

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра електрифікації, автоматизації
виробництва та інженерної екології
Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Пасічник Євгеній Анатолійович

УДК 620.93

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Реконструкція системи електрозабезпечення свиногокомплексу з
підвищенням коефіцієнта потужності електричної мережі**

141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”
(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Палійчук В.К.

к.т.н., доцент

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Пасічник Євгеній Анатолійович. Реконструкція системи електрозабезпечення свинокомплексу з підвищенням коефіцієнта потужності електричної мережі. – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

В даній кваліфікаційній роботі проведено реконструкцію електричної мережі 0,4 кВ свинокомплексу.

Обґрунтовано причина реконструкції, визначена мета реконструкції та поставлені завдання для її реалізації. Зроблено повний аналіз об'єкта реконструкції, вивчені всі його характеристики і враховані при реалізації поставлених завдань. Зроблено вибір обладнання, необхідного для здійснення технологічного процесу.

Розглянуто питання вибору силового електрообладнання, проведені розрахунки мереж 0,4 і 10 кВ, обґрунтовані причини реконструкції електропостачання свинокомплексу.

В результаті проведених розрахунків для підвищення коефіцієнта потужності електричної мережі вибрано одну комплектну конденсаторну установку ККУ-0.38-І. Номінальна потужність – 80 квар. У ККУ застосовуємо конденсатори без паперу, просоченої мінеральним маслом, першого габариту, напругою 0,4 кВ, тип конденсаторів – КМ-0.38. Номінальна потужність конденсаторів – 0,35 квар.

Ключові слова: електрифікація, електрична мережа, потужність, свинокомплекс, електрообладнання.

ANNOTATION

Pasichnik Evgeniy Anatoliyovich. Reconstruction of the system and electrical safety of the pig complex with the advancement of the efficiency of the electrical hedge. - The quality of the robot as a manuscript.

Qualifying work for the bachelor's degree in the specialty 141 "Electric power, electrical engineering and electromechanics". – Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

In the day of high-quality robots, the reconstruction of a 0.4 kV electric fence was carried out at the pig-breeding complex.

The reason for the reconstruction was determined, the meta of the reconstruction and the establishment of the project for the implementation of the project was determined. A new analysis of the reconstruction process has been broken down, and all of these characteristics have been improved during the implementation of the buildings. The vibration of the possession necessary for the development of the technological process is broken.

The power supply was shown to the power electrical equipment, a 0.4 and 10 kV mesh was carried out, the reasons for the reconstruction of the electrical supply to the pig complex were primed.

As a result of carrying out rozrahuniv for the adjustment of the efficiency of the tension of the electric net vibrating one complete capacitor unit KKY -0.38-I. The nominal toughness is 80 kvar. The KKY has a stagnant condenser without a paper, leaked mineral oil, of a first size, with a spacing of 0.4 kV, the type of capacitor is KM-0.38. The nominal pressure of the capacitor is 0.35 kvar.

Key words: electrical, electrical framing, toughness, pig breeding complex, electrical equipment

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ І ЗАДАЧІ ПРОЕКТУВАННЯ.....	8
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	14
РОЗДІЛ 3. ПІДВИЩЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ.....	24
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	36

ВСТУП

Свинарство є і в перспективі залишиться однією з провідних галузей сільського господарства в Європі. До переваг цієї галузі відносяться багатоплідність свиней, короткий ембріональний період, скоростиглість і високий забійний вихід м'яса.

З переходом тваринництва на промислову основу різко змінилися умови проживання тварин, зросла ізоляція їх від природного зовнішнього середовища. При індустріальних способах утримання організм тварин відчуває великі функціональні навантаження, змінюються його адаптивні реакції на зовнішні подразники, які нерідко стають для них стресовими. В результаті порушується фізіологічний стан організму, частіше виявляються захворювання тварин, обумовлені зниженням природної резистентності та імунологічної реактивності, особливо у молодняка.

У зв'язку з цим актуального значення набувають методи профілактики хвороб тварин за рахунок вдосконалення зоогігієнічних заходів, зокрема мікроклімату, спрямованих на активацію захисних і продуктивних функцій організму.

А також актуальність обумовлюється застосуванням електрифікації і автоматизації в процесах приготування та роздачі корму, що дає значний економічний ефект, сприяє збільшенню виробництва тваринницької продукції та зниження енерговитрат.

Невідповідність основних факторів мікроклімату (температури, вологості і швидкості руху повітря, наявності в ньому аеронів, мікроорганізмів, пилу і шкідливих газових домішок, рівня освітленості в приміщеннях, акустичного фону, атмосферного тиску і т.д.) оптимальним зоогігієнічним параметрам обумовлює у тварин порушення обміну речовин, уповільнення окисно-відновні процеси в тканинах, порушення відтворювальних функцій маточного поголів'я,

затримку росту і розвитку молодняку, приросту живої маси тварин, збільшення захворюваності та падежу молодняку, витрати кормів і собівартості продукції.

Створення оптимального мікроклімату в сучасних тваринницьких будівлях можливо лише при обладнанні досконалих систем опалення, вентиляції, освітлення, засобів локального обігріву з автоматичним управлінням і регулюванням, а також забезпеченні належної тепло- і гідроізоляції огорожувальних конструкцій, також має важливе значення для продовження терміну служби будівель і встановленого в них технологічного обладнання, а також для поліпшення умов праці обслуговуючого персоналу, який значною мірою визначає продуктивність праці.

У зв'язку зі зростаючим дефіцитом енергоресурсів в країні найважливішим питанням в області мікроклімату є пошук і впровадження на тваринницьких фермах і комплексах енергозберігаючих технологій, що дозволяють ефективно використовувати паливно-енергетичні ресурси і за рахунок цього значно знизити енергоспоживання опалювально-вентиляційних систем.

Метою кваліфікаційної роботи є реконструкція системи електропостачання свинарського комплексу.

Виходячи з мети визначимо завдання:

- охарактеризувати стан існуючої електричної мережі;
- обґрунтувати необхідність реконструкції;
- зробити необхідні розрахунки.

Об'єкт дослідження: методи проектування енергозабезпечення тваринницьких комплексів.

Предмет дослідження: закономірності впливу технологічних, енергетичних та конструктивних параметрів складових частин системи електричної мережі на коефіцієнт потужності.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. **Пасічник Є. А.,** Лясоцький С. С. Огляд існуючих технічних рішень підвищення коефіцієнта потужності електричної мережі. Збірник тез VII-ї всеукраїнської науково-практичної конференції *«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь»*. м. Житомир, 31 березня 2021 року. Житомир : ЖАТК, С. 160.
2. Палійчук В. К., Колотило М. В., Матвійчук Д. Ю., **Пасічник Є. А.,** Лясоцький С. С., Марченко М. В. Електропостачання автономних об'єктів сільського господарства. *Інноваційні технології в АПК*: збірник тез доповідей VIII всеукраїнської науково-практичної конференції, 20-21 травня 2021 р., м. Луцьк. Луцьк: Луцький НТУ, 2021. С. 93-95.
3. Палійчук В. К., Колотило М. В., Матвійчук Д. Ю., **Пасічник Є. А.,** Лясоцький С. С., Марченко М. В. Використання акумуляторного резерву в системах автономного електропостачання сільськогосподарських споживачів. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників, м. Умань 20 травня 2021 р. Умань: ВПЦ «Візаві», 2021. С. 190-192

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи можуть бути впровадженні в тваринницьких комплексах Житомирської області.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 20 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 37 сторінок комп'ютерного тексту (основного тексту 24 сторінки), містить 6 таблиць і 5 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ І ЗАДАЧІ ПРОЕКТУВАННЯ

Об'єктом проектування є свино-товарна ферма з закінченим циклом виробництва на 400 голів в рік.

Ферма розташовується на окремо відведеній площі рівній 3,6 га. На її території розташовані два відгодівельника, блок репродукції поросят, блок для поросят і свинарник-маточник. Ферма також має ветпункт, ізолятор, кормоцех з корнеплодосховище, котельню. До допоміжних будівель можна віднести автомобільні ваги, вантажно-розвантажувальну рампу, санпропускник, дезбар'єри, майданчик для палива, пожежні резервуари.

Будівля свинарника-відгодівельника в плані прямокутної форми довжиною 96 м, шириною 16 м, висотою 3,6 м. Загальна площа 1536 м².

Стіни будівлі виконані з цегли. Переkritтя – азбестоцементні листи і напівтверді мінераловатні плити з наступним закладенням стиків і укладанням покрівлі з руберойду. Пол проходів виконаний з бетону, підлогу кліток – чавунні решітки.

До допоміжних приміщень належать: електрощитова, приміщення для контрольного зважування свиней, приміщення для інвентаря, приміщення для приводів гноєприбиральних транспортерів, венткамера, тамбури.

На підставі аналізу стану електрифікації свинарника, було виявлено, що стан електрифікації є незадовільним. Використовується пускозахисна апаратура старого зразка, електропроводка не відповідає зростаючим навантаженням, стан ізоляції проводки не задовольняє нормам електробезпеки, деякі технологічне обладнання фізично застаріло і потребує заміни, освітлення приміщень знаходиться поза межами норм освітленості. У приміщеннях ферми відсутня необхідні засоби регулювання мікроклімату, що негативно позначається на здоров'я і продуктивність тварин, особливо в зимовий період.

Для реалізації реконструкції електропостачання свинарника необхідно провести розрахунок і вибір елементів силової мережі, зробити вибір пускозахисної апаратури.

Наведемо порядок функціонування свиноферми, для того, щоб визначити час найбільшого навантаження об'єктів.

Порядок роботи на фермі протікає в такий спосіб. Обслуговуючий персонал починає роботу о 7.00, при цьому відбувається підготовка обладнання до роботи; о 8.00 відбувається завантаження бункера роздачі кормів кормосумішю в мобільні кормороздавачі, після чого відбувається роздача корму і очищення кормороздатчика від його залишків. Об 11.00 починається процес гноєвидалення. Відповідно о 17.00 відбувається вечірня завантаження кормороздавальника, о 18.00 відбувається вечірнє годування тварин, після того о 21.00 повторюється процес гноєприбирання і очищення годівниць від залишків корму.

Обслуговування ферми здійснюють два оператора по догляду за тваринами і один оператор з технічного обслуговування обладнання.

Свинарник для відгодівлі ремонтного молодняку на 400 голів входить до складу свинарського комплексу з вирощування гібридного молодняку свиней.

Свинарник призначений для утримання ремонтного молодняку, що надходить із свинарників для поросят у віці 120 днів з живою середньою масою однієї голови близько 45 кг.

Тварини надходять в свинарник технологічними групами. Розміщують групу в окремому ізольованому приміщенні, повністю займаючи його. Утримують молодняк свиней в групових станках з використанням вигулів протягом 125 днів. У віці 233 днів технологічну групу тварин відправляють на реалізацію.

Місце, що звільнилося приміщення піддають гідроочистки, дезінфекції та готують до прийому наступної групи.

Годування тварин нормоване дворазове комбікормом, розведеним водою до вологості 75-78%.

З кормоприготувальному приміщенню суміш подається в кормороздавач. Процес роздачі корму здійснюється після заповнення роздавальника. Напування тварин здійснюється водою питної якості.

Підтримка відносної вологості в приміщенні здійснюється шляхом зміни повітро-продуктивності вентилятора.

У проєктованому свинарнику на 400 голів є такі системи інженерного забезпечення: кормороздача, гноєвидалення, водопостачання, зв'язок, вентиляція та опалення.

Кормова суміш готується в кормоцеху, завантажується в кормороздавальник, який під'їжджає до свинарнику і перевантажує суміш в роздавальник. Роздавальники роздають корм в групові годівниці. Роздача корму здійснюється два рази на добу.

Гноєвидалення з свинарнику здійснюється по гнойовим каналах, в яких встановлені поздовжні скребкові транспортери з поздовжніх транспортерів гній збирається в поперечний скребковий транспортер, який скидає гній в гноєнакопичувач.

Водопостачання об'єкта здійснюється з водонапірної башти, встановленої на території ферми, по трубопроводах. Трубопроводи виконуються із сталевих труб, пофарбованих олійною фарбою.

Вентиляція в приміщеннях для утримання відгодівельних свиней передбачена примусова з механічним стимулюванням.

Для подачі повітря в зимовий і перехідний час передбачаються опалювально-вентиляційні установки. При зовнішніх температурах вище + 7°C опалювально-вентиляційні установки відключаються.

Для витяжки повітря в зимовий і літній час передбачені вентилятори ВО-06 -300, які встановлені в шахтах.

У літню пору подача повітря передбачається припливним вентилятором ВЦ4-75.

Переміщення повітря в приміщенні для утримання свиней передбачається по повітропроводах з поліетилену. Між повітропроводами передбачена перемичка з заслінкою. При виході з ладу вентилятора однієї з систем заслінка повинна бути відкритою і працюючий вентилятор забезпечує 50% необхідного повітрообміну.

Опалення приміщення здійснюється за допомогою тепловентиляторів. Опалення підсобних приміщень здійснюється за допомогою батарей.

Підвищення коефіцієнта потужності електроустановок – важливе завдання, тому що низький коефіцієнт призводить до перевитрати металу на спорудження електричних мереж, збільшує втрати електроенергії, недовикористання потужності і зниження коефіцієнта корисної дії первинних двигунів і генераторів електростанцій і трансформаторів електричних підстанцій.

Для сільських електроустановок найбільш прийнятним способом підвищення коефіцієнта потужності є компенсація реактивної потужності за допомогою статичних конденсаторів. Статичні конденсатори мають дуже малі втрати потужності, безшумні в роботі, зносостійкі, прості і зручні в експлуатації.

Статичні конденсатори можуть бути підібрані на малі потужності, що особливо важливо для сільськогосподарських установок.

Крім того, вибір конденсаторних установок проводиться з урахуванням всіх приймачів будівлі.

Значні резерви по нарощуванню випуску продукції закладені в модернізації і розширенні діючих перспективних свинарських ферм.

Ефективність капітальних вкладень в реконструкцію свинарських ферм в порівнянні з витратами на нове будівництво очевидна. Це пояснюється наступними факторами:

- скорочення вкладень в найбільш капіталомісткі пасивні основні фонди – будівлі і споруди;
- використання існуючих інженерних мереж, комунікацій і засобів механізації;
- скорочення кількості земель виділених під будівництво нових об'єктів;
- можливість використання місцевих будівельних матеріалів і здійснення будівництва господарським способом в зв'язку з локально-об'єктним характером виконання будівельних робіт;
- поступове нарощування потужностей у міру зміцнення кормової бази;
- скорочення витрат на будівництво житлових і культурно-побутових об'єктів.

Плани реконструкції повинні ґрунтуватися на детальних техніко-економічних розрахунках, що підтверджують доцільність і ефективність реконструкції в порівнянні з новим будівництвом.

Розробці заходів щодо реконструкції ферм повинні передувати:

- складання перспективного плану розвитку, спеціалізації, концентрації та міжгосподарської кооперації сільськогосподарського виробництва даного району;
- проведення паспортизації ферм з виявленням їх технічного стану і доцільності реконструкції;
- вивчення і оцінка будівель, ступеня їх амортизації, застосовуваної технології та рівня механізації;
- оцінка стану і перспективи розвитку кормової бази.

Різноманітність існуючих виробничих будівель по місткості і капітальності будівель, об'ємно-планувальних, конструктивних та технологічних рішень ускладнює використання сучасного обладнання та засобів механізації в повному обсязі, як при новому будівництві. Реконструкція покликана вирішувати ці питання комбінованими способами, з впровадженням за певними

групами однотипних рішень, що забезпечують впровадження ресурсозберігаючих технологій.

Метою реконструкції є:

- збільшення виробничої потужності ферм за рахунок перепланування існуючих і прилаштування нових приміщень, застосування більш раціональних способів утримання та годівлі тварин;
- впровадження позитивно зарекомендували себе елементів промислової технології виробництва свинини, запозичених з нових комплексів;
- застосування комплексної механізації виробничих процесів;
- збільшення продуктивності праці, скорочення трудових витрат і собівартості на одиницю продукції;
- поліпшення умов праці працівників ферми.

РОЗДІЛ 2

ЗАГАЛЬНА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

Розрахунок низьковольтних електричних мереж необхідно проводити для підстанції, яка безпосередньо живить будівлю свинарника.

Проектування ліній електропередач напругою 0.4/0.23кВ виконуємо на підставі енергоекономічного обслуговування споживачів.

На підставі отриманих відомостей про споживачів електроенергії виробничого сектора встановимо розрахункові потужності на входах. Основна потужність використовується в денний час, отже, розрахунок буде проводити для денного навантаження. Для деяких об'єктів, в яких вечірній максимум більше денного буде приймати розрахунок по більшому максимуму. В якості розрахункової потужності для свинарника на 400 голів приймаємо потужність введення.

Дані про потужності об'єктів представимо в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахункові потужності об'єктів

Найменування об'єкта	Розрахункова потужність входу, кВт		$\cos(\varphi)$	
	Р _{дн}	Р _{веч}	Дн.	Веч.
Кормоцех на 200 голів	20	10	0.75	0.78
Репродуктивна ферма на 200 голів	30	15	0.75	0.85
Свинарник на 400 голів	24	24.2	0.75	0.85
Зернохoviща	20	10	0.7	0.75
Насосна станція	2	2	0.8	0.8

В системі будемо використана установка компенсації реактивної потужності для підвищення показника $\cos \varphi$. Згідно з вибором установки компенсації ККУ-0.38-III (розділ 3) зробимо коректування показників $\cos \varphi$.

Визначимо косинуси кутів для визначення потужності компенсуючого пристрою за формулою 2.1:

$$\cos \varphi = \frac{P_i}{\sqrt{(P_i)^2 + (P_i \cdot \operatorname{tg} \varphi)^2}}, \quad (2.1)$$

де $\operatorname{tg} \varphi_1 = 0.86$;

$\operatorname{tg} \varphi_2 = 0.33$.

Проведемо розрахунок для кормоцеху на 200 голів.

$$\cos \varphi_1 = \frac{20}{\sqrt{(20)^2 + (20 \cdot 0.6)^2}} = 0.86;$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{10}{\sqrt{(10)^2 + (10 \cdot 0.3)^2}} = 0.96.$$

Аналогічно зробимо розрахунки для інших споживачів і зведемо розраховані показники в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахункові потужності об'єктів з урахуванням використання установки компенсації реактивної потужності

Найменування об'єкта	Розрахункова потужність введення, кВт		Cos(φ)	
	Рдн	Рвеч	Дн.	Веч.
Кормоцех на 200 голів	20	10	0.86	0.96
Репродуктивна ферма на 200 голів	30	15	0.86	0.96
Свинарник на 400 голів	24	24.2	0.86	0.96
Зерносховище	20	10	0.86	0.96
Насосна станція	2	2	0.86	0.96

Визначення допустимих втрат напруги в мережі 0,4 кВ.

Зробимо розрахунок допустимих втрат напруги у споживача відповідно при 100% навантаження.

$$U_{100} = \Sigma H_{100} + \Sigma \Delta U_{100}, \quad (2.2)$$

при 25% навантаженні:

$$U_{25} = \Sigma H_{25} + \Sigma \Delta U_{25}, \quad (2.3)$$

де ΣH_{100} и ΣH_{25} – сума надбавок напруги відповідно при 100% і 25% навантаженні, %;

$\Sigma \Delta U_{100}$ и $\Sigma \Delta U_{25}$ – сума втрат напруги відповідно при 100% і 25% навантаженні, %.

Зробимо розрахунок допустимих втрат напруги у споживача при відомих даних:

- відхилення на шинах живильної підстанції – 0%, 0%;
- надбавка за рахунок відгалужень трансформатора 10 / 0,4 кВ - + 10%, + 10%, відповідно при 100% і 25% навантаження.

Розрахуємо відхилення напруги при 100% навантаження у споживача:

$$U_{100} = 0 + 10 + (-4) + 10 = +16\%.$$

Розділимо навпіл втрату напруги (+ 16%) для ліній 10 кВ і 0,4 кВ.

З урахуванням цього отримуємо:

- для лінії 10 кВ - (-8%);
- для лінії 0,4 кВ - (-8%).

Розділимо втрату напруги в лінії 0,4 кВ на втрату в зовнішніх мережах і внутрішніх мережах (6,5% - в зовнішні мережі і 1,5% - у внутрішні мережі).

Зробимо перевірку:

$$U_{100} = 0 + (-3) + 5 + (-4) + (-6,5) + (-1,5) + 5 = 0\%.$$

Для лінії 0,4 кВ при 25% навантаження зробимо перевірочний розрахунок:

$$U_{25} = 0 + (-0,75) + 5 + (-1) + 0 + 0 = +3,25\%.$$

Отже, таблиця відхилення напруг складено, вірно, так як при 100% навантаження, відхилення напруги у споживача не перевищує – 10%, а при 25% навантаження не перевищує + 5%. Складемо таблицю 2.10 відхилення напруги при живленні від шин 10 кВ.

Таблиця 2.3 – Розрахунок допустимих втрат напруги у споживача

Елементи електричної мережі	Відхилення напруги, % при навантаженні	
	100%	25%
Шини підстанції	0	0
Втрати в ВЛ 10 кВ	-3	-0,75
Споживчий трансформатор 10/0,4 кВ:		
– надбавка за рахунок розгалуження	+5	+5
– втрати напруги	-4	-1
Втрати напруги в мережі 0,4 кВ:		
– в зовнішніх мережах	-6,5	0
– у внутрішніх мережах	-1,5	0
Відхилення напруги у споживачів.	-10	+3,25

Зробимо розрахунок для визначення кількості трансформаторних підстанцій, які необхідно використовувати на об'єкті.

Для визначення кількості ТП скористаємося формулою 2.4:

$$N_{ТП} = 0.35 \cdot \sqrt[3]{\frac{S_{p.mn}^2 \cdot F_{НП}}{(\Delta U_{вл})^2}}, \quad (2.7)$$

де $F_{НП}$ – площа об'єкта електрифікації по генплану, $F_{НП} = 0.135$ км²;

$\Delta U_{вл}$ – допустимі втрати напруги в мережі 0,4 кВ.

Приймаємо $\Delta U_{вл} = -5$.

Визначимо необхідну кількість підстанцій:

Отже, згідно з проведеним розрахунком для реалізації електропостачання свиноферми необхідно реалізувати одну трансформаторну підстанцію. При реалізації підстанції необхідно намітити траси ПЛ 400/230 В.

Так як трансформатори мають перевантажувальною здатністю, приймемо трансформатори потужністю 100 кВА. На трансформаторній підстанції буде реалізовано 2 трансформатора. Зведемо паспортні дані вибраного трансформатора в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Параметри трансформатора

Тип трансформатора	Номинальна потужність, кВ·А	Поєднання напруги, кВ		Втрати, Вт		Ук.з, %
		ВН	НН	х.х	к.з.	
ТМГ-100	100	10	0,4	330	1970	4,5

Для реалізації правильно місця розташування трансформаторної підстанції необхідно нанести осі координат і визначити координати навантажень об'єктів.

Уявімо розташування об'єктів з урахуванням перенесення реальних розмірів їх віддаленості від проєктованої трансформаторної підстанції.

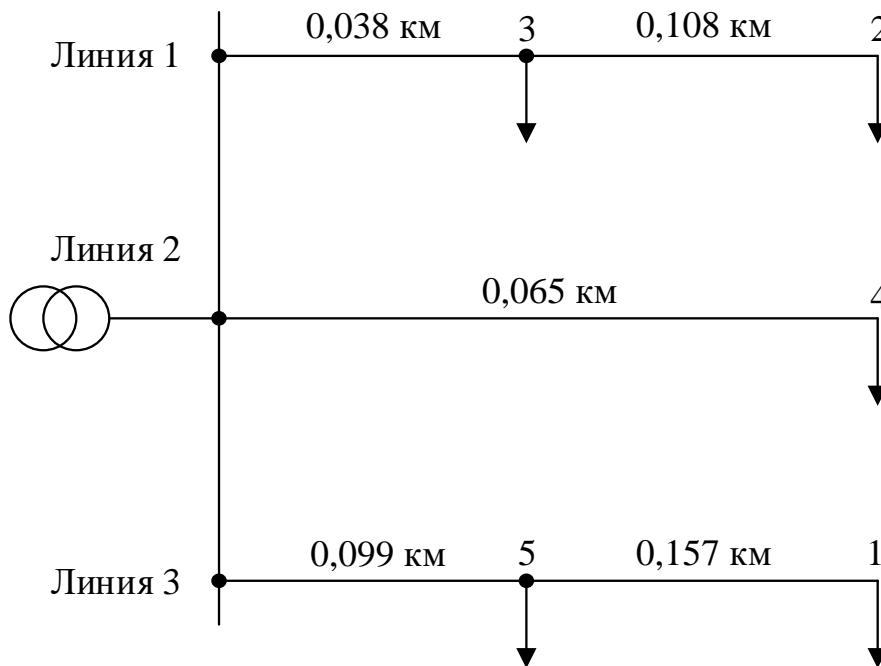


Рис. 2.1 – Розрахункова схема об'єкта

Визначаємо місце розташування трансформаторної підстанції. Для цього необхідно провести розрахунок відповідних координат відповідно до формулами 2.5-2.5:

$$x_p = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n S_i}; \quad (2.5)$$

$$y_p = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n S_i}, \quad (2.6)$$

де $\sum_{i=1}^n S_i$ – сума розрахункових потужностей всіх споживчих підстанцій в зоні електропостачання трансформаторної підстанції;

x_i – проекція S_i на вісь x ;

y_i – проекція S_i на вісь y .

Зробимо розрахунок координат для проектування

$$x_p = \frac{20 \cdot 205 + 30 \cdot 8 + 24.2 \cdot 62 + 20 \cdot 138 + 2 \cdot 207}{20 + 30 + 24.2 + 20 + 2} = 93.7;$$

$$y_p = \frac{20 \cdot 35 + 30 \cdot 64 + 24.2 \cdot 106 + 20 \cdot 110 + 2 \cdot 96}{20 + 30 + 24.2 + 20 + 2} = 78.8.$$

Згідно з проектуванням обладнання підстанції повинно бути скомпоновано таким чином, щоб можна було забезпечувати прості і зручні підходи і виходи повітряних ліній всіх напруг з мінімальним числом перетинів і кутів. Також повинні бути забезпечені зручні під'їзди пересувних засобів і механізмів для транспортування і ремонту устаткування і можливістю подальшого розширення підстанції.

Для реалізації трансформаторної підстанції, майданчик для будівництва повинен бути обраний відповідно до норм. Для реалізації вибираємо незаселену місцевість, без можливості затоплення паводковими водами. Площадка повинна знаходитися по можливості близько від автостради.

Майданчик повинен мати по можливості інженерно-геологічні умови, що допускають будівництво без будівництва дорогих заземлень і фундаментів під обладнання.

Для того, щоб реалізувати електричні мережі на об'єкті з вибором оптимальних марок проводів необхідно провести розрахунок потужностей і довжини ділянок об'єкта.

Розрахунок проводимо методом економічних інтервалів навантажень (метод наведених витрат).

Складаємо розрахункову схему об'єкта з нанесенням потужностей і довжин ділянок (рис. 2.2).

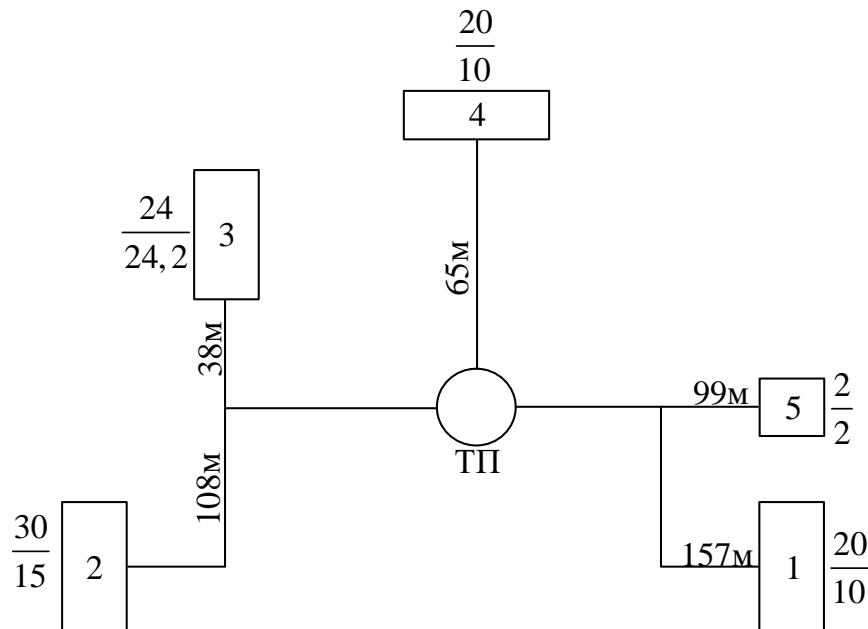


Рис. 2.2. Розрахункова схема об'єкта

Знаходимо розрахункові значення потужностей на ділянках ліній трансформаторної підстанції. Зробимо розрахунок для 1 лінії трансформаторної підстанції:

$$P_{ТП-1} = k_0 \cdot (P_2 + P_3) = 0.85 \cdot (30 + 24) = 45.9 \text{ кВт};$$

$$\cos \varphi_{ТП-1} = \frac{30 \cdot 0.86 + 24.2 \cdot 0.96}{30 + 24.2} = 0.9;$$

$$S_{ТП-1} = \frac{P_{м.д}}{\cos \varphi_{ср.с.д}} = \frac{45.9}{0.86} = 51 \text{ кВА}.$$

Зробимо вибір перерізів мереж 0,4 кВ. Передбачаємо виконання мереж 0,4 кВ самонесучим ізолюваним проводом марки СП4І, так як подібні провідники є найбільш перспективними.

Самонесучий ізолюваний провід марки СП4І прокладаємо по повітрю на опорах типу П1. Розрахунок перерізів проводів виконуємо по довгостроково-

допустимому струму, але перш за все визначимо допустимі втрати напруги і оптимальні надбавки трансформатора. У сільських мережах напруга на затискачах струмоприймачів не повинна підвищуватися більше ніж на 6,5% від номінальної напруги мережі. Розрахунковий струм на ділянці мережі від трансформаторної підстанції до комплексу визначимо за формулою:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3}U_{\text{л}} \cos \varphi}, \quad (2.7)$$

де P – активна потужність навантаження, Вт;

$U_{\text{л}}$ – лінійна напруга мережі, В;

$\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності навантаження.

Середньозважений коефіцієнт потужності визначили при підрахунку розрахункового навантаження на вводі будівлі корівника.

Розрахунковий струм порівнюємо з тривало припустимим струмом $I_{\text{доп}}$:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{дл}}, \quad (2.8)$$

Тривало допустимі струмові навантаження на проводи та кабелі дані в таблицях [14]. Значення їх наводяться в залежності від певних умов, якщо умови змінюються, то необхідно вводити поправочні коефіцієнти.

Обраний провідник в цьому випадку повинен задовольняти умові:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{дл}} / K_{\text{нопр}}, \quad (2.9)$$

де $K_{\text{ПОПР}}$ - поправочний коефіцієнт на ток для кабелів в залежності від температури землі, $K_{\text{ПОПР}} = 1$.

Виконуємо вибір перерізу проводів на прикладі ділянки ТП-1.

$$I_p = \frac{30 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,9} = 50,6 \text{ А};$$

$$I_{\text{доп}} \geq 50,6 / 0,9 = 56,3 \text{ А}.$$

За таблицями навантажень визначаємо перетин провідника. Вибираємо стандартне перетин проводу СИП-4и $F=35\text{мм}^2$ с $I_{\text{доп}}=110 \text{ А}$.

Перевірку вибраного перерізу проводу виконуємо по втраті напруги.

Еквівалентну потужність на ділянці можна визначити за формулою 2.10:

$$S_{\text{еквТП-1}} = S_{\text{ТП-1}} \cdot K_{\text{д}}, \quad (2.10)$$

де $K_{\text{д}}$ – коефіцієнт динаміки зростання навантажень, 0.7.

$$S_{\text{еквТП-1}} = 51 \cdot 0.7 = 35.7 \text{ кВА}.$$

Зробимо розрахунок фактичних втрат напруги на ділянках за формулою 2.14:

$$\Delta U = S_{\text{max}} \cdot l_{\text{уч}} \cdot \Delta U_{\text{уч}} \cdot 10^{-3} = 40.7 \text{ кВА}. \quad (2.11)$$

де $l_{\text{уч}}$ – довжина ділянки, м;

$\Delta U_{\text{уд}}$ – питомі втрати напруги (для СИП-4х35 приймаємо 0,601).

Зробимо розрахунок фактичних втрат напруги для ділянки ТП-1:

$$\Delta U = 51 \cdot 108 \cdot 0.601 \cdot 10^{-3} = 3.31 \text{ \%}.$$

Отже, переріз дроту на ділянці ТП-1 вибрано вірно.

Розраховані дані по ділянці заносимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Результати розрахунку мережі 0,4 кВ

№ ділянки	Повне навантаження, кВА	Еквівалентна потужність, кВА	Довжина ділянки, м	Марка и переріз дроту	Втрати напруги, %
	S _{max}	S _{экв}			ΔU
Фідер 1					
ТП – 1	24.2	16.9	38	4СИП-4и-4х35	0.55
1 – 2	51	35.7	108	4СИП-4и-4х35	3.31
Сумарна втрата напруги в кінці лінії					3.86
Фідер 2					
ТП – 3	20	14	65	4СИП-4и-4х35	0.78
Сумарна втрата напруги в кінці лінії					0.78
Фідер 3					
ТП – 4	2	1.4	99	4СИП-4и-4х35	0.12
4 – 5	21.8	15.3	157	4СИП-4и-4х35	2.06
Сумарна втрата напруги в кінці лінії					2.18

Порівняємо фактичні втрати на ділянках мережі з допустимими значеннями для даних електромереж.

$$\Delta U \leq \Delta U_{\text{доп}}.$$

де $\Delta U_{\text{доп}}$ – допустимі втрати на лінії, 5%.

Висновки по розділу

Отже, фактичні втрати на ділянках мережі не перевищують максимального допустимого значення, значить вибір кабельних ліній обраний відповідно до встановлених норм.

Всі іншу розрахунки виколнуємо згідно стандартних методик, результати розрахунків використовуємо при проектуванні електрозабезпечення свинокмплексу наведеного додатках.

РОЗДІЛ 3

ПІДВИЩЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Підвищення коефіцієнта потужності може бути здійснено так званими природним (без застосування спеціальних пристроїв) і штучним (застосовують спеціальні пристрої для компенсації реактивної потужності) способами.

Для природного підвищення характерні наступні основні заходи:

- вибір електродвигунів з номінальною потужністю, чи майже потужності робочої машини, повне їх завантаження та обмеження часу холостого ходу;
- застосування електродвигунів з більш високим $\cos \varphi$ (високошвидкісних, на кулькових підшипниках);
- перемикання обмоток електродвигуна при навантаженні менше 50% номінальної потужності з трикутника на зірку (таке перемикання можливо, якщо лінійна напруга мережі дорівнює номінальній напрузі фази електродвигуна);
- застосування в перші роки експлуатації мережі трансформаторів з номінальною потужністю, дещо меншою максимальної розрахункової потужності споживачів, якщо остання визначена з перспективою розвитку на найближчі 5...7 років;
- відключення одного з паралельно працюючих трансформаторів при значному зниженні навантаження.

Якщо всі ці заходи не дають потрібного ефекту, то вдаються до штучних способів підвищення $\cos \varphi$, тобто, встановлюють спеціальні пристрої для компенсації реактивної потужності.

Як сучасна альтернатива для компенсації реактивної потужності були розроблені і серійно випускаються різні установки, серед яких можна виділити:

1. Регульовані установки серії УККРМ5, УККРМ6 на напругу 0,4 (0,66) кВ потужністю 5...1000 кВАр з кроком регулювання від 5 кВАр;

2. Регульовані і нерегульовані установки серії УККРМ 7 на напругу 6 (10) кВ потужністю 50-10 ТОВ кВАр з кроком регулювання від 50 кВАр;

3. Установки конденсаторні в блочно-модульному будівлі контейнерного типу на базі УККРМ5, УККРМ6, УККРМ7.

Відмінні риси застосовуваних конденсаторів:

- Використання 3-х фазних конденсаторів: дозволяє значно, в порівнянні з однофазними конденсаторами, скоротити масо-габаритні розміри установок, кількість проводів і контактних з'єднань; збільшити надійність.

- Конденсатори оснащені вбудованими розрядними модулями: розряд конденсаторів відбувається по 0,4 кВ до 50 В за 60 сек.; по 6-10 кВ до 75 В за 10 хв. Це збільшує безпеку обслуговуючого персоналу; виключає перевантаження конденсаторів при повторному включенні.

- Екологічність: екологічно чистий і безпечний наповнювач інертний газ (або синтетичне масло) не становлять загрози для людей і навколишнього середовища;

- Простота утилізації відпрацьованих конденсаторних банок;

- Самовідновлюючий діелектрик: здатність конденсаторів тривалий час зберігати паспортні значення.

- Безпека обслуговування і захист від розриву: конденсатори оснащені запобіжниками – перервниками, що спрацьовують в будь-якому випадку надлишкового тиску всередині банки. Це може статися при перевантаженні по струму, перегріву, в кінці терміну служби через велику кількість самовідновлювальних пробоїв.

У низьковольтних установках УККРМ 0,4; 0,66 кВ застосовують спеціальні пускачі з попередньо замикаючими контактами, які послідовно з'єднані з резисторами попередньої зарядки для погашення великих пускових струмів. В установках УККРМ 6-10 кВ для цих цілей застосовують спеціальні вакуумні контактори для комутації ємнісних навантажень і демпфуючі реактори.

Регулятор реактивної потужності:

Кількість ступенів регулювання: до 6 при NOVAR 1005 1206; до 8 при NOVAR 1007 або до 14 при NOVAR 1114, 1214.

Цифровий регулятор реактивної потужності NOVAR (Чехія), має такі відмінні риси:

Підключення: вимірювані сигнали можна підключити до регулятора в довільній комбінації, тобто довільну фазу або лінійна напруга і струм будь-якої фази.

Режим роботи автоматичний і ручний. В ручному режимі можливе введення необхідних параметрів:

- Косинус – від 0,80 індуктивного до 0,90 ємнісного.
- Час перемикання ступенів - від 5 до 1200 сек.
- Блокування повторного включення ступені – від 5 до 1200 сек.

В автоматичному режимі автоматично визначається як спосіб підключення, так і величина окремих приєднаних компенсуючих ступенів.

Підключення та відключення компенсуючих конденсаторів здійснюється так, щоб необхідний косинус був досягнутий одним циклом регулювання і мінімальною кількістю перемикаються ступенів.

Прилад вибирає окремі ступені з урахуванням їх рівномірного завантаження і спочатку підключає ступені, які були відключені раніше за все і їх залишковий заряд мінімальний.

Мікропроцесорний регулятор дозволяє проводити вимірювання параметрів компенсувальної мережі з висновком результатів на його дисплей: косинус, напруга, струм, рівень і зміст вищих гармонік. Вбудований інтерфейс KS232/KS485 дозволяє передавати результати вимірювання в пам'ять віддаленого комп'ютера.

Алгоритм роботи регулятора забезпечує правильну роботу в мережі з підвищеним вмістом вищих гармонік.

Фільтруючі дроселі:

При наявності в компенсуючій мережі значних гармонійних спотворень струму і напруги, викликаних нелінійними навантаженнями –перетворювачами, дуговими на електропечами, тиристорними приводами і т. д., в УККРМ передбачений захист від перевантаження конденсаторів струмами вищих гармонік з допомогою спеціальних фільтруючих дроселів, що включаються послідовно з конденсатором. Для підбору параметрів, фільтрокомпенсуючого контуру, що утворюється вже частково і з метою уникнення можливих резонансних явищ фахівці попередньо проводять виміри параметрів мережі за допомогою портативного електроаналізатора на підприємстві замовника.

Фільтруючі дроселі дозволяють:

- уникнути резонансу і його наслідків;
- фільтрувати вищі гармоніки і уникнути наслідків їх впливу.

Модульність конструкції:

0,4; 0,66 кВ: Низьковольтні установки мають модульну конструкцію і компануються з силових модулів. Конструктивно модуль являє собою:

- каркас Г-подібної форми, виготовлений з оцинкованої сталі;
- на горизонтальній поверхні каркаса встановлюються низьковольтні конденсатори;
- на лицьовій вертикальній стороні каркаса встановлюються контактори, запобіжники, струмопровідні шинки;
- проводяться необхідні з'єднання кабелем.

6-10 кВ: Установки УККРМ-7 представляють собою модульну конструкцію, що складається з наступних елементів:

Вступна ячейка, в якій встановлені трансформатори струму; амперметри, що показують струм всіх конденсаторів; автоматика захисту, яка сигналізує про перевищення конденсаторами заданого максимального струму. Схема блокування комутаційних елементів і дверей забезпечує безпеку обслуговування. За бажанням замовника установка обладнується роз'єднувачем.

Для сільських електроустановок найбільш прийнятний спосіб підвищення коефіцієнта потужності – це компенсація реактивної потужності за допомогою статичних конденсаторів. Статичні конденсатори мають дуже малі втрати потужності (0,3.....1%), безшумні в роботі, зносостійкі, прості і зручні в експлуатації. Крім того, статичні конденсатори можуть бути підібрані на малі потужності, що особливо важливо для сільських електроустановок.

Компенсація реактивної потужності в залежності від місця установки конденсаторів може бути індивідуальною, груповою і централізованою. Конденсаторну батарею підключають до мережі паралельно. Конденсатори різних фаз зазвичай з'єднують між собою в трикутник, так як це дає можливість при одній і тій же ємності конденсаторів отримати потужність, в 3 рази більшу, ніж при з'єднанні в зірку. Потужність конденсаторів пропорційна квадрату напруги:

$$Q_c = 3 \cdot U_c^2 \cdot \omega \cdot C \cdot 10^{-3}, \quad (3.1)$$

де Q_c – сумарна потужність конденсаторів трьох фаз, кВАр;

U_c – напруга на затискачах конденсаторів, кВ;

ω – кутова частота, з-1;

C – сумарна ємність конденсаторів, мкФ.

При частоті $\omega = 50$ Гц формула 3.1 набуває вигляду:

$$Q_c = 0.942 \cdot U_c^2 \cdot C \cdot 10^{-3}, \quad (3.2)$$

При з'єднанні конденсаторів в трикутник $U_C = U$, при з'єднанні в зірку:

$$U_C = U/1,73, \quad (3.3)$$

де U – лінійна напруга мережі.

Потужність конденсаторної батареї, необхідної для підвищення коефіцієнта потужності зі значення $\cos \varphi_1$ до значення $\cos \varphi_2$, визначають за формулою 3.4:

$$Q_c = P(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2), \quad (3.4)$$

де P – активна потужність установки, кВт;

φ_1 – кут зсуву фаз до включення батареї конденсаторів;

φ_2 – кут зсуву фаз після включення батареї конденсаторів.

Доцільність і спосіб установки конденсаторів повинні бути обґрунтовані техніко-економічним розрахунком.

Промисловість випускає комплектні конденсаторні установки типу (ККУ) на напругу 0,4; 6 і 10 кВ, використання яких полегшує монтаж і обслуговування конденсаторних батарей і підвищує надійність роботи конденсаторів.

Для того, щоб вибрати необхідні конденсаторні установки представимо їх типи і характеристики, отримані дані, зведемо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Комплектні конденсаторні установки

Тип	Потужність, кВАр	Конденсатори			Габаритні розміри установки, мм
		Тип	Потужність, кВАр	Число	
ККУ Н-10	400	КМН2-80,5- 26	26	15	2040X1760X1400
ККУ-0,38-1	80	КМ-0,38	13,5	6	765x690x2060
ККУ-0,38- 111	160	КМ-0,38	13,5	12	1465X690X2060
ККУ-0.38-У	280	КМ-0,38	13,5	21	2165x690x2060
КУ-6-1	255	КМ2-6.3-26	26	9	1720X850X2630
КУ-1С-1	240	КМ2-10,5-26	26	9	1720x850x2630
КУ-6-2	425	КМ2-6.3-26	26	15	2570x850x2630
КУ40-2	400	КМ2-10,5-26	26	15	2570x850x2630
КУ-6-3	510	КМ2-6.3-26	26	18	3420x850x2630
КУ-10-3	480	КМ2-10,5-26	26	18	3420x850x2630
КУ-6-4	680	КМ2-6.3-26	26	24	4120X850X2630
КУ-10-4	640	КМ2-10,5-26	26	24	4120X850X2630
КУ-6-5	850	КМ2-6,г-26	26	30	4820x850x2630
КУ-10.5-5	800	КМ2-10.5-26	26	30	4820x850x2630
ККУН-6	420	КМН2-6.3-26	26	15	2040x1760x 1400

Це дає можливість підтримувати заданий коефіцієнт потужності при будь-яких змінах навантаження.

Економічний ефект від застосування конденсаторів при платі за електроенергію по одноставочному тарифу визначають за виразом:

$$E_p = E_{pн} + Z_p, \quad (3.5)$$

де E_p – річний економічний ефект від застосування конденсаторів, сум;

$E_{pн}$ – річна економія від зниження втрат електроенергії за рахунок використання конденсаторів, сум;

Z_p – приведені річні витрати на установку та експлуатацію конденсаторів, сум.

На рис 3.2 приведена схема приєднання конденсаторної батареї (БК) напругою 380 В через рубильник і автомат (застосовують також з рубильником і запобіжником і з рубильником і запобіжником і контактором).

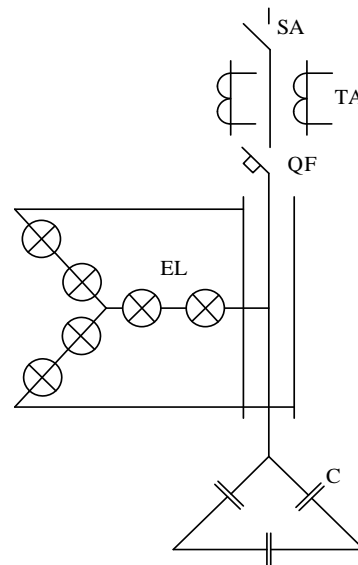


Рис. 3.2. Електрична схема приєднання конденсаторної батареї в мережах 0,4 кВ

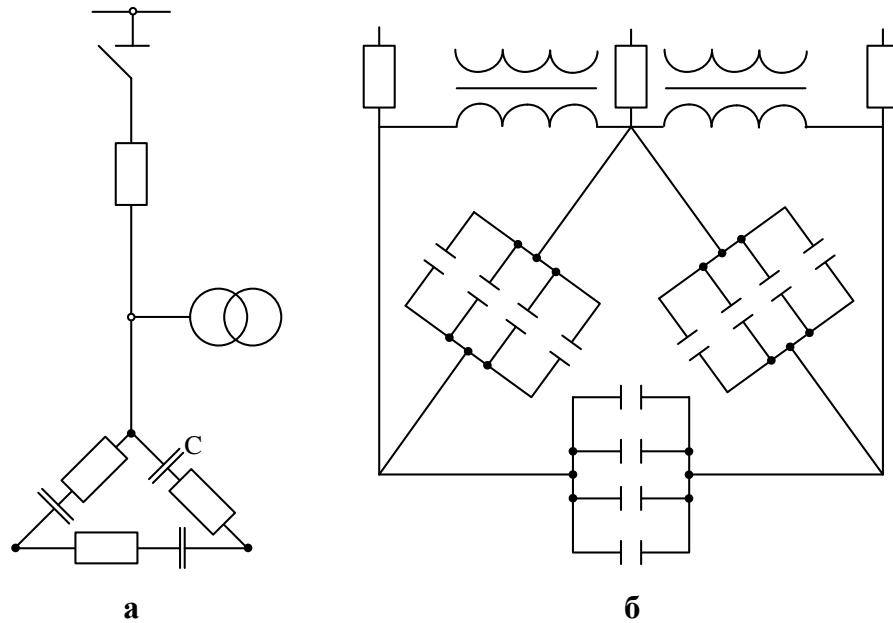


Рис. 3.3. Електрична схема приєднання конденсаторів до шин 6 ... 10 кВ: а – з високовольтним вимикачем; б – з високовольтними запобіжниками

Як розрядний опорів в схемі використані лампи розжарювання. При напрузі 10 кВ конденсаторні батареї приєднують через високовольтні вимикачі або високовольтні запобіжники (рис. 3.2). Як розрядних опорів в схемі застосовуються трансформатори напруги. При експлуатації БК виникають значні перенапруги і кидки струму, тому необхідні спеціальні швидкодіючі вимикачі, які мають підвищену зносостійкість контактних і механічних частин. Вимикачі на 10 кВ і автомати або контактори на 380 В нормального виконання слід вибрати з запасом по номінальному струмі не менше ніж на 30%.

Захисні апарати БК вибирають з урахуванням відбудови від струмів включення і розряду конденсаторів.

Струм плавкої вставки при захисті запобіжниками визначається за формулою 3.6:

$$I_B \leq \frac{1.6 \cdot n \cdot Q_k}{1.73 \cdot U_n}, \quad (3.6)$$

де n – загальне число конденсаторів у всіх фазах;

Q_k – номінальна потужність однофазного конденсатора, кВАр;

U_n – номінальна міжфазова напруга, кВ.

Струм уставки при захисті автоматами визначається за формулою 3.7:

$$I_v \leq \frac{1.3 \cdot n \cdot Q_k}{1.73 \cdot U_n}, \quad (3.7)$$

Автомати повинні мати комбіновані роздільники. Розрядний опір, який необхідний для швидкого розряду БК і підключаємі до неї паралельно, вибирають за формулою 3.8:

$$R \leq \frac{15 \cdot U_\phi^2 \cdot 10^6}{Q_{кo}}, \quad (3.8)$$

де U_ϕ – фазна напруга мережі, кВ;

$Q_{кo}$ – потужність конденсаторної батареї, кВАр.

Виконаємо розрахунок потужностей для об'єкта електрифікації і зробимо вибір відповідних установок для компенсації реактивної потужності.

Електроприймачі вимагають для своєї роботи як активної, так і реактивної потужності. Реактивна потужність виробляється і передається по системі електропостачання до споживачів. Знижуючи споживання приймачами реактивної потужності, можна зменшити трансформаторну потужність підстанції, збільшити пропускну здатність системи електропостачання, не збільшуючи переріз кабелів, проводів та інших струмоведучих частин.

Основними електроприймачами реактивної потужності на сільськогосподарських об'єктах є асинхронні двигуни, на їх частку припадає 65...70% споживаної реактивної потужності, 20...25% припадає на трансформатори і близько 10% - на повітряні лінії, лінії електропередач та інші приймачі (люмінесцентні лампи, реактори і т.д.).

Компенсація реактивної потужності має велике народно-господарське значення. Так збільшення коефіцієнта потужності на 0.01 в масштабах України дає можливість додатково виробляти сотні тисяч кВт • год електроенергії на рік.

Компенсацію реактивної потужності здійснюємо за допомогою статичних компенсаторів. Статичні компенсатори мають дуже малі втрати потужності, безшумні в роботі, зносостійкі, прості і зручні в експлуатації.

Потужність Q_H компенсуючого пристрою (квар) визначаємо, як різниця між фактичною найбільшою реактивною потужністю Q_M і граничною реактивною потужністю Q_e , що надається підприємству енергосистемою:

$$Q_H = Q_M - Q_e = P_M \cdot (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2),$$

де P_M – потужність активного навантаження в години максимуму енергосистеми, приймаємо по середній розрахунковій потужності, кВт;

$\operatorname{tg} \varphi_1$ – фактичний тангенс кута, який відповідає потужностям P_M, Q_M ;

$\operatorname{tg} \varphi_2$ – оптимальний тангенс кута, відповідний встановленим підприємству умов отримання від енергосистеми потужностей навантаження P_M, Q_e .

Визначимо косинуси кутів для визначення потужності компенсуючого пристрою за формулою 3.9:

$$\cos \varphi_M = \frac{\sum_{i=1}^n P_{cpi}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n P_{cpi}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n P_{cpi} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i\right)^2}}, \quad (3.9)$$

Підставляючи значення отримаємо:

$\cos \varphi_1 = 0.75$ – без компенсації реактивної потужності;

$\cos \varphi_2 = 0.96$, звідси $\operatorname{tg} \varphi_2 = 0.3$;

$\cos \varphi_1 = 0.86$, звідси $\operatorname{tg} \varphi_1 = 0.6$.

Підставляючи отримані значення в формулу

$$Q_H = P_M (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) = 94.2 (0.6 - 0.3) = 28.26 \text{ кВар.}$$

Вибираємо одну комплектну конденсаторну установку ККУ-0.38-І. Номінальна потужність – 80 квар. У ККУ застосовуємо конденсатори без паперу, просоченої мінеральним маслом, першого габариту, напругою 0.4 кВ, тип конденсаторів – КМ-0.38. Номінальна потужність конденсаторів – 0.35 квар.

Фактичне значення $\cos \varphi$ при включенні батареї визначається за формулою 3.10:

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \operatorname{tg} \varphi_1 - \frac{Q_H}{P}, \quad (3.10)$$

Підставляючи значення отримаємо:

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = 0.6 - \frac{1 \cdot 80}{252.4} = 0.283$$

У схемах конденсаторних батарей передбачаємо спеціальні активні резистори, які підключаємо паралельно конденсаторів. Ці резистори необхідні для розряду конденсаторів після їх відключення, так як природний саморозряд відбувається повільно. Розряд конденсаторних батарей здійснюємо автоматично після кожного відключення батареї від мережі. Після відключення конденсаторної батареї відбувається розряд її на опору за 3...5 хвилин, тобто за час, необхідний для отримання на батареї допустимого залишкової напруги не більше 50 В.

Розрядний опір, необхідний для швидкого розряду конденсаторної батареї визначимо за формулою 3.8:

$$R = \frac{15 \cdot U_{mp}^2 \cdot 10^6}{Q_{н.о.}} = \frac{15 \cdot 0.38^2 \cdot 10^6}{2 \cdot 280} = 6768.75 \text{ Ом.}$$

Висновки по розділу

В результаті проведених розрахунків вибираємо одну комплектну конденсаторну установку ККУ-0.38-І. Номінальна потужність – 80 квар. У ККУ застосовуємо конденсатори без паперу, просоченої мінеральним маслом, першого габариту, напругою 0.4 кВ, тип конденсаторів – КМ-0.38. Номінальна потужність конденсаторів – 0.35 квар.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі проведено реконструкцію електричної мережі 0,4 кВ свинокомплексу.

Обґрунтовано причина реконструкції, визначена мета реконструкції та поставлені завдання для її реалізації. Зроблено повний аналіз об'єкта реконструкції, вивчені всі його характеристики і враховані при реалізації поставлених завдань. Зроблено вибір обладнання, необхідного для здійснення технологічного процесу.

Розглянуто питання вибору силового електрообладнання, проведені розрахунки мереж 0,4 і 10 кВ, обґрунтовані причини реконструкції електропостачання свинокомплексу.

В результаті проведених розрахунків для підвищення коефіцієнта потужності електричної мережі вибрано одну комплектну конденсаторну установку ККУ-0.38-І. Номінальна потужність – 80 квар. У ККУ застосовуємо конденсатори без паперу, просоченої мінеральним маслом, першого габариту, напругою 0,4 кВ, тип конденсаторів – КМ-0.38. Номінальна потужність конденсаторів – 0,35 квар.

Таким чином, дана кваліфікаційна робота розкрила в повній мірі поставлені завдання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Фоменков А. П. Электропривод сельскохозяйственных машин, агрегатов и поточных линий. Москва: Колос, 1984. 288 с.
2. Елистратов Г.С. Электрооборудование сельского хозяйства (справочник). Минск.: Ураджай, 1986. 328 с.
3. Фоменков А.П. Электропривод сельскохозяйственных машин, агрегатов и поточных линий. Москва : Колос, 1984. 311 с.
4. Машини та обладнання для тваринництва : посібник-практикум / за ред. Ревенко І. І. Київ : Кондор, 2011. 396 с.
5. Герасимович Л. С., Калинин Л.А., Корсаков А.В., Сериков В.К. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок. Москва: Мир, 2010. 391с.
6. Ревенко І. І. Машини і обладнання для тваринництва. Київ : Кондор, 2009. 346 с.
7. Дайнеко В.А. Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий. Минск : Новое знание, 2008. 320с.
8. Костюченко, Л.П. Проектирование систем сельского электроснабжения: Учебное пособие./Красноярский государственный аграрный университет. Красноярск, 2005.
9. Кудрявцев И.Ф., Калинин Л.А. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок. Москва: Агропромиздат, 1988. 460 с.
10. Левин М.С., Лещинская Т.Б. О времени максимальных потерь графиков нагрузки в сельском хозяйстве / Электрические станции, 1996, №2.
11. Луковников А.В., Шкрабак В.С. Охрана труда Москва : Агропромиздат, 1991. 319 с.
12. Механізація трудомістких робіт у малих фермах / [за ред Ясенєцького В. А. Київ: Урожай, 1990 с.

13. Гнелин А.М. Справочник электромонтера сельского хозяйства. Москва: Колос, 2011. 213с.
14. Машины і обладнання для тваринництва: підручник для студентів аграрних навчальних закладів I-II рівнів акредитації / за ред. І. І. Ревенко. Ніжин : Видавець ПП Лисенко М. М. 2017. 304 с.
15. Бабаханов Ю.М. Оборудование и пути снижения систем Микроклимата. Москва : Россельхозиздат, 2010. 184с.
16. Соколов Б.А. Монтаж электрических установок. Москва: "Энергоатомиздат", 2009. 224 с.
17. Ревенко І. І., Щербак В. М., ПобігунА. М. Машины та обладнання для тваринництва: практикум. Мелітополь : ТОВ "Видавничий будинок", 2010. 155 с.
18. Савченко П. И. , Гаврилюк И. А.. Практикум по электроприводу в сельском хозяйстве / Москва: Колос, 1996. 224 с.
19. Растимешин С.А.. Микроклимат животноводческих ферм. Москва : АгроНИИТЭИИТО, 1990. 143 с.
20. Справочная книга для проектирования электрического освещения. Под ред. Г.М. Кнорринга. Л., «Энергия», 1976. 384 с.