_{\kappa 1} \cdot \sqrt{t_{K3}}}{c} = \frac{3893 \cdot \sqrt{0,5}}{85} = 32,38 \text{ мм}^2, \quad (3.21)$$

де $t_{np} = 0,5$ с – час короткого замикання;

$c = 85 \text{ Ас}^2/\text{мм}^2$ – коефіцієнт.

2) Перевірка на електродинамічну силу:

$$F = 1,76 \cdot I_{y1}^2 \cdot \frac{l}{a} \cdot 0,1 = 1,76 \cdot 9,88^2 \cdot \frac{25}{15} \cdot 0,1 = 28,63 \text{ Н,} \quad (3.22)$$

де I_y , кА- ударний струм.

Вигинаючий момент у шині:

$$M = F \cdot l = 28,63 \cdot 25 = 715,75 \text{ Нсм.} \quad (3.23)$$

Момент опору, що перпендикулярний силі:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{1,0 \cdot 12^2}{6} = 24,0 \text{ см}^3. \quad (3.24)$$

Напруження в шині:

$$\sigma_{роз} = \frac{M}{W} = \frac{715,75}{24,0} = 29,8 \text{ Н/см}^2. \quad (3.25)$$

$$30 \text{ Н/см}^2 < 16000 \text{ Н/см}^2,$$

де $\sigma_{дон} = 16000 \text{ Н/см}^2$ – допустиме напруження.

3) Перевірка на економічний переріз:

$$S_{ЕК} = \frac{I_{p1}}{J_{ЕК}} = \frac{2000}{2,5} = 800,0 \text{ мм}^2, \quad (3.26)$$

де $J_{ЕК}=2,5 \text{ А/мм}^2$ – рекомендована економічна щільність струму.

$$800 \text{ мм}^2 < 1200 \text{ мм}^2$$

3.3.2 Ступінь напруги 0,4 кВ

Кабелі.

Встановлені кабелі в системі електропостачання ТОВ «Агрозбутінвест» покажемо у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Встановлені кабелі електричних мереж

Споживачі електричної енергії	Тип кабелю	Довжина, м	Струм, А
Дільниця екстракції ШУ 11	ВВГ 4x70	10	133
Дільниця екстракції ШУ 12	ВВГ 4x16	10	57
Дільниця екстракції ШУ 13	ВВГ 4x35	10	114
Дільниця екстракції ШУ 14	ВВГ 4x70	16	122
Градишня ШУ 15	АВВГ 4x70	90	117
Котельня ШУ 2	ВВГ 4x70	35	103
АПК ШУ 3	ВВГ 4x6	10	37
МЕЗ. Робоче освітлення ЩУО 1	ВВГ 4x25	10	10
Котельня. Освітлення. ЩУО 2	ВВГ 4x25	35	7
АПК. Освітлення ЩОР	ВВГ 4x25	10	18
Аварійне освітлення ЩАО 1	ВВГ 3x1,5	10	3
Евакуаційне освітлення ЩАО 2	ВВГ 4x2,5	10	0,23
Зовнішнє освітлення ЯУО 96	ВВГ 3x1,5	325	3
КПП ЯУО 97	ВВГ 2x2,5	325	12
Вентилятор ВД-167-37-10	ВВГ 4x10	10	66

Наша задача - вибрати кабель для живлення вентилятора ВД-167-37-10. Струм приводного двигуна розрахований у розділі 2 (2.1) та дорівнює 63,4 А. Вибираємо мідний кабель ВВГ 4x10 мм² на максимально припустимий струм 66 А. Виконаємо його перевірку за деякими критеріями:

- 1) Перевірка на термічну стійкість, використовуючи (3.21):

$$S_{\kappa} = \frac{I_{\kappa 2} \cdot \sqrt{t_{np}}}{c} = \frac{7707 \cdot \sqrt{0,3}}{150} = 28,142 \text{ мм}^2.$$

- 2) Перевірка втрати напруги:

$$S = \frac{P \cdot l_1 \cdot 100000}{\sigma \cdot U^2 \cdot \Delta U \%} = \frac{33 \cdot 10 \cdot 100000}{57 \cdot 400^2 \cdot 5} = 0,724 \text{ мм}^2, \quad (3.27)$$

де P – потужність, спожита АД з мережі, кВт;

U – напруга лінійна, В;

$\Delta U = \pm 5\%$ – припустима втрата напруги;

l_1 – довжина лінії;

$\sigma = 57 \text{ м}/(\text{Ом} \cdot \text{мм}^2)$ – питома провідність міді.

- 3) Перевірка за економічною густиною струму:

$$S = \frac{I_p}{j_{el}} = \frac{63,4}{3,5} = 18,114 \text{ мм}^2 \quad (3.28)$$

де $j_{el} = 3,5$ – економічна густина струму міді, А/мм².

Висновок: вибраний нами та встановлений кабель ВВГ 4х10 мм² задовольняє усім перевіркам, тому використаний правильно.

Автоматичні вимикачі.

Вимикачі вибираються за умов:

1) номінальний струм розчеплювача визначається тим, що повинен бути більше розрахункового струму лінії $I_{ел} \geq I_p$;

2) струм спрацьовування розчеплювача повинен бути більше пікового струму лінії $I_{свел} \geq kI_n$, де $k=1,25$:

$$I_{свел} \geq kI_n = 1,25 \cdot 412,1 = 515,125 \text{ А.} \quad (3.29)$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА 47-29 3Р з номінальним струмом вимикача – 63 А.

Вибираємо автоматичні вимикачі для іншого обладнання (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Установка автоматичних вимикачів (0,4 кВ)

Споживачі електричної енергії	Тип автоматичних вимикачів	Кількість, шт	Струм, А
Дільниця екстракції ШУ 11	ВА 57-29	1	400
Дільниця екстракції ШУ 12			
Дільниця екстракції ШУ 13			
Дільниця екстракції ШУ 14	ВА 51-35	1	160
Градирня ШУ 15	ВА 51-35	1	160
Котельня ШУ 2	ВА 51-35	1	160
АПК ШУ 3	ВА 51-35	1	40
МЕЗ. Робоче освітлення ЩУО 1	ВА 47-29МС	1	16
Котельня. Освітлення. ЩУО 2	ВА 47-29МС	1	10
АПК. Освітлення ЩОР	ВА 47-29МС	1	25
Аварійне освітлення ЩАО 1	ВА 47-29МС	1	6
Евакуаційне освітлення ЩАО 2	ВА 47-29МС	1	6
Зовнішнє освітлення ЯУО 96	ВА 47-29МС	1	16
КПП ЯУО 97	ВА 57-39	1	630
Вентилятор ВД-167-37-10	ВА 47-29 3Р	1	63

Встановлена апаратура захисту обладнання показана на рис. 3.4.

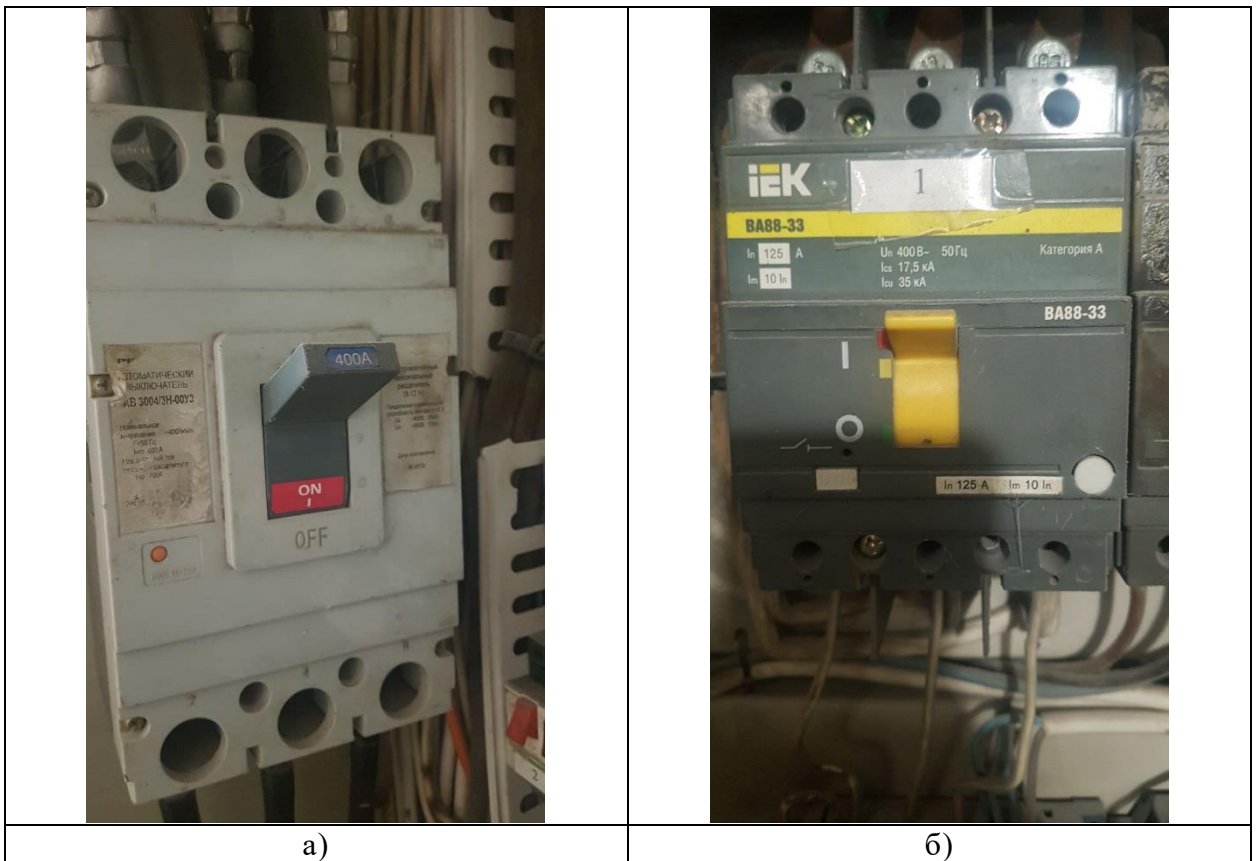


Рисунок 3.4 – Апаратура захисту обладнання

ВИСНОВОК ЗА РОЗДІЛОМ 3

У розділі розглянуто електропостачання основних електричних навантажень: модернізована схема електропостачання, вибрані силові трансформатори (ТД-10000/35 - У1, ТМЗ-1000-10/0,4 У1) шляхом розрахунку сумарних навантажень даного підприємства, розраховано струми короткого замикання електромережі на ступінях напруги 10,5 кВ та 0,4 кВ, обрано шини, кабелі, автоматичні вимикачі тощо.