

УДК [631.234.628.97]:635.64
№ держреєстрації 0111U002545

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

72312, Запорізька область, м. Мелітополь, пр. Б.Хмельницького, 18
тел. (0619)42-06-94

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор НДІ МЗПУ

д.т.н. _____ В.Т.Надикто
« _____ » _____ 201__ р.

З В І Т
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ
2015 рік

Програма 1
РОЗРОБКА НАУКОВИХ ОСНОВ, СИСТЕМ, ТЕХНОЛОГІЙ І
ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОДОВОЛЬЧОЇ
БЕЗПЕКИ ПІВДЕННОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Підпрограма 1.2.
РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ РЕЖИМИ ПЕРЕДАЧІ І
ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

Завідувач лабораторії: _____ д.т.н. В.В.Овчаров

2015

Результати роботи розглянуто НТР,
протокол № _____ від « _____ » _____ 201__ р.

Виконавці: д.т.н., професор Овчаров В.В.

к.т.н., доцент О.Ю.Вовк

к.т.н., доцент Курашкін С.Ф.

к.т.н., доцент Нестерчук Д.М.

к.т.н., доцент Овчаров С.В.

ЗМІСТ

Дизель-електричний пристрій збереження палива у мобільних агрегатах...	4
Розробка системи дистанційного діагностування територіально розпорозеного силового електрообладнання.....	14
Універсальний пристрій комплексного керування та захисту групи трифазних асинхронних електродвигунів.....	21
Акумулятор солнечной энергии.....	36
Приусадебная ветроэнергетическая установка парусного типа.....	36
Устройство дистанционного диагностирования режимов работы электродвигателей погружных насосов.....	37
Комбинированная система отопления и горячего водоснабжения жилых индивидуальных домов.....	39
Компьютеризованная система диагностирования электрооборудования автомобилей.....	39
Автоматический регулятор напряжения в электрических сетях бытовых потребителей.....	40
Система поквартирного учета и регулирования тепловой энергии.....	41
Устройство дистанционного диагностирования режимов работы силовых трансформаторов.....	41
Устройство дистанционного управления подачей воды потребителю.....	42
Устройство для полива и отопления теплиц.....	43
Устройство облегчения пуска асинхронных электродвигателей.....	44
Устройство освещения улиц и парков.....	45
Устройство ресурсосбережения асинхронных электродвигателей поточных технологических линий.....	47
Устройство ресурсосбережения асинхронных электродвигателей привода насосных агрегатов.....	47
Устройство энергосбережения в электродвигателях привода рабочих машин.....	48
Устройство энергосбережения при параллельной работе насосных агрегатов.....	49
Электрический котел с комбинированным электронагревателем.....	50
Электрический котел с низкотемпературным электронагревателем.....	52
Электрический котел с электронагревателем типа «катушка в стали».....	54

ДИЗЕЛЬ-ЕЛЕКТРИЧНИЙ ПРИСТРІЙ ЗБЕРЕЖЕННЯ ПАЛИВА У МОБІЛЬНИХ АГРЕГАТАХ

Виконавець: к.т.н. О.Ю.Вовк

1. Актуальність теми

Енергетична проблема, що є актуальною для всіх країн світу, особливо гостро проявляється в Україні, яка лише на 35-40 % може забезпечити свої потреби власними паливно-енергетичними ресурсами [1]. Особливо гостро це відчувається у рослинництві, де існує народно-господарська проблема зниження енерговитрат на виробництво продукції.

Суть проблеми полягає у тому, що вартість енерговитрат для різних видів продукції досягає десятків процентів. В середньому по галузі питома вага нафтопродуктів у структурі матеріальних витрат на виробництво продукції становить близько 25 % [2]. Наприклад, за годину роботи мобільного агрегату на базі трактора ХТЗ-2511 (потужність двигуна якого становить $19,5 \text{ кВт}$) витрачається 5 л дизельного пального [3], що в грошовому еквіваленті (при середній вартості дизельного пального по країні приблизно 10 грн./л) складає $5 \cdot 10 = 50 \text{ грн}$. Середній час роботи такого агрегату у господарствах нашої країни становить близько 2000 год. [2], отже, вартість дизельного палива за цей період складає приблизно $2000 \cdot 50 = 100\,000 \text{ грн}$. Все це лягає великим тягарем на собівартість продукції рослинництва.

Причиною існування проблеми є те, що, як правило, єдиним видом двигуна у мобільних агрегатах є тепловий двигун, коефіцієнт корисної дії якого становить не більше 50 % [4]. Тобто близько половина споживаного палива втрачається не на виконання корисної роботи, а на нагрів навколишнього середовища, викликаючи не тільки зростання собівартості продукції рослинництва, а й наносячи шкоду навколишньому середовищу. До цього додається ще й те, що вартість нафтопродуктів у світі щорічно збільшується [2].

У той же час, якби привод мобільного агрегату на базі трактора ХТЗ-2511 здійснювався від електричного двигуна постійного струму аналогічної потужності (споживана потужність двигуна повинна становити $19,5 / 0,85 = 23 \text{ кВт}$), то за годину роботи витрачалось би $23 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ електричної енергії, що в грошовому еквіваленті (при вартості електричної енергії по країні для промислових споживачів у розмірі $114,73 \text{ коп.}/(\text{кВт} \cdot \text{год})$ [5]) складало би $23 \cdot 114,73 = 2638,79 \text{ коп.} = 26,39 \text{ грн}$.

Тобто економія витрат у грошовому еквіваленті складає $50 - 26,39 = 23,61 \text{ грн}$. за годину роботу, а за рік відповідно $23,61 \cdot 2000 = 47\,200 \text{ грн}$. Таким чином, повна заміна теплового двигуна на електричний дозволить скоротити

витрати тільки на пальне майже у 2 рази.

2. Мета і задачі роботи

Метою роботи була розробка комбінованого дизель-електричного приводу мобільного агрегату на базі трактору ХТЗ-2511 для зменшення витрат дизельного пального.

У відповідності до цього було поставлено наступні задачі:

- обґрунтувати режим паралельної роботи теплового та електричного двигунів, що працюють на спільний вал;
- розробити структурну схему підключення електродвигуна постійного струму до теплового двигуна;
- обрати електродвигун постійного струму та джерело для його живлення;
- розробити принципову електричну схему керування електродвигуном постійного струму;
- проаналізувати режим паралельної роботи теплового та електричного двигунів, що працюють на спільний вал;
- розрахувати термін окупності дизель-електричного пристрою збереження палива у мобільному агрегаті.

3. Наукова новизна роботи

Наукова новизна роботи полягає в тому, що вперше запропоновано використовувати режим спільної роботи теплового та електричного двигунів, що працюють на загальний вал, для зменшення витрат дизельного пального мобільного агрегату.

4. Головний зміст роботи

Розглянемо варіант повної заміни теплового двигуна мобільного агрегату на електричний двигун. На цьому шляху існує ряд труднощів:

- при використанні для приводу мобільного агрегату електродвигуна змінного струму необхідно споруджувати лінії електропостачання, трансформаторну підстанцію та пристрій електроживлення двигуна (наприклад, гнучкий кабель);
- при використанні для приводу мобільного агрегату електродвигуна постійного струму необхідна наявність акумуляторних батарей, які будуть мати значну вагу та об'єм, ускладнювати конструкцію, витрачати енергію на власне транспортування, потребувати систематичного зарядження від відповідних джерел.

На цей час для приводу електрифікованих автотранспортних засобів ши-

роко використовують головним чином літій-іонні акумулятори, які мають певні переваги та недоліки [6].

До переваг таких акумуляторів слід віднести наступне:

- значна густина енергії (як вагова, так і об'ємна);
- напруга на одному елементі батареї становить 3,6 В, що в тричі вище, ніж у інших різновидів акумуляторів;
- швидке зарядження батареї (до 90-95 % за 30-40 хвилин);
- значний ресурс (понад 1000 циклів розрядження-зарядження батареї).

До недоліків таких акумуляторів слід віднести наступне:

- імовірність вибуху при зарядженні або механічному пошкодженні;
- строк нормальної продуктивної роботи не більше 5 років;
- значна вартість.

Тому була зроблена гіпотеза про те, що для економії дизельного палива у мобільному агрегаті на базі трактора ХТЗ-2511 необхідно створення комбінованого дизель-електричного приводу із використанням для акумуляції електричної енергії новітніх елементів – іоністорів.

Іоністори – це електрохімічні прилади, які призначені для зберігання електричної енергії. Вони характеризуються великою кількістю заряджень-розряджень (декілька десятків тисяч разів), мають значний термін служби (на відміну від інших елементів живлення: акумуляторних батарей та гальванічних елементів), незначний струм витоку, й головне – мають значну ємність та невеликі розміри. За останніми промисловими розробками вони сягають ємності 6500 Ф при напрузі 2,7 В [7, 8].

До головних переваг іоністорів відносяться наступні:

- значна кількість циклів зарядження-розрядження;
- значні струми віддачі;
- швидко заряджаються (практично миттєво, в залежності від того, який струм може забезпечити зарядний пристрій);
- відсутність необхідності контролю процесу зарядження;
- габарити значно менше звичайних конденсаторів при набагато більшій ємності;
- значний робочий діапазон температур (від -50 до $+60$ °С);
- значна довговічність (більше 10 років або 100 000 циклів зарядження-розрядження);
- пожежобезпечні;
- не потребують спеціальної багато коштовної утилізації (тому що не містять токсичних речовин).

В той же час іоністори мають певні недоліки, головні серед яких наступні:

- зниження напруги на затискачах під час всього циклу розрядження;
- значна вартість.

Тому шляхом досягнення поставленої мети дослідження є використання іоністорів при паралельній роботі теплового та електричного двигунів на спільний вал приводу мобільного агрегату. Така система дозволяє повністю використовувати енергію, що накопичена в іоністорах, незалежно від рівня їх напруги. У такій системі швидкість обертання спільного валу задає тепловий двигун, а електричний двигун, який живиться енергією від іоністорів, допомагає теплового двигуну виконувати роботу, величина якої залежить від швидкості обертання спільного валу та поточної напруги на затискачах іоністорів. Внаслідок цього відбувається скорочення споживання дизельного пального тепловим двигуном мобільного агрегату на базі трактору ХТЗ-2511.

Структурна схема підключення електродвигуна постійного струму до теплового двигуна буде мати такий вигляд:

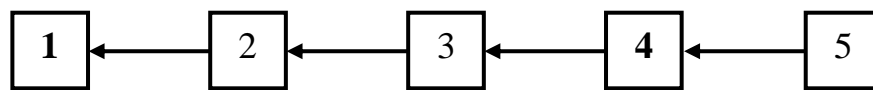


Рисунок 1 – Структурна схема підключення електродвигуна постійного струму до теплового двигуна.

На схемі (рис.1) введено наступні позначення:

- 1 – тепловий двигун;
- 2 – вал відбору потужності;
- 3 – передавальний пристрій;
- 4 – електричний двигун постійного струму;
- 5 – пристрій керування та живлення електродвигуна.

Внаслідок того, що електродвигун постійного струму потужністю 19,5 кВт, яка необхідна для повної компенсації роботи теплового двигуна, має занадто великі габарити та вагу, прийнято рішення здійснення часткової компенсації роботи теплового двигуна, що теж призведе до економії дизельного пального (але меншої кількості у порівнянні з повною компенсацією). Тому для вирішення цієї задачі пропонується використовувати електродвигун потужністю 8,5 кВт серії 2П, який призначений для використання у широкорегульованих електроприводах. Обираємо електродвигун 2ПН200М (орієнтовна вартість 8000 грн.), який має незалежне збудження, реверсивне обертання валу, захищене виконання із самовентиляцією та спосіб монтажу ІМ1001 (на лапах з одним кінцем валу). Він використовується у режимі S1 (тривалому) і має такі номінальні дані [9]:

- номінальна потужність $P_{2н} = 8,5 \text{ кВт}$;
- номінальна напруга обмотки якоря $U_n = 440 \text{ В}$;
- номінальна частота обертання $n_n = 800 \text{ об/хв.}$;

- номінальний коефіцієнт корисної дії $\eta_{\text{н}} = 82 \%$;
- маса $m = 282 \text{ кг}$;
- опір обмотки якоря $R_{\text{я}(15)} = 0,796 \text{ Ом}$;
- індуктивність обмотки якоря $L_{\text{я}} = 25,5 \text{ мГн}$;
- опір обмотки збудження $R_{\text{з}(15)} = 17,1 \text{ Ом}$.

Для забезпечення роботи цього електродвигуна протягом заданого часу необхідно мати певну кількість електричної енергії, яка визначається за формулою:

$$W_{\text{н}} = \frac{P_{2\text{н}}}{\eta_{\text{н}}} \cdot t, \quad (1)$$

- де $W_{\text{н}}$ – кількість електричної енергії, яка необхідна для роботи електродвигуна, $\text{кВт} \cdot \text{год}$;
- $P_{2\text{н}}$ – номінальна потужність електродвигуна, кВт ;
- $\eta_{\text{н}}$ – номінальний коефіцієнт корисної дії електродвигуна;
- t – час роботи електродвигуна, год .

Якщо прийняти, що $t = 2 \text{ год}$., то отримаємо:

$$W_{\text{н}} = \frac{8,5}{0,82} \cdot 2 = 20,7 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Для живлення електродвигуна обираємо іоністори виробництва корейської фірми SAMWHA на напругу $U = 2,7 \text{ В}$ [8]. Кількість іоністорів розраховано так:

$$a = \frac{U_{\text{н}}}{U}, \quad (2)$$

- де a – кількість іоністорів, шт. ;
- $U_{\text{н}}$ – номінальна напруга електродвигуна, В ;
- U – напруга іоністора, В .

Після підстановки значень у (2) отримаємо:

$$a = \frac{440}{2,7} = 163 \text{ шт.}$$

Необхідну ємність іоністорів визначаємо з виразу енергії, яка у них накопичується для заданого часу роботи електродвигуна:

$$W_{\text{н}} = \frac{C \cdot U_{\text{н}}^2}{7200000}, \quad (3)$$

звідки виражаємо ємність:

$$C = \frac{W_{\text{н}} \cdot 7200000}{U_{\text{н}}^2}. \quad (4)$$

Після підстановки значень у (4) отримаємо:

$$C = \frac{20,7 \cdot 7200000}{440^2} = 770 \text{ Ф}.$$

Обираємо іоністори серії DP ємністю 700 Φ . Оптова вартість обраних іоністорів становить 29,9 *у.о.* за 1 штуку, тобто їх загальна вартість складає $163 \cdot 29,9 = 4873,7$ *у.о.* (або приблизно 39 720 *грн.*).

Перераховуємо кількості електричної енергії за (3):

$$W_H = \frac{700 \cdot 440^2}{7200000} = 18,8 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Перераховуємо час роботи електродвигуна на підставі (1):

$$t = \frac{W_H \cdot \eta_H}{P_{2H}}. \quad (5)$$

Після підстановки значень у (5), отримаємо:

$$t = \frac{18,8 \cdot 0,82}{8,5} = 1,8 \text{ год}.$$

Принципова електрична схема керування електродвигуном постійного струму має вигляд, наведений на рис.2.

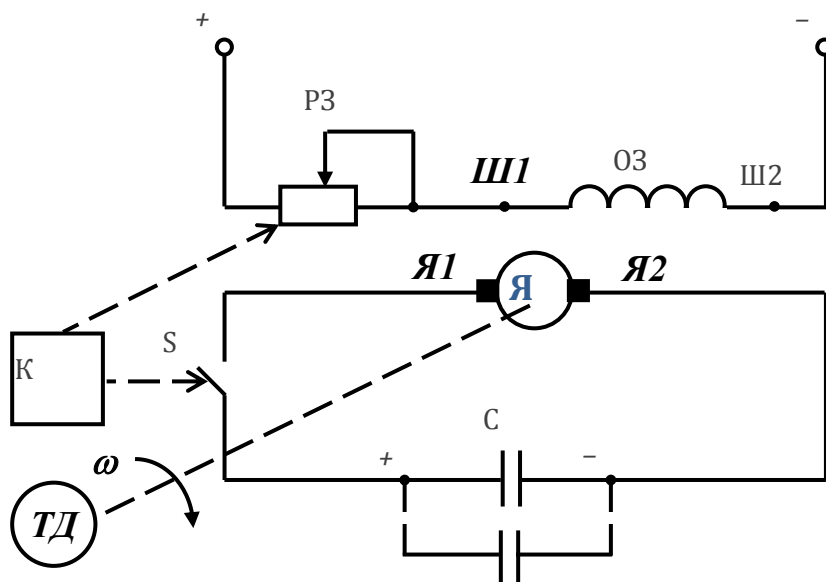


Рисунок 2 – Принципова електрична схема керування електродвигуном постійного струму.

На схемі (рис.2) наведено наступні умовні позначення:

ОЗ – обмотка збудження електродвигуна;

РЗ – реостат збудження;

ТД – тепловий двигун;

Я – якір електродвигуна;

К – керуючий пристрій;

С – комутаційний апарат;

С – батарея іоністорів.

Проаналізуємо режим паралельної роботи теплового та електричного

двигунів, що працюють на спільний вал, для чого складемо розрахункову схему якірного кола (рис.3).

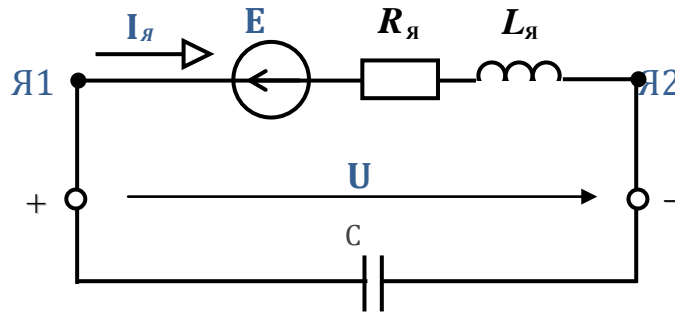


Рисунок 3 – Розрахункову схему якірного кола електродвигуна.

На схемі (рис.3) позначено:

E – е.р.с., яка виникає в обмотці якоря при обертанні;

$R_{я}$ – опір якірного кола;

$L_{я}$ – індуктивність обмотки якоря;

U – напруга на затискачах якірного кола;

$I_{я}$ – сила струму у якірному колі;

C – ємність батареї іоністорів.

Момент, що розвиває електродвигун, дорівнює:

$$M_{ед} = k\Phi \cdot I_{я}, \quad (6)$$

де Φ – магнітний потік електродвигуна, Вб.

Рівняння швидкісної характеристики електродвигуна:

$$\omega = \frac{U - R_{я} \cdot I_{я}}{k\Phi}, \quad (7)$$

где ω – кутова швидкість обертання якоря, рад/с.

З рівняння (2) знайдемо силу струму у якірному колі:

$$I_{я} = \frac{U - k\Phi \cdot \omega}{R_{я}}. \quad (8)$$

Підставив (8) у (6), отримуємо:

$$M_{ед} = k\Phi \cdot \frac{U - k\Phi \cdot \omega}{R_{я}}. \quad (9)$$

Запишемо вираз для визначення величини $k\Phi$ обраного електродвигуна, користуючись (7):

$$k\Phi = \frac{U_{н} - R_{я} \cdot I_{я.н}}{\omega_{н}}. \quad (10)$$

Номинальний струм якорного кола дорівнює:

$$I_{я.н} = \frac{P_{2н}}{\eta_n \cdot U_n} \quad (11)$$

Номинальна кутова швидкість дорівнює:

$$\omega_n = \frac{2\pi \cdot n_n}{60} \quad (12)$$

Підставивши значення до (12), (11) та (10) отримуємо:

$$\omega_n = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 750}{60} = 78,5 \frac{рад.}{с};$$

$$I_{я.н} = \frac{8500}{0,82 \cdot 440} = 23,56 \text{ A};$$

$$k\Phi = \frac{440 - 0,796 \cdot 23,56}{78,5} = 5,37 \text{ Вб}.$$

Задавшись значеннями напруги $U = 440 \text{ В}, 330 \text{ В}, 220 \text{ В}, 110 \text{ В}, 55 \text{ В}$, розраховуємо залежності $M_{ед} = f(\omega)$, користуючись рівнянням (9). Результати розрахунків наведено на рис.4.

Аналіз отриманих залежностей показує, що при номінальній швидкості обертання ($78,5 \text{ рад/с}$) електрична машина починає працювати у генераторному режимі за напруги 55 В . Тобто при вказаній напрузі електричний двигун не зменшує споживання дизельного пального, а навпаки, збільшує. Тому живлення електродвигуна при напрузі на затискачах 55 В необхідно припинити, тобто відключити батарею іоністорів.

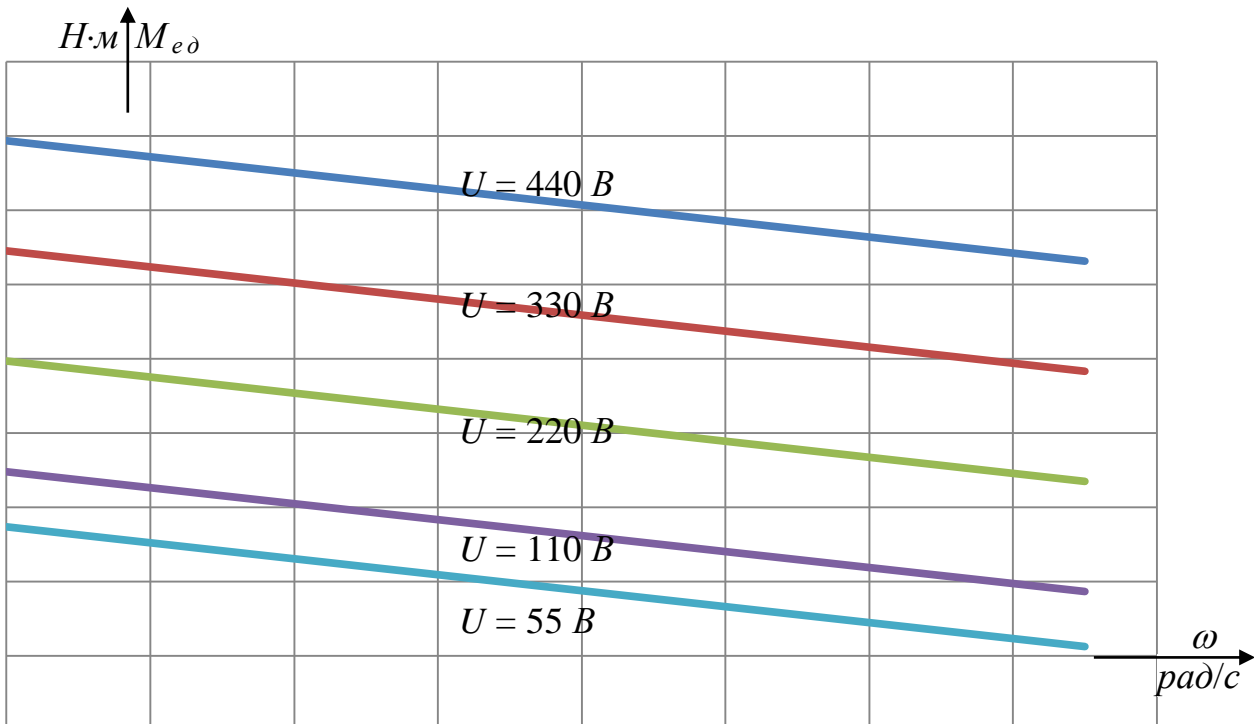


Рисунок 4 – Залежності $M_{ед} = f(\omega)$ при різних значеннях напруги живлення.

Визначимо термін окупності дизель-електричного пристрою збереження палива у мобільному агрегаті на базі трактора ХТЗ-2511, для чого визначимо орієнтовну вартість пропонує мого пристрою за формулою:

$$C = C_{ED} + C_{BI} + C_{ДОД}, \quad (13)$$

де C – вартість дизель-електричного пристрою збереження палива у мобільному агрегаті, *грн.*;

C_{ED} – вартість електродвигуна, *грн.*;

C_{BI} – вартість батареї іоністорів, *грн.*;

$C_{ДОД}$ – додаткові витрати, *грн.*

Прийнявши орієнтовно $C_{ДОД} = 1000$ *грн.*, після підстановки значень у (13) отримуємо:

$$C = 8000 + 39720 + 1000 = 48720 \text{ грн.}$$

Річний прибуток від використання дизель-електричного пристрою збереження палива у мобільному агрегаті знайдемо за формулою:

$$П = \frac{P_{ED}}{P_{TD}} \cdot Г, \quad (14)$$

де $П$ – річний прибуток від використання дизель-електричного пристрою збереження палива у мобільному агрегаті, *грн.*;

P_{ED} – номінальна потужність електродвигуна, *кВт*;

P_{TD} – номінальна потужність теплового двигуна, *кВт*;

$Г$ – економія витрат на дизельне паливо у грошовому еквіваленті, *грн.*

Після підстановки значень у (14) отримуємо:

$$П = \frac{8,5}{19,5} \cdot 47200 = 20574 \text{ грн.}$$

Термін окупності дизель-електричного пристрою збереження палива у мобільному агрегаті знайдемо за формулою:

$$T = \frac{C}{П}, \quad (15)$$

де T – термін окупності дизель-електричного пристрою збереження палива у мобільному агрегаті, *рік*.

Після підстановки значень у (15) отримуємо:

$$T = \frac{48720}{20574} \approx 2,4 \text{ роки.}$$

5. Висновки

В результаті досліджень можна зробити наступний висновки:

1) одним зі шляхів зменшення витрат дизельного пального мобільного агрегату є використання режиму спільної роботи теплового та електричного двигунів, що працюють на загальний вал;

2) джерелом електричного живлення дизель-електричного пристрою збереження палива у мобільному агрегаті є батарея іоністорів;

3) аналіз залежностей моменту, що розвиває електродвигун при різних значеннях напруги живлення в функції кутової швидкості, показує, що електричну енергію, яка накопичена в іоністорах, можна практично повністю використовувати в залежності від кутової швидкості обертання валу;

4) орієнтовна вартість дизель-електричного пристрою збереження палива у мобільному агрегаті становить 48720 грн., а термін окупності – 2,4 роки.

6. Література

1. *Корчемний М.* Енергозбереження в агропромисловому комплексі / *Корчемний М., Федорейко В., Щербань В.* – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 984с.
2. *Бражесвська Г.М.* Економіко-енергетична оцінка виробничих процесів у тваринництві / *Г.М. Бражесвська* // Економіка АПК. – 2011. – № 1. – С.65–70.
3. Тракторы ХТЗ-2511 и ХТЗ-3510: руководство по эксплуатации // Открытое акционерное общество «Харьковский тракторный завод им. С. Орджоникидзе». – 2005. – 178с.
4. *Хорош А.И., Хорош И.А.* Дизельные двигатели транспортных технологических машин / *А.И. Хорош, И.А. Хорош.* – Спб.: Лань, 2012. – 704с.
5. Тарифы на электроэнергию для всех групп потребителей [Электронный ресурс] – режим доступа / <http://schetchiki.dn.ua/index.php/tarify-na-elektroenergiyu-dlya-vsekh-grupp-potrebitelej>.
6. *Хрусталеv Д.А.* Аккумуляторы / *Д.А. Хрусталеv.* – М.: Изумруд, 2003. – 222с.
7. *Балыкшов А.* Ионисторы / *А. Балыкшов* // Электронные компоненты – Украина. – 2005. – № 11/12. – С.91–97.
8. Ионисторы [Электронный ресурс] – режим доступа / <http://www.sohan.com.ua/content/view/111/1/>.
9. Справочник по электрическим машинам: В 2-х т., Т.1 / Под общ. ред. *И. П. Копылова, Б. К. Клокова.* – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 456с.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕРИТОРІАЛЬНО РОЗПОРОШЕНОГО СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Виконавець: к.т.н. С.Ф. Курашкін

1. Актуальність теми

У народному господарстві країни широко застосовується силове електрообладнання, яке територіально розпорошене на значній площі і потребує постійного догляду за режимами його роботи – це силові трансформатори, споживчі трансформаторні підстанції, електродвигуни заглибних насосів артезіанських свердловин тощо. Часто таке обладнання працює без постійного обслуговуючого персоналу.

Так, під час електропостачання актуальною існує народногосподарська проблема підвищення його якості та безперебійності. Суть проблеми полягає в тому, що сьогодні аварійність силових трансформаторів споживчих підстанцій в агропромисловому комплексі залишається високою. Рівні напруги на вводах споживачів часто не відповідають нормам. Причиною існування проблеми є розташування трансформаторних підстанцій на значній відстані від центрів обслуговування, ці трансформатори регулярно не обслуговуються, відсутня інформація про поточні режими їх роботи, несвоєчасно та в недостатньому об'ємі проводиться реконструювання підстанцій і мереж. Негативними наслідками невирішеності проблеми є порушення безперебійності електропостачання та недостатня якість напруги живлення.

Для забезпечення водопостачання технологічних процесів застосовуються артезіанські свердловини, які також територіально розпорошені на широкій площі, що ускладнює контроль за роботою електродвигунів заглибних насосів.

Вказані проблеми можуть бути вирішені за допомогою дистанційного контролю за роботою силового електрообладнання із застосуванням мережі GSM-зв'язку, яким охоплена більшість території півдня України.

З одного боку застосування складних і надто дорогих систем дистанційного контролю за роботою силового електрообладнання малопотужних споживачів, які до того ж територіально розпорошені представляється економічно нецільним. З іншого боку слід урахувувати відсутність централізованої служби обслуговування розпорошеного силового електрообладнання, які перебувають на балансі різних власників.

Через специфіку сільських електричних мереж трапляються випадки відключення трансформаторних підстанцій, а також електродвигунів заглибних насосів від мережі живлення через будь-яку з причин – зникнення напруги живлення з високої сторони, спрацювання апаратів захисту через відхилення напруги живлення, несиметричний режим роботи та ін.

У багатьох випадках, що привели до відключення силового електрообладнання, його повторне включення цілком можливе. Дистанційне керування спроможне забезпечити таке включення без фізичної присутності людини на віддаленому об'єкті керування.

Своєчасний контроль за станом віддаленого силового електрообладнання дозволить своєчасно відновити його роботу у разі аварійної ситуації та забезпечити технологічний процес у повному обсязі. Отже розробка системи дистанційного діагностування силового електрообладнання за допомогою GSM зв'язку є актуальною.

2. Мета і задачі роботи

Метою роботи була розробка системи дистанційного діагностування силового електрообладнання за допомогою GSM зв'язку.

У відповідності до цього було поставлено наступні задачі:

- розробити принципову електричну схему дистанційного діагностування силового електрообладнання;
- розробити систему дистанційного діагностування силового електрообладнання.

3. Наукова новизна роботи

Наукова новизна роботи полягає в тому, що запропоновано застосувати безпроводний канал існуючої мережі GSM зв'язку для передавання даних про режим та стан роботи силового електрообладнання, яке територіально розпоширено на значній площі. У основі алгоритму визначення режимів роботи покладено розробки з діагностування силового електрообладнання.

4. Головний зміст роботи

Структурна схема пристрою дистанційного діагностування силового електрообладнання на прикладі електродвигуна заглибного насосу наведена на рис. 1. Основою пристрою є модуль віддаленого контролю ОКО-У (рис.2).

3PEN ~50 Гц 220/380 В

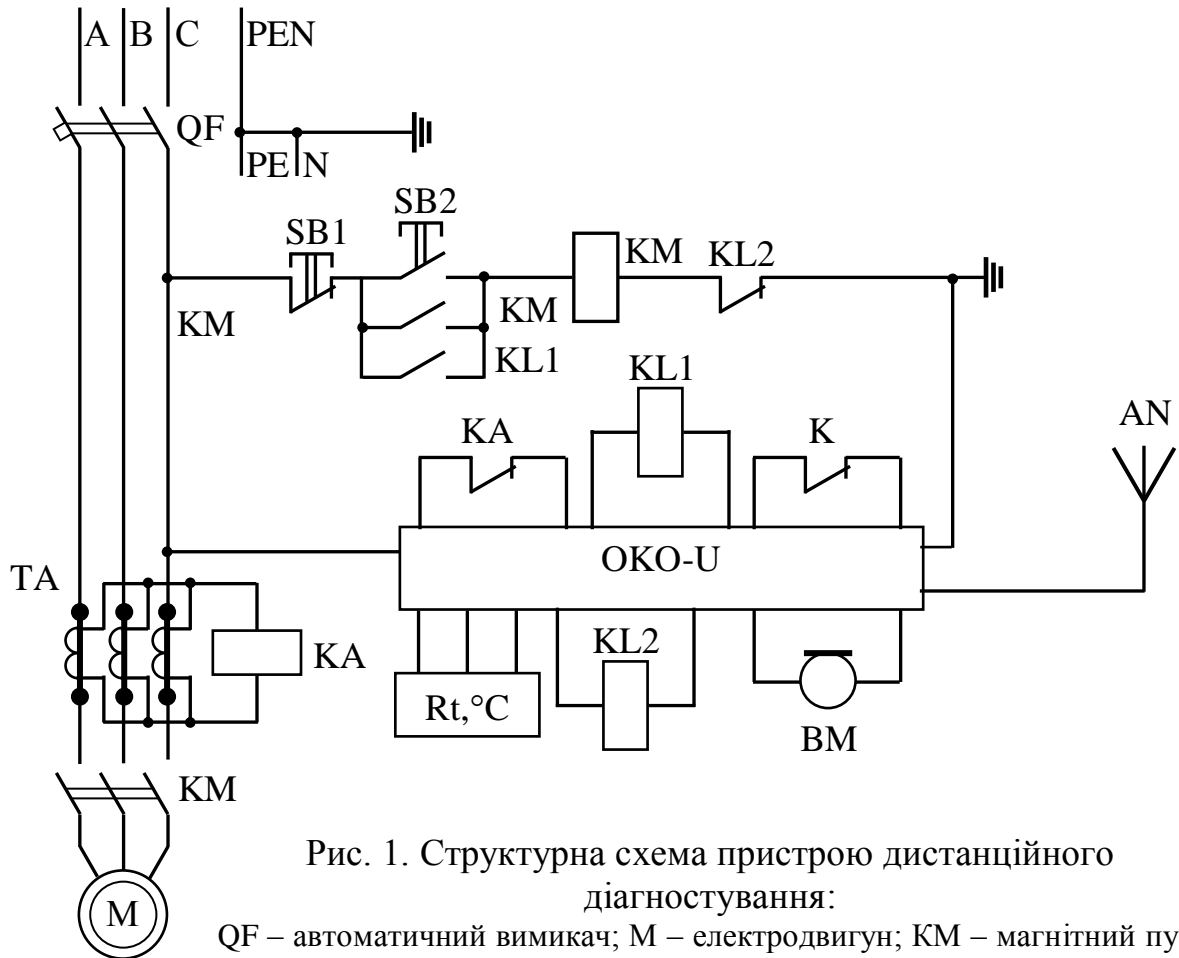


Рис. 1. Структурна схема пристрою дистанційного діагностування:

QF – автоматичний вимикач; М – електродвигун; КМ – магнітний пускач; SB1, SB2 – кнопки керування; KL1, KL2 – виконуюче реле; ТА – трансформатор струму; Rt – датчик температури; ВМ – мікрофон; LCD –монітор; К – охоронний шлейф; АНТ – антена.



Рис. 2. Модуль ОКО-У.

Робота пристрою складається у наступному. Живлення подається до схеми керування та силової мережі за допомогою автоматичного вимикача QF, який також виконує роль пристрою захисту від коротких замикань та тривалих перевантажень. Пуск електродвигуна у ручному і налагоджувальному режимах здійснюється за допомогою кнопки «Пуск» SB2. У разі її натискання замикається коло живлення котушки магнітного пускача КМ, що спричиняє замикання контактів КМ, які блокують кнопку SB2 і силових контактів КМ, які подають живлення до електродвигуна М. Заглибний насос починає працювати. У разі підвищення або зниження напруги живлення відносно номінального значення, у разі неповнофазного режиму роботи або через механічний знос деталей насосного агрегату відбувається зростання споживаного струму. Це спричиняє спрацювання струмового реле КА, контакти якого знаходяться у колі модуля віддаленого контролю ОКО-У. Під час спрацювання реле КА його контакти розмикаються – модуль ОКО-У спрацьовує і дистанційно передає команду про цю подію до пункту централізованого контролю через мережу мобільного оператора.

З пункту дистанційного контролю командою, що посилається у вигляді SMS повідомлення з мобільного телефону на модуль ОКО-У, можна ввімкнути електродвигун насосного агрегату за допомогою проміжного реле KL1. Аналогічним чином можна вимкнути електродвигун за допомогою KL2.

Охорона насосної станції здійснюється за допомогою охоронного датчика К, при розмиканні якого модуль ОКО-У відсилає повідомлення до пункту централізованого контролю. За допомогою команди, що посилається у вигляді SMS повідомлення з мобільного телефону можна ввімкнути мікрофон ВМ для прослуховування приміщення насосної станції.

Контроль температури у приміщенні або вузлів, що потребують її виміру здійснюється за допомогою датчика Rt. Данні про температуру подаються через встановлені інтервали часу або по команді обслуговуючого персоналу, що посилається у вигляді SMS повідомлення з мобільного телефону.

Перелік елементів станції керування наводиться у таблиці 1.

Таблиця 1

По. по-знач.	Тип	Кільк., шт.
QF	Автоматичний вимикач ВА47-29D8	1
М	Електродвигун ПЭДВ 2,8-140	1
К	Датчик магніто контактний СМК-1Э	1
КА	Реле струму PRI-51/8	1
KL1,	Проміжне реле РК-1P	2

KL2		
KM	Контактор магнітний КМИ-10910	1
TA	МЛТ-0,125-10 Ом $\pm 20\%$	3
SB1, SB2	Кнопка ПКЕ 112-У3	2
Rt	Датчик температури DS1820	1
BM	Мікрофон «Шорох-8»	1
ANT	Антенa ADA-3.0	1
OKO-U	Модуль віддаленого контролю	1

Пристрій може працювати як окремо, так і у складі системи діагностування. Його призначення – віддалене спостереження за роботою електрообладнання, дистанційне керування, оповіщення про несанкціонований доступ на підконтрольний об'єкт за допомогою мобільного телефону з використанням мережі стільникового зв'язку або комп'ютера, що підключений до мережі Інтернет.

Пристрій працює у черговому режимі роботи. Живлення здійснюється від однофазної або трифазної електричної мережі, а також від автономного джерела живлення напругою постійного струму 12 В. Робочий температурний діапазон пристрою – від -30°C до $+80^{\circ}\text{C}$.

Кількість вхідних каналів, які передбачається використовувати для контролю датчиків – 4, кількість виходів – 3. Додатково є можливість пристрою передавати шум з об'єкту.

Оповіщення оператора може здійснюватися у трьох режимах – за допомогою дзвінка на мобільний телефон, за допомогою відсилання SMS повідомлення про стан датчиків (поширення може здійснюватися одночасно на 8 номерів), або пересилання даних про стан датчиків через мережу Інтернет до серверу, у якому ці данні зберігаються у вигляді архіву. У останньому випадку оператор може обробляти данні від значної кількості об'єктів, які розпоршені на значній території у межах країни.

Датчики, що підключаються до входів можуть бути різних типів, як контактні, так і логічні. Кількість зовнішніх датчиків температури, які можна приєднувати до пристрою: тип DS1821 – 1 шт., DS1820 – 5 шт.

Параметри контролю – стан роботи електрообладнання (увімкнено/вимкнено – за SMS запитом), оповіщення про перевантаження працюючого електродвигуна, оповіщення про перевищення температури вище встановленого порогу, стан охоронного шлейфу.

Комплектація складається з пристрою віддаленого контролю, виносної антени стандарту GSM 900/1800, зовнішнього датчику температури, блока безперебійного живлення.

Структура системи діагностування віддалених об'єктів наведена на рис. 3. Данні про стан роботи розпорошеного силового електрообладнання за допомогою пристрою діагностування передаються до найближчої базової станції мобільного оператора. Ці дання через мережу Інтернет поступають до віддаленого серверу, доступ до якого, знову ж таки за допомогою мережі Інтернет у режимі реального часу має диспетчер центрального пункту контролю зі свого робочого комп'ютера.

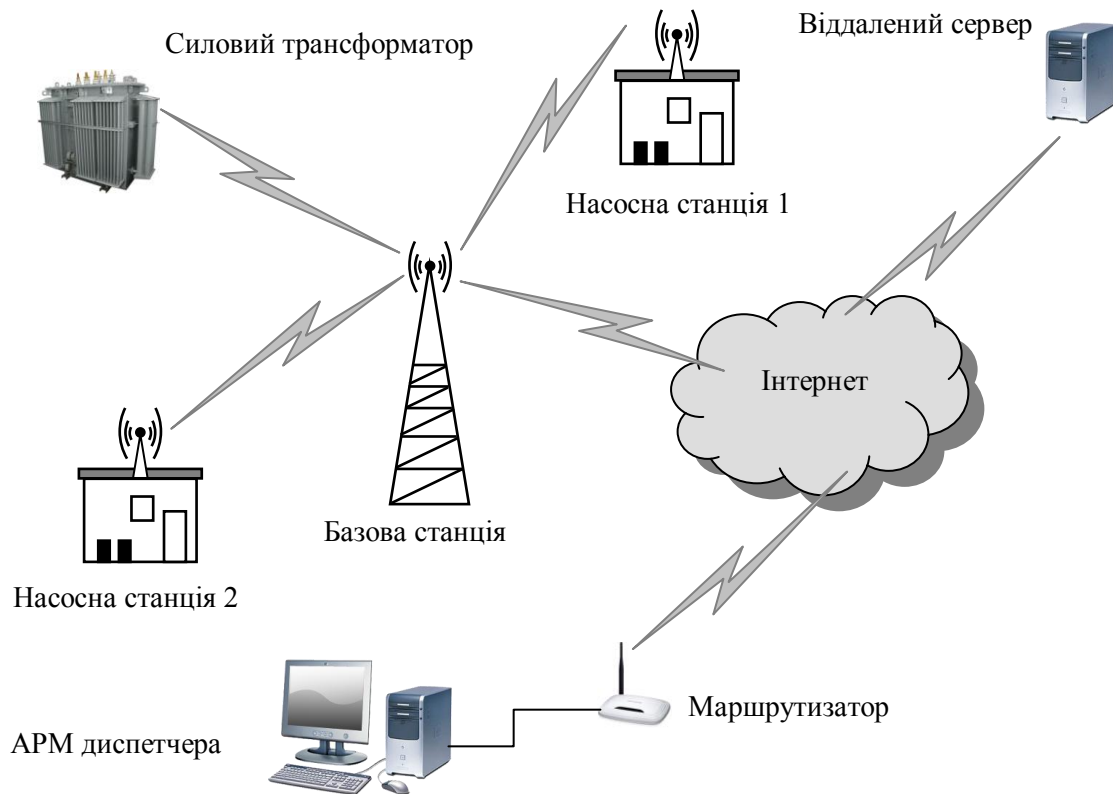


Рис. 3. Структура системи діагностування

Пристрій дистанційного діагностування підтримує передачу даних про події на об'єкті через GPRS на сервер. Перегляд здійснюється на персональному комп'ютері за допомогою WEB-браузера і мережі Інтернет. За допомогою інтерфейсу системи маєтья можливість завантаження даних за фільтром пристроїв діагностування та подіями, що відбулися на об'єктах спостереження. Система має можливість підключати необмежену кількість пристроїв віддаленого діагностування і переглядати стан кожного об'єкта за обраною подією і часом, коли ця подія трапилася. Положення об'єктів контролю відображається на мапі.

Накопичені данні зберігаються без терміну у часі у архіві сервера і можуть бути експортовані у форматі Excel для подальшої фільтрації і обробки або створення звітів.

Застосування WEB моніторингу має більші переваги під час керування пристроями діагностування, які розташовані на розпорошених об'єктах через

зручний простий візуальний інтерфейс, крім того ж дані, що передаються на WEB-сервер за допомогою GPRS/EDGE з'єднання, має більш дешеву (у десятки разів) тарифікацію ніж вартість одного SMS повідомлення, отже дозволяє більш економно витрачати кошти на SIM картці пристрою діагностування. Крім того інформативність SMS повідомлення значно менша і обмежена 160 латинськими символами. Швидкість передавання даних у часі та надійність у порівнянні з SMS також на боці протоколу GPRS/EDGE. Вартість обслуговування однієї точки за допомогою WEB моніторингу складає 8 грн/місяць.

5. Висновки

В результаті досліджень розроблено пристрій дистанційного діагностування, який дозволяє контролювати режим роботи силового електрообладнання як за допомогою мобільного зв'язку, так і за допомогою більш інформативного WEB моніторингу. Переваги останнього у спроможності об'єднати велику кількість пристроїв діагностування у систему дистанційного діагностування розпоршеного силового електрообладнання і значно знизити вартість їх обслуговування.

УНІВЕРСАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ КОМПЛЕКСНОГО КЕРУВАННЯ ТА ЗАХИСТУ ГРУПИ ТРИФАЗНИХ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Виконавець: к.т.н. Д.М.Нестерчук

1. Актуальність теми

Перспективи розвитку електропривода пов'язані з необхідністю впровадження нових високоефективних систем його моніторингу та захисту. Головне завдання цих систем - це забезпечення ефективного функціонування та надійності електроприводу. Трифазні асинхронні електродвигуни, як основний вид електропривода - це масова продукція електромашинобудування. Завдяки простоті конструкції, високої надійності і невисокої вартості асинхронний електродвигун (АД) з короткозамкненим ротором – це найпоширеніший електродвигун.

Практика експлуатації АД показує, що збільшення терміну служби і підвищення надійності їх роботи дає відносно більший економічний ефект, ніж поліпшення техніко-економічних показників, а саме, коефіцієнта корисної дії, коефіцієнта потужності і коефіцієнта використання. Підвищення якості та експлуатаційної надійності АД - одна з найактуальніших проблем сучасного електромашинобудування та експлуатації електричних машин. Існують сучасні методи і засоби експлуатаційного моніторингу асинхронних електродвигунів в процесі експлуатації. Основою експлуатаційного моніторингу АД є технічна діагностика, яка дозволяє безперервно контролювати зміна одного або декількох параметрів, які характеризують процеси пошкодження і зносу ізоляції, а також тих параметрів, що характеризують поточний стан ізоляції.

Технічна діагностика дозволяє здійснювати своєчасне прогнозування ненормального розвитку процесів, яке дозволить визначати як кінцевий технічний ресурс, так і швидкість зносу ізоляції обмоток АД [1 ... 4]. Цілком очевидно, що застосування надійного та ефективного захисту від аварійних режимів роботи значно скоротить кількість і частоту аварійних ситуацій і продовжить термін служби асинхронного електродвигуна, скоротить витрату електроенергії та

експлуатаційні витрати. Але для того, щоб вибрати цей захист, необхідно знати, як і від чого необхідно захищати електродвигун, а також специфіку процесів, які протікають в ньому у разі аварій.

Тому розробка і широке впровадження систем технічного діагностування та моніторингу асинхронних електродвигунів - це найважливіший фактор підвищення ефективності використання машин і обладнання і, як наслідок, зменшення витрат на їх експлуатацію.

Аналіз літературних джерел показав [1, 4], що пристрої моніторингу та захисту АД класифікуються по параметру, який контролюється первинним вимірювальним перетворювачем того чи іншого аварійного режиму роботи АД, а саме, теплові, струмові, температурні, фільтрові і комбіновані. Безсумнівно, перевага належить комбінованим пристроям моніторингу та захисту асинхронних електродвигунів.

На сучасному етапі розвитку електроніки і мікропроцесорної техніки, стало можливим вирішити питання розробки та впровадження мікропроцесорного пристрою комплексного керування і захисту групи асинхронних електродвигунів.

2. Мета і задачі роботи

Метою наукових досліджень є розробка універсального пристрою комплексного керування та захисту групи трифазних асинхронних електродвигунів для підвищення якості та експлуатаційної надійності АД.

У відповідності до цього було поставлено наступні задачі:

- обґрунтувати структуру узагальненої системи моніторингу та захисту АД з групи електродвигунів;
- розробити алгоритм для функціонування узагальненої системи моніторингу та захисту АД з групи електродвигунів;
- розробити схему електричну структурну універсального пристрою комплексного керування та захисту групи трифазних асинхронних електродвигунів;

- розробити схему електричну принципову універсального пристрою комплексного керування та захисту групи трифазних асинхронних електродвигунів;
- розрахувати показники надійності розробленого пристрою та оцінити надійність роботи пристрою;
- обґрунтувати доцільність впровадження розробленого пристрою техніко-економічними розрахунками.

3. Наукова новизна роботи

Одержала подальший розвиток теорія закономірностей діагностичних факторів в залежності від режимів роботи асинхронних електродвигунів в процесі експлуатації.

4. Головний зміст роботи

Слід відзначити, що система моніторингу та захисту АД повинна бути багатофункціональною та багатоканальною, яка б забезпечувала повну інтеграцію енергетичного та електромеханічного моніторингу та захисту АД електроприводу робочих машин та механізмів потокових технологічних ліній в агропромисловому виробництві [3].

Основні функції системи моніторингу та захисту АД:

- виконання алгоритму визначення певного АД з групи електродвигунів, що підпадають під моніторинг;
- виконання алгоритму аналізу параметрів технічної діагностики АД з групи електродвигунів;
- виконання алгоритму збору первинної інформації та її обробки щодо технічного стану АД;
- виконання перетворення первинної інформації для подальшої передачі.

На рис.1 наведена структурна схема системи моніторингу та захисту АД з групи електродвигунів.

Узагальнена система діагностування та захисту групи АД наведена на рис. 1 [5, 6].

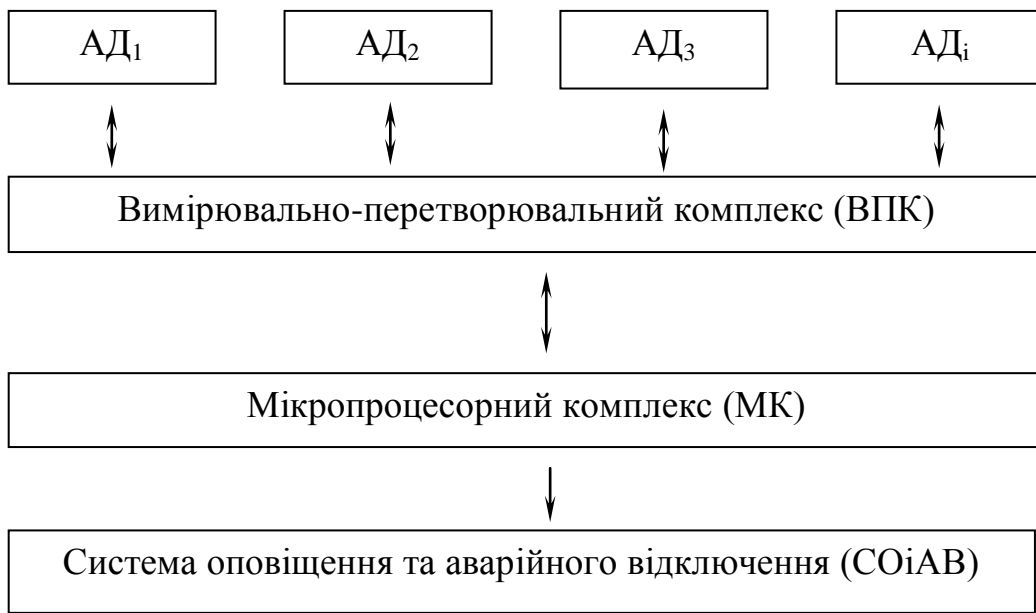


Рис. 1 - Система моніторингу та захисту групи АД

Вхідними сигналами системи є фазні струми статора, напруга живлення та температура ізоляції обмоток АД.

Збір даних з первинних перетворювачів щодо величин фазних струмів, напруги живлення та температури ізоляції обмоток здійснює вимірювальна частина ВПК. Слід відзначити, що вимірювально-перетворювальний комплекс може бути укомплектований перетворювачем температури ізоляції статорної обмотки, перетворювачами для контролю фазних струмів, а також блоком контролю неповно фазного режиму.

Перетворення отриманих вимірювальних сигналів в дискретний вид здійснюється в частині перетворення ВПК системи.

В МК системи реалізується алгоритм обробки вимірювальної інформації, реалізації моделі функціональної діагностики АД за величинами параметрів моделі діагностики, їх зберігання і відомостей про моніторинг роботи АД, а також надається рішення щодо можливості подальшої роботи, наявності виду несправності, визначення її розвитку та прогнозування очікуваного строку безвідмовної роботи АД.

Інформація щодо моніторингу роботи АД надається оператору за допомогою системи оповіщення. За необхідністю здійснюється відключення АД від мережі живлення.

За результатами моніторингу оцінюється фактичний технічний стан АД, розбіжність значень параметрів контролю, а також визначається критичний вузол, який потребує ремонту за результатами прогнозування, а не за графіком [6].

Загальними методами для реалізації та функціонування системи моніторингу параметрів асинхронного електроприводу в процесі експлуатації є методи ідентифікації за вимірювальними сигналами згідно алгоритмів ідентифікації номінальних параметрів.

Алгоритм ідентифікації номінальних параметрів і параметрів динамічного режиму АД – це послідовність кроків, які дозволяють отримати при використанні вимірювально-перетворювального комплексу системи масиву даних усталених та перехідних процесів струмів та напруг, достатніх для подальшої процедури ідентифікації АД [7].

Початковими даними для алгоритму є сила електричного струму, що споживається АД, та допоміжні параметри, до яких належать – номінальна потужність, номінальний струм, номінальний коефіцієнт корисної дії АД, клас нагрівостійкості системи ізоляції, інтервал часу зчитування сили струму (крок дискретизації). На основі вище наведеного масиву даних, який вводиться оператором в пам'ять мікроконтролера, останнім здійснюється ідентифікація опору фаз статора, а також аналітично визначається коефіцієнт втрат потужності a з урахуванням розподілу втрат потужності в АД в цілому.

Алгоритм складається з таких кроків:

- 1) визначення поточного часу;
- 2) дискретне вимірювання миттєвих значень сили струму АД;
- 3) обчислення діючого значення сили струму з числовою фільтрацією отриманих значень;

- 4) визначення середньоквадратичного діючого значення сили струму;
 5) визначення кратності струму по відношенню до номінального струму

$$k = \frac{I}{I_{\text{ноб}}} \quad (1)$$

- 6) визначення усталеного перевищення температури електродвигуна над температурою навколишнього середовища

$$\tau_y = \tau_n \cdot \frac{a + k^2}{a + 1}, \quad (2)$$

де τ_n - номінальне перевищення температури електродвигуна над температурою навколишнього середовища, °C;

- 7) визначення еквівалентної постійної часу нагрівання АД

$$T = \frac{c_1 \cdot m_1 \cdot \tau_1 + c_2 \cdot m_2 \cdot \tau_2}{\Delta P_n}, \quad (3)$$

де c_1 – питома теплоємність міді, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$;

m_1 – маса міді (обмотки), кг;

τ_{1n} – номінальне перевищення температури міді, °C;

c_2 – питома теплоємність сталі, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$;

m_2 – маса сталі, кг;

τ_{2n} – номінальне перевищення температури сталі, °C [8].

- 8) визначення перевищення температури обмотки згідно рівняння нагріву обмотки

$$\tau = \tau_y \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) + \tau_{\text{поч}} e^{-\frac{t}{T}}, \quad (4)$$

де $\tau_{\text{поч}}$ – початкове перевищення температури обмотки АД, °C;

t – поточний час, с.

- 9) визначення фактичної температури обмотки електродвигуна з урахуванням температури навколишнього середовища $\vartheta_{\text{сер}}$

$$\Theta = \tau + \mathcal{G}_{\text{ср}}, \quad (5)$$

10) перевірка умов

- якщо $\tau > \tau_n$, то в мікропроцесорному комплексі формується сигнал персоналу щодо початку теплового перевантаження;
- якщо $\Theta > \Theta_n$, то в мікропроцесорному комплексі формується команда на відключення АД.

На основі запропонованої узагальненої системи моніторингу та захисту АД був розроблений універсальний пристрій комплексного керування та захисту групи трифазних АД. На рис.2 наведена схема електрична структурна універсального пристрою комплексного керування та захисту групи трифазних АД [9].

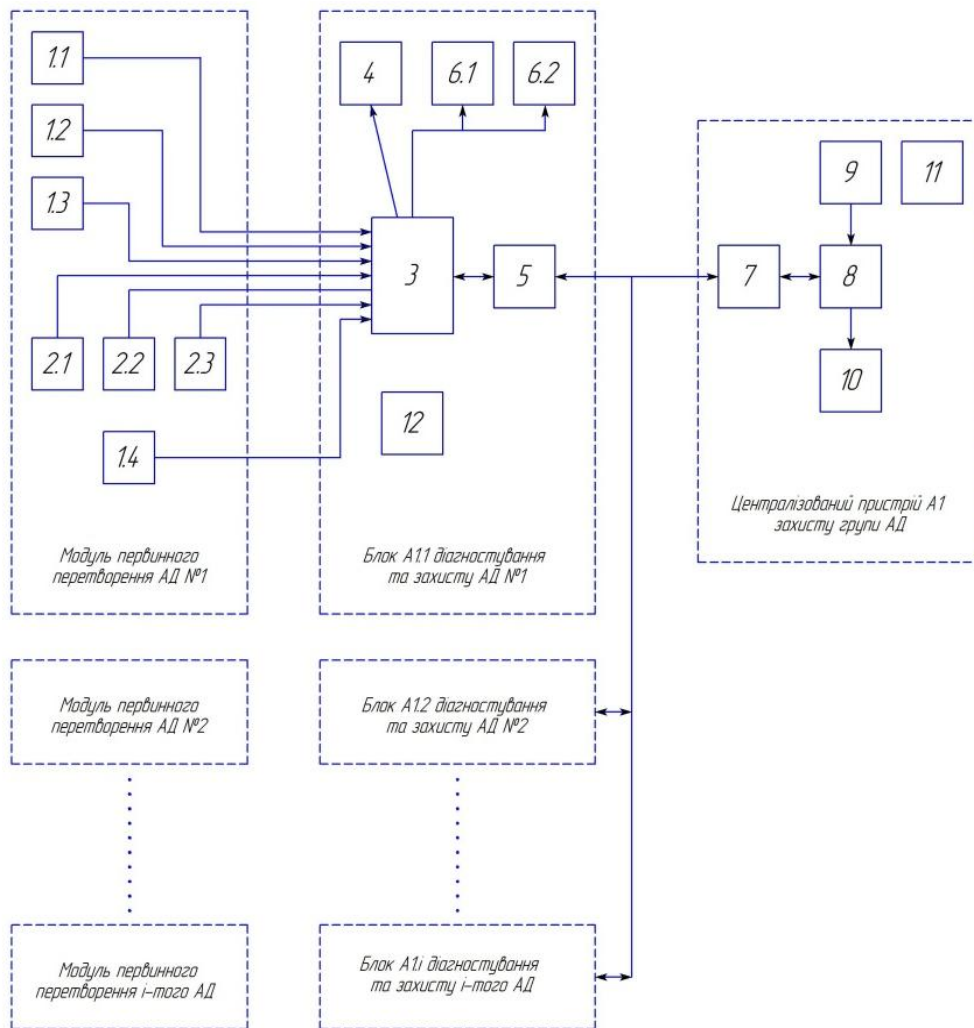


Рис. 2 - Схема електрична структурна універсального пристрою комплексного керування та захисту групи трифазних АД:

1.1,1.2,1.3 – трансформаторні перетворювачі струму; 2.1,2.2,2.3 – датчики напруги; 1.4 – диференціальний трансформаторний перетворювач струму; 3 – блок обробки на базі мікроконтролера; 4 – блок керування; 5 - мережа «прийом – передача інформації»; 6.1 - світловий сигналізаційний блок «Робота»; 6.2 - світловий сигналізаційний блок «Аварія»; 7 - мережа «прийом – передача інформації»; 8 – мікроконтролер; 9 – клавіатура; 10 – блок цифрової індикації; 11, 12 – блоки живлення

Розглянемо призначення кожного блоку більш детально. Первинна обмотка трансформаторних перетворювачів струму 1.1, 1.2, 1.3 включається послідовно до лінійного проводу, що живить електродвигун, вторинна обмотка перетворювачів формує сигнал, який пропорційний первинному фазному струму [2, 3]. Оптотранзисторні датчики напруги 2.1, 2.2, 2.3 здійснюють постійний контроль напруги мережі живлення і захищають АД від неповнофазного режиму роботи. Диференціальний трансформаторний перетворювач струму 1.4 призначений для захисту при замиканнях на «землю» обмотки статора під час роботи АД. Блок обробки на базі контролера 3 призначений для прийому інформативних вимірювальних сигналів з блоків 1.1...1.3, 2.1...2.3 та з 1.4, а також для обробки і формування електричних сигналів для передачі їх на порти мікроконтролера 8. Блок керування 4 призначений для керування магнітним пускачем відповідного електродвигуна, а саме, для відключення несправного електродвигуна з групи АД від мережі трифазного змінного струму при виникненні аварійних режимів роботи. Мережа «прийом-передача інформації» 5 та 7 передає на мікроконтролер 8 від блоків А1.1...А1.і діагностування і захисту і-тих АД, і приймає від мікроконтролера 8 електричні сигнали керування для функціонування блоку керування 4. Світловий сигналізаційний блок «Робота» 6.1 надає світлову сигналізацію щодо нормальних умов роботи АД. Світловий сигналізаційний блок 6.2 «Аварія» надає світлову сигналізацію про наявність аварійного режиму роботи електродвигуна з групи АД. Мікроконтролер 8 обробляє електричні сигнали з кожного блоку А1.і діагностування і захисту АД, порівнює вхідні параметри діагностування з величинами нормованих уставок і формує сигнали керування для функціонування блоків 4, 6.1, 6.2 та 10. Для введення

даних про нормовані параметри діагностування АД та для керування пристроєм передбачена клавіатура. Блок цифрової індикації 10 призначений для візуального надання вимірювальної інформації про поточний стан електродвигуна і його номер з групи АД в процесі експлуатації.

На рис. 3 представлена схема електрична принципова блоку діагностування та захисту АД з модулем первинного перетворення.

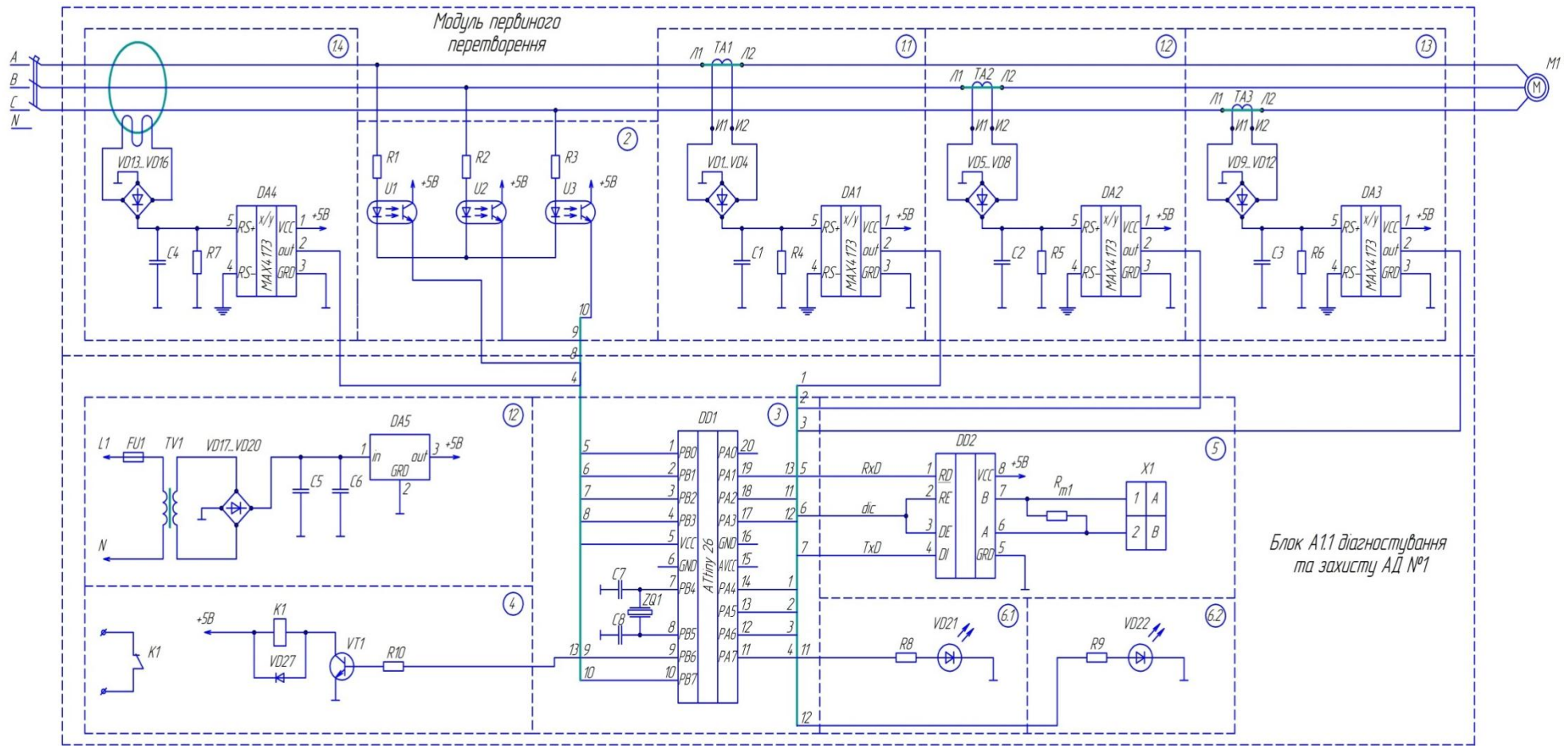


Рис. 3 - Схема електрична принципова блоку діагностування та захисту АД з модулем первинного перетворення

На рис. 4 представлена схема електрична принципова централізованого пристрою А1 захисту групи АД. Слід зазначити, що кількість блоків А1.і діагностування та захисту залежить від кількості електродвигунів в групі АД [9, 10].

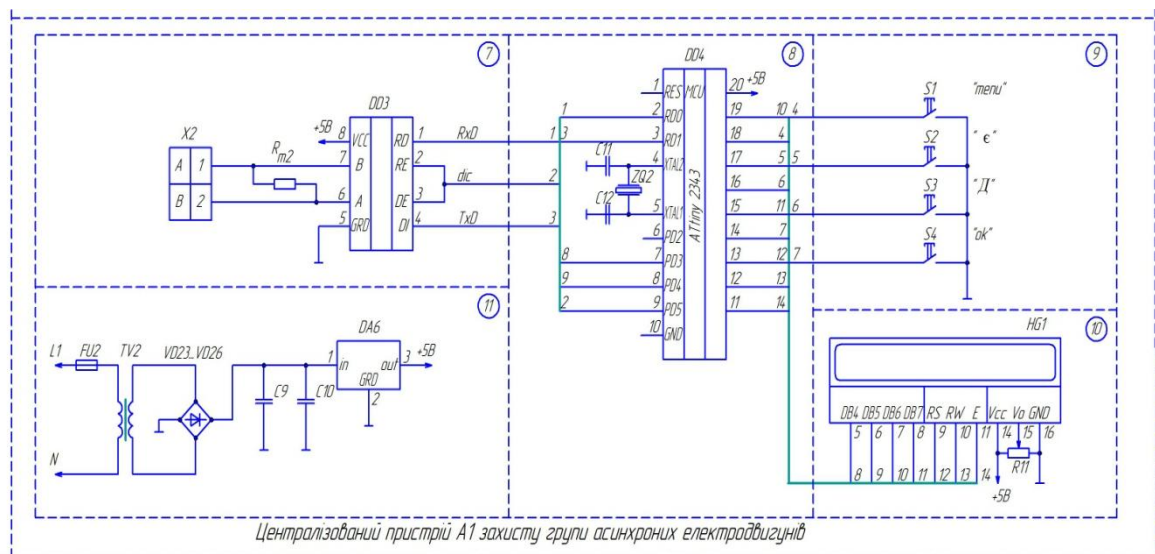


Рис. 4 - Схема електрична принципова централізованого пристрою А1 захисту групи АД

Пристрій працює таким чином.

Три трансформаторні перетворювачі струму ТА1...ТА3 складаються з первинних обмоток, які вмикаються послідовно відносно лінійних проводів, що живлять електродвигун, та з вторинних обмоток, до затискачів И1 та И2 підключені електричні кола обробки фазних струмів пристрою, які складаються з діодів VD1...VD12, конденсаторів С1...С3, резисторів R4...R6 та мікросхем DA1...DA3. Сигнали з вторинних обмоток трансформаторів струму надходять на три діодні мости VD1...VD12 для випрямлення, а потім на мікросхеми DA1...DA3, де сигнали обробляються та надходять на відповідні порти мікроконтролера DD1.

Диференціальний трансформаторний перетворювач струму ТА4 складається з тороїдального осердя, з первинної обмотки – три проводи трифазної мережі живлення та з вторинної обмотки, яка намотана на осердя.

Слід відзначити принцип дії такого перетворювача струму: якщо струм витоку відсутній, основний магнітний потік в осерді дорівнює нулю, так як сума струмів в трифазній мережі дорівнює нулю. При наявності струму витоку створюється магнітний потік, який замикається по осердю та наводить ЕРС, яка пропорційна величині струму витоку. До вторинного електричного кола підключені діо-

дний міст VD13...VD16 для випрямлення сигналу та мікросхема DA4, яка оброблює сигнал та формує його для передачі на відповідні порти мікроконтролера DD1.

Датчики напруги – це діодно – транзисторні оптопари U1...U3 та резистори R1...R3, які підключені до мережі живлення паралельно. При відсутності напруги відповідна оптопара не функціонує, на відповідний сигнал мікроконтролера не надходить електричний сигнал.

Блок обробки на базі мікроконтролера реалізований на мікросхемі DD1 типу ATtiny26. Елементи ZQ1, C7 та C8 задають тактову частоту генератора мікроконтролера.

Блок керування магнітним пускачем реалізований на транзисторному ключі: транзистор VT1 – резистор R10, та реле K1, контакт якого нормально замкнений, включений до коло живлення котушки електромагнітного пускача електродвигуна. Для захисту схеми від ЕРС - самоіндукції, яка з'являється в процесі комутації обмотки реле, паралельно її обмотці підключений діод VD27.

Для двохстороннього зв'язку блоку діагностування та захисту А1.1 з централізованим пристроєм захисту групи електродвигунів А1 призначена мережа «прийом – передача інформації» 5 та 7. Блок 5 реалізований на мікросхемі DD2. Блок 7 – на мікросхемі DD3. Конструктивно ці блоки - це універсальний асинхронний приймач (UART), який поділяється на приймач (Receiver) і передавач (Transmitter). Це повнодуплексний інтерфейс: приймач і передавач працюють одночасно, незалежно один від одного. За кожним з них закріплений певний порт мікроконтролера. Порт приймача позначений R_x, передавача - T_x. Канал зв'язку має інтерфейс CAN, як один з найбільш розповсюджених стандартів фізичного рівня зв'язку та способу передачі інформації [10].

Світловий сигналізаційний пристрій «Аварія» складається з світло діоду VD22 та резистора R9. Світловий сигналізаційний пристрій «Робота» складається з світло діоду VD21 та резистора R8.

Блок живлення блоку А1.1 реалізований на мікросхемах DA5, на конденсаторах C5, C6 та на діодному мості VD17... VD20, та на трансформаторі TV1.

Мікроконтролер DD4 типу ATtiny 2343, на його елементах ZQ2, C11, C12 реалізована схема тактового генератора мікроконтролера.

Після обробки інформативних сигналів в мікроконтролері DD3 дані щодо поточного значення величин параметрів діагностування видається на цифровий індикатор HG1.

Для ручного вводу даних та керування пристроєм схемою передбачений блок вводу уставок - це клавіатура з кнопками S1...S4.

Блок живлення пристрою складається з трансформатора VT2, випрямляча (діод VD23...VD26), з фільтрів, які згладжують (конденсатори C9, C10), мікросхеми DA6.

Розрахунок показників надійності роботи розробленого пристрою за методикою, представленою в літературному джерелі [11], показав, що інтенсивність відмов пристрою складає 0,00108493 1 / год, час роботи пристрою до відмови - 920 годин, а ймовірність безвідмовної роботи пристрою дорівнює 0,87.

5. Висновки

1. Аналіз літературних джерел дозволив визначити ознаки діагностування розвитку процесів пошкодження та зношування ізоляції АД, а саме, підвищений струм, що споживається АД, та підвищене нагрівання обмотки АД. Параметром діагностування процесів теплового зношування ізоляції є квадрат кратності струму, який споживається електродвигуном, по відношенню до номінального значення.
2. Наукова новизна отриманих результатів дослідження - одержала подальший розвиток теорія закономірностей діагностичних факторів в залежності від режимів роботи асинхронних електродвигунів в процесі експлуатації.
3. Запропонований алгоритм функціонування системи моніторингу та захисту трифазних АД може бути основою для побудови системи безперервного та неруйнівного діагностування асинхронних електродвигунів.
4. Наявність мікропроцесорного комплексу в системі діагностування та захисту дозволить оперативно адаптувати алгоритм і параметри системи під параметри конкретного типу асинхронного електродвигуна.

5. Практичне використання полягає у створенні технічного пристрою моніторингу роботи АД та його захисту від аварійних режимів роботи, який дозволить підвищити експлуатаційну надійність асинхронних електродвигунів в умовах агропромислового виробництва, при цьому відсоток виходу з ладу електродвигунів прогнозовано знизиться в 2 рази.

6. Література

1. Гольдберг О.Д. Надежность электрических машин: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ О.Д. Гольдберг, С.П. Хелемская; под ред. О.Д. Гольдберга. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 288 с.

2. Нестерчук Д.М. Мікропроцесорний пристрій діагностування режимів роботи групи асинхронних електродвигунів технологічної лінії/ Д.М. Нестерчук, І.О. Попова// Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. Випуск 116 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – Харків: ХНТУСГ, 2011. – с. 114 – 116.

3. Нестерчук Д.М. Захист асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи/ Д.М. Нестерчук// Праці ТДАТУ. – Випуск 11, том 3. – Меліто-поль: ТДАТУ, 2011. – с. 56-65.

4. Кузнецов Н.Л. Надежность электрических машин/ Н.Л. Кузнецов – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 432 с.

5. Пустахайлов С.К. Информационные методы мониторинга электрических машин / С.К. Пустахайлов, В.Ф. Минаков // Теория, методы и средства измерений, контроля и диагностики: Материалы VI Международной научно-практической конференции. – Новочеркасск: Юр. ГТУ, 2005. – С. 6 – 8.

6. Ніфантьєв О.М. Система діагностики несправностей та моніторингу роботи групи асинхронних електродвигунів / О.М.Ніфантьєв, Д.М.Нестерчук // Зб. тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, спеціалістів, аспірантів «Проблеми енергоресурсозбереження в промисловому регіоні. Наука і практика». - Маріуполь: ДВНЗ «ПДТУ», 2015. – С.133.

7. Нестерчук Д.М. Алгоритмізація для функціонування системи діагностування та захисту низьковольтних асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором / Д.М. Нестерчук, А.О. Рижков // Праці ТДАТУ. – Вип.15, т. 2.- Мелітополь: ТДАТУ, 2015. - С.274 – 280.

8. Овчаров В.В. Эксплуатационные режимы работы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве. / В.В.Овчаров. – К.: Изд – во УСХА, 1990. – 168 с.

9. Нестерчук Д.М. Универсальное устройство комплексного управления и защиты группы асинхронных электродвигателей / Д.Н. Нестерчук, Ю.Н. Куценко // Материали за 10-а международна научна практична конференция, «Бъдещите изследвания», - 2014. Том 48. Технологии. София. «Бял ГРАД-БГ» ООД – С.29 - 34

10. Нестерчук Д.М. Монітор групи асинхронних електродвигунів / Д.М. Нестерчук, Н.В. Гончарова. // Праці ТДАТУ. – Вип.13, т. 2. – Мелітополь: ТДАТУ, 2013. - С.90 - 100.

11. Мартыненко И.И. Проектирование систем автоматики. – 2-ое изд., перераб. и доп. / И.И. Мартыненко, В.Ф. Лысенко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 243 с.

Виконавець: д.т.н. В.В. Овчаров
к.т.н. С.В. Овчаров

АККУМУЛЯТОР СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Назначение – использование и накопление солнечной энергии в летние месяцы для электроотопления в зимние месяцы.

Режим работы – непрерывное преобразование солнечной энергии в электрическую, периодическое аккумулирование полученной электрической энергии.

Установленная мощность солнечной батареи – до 5 кВт.

Выработка электрической энергии за летние месяцы – до 7500 кВт·ч.

Напряжение, на котором идет аккумуляция электрической энергии – 220 В.

Срок окупаемости – 4,5 года.

Комплектация устройства – солнечная батарея, преобразующе-аккумулирующее устройство.

Реализация устройства – выполнение индивидуального проекта по заказу, изготовление, монтаж, наладка.

Структурная схема аккумулятора солнечной энергии

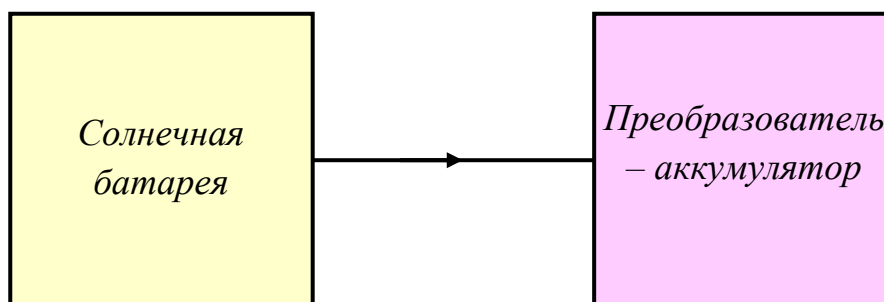


Рис. 1 Структурная схема аккумулятора солнечной энергии

ПРИУСАДЕБНАЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ПАРУСНОГО ТИПА

Назначение – выработка электрической энергии и ее аккумуляция с дальнейшим использованием в быту и производстве.

Режим работы электрического котла – на существующую электрическую сеть однофазную или трехфазную; на автономную установку.

Напряжение сети, на которую работает ветроэнергетическая установка – для однофазной сети – 220 В, для трехфазной сети – 380/220 В.

Напряжение автономной установки – 24 В – аккумуляторная батарея; 220 В – аккумуляторная батарея с преобразователем.

Мощность, развиваемая ветроэнергетической установкой – при силе ветра от 5 до 10 м/с – 1,5 до 10 кВт.

Управление ветроэнергетической установкой – автоматическое.

Параметры управления – скорость ветра.

Годовая выработка электрической энергии при среднегодовой скорости ветра от 5 до 7 м/с – от 10000 до 25000 кВт·ч.

Срок окупаемости – 1 – 1,5 года.

Реализация ветроэнергетической установки – выполнение индивидуального проекта по заказу, изготовление, монтаж, наладка.

Структурная схема ветроэнергетической установки

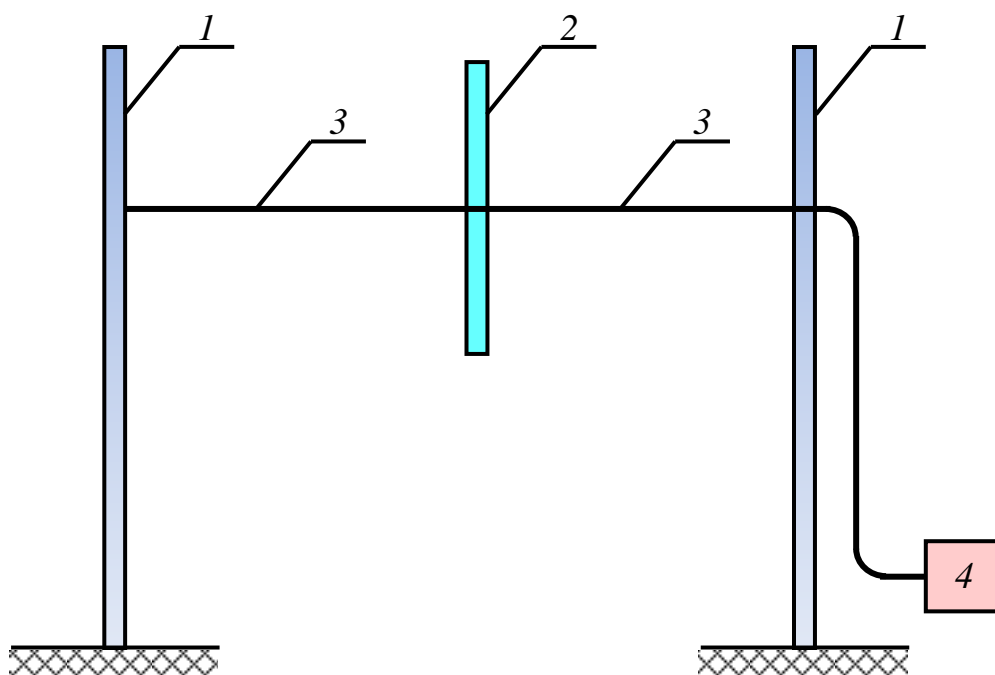


Рис. 1 Структурная схема ветроэнергетической установки

1 – стальная труба (опора)

2 – парус

3 – стальной канат

4 – преобразователь

УСТРОЙСТВО ДИСТАНЦИОННОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОГРУЖНЫХ НАСОСОВ

Назначение – дистанционное диагностирование режимов работы электродвигателей погружных насосов.

Режим работы устройства – дежурный.

Электрическая сеть, управляемая устройством – однофазная или трехфазная.

Напряжение питания устройства – +12 В.

Количество входов – 4 шт.

Количество выходов – 3 шт.

Способ оповещения – звонком, SMS на 8 номеров.

Дополнительные возможности – передача шума с объекта,

Типы подключаемых датчиков – контактные, логические.

Рабочий температурный диапазон устройства – от -30°C до +80°C.

Виды контроля и управления – состояние работы электродвигателя (включено/выключено – по SMS запросу), оповещение о перегрузке работающего электродвигателя, оповещение о превышении температуры выше установленного порога, состояние охранного шлейфа, управление электродвигателем.

Комплектация – устройство удаленного контроля, выносная антенна GSM 900/1800, внешний датчик температуры, блок бесперебойного питания.

Срок окупаемости системы – до 1 года.

Реализация системы дистанционного диагностирования режимов работы электродвигателей погружных насосов – выполнение индивидуального проекта по заказу, изготовление, монтаж, наладка.

Структурная схема устройства дистанционного диагностирования

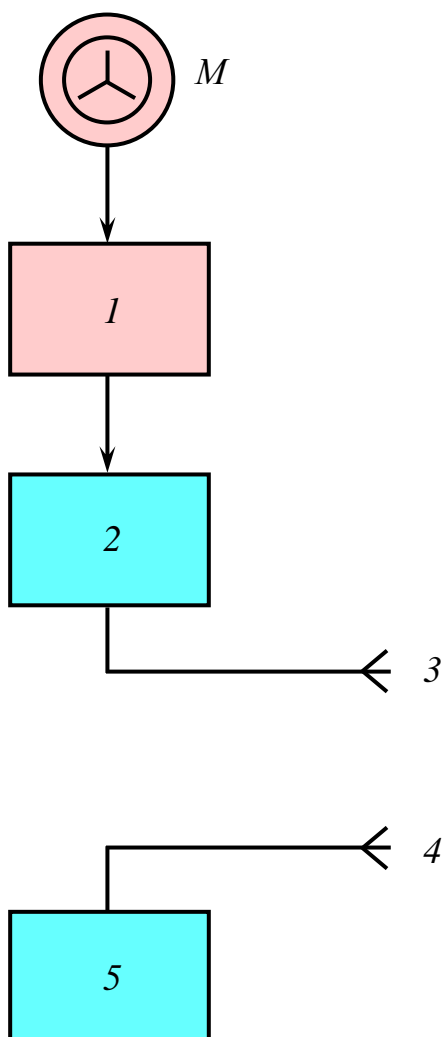


Рис. 1 Структурная схема устройства дистанционного диагностирования

М - электродвигатель

1 – анализатор режима работы электродвигателя

2 – передатчик информации

3, 4 – передающая, принимающая антенны

5 – приемник информации

КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМОВ

Назначение – экономное использование энергии на отопление и горячее водоснабжение жилых индивидуальных домов.

Виды используемой энергии – энергия сгорания твердого, жидкого, газообразного топлива, электрической энергии, солнечной энергии с накоплением в летнее время, энергия ветра с накоплением в ветреную погоду.

Реализация систем отопления – выполнение индивидуального проекта по заказу, комплектация, монтаж, наладка, обслуживание отопительных систем.

Комплектация – твердотопливные, жидкотопливные, газовые и электрические котлы в комплекте с системами автоматического регулирования, преобразователи солнечной энергии с накопителями, преобразователи ветровой энергии с накопителями.

Экономический эффект – снижение расходов на отопление на 23 – 28%.

Срок окупаемости устройства – от 1 до 1,5 года.

КОМПЬЮТЕРИЗОВАННАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Назначение – компьютерное сопровождение поиска неисправностей электрооборудования автомобилей.

Марка автомобилей – ВАЗ, ЗАЗ.

Комплектация – компьютерная программа, компьютер (приобретается самостоятельно), электроинструмент.

Экономический эффект – ускорение и гарантия поиска неисправностей электрооборудования автомобилей.

Срок окупаемости устройства – до 1 года.

Реализация – разработка компьютерной программы диагностирования электрооборудования автомобилей по заказу.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ БЫТОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Назначение – регулирование напряжения в электрических сетях жилых домов и квартир

Электрическая сеть – однофазная или трехфазная

Фазное напряжение – 220В

Активная мощность фазы потребителя – от 0 до 10 кВт

Величина напряжения в сети до счетчика – начиная со 160 В и выше

Величина отрегулированного напряжения в сети после счетчика – 210 - 220 В

Величина напряжения в сети до счетчика, при которой сеть аварийно отключается – ниже 160 В и выше 240 В

Бытовая техника, которая защищается от аварийных режимов – холодильники, стиральные машины, пылесосы, телевизоры, компьютеры и другая

Коэффициент полезного действия устройства – 98%

Срок службы устройства – не менее 5 лет

Управление устройством – автоматическое

Параметры управления – напряжение сети, питающей потребителя, и активная мощность, потребляемая объектом

Комплектация устройства – устройство и соединяющая проводка

Экономия электрической энергии за счет уменьшения рабочих токов электродвигателей привода бытовой техники – 7-8%

Срок окупаемости устройства – до 1 года

Реализация устройства – выполнение исследования текущего режима электрической сети потребителя, расчет необходимой мощности, выбор устройства и его изготовление по заказу потребителя

Структурная схема установки регулятора напряжения

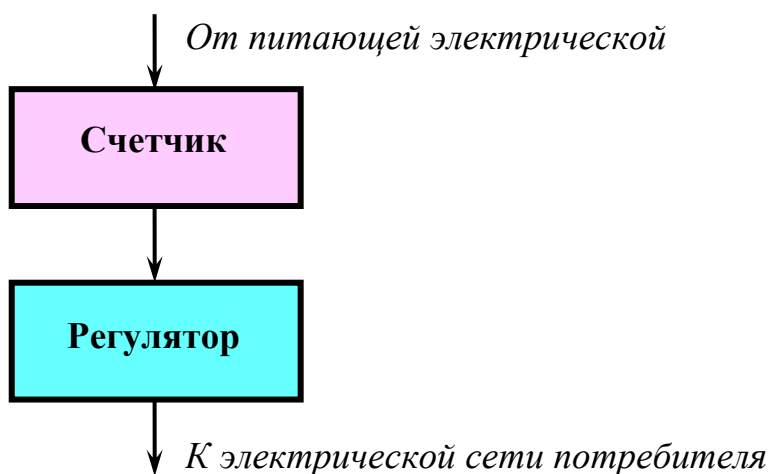


Рис. 1 – Структурная схема установки регулятора напряжения

СИСТЕМА ПОКВАРТИРНОГО УЧЕТА И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Назначение – учет количества потребленной тепловой энергии каждой квартирой при централизованном теплоснабжении и регулирование количества потребляемой тепловой энергии индивидуально в каждой квартире.

Экономическая эффективность – снижение потребляемой тепловой энергии на 17 – 25%.

Стоимость устройства на одну отопительную батарею – до 250 грн при ручном управлении.

Способ регулирования – либо ручной, либо автоматический.

Напряжение питания – не требуется.

Реализация устройства – выполнение индивидуального проекта по заказу, изготовление, монтаж, наладка.

Комплектация устройства – комплект на одну батарею.

Срок окупаемости – до 1 года.

УСТРОЙСТВО ДИСТАНЦИОННОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Назначение – дистанционное диагностирование режимов работы силовых трансформаторов потребительских трансформаторных подстанций.

Режим работы устройства – длительный, непрерывный.

Напряжение питания устройства – +12 В.

Количество входов – 4 шт.

Количество выходов – 3 шт.

Способ оповещения – SMS на 8 номеров.

Типы подключаемых датчиков – контактные, логические.

Рабочий температурный диапазон устройства – от -30°C до +80°C.

Виды контроля – состояние работы силового трансформатора, оповещение о перегрузке силового трансформатора, оповещение о превышении температуры масла выше установленного порога, состояние охранного шлейфа.

Комплектация – устройство удаленного контроля, выносная антенна GSM 900/1800, внешний датчик температуры, блок бесперебойного питания.

Срок окупаемости системы – до 1 года.

Реализация – выполнение индивидуального проекта по заказу, изготовление, монтаж, наладка.

Структурная схема устройства дистанционного диагностирования

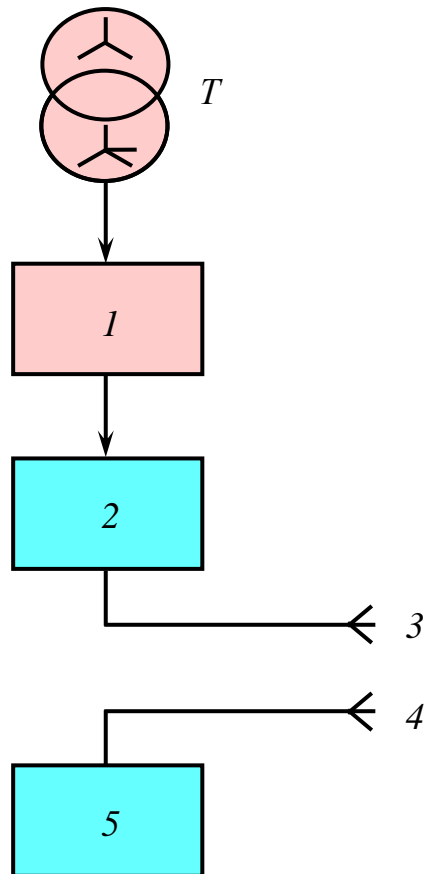


Рис. 1 Структурная схема устройства дистанционного диагностирования

- T – силовой трансформатор
- 1 – анализатор режима работы силового трансформатора
- 2 – передатчик информации
- 3, 4 – передающая, принимающая антенны
- 5 – приемник информации

УСТРОЙСТВО ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧЕЙ ВОДЫ ПОТРЕБИТЕЛЮ

Назначение – дистанционное отключение и включение подачи воды потребителю.

Режим работы – длительный, по команде диспетчера.

Напряжение питающей сети – 220 В.

Потребление активной мощности – при включенной подаче воды электрическую энергию не потребляет; при отключении подачи воды потребление электрической энергии составляет 25 Вт.

Комплектация устройства – устройство удаленного контроля.

Реализация устройства – выполнение индивидуального проекта по заказу, изготовление, монтаж, наладка.

Экономическая эффективность – снижение числа неплательщиков за воду.

Срок окупаемости – до 1 года.

Структурная схема устройства

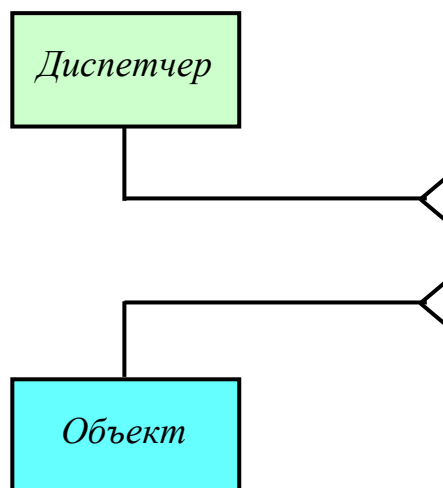


Рис. 1 Структурная схема устройства дистанционного управления подачей воды потребителю

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛИВА И ОТОПЛЕНИЯ ТЕПЛИЦ

Назначение – получение дистиллированной воды для полива в теплицах и использование затраченной электрической энергии на дистилляцию для целей отопления теплиц.

Напряжение питающей электрической сети – 380/220 В.

Активная мощность электронагревателя – по расчету.

Экономический эффект – улучшение почвы, повышение урожайности овощей и экономия энергоресурсов.

Комплектация – осциллятор и водонагреватель, шкаф управления.

Реализация – выполнение индивидуального проекта по заказу, изготовление, монтаж, наладка.

Срок окупаемости устройства – до 1,2 года.

Структурная схема устройства

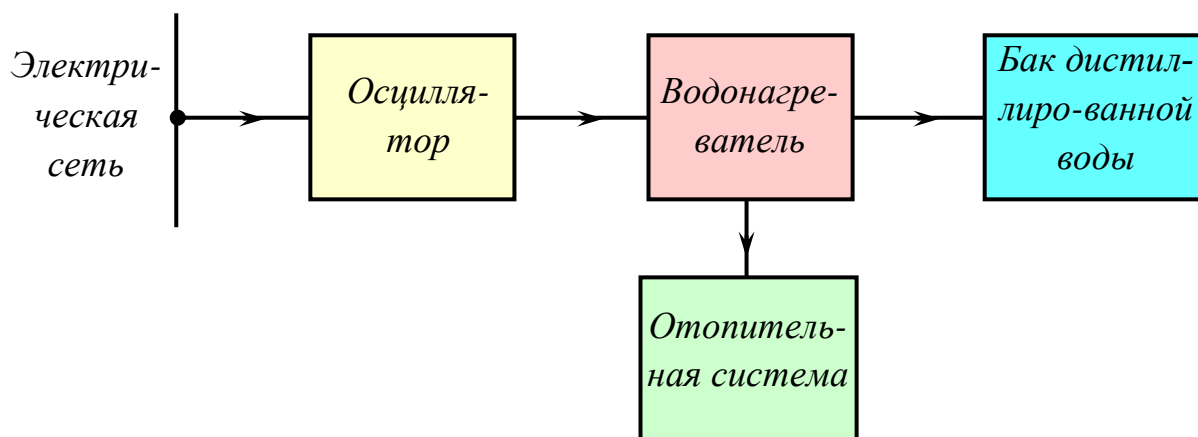


Рис. 1 Структурная схема устройства

УСТРОЙСТВО ОБЛЕГЧЕНИЯ ПУСКА АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Назначение – защита электродвигателей от дополнительного теплового износа изоляции в послепусковой период.

Принцип действия – контроль послепускового теплового режима электродвигателя путем анализа пусковых режимов и облегчения затянувшегося пуска в условиях соизмеримой мощности.

Напряжение питающей сети – 380/220 В.

Номинальная мощность электродвигателя – до 30 кВт.

Активная мощность, потребляемая устройством – 25 Вт.

Экономия ресурса изоляции электродвигателя – 13 – 17%.

Срок окупаемости устройства – для электродвигателя 22 кВт до 1,5 года.

Управляющий параметр – импульс квадрата пускового тока.

Комплектация – шкаф управления, преобразователь импульса квадрата пускового тока.

Реализация – выполнение индивидуального проекта по заказу, изготовление, монтаж, наладка.

Структурная схема устройства

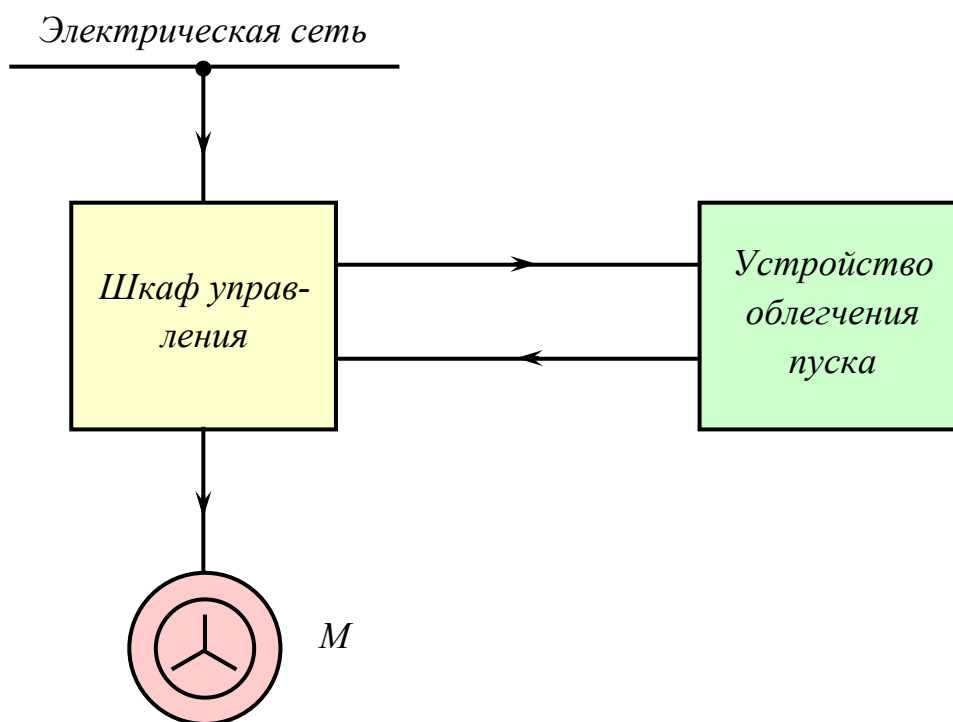


Рис. 1 Структурная схема устройства

М – электродвигатель

УСТРОЙСТВО ОСВЕЩЕНИЯ УЛИЦ И ПАРКОВ

Назначение – использование и накопление солнечной и ветровой энергии для освещения улиц и парков.

Режим работы – превращение солнечной и ветровой энергии в электрическую, накопление ее в генераторное время, использование накопленной энергии в ночное время для освещения улиц, скверов, парков.

Установленная мощность солнечной батареи и ветровой установки – до 400Вт.

Количество работающих светодиодных ламп – до 30 штук.

Экономия электрической энергии – 30 – 40%.

Срок окупаемости – до 1 года.

Комплектация устройства – солнечная батарея, ветрогенератор, аккумулирующее устройство, светильники со светодиодными лампами, шкаф автоматического управления освещением, проводники.

Реализация устройства – выполнение индивидуального проекта по заказу, изготовление, монтаж, наладка.

Структурная схема устройства

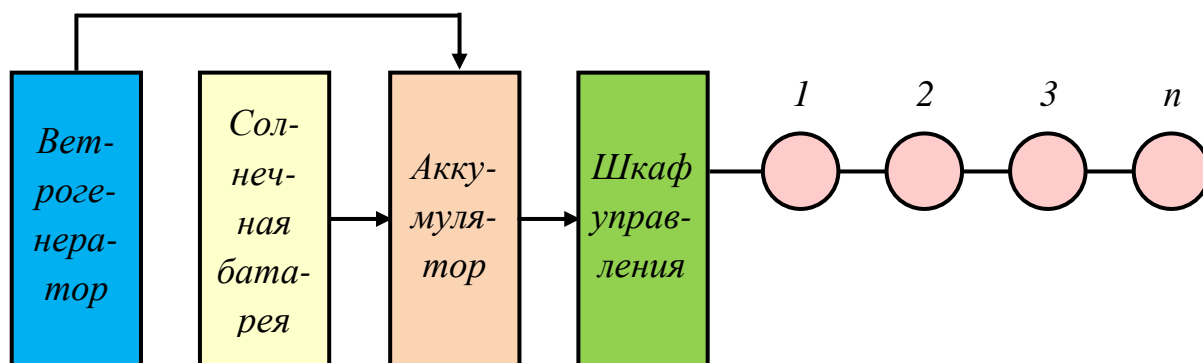


Рис. 1 Структурная схема устройства

1, 2, 3, n – светильники со светодиодными лампами

УСТРОЙСТВО РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

Назначение – повышение эксплуатационной надежности асинхронных электродвигателей привода рабочих машин технологических линий.

Электрическая сеть – трехфазная.

Напряжение электрической сети – 380/220 В.

Номинальная мощность асинхронных электродвигателей – любая.

Режим работы устройства – длительный, непрерывный.

Мощность, потребляемая устройством – 10 – 15 Вт.

Схема соединения обмоток электродвигателя – звезда.

Эффективность работы устройства – облегчает аварийный режим работы электродвигателя при выпадении фазы или ухудшении контакта в коммутационной аппаратуре; своевременно подает сигналы о возникновении аварийного режима без отключения электродвигателя от сети; обеспечивает запуск электродвигателя с выпавшей фазой.

Экономический эффект – повышение эксплуатационной надежности работы асинхронных электродвигателей на 20 – 23%.

Срок окупаемости – до 0,3 года.

Реализация устройства – выполнение проекта по индивидуальному заказу, изготовление, монтаж, наладка.

Структурная схема установки устройства

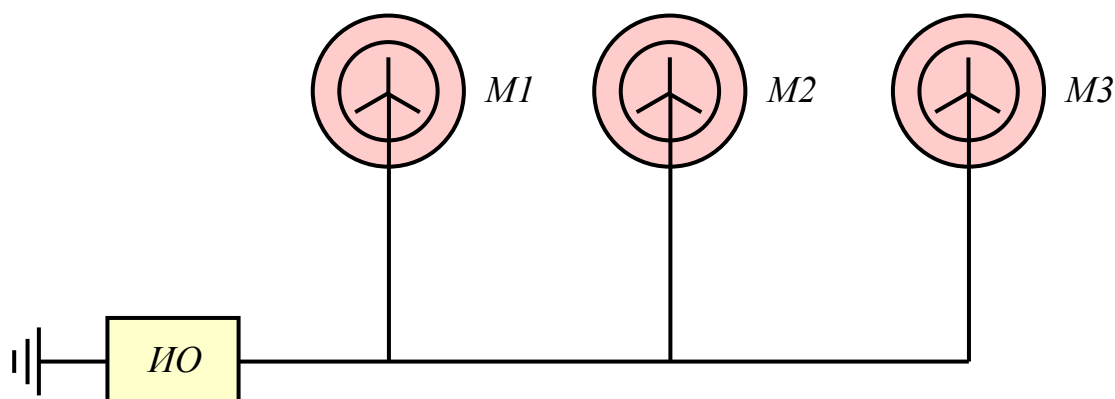


Рис. 1 Структурная схема установки устройства

M1, M2, M3 – асинхронные электродвигатели

ИО – исполнительный орган

УСТРОЙСТВО РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПРИВОДА НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

Назначение – повышение эксплуатационной надежности асинхронных электродвигателей привода параллельно работающих насосных агрегатов.

Электрическая сеть – трехфазная.

Напряжение электрической сети – 380/220 В.

Номинальная мощность асинхронных электродвигателей – любая.

Режим работы устройства – длительный, непрерывный.

Мощность, потребляемая устройством – 7 Вт.

Схема соединения обмоток электродвигателя – звезда.

Эффективность работы устройства – облегчает аварийный режим работы электродвигателя при выпадении фазы или ухудшении контакта в коммутационной аппаратуре; своевременно подает сигналы о возникновении аварийного режима без отключения электродвигателя от сети; обеспечивает запуск электродвигателя с выпавшей фазой.

Экономический эффект – повышение эксплуатационной надежности работы асинхронных электродвигателей на 20 – 23%.

Срок окупаемости – до 0,25 года.

Реализация устройства – выполнение проекта по индивидуальному заказу, изготовление, монтаж, наладка.

Структурная схема установки устройства

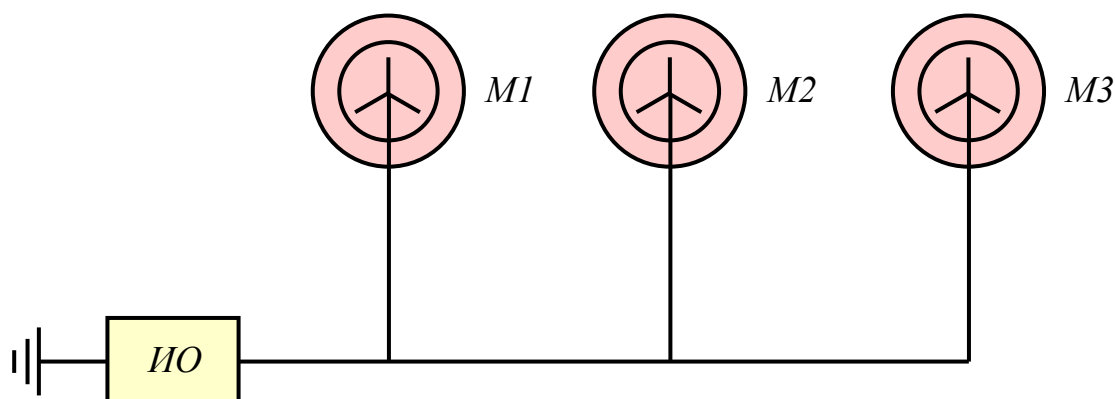


Рис. 1 Структурная схема установки устройства

M1, M2, M3 – асинхронные электродвигатели

ИО – исполнительный орган

УСТРОЙСТВО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯХ ПРИВОДА РАБОЧИХ МАШИН

Назначение – экономия электрической энергии в асинхронных электродвигателях привода одиночных рабочих машин.

Принцип действия – регулирование напряжения на зажимах асинхронных электродвигателей в зависимости от загрузки рабочих машин с использованием «мягких» тиристорных пускателей.

Режим работы устройства – непрерывный, автоматический.

Напряжение питающей сети – 380/220 В.

Потребляемая активная мощность устройства – до 30 Вт.

Номинальная мощность электродвигателя – до 30 кВт.

Коэффициент полезного действия устройства – 99%.

Параметр управления – скольжение электродвигателя.

Комплектация устройства – шкаф управления с тиристорным пускателем, микроконтроллером и преобразователем скольжения.

Реализация устройства – выполнение индивидуального проекта по заказу, изготовление, монтаж, наладка.

Срок окупаемости – для электродвигателя 22 кВт до 1,2 года.

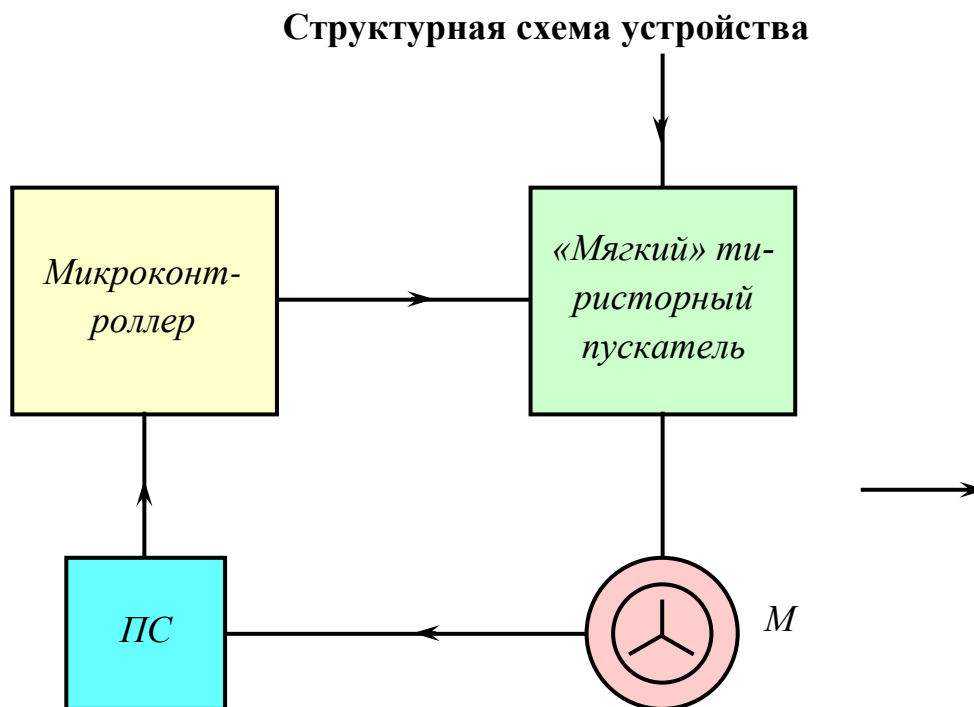


Рис. 1 Структурная схема устройства

М – электродвигатель привода рабочей машины

ПС – преобразователь скольжения

УСТРОЙСТВО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЕ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

Назначение – создание режима экономного расходования электрической энергии, потребляемой электродвигателями привода параллельно работающих насосных агрегатов.

Электрическая сеть – трехфазная.

Фазное напряжение сети – 220 В.

Номинальная активная мощность электродвигателя – любая.

Режим работы устройства – длительный, непрерывный.

Управление электродвигателями – автоматическое, программное.

Параметр управления – скольжение электродвигателя.

Мощность, потребляемая установкой – до 75 Вт.

Экономия электрической энергии – 11 – 17%.

Срок окупаемости – 0,8 до 1 года.

Реализация ветроэнергетической установки – выполнение индивидуального проекта по заказу, изготовление, монтаж, наладка.

Структурная схема установки устройства

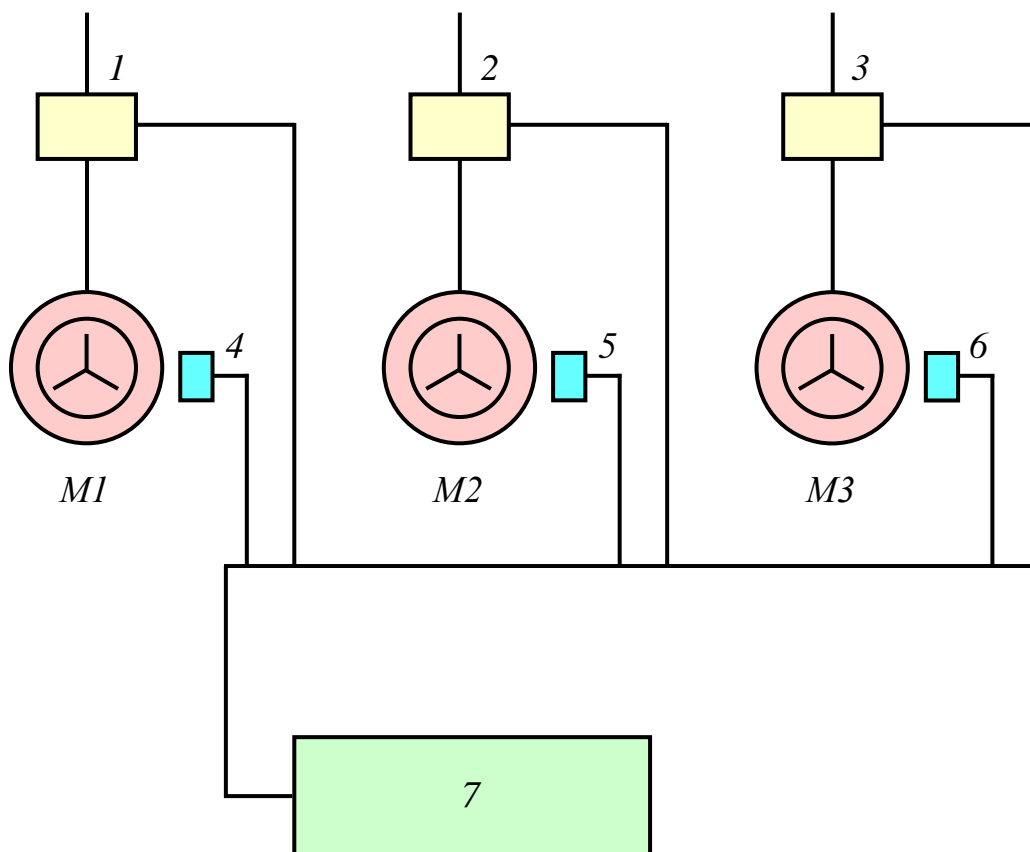


Рис. 1 Структурная схема установки устройства

M1, M2, M3 – асинхронные электродвигатели

1, 2, 3 – магнитные пускатели

4, 5, 6 – датчики скольжения электродвигателей

7 – блок программируемого управления электродвигателями

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КОТЕЛ С КОМБИНИРОВАННЫМ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕМ

Назначение – для нагрева воды в системах электрического отопления и горячего водоснабжения жилых и производственных помещений

Теплоноситель – горячая вода с температурой нагрева до 90°C

Режим работы электрического котла – проточный

Электрическая сеть – однофазная или трехфазная

Фазное напряжение – 220В или 380В

Активная номинальная мощность фазы нагревателя – от 18 до 22кВт

Активная номинальная мощность электрического котла – до 66кВт

Коэффициент полезного действия электрического котла – 98%

Срок службы электрического котла – неограниченный

Засоление поверхностей электронагревателя – отсутствует

Управление электрическим котлом – автоматическое

Параметры управления – температура теплоносителя и температура в отапливаемом помещении

Комплектация электрического котла – котел, шкаф управления, датчики температуры, циркуляционный насос, расширительный бачок

Экономия электрической энергии на отопление за счет автоматизации – 17-23%

Срок окупаемости электрического котла – до 1 года

Реализация электрического котла для отопления и горячего водоснабжения – выполнение индивидуального проекта на заказ, изготовление, монтаж, наладка

Общий вид электрического котла с комбинированным электронагревателем

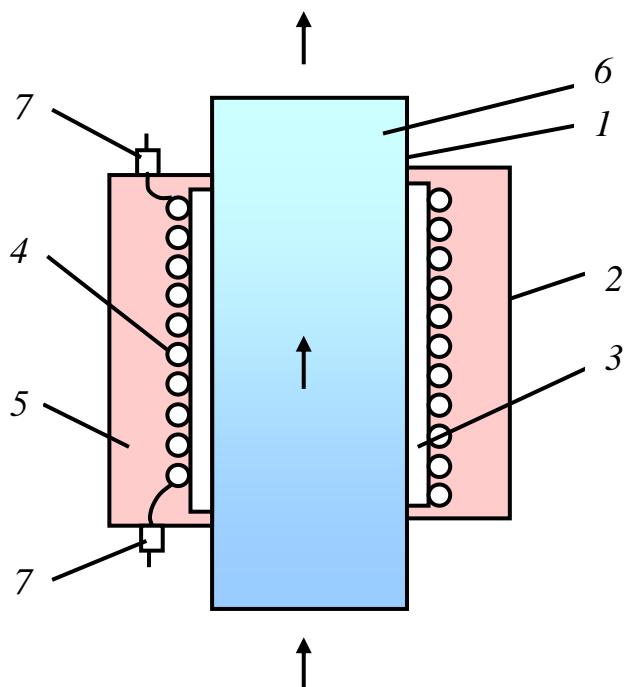


Рис. 1 – Конструктивная схема электрического котла с комбинированным электронагревателем

На схеме:

- 1 – внутренняя стальная труба
- 2 – наружная стальная труба с фланцами
- 3 – изоляционная конструкция
- 4 – стальной провод
- 5 – наполнитель (песок речной)
- 6 – проточный теплоноситель (вода)
- 7 – изоляторы проходные

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КОТЕЛ С НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫМ ЭЛЕКТРОНА- ГРЕВАТЕЛЕМ

Назначение – для нагрева воды в системах электрического отопления и горячего водоснабжения жилых и производственных помещений.

Теплоноситель – горячая вода с температурой нагрева до 90°С.

Режим работы электрического котла – проточный.

Электрическая сеть – однофазная.

Фазное напряжение – 220 В или 380 В.

Активная номинальная мощность фазы нагревателя – от 18 до 22 кВт.

Коэффициент полезного действия электрического котла – 98%.

Срок службы электрического нагревателя при номинальной мощности – неограниченный.

Засоление поверхностей нагревателей – отсутствует.

Управление электрическим котлом – автоматическое.

Параметры управления – температура теплоносителя и температура в отапливаемом помещении.

Комплектация электрического котла – котел, шкаф управления, датчики температуры, циркуляционный насос, расширительный бачок.

Экономия электрической энергии на отопление за счет автоматизации – 17-23%.

Срок окупаемости электрического котла мощностью 66 кВт – до 1 года.

Реализация электрического котла для отопления и горячего водоснабжения – выполнение индивидуального проекта по заказу, изготовление, монтаж, наладка.

Общий вид электрического котла с низкотемпературным электронагревателем

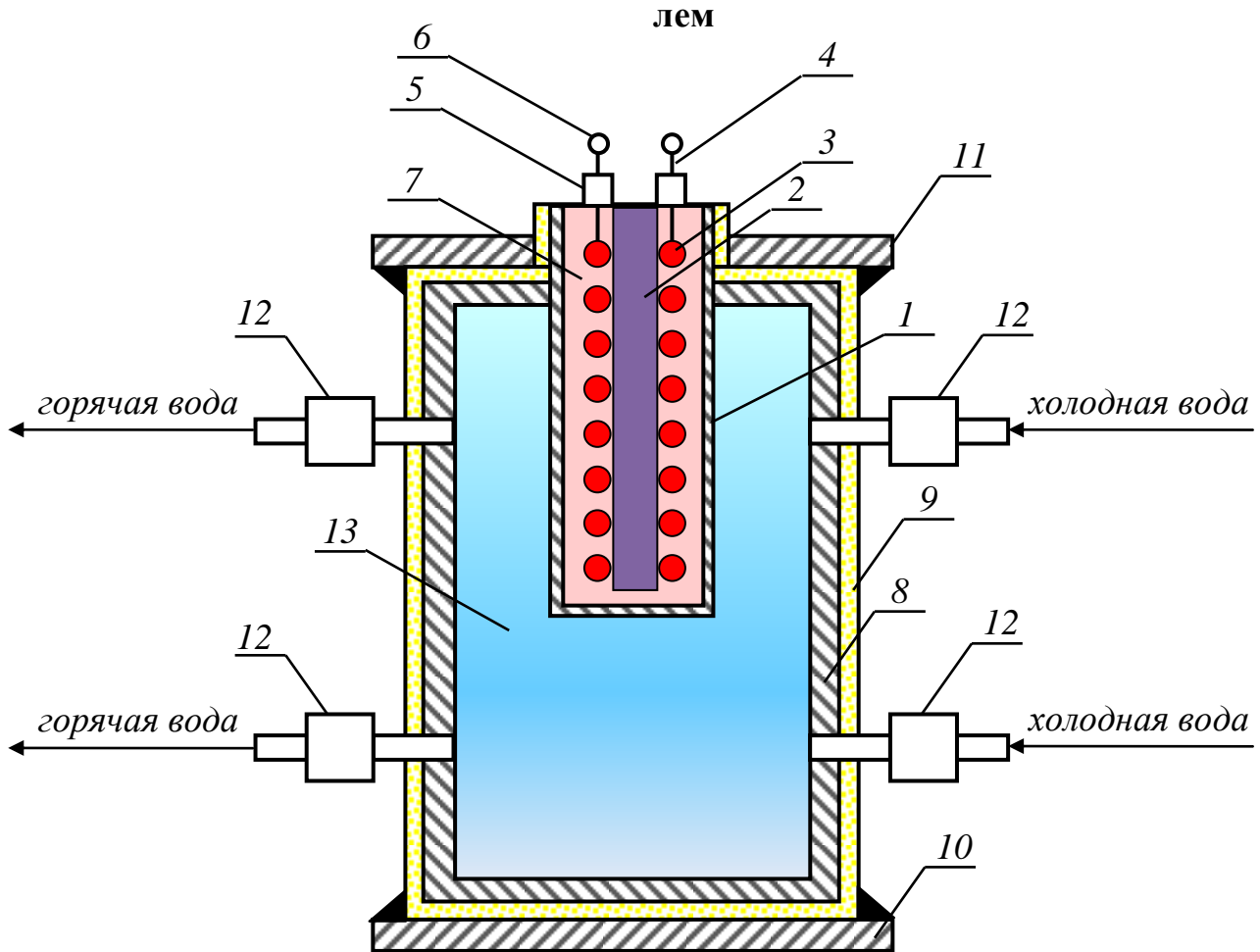


Рисунок 1 – Общий вид электрического котла с низкотемпературным электронагревателем:

- 1 – корпус электронагревателя;
- 2 – изоляционный сердечник электронагревателя;
- 3 – обмотка электронагревателя;
- 4 – питающий провод электронагревателя;
- 5 – ввод;
- 6 – зажим для подключения электронагревателя;
- 7 – изоляционная теплопередающая среда;
- 8 – бак электрического котла;
- 9 – теплоизоляция;
- 10 – верхний фланец;
- 11 – нижний фланец;
- 12 – шаровые краны с патрубками;
- 13 – вода на нагрев.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КОТЕЛ С ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕМ ТИПА «КА-ТУШКА В СТАЛИ»

Назначение – для нагрева воды в системах электрического отопления и горячего водоснабжения жилых и производственных помещений.

Теплоноситель – горячая вода с температурой нагрева до 90° С.

Режим работы электрического котла – проточный.

Электрическая сеть – однофазная или трехфазная.

Фазное напряжение – 220 В или 380 В.

Активная номинальная мощность фазы нагревателя – от 3,6 до 10 кВт.

Активная номинальная мощность электрического котла – от 10 до 30 кВт.

Коэффициент полезного действия электрического котла – 98%.

Срок службы электрического нагревателя при номинальной мощности – не менее 20 000 часов.

Засоление поверхностей нагревателей – отсутствует.

Управление электрическим котлом – автоматическое.

Параметры управления – температура теплоносителя и температура в отапливаемом помещении.

Комплектация электрического котла – котел, шкаф управления, датчики температуры, циркуляционный насос, расширительный бачок.

Экономия электрической энергии на отопление за счет автоматизации – 17-23%.

Срок окупаемости электрического котла мощностью 10 кВт – 0,5 года.

Реализация электрического котла для отопления и горячего водоснабжения – выполнение индивидуального проекта по заказу, изготовление, монтаж, наладка.

Общий вид электрического котла с электронагревателем типа «катушка в стали»

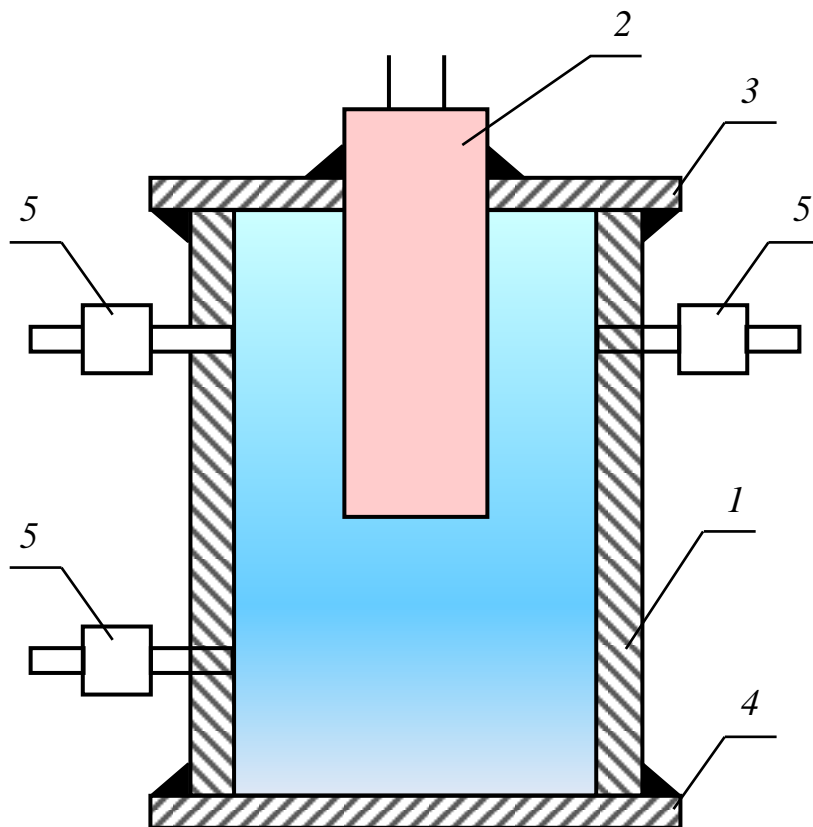


Рис.1 Общий вид электрического котла с электронагревателем типа «катушка в стали»

- 1 – корпус котла
- 2 – электронагреватель
- 3 – верхний фланец
- 4 – нижний фланец
- 5 – шаровые краны с патрубками