

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики
Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

СИТИЙ ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 621.311.4-52

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Удосконалення системи автоматичного регулювання процесів
відновлення трансформаторного масла в умовах**

АТ «Житомиробленерго»

(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр
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

Сукманюк Олена Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

к.і.н., доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

АНОТАЦІЯ

Ситий О.В. Удосконалення системи автоматичного регулювання процесів відновлення трансформаторного масла в умовах АТ «Житомиробленерго». Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Поліський національний університет, Житомир, 2022.

Робота присвячена проблемі удосконалення системи автоматичного регулювання процесу відновлення трансформаторного масла. Впровадження системи автоматизованого регулювання на базі програмованого логічного контролера Реміконт Р-130 дасть змогу підвищити продуктивність та зменшити втрати енергоресурсів.

Ключові слова: автоматизоване регулювання, відновлення, регенерація, трансформаторне масло.

ABSTRACT

Sytyi O. Improvement of the Automatic Control System for the Recovery of Transformer Oil in the Conditions of JSC “Zhytomyroblenergo”. Qualification of the robot for the purpose of the educational stage of the master for specialization 141 - Electrical power engineering, electrical engineering and electrical engineering – Polissia National University, Zhitomir, 2022.

The work is devoted to the problem of improving the system of automatic regulation of the transformer oil recovery process. The introduction of an automated regulation system based on the Remikont R-130 programmable logic controller will make it possible to increase productivity and reduce the loss of energy resources.

Key words: automated regulation, recovery, regeneration, transformer oil.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА	6
1.1. Коротка характеристика АТ «Житомиробленерго»	6
1.2. Аналіз продовження терміну служби силових трансформаторів	7
1.3. Аналіз процесу відновлення трансформаторного масла	8
1.4. Аналіз технічних пристроїв для відновлення трансформаторного масла	11
1.5. Системний аналіз об'єкта відновлення трансформаторного масла	14
Висновки по розділу 1	17
РОЗДІЛ 2. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА	18
2.1. Вибір та обґрунтування параметрів контролю, регулювання та сигналізації	18
2.2. Розрахунок та вибір виконавчих механізмів та регулюючих органів	21
Висновки по розділу 2	24
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ	25
3.1. Вимоги до встановлення вибраних технічних засобів	25
3.2. Компонування щита (пульта) управління	30
3.3. Розрахунок показників надійності системи автоматизації та її складових	31
Висновки по розділу 3	32
ВИСНОВКИ	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	34

ВСТУП

Силові трансформатори є важливими елементами електричних систем. Відключення при різноманітних аваріях, дефекти, пошкодження – призводять до значних втрат, збитків та фізичного зношування обладнання. Тому одним із основних завдань підвищення надійності є продовження життєвого циклу трансформатора за допомогою проведення комплексних обстежень.

Трансформаторне масло, що експлуатується неналежним чином, значно скорочує термін використання трансформатора. Масло в трансформаторі може експлуатуватись дуже довго, але тільки в тому випадку, якщо використовувати належним чином. Незважаючи на те, що протягом використання трансформатора може статися кілька випадків, які поставлять під загрозу функціонування масла і роботу трансформатора, в більшості випадків це може бути усунуто за допомогою відповідних робіт із технічного обслуговування.

Під терміном експлуатації трансформатора розуміється – термін використання ізоляційної системи. У трансформаторі системою ізоляції слугує трансформаторне масло, а також використовується як тверда ізоляція (картон, папір або целюзна продукція). Трансформаторне масло забезпечує біля 80% електричної міцності. У трансформаторах через пошкодження системи ізоляції відбувається майже 85% поломок.

Трансформаторні масла є відмінним ізоляційним середовищем, при яких низька в'язкість дозволяє проникати йому в тверду ізоляцію і таким чином, відводити тепло в систему охолодження. У даному випадку рідинна ізоляція слугує як охолоджувач.

Використання трансформаторних масел пов'язане з постійним впливом на них різних чинників таких як: високі температури, кисень, що міститься в повітрі, волога, сонячне проміння тощо. Загальне впливання їх призводить до значного погіршення ізоляційних властивостей.

З метою продовження терміну робочого ресурсу та збереження електротехнічного обладнання рекомендовано проводити періодичні огляди та контролювати його експлуатаційні параметри.

При експлуатації трансформаторів підтвержується те, що закінчення терміну служби його в кінцевому підсумку визначається кінцем непридатності твердої ізоляції. Незважаючи на те, що багато трансформаторів виведено з ладу до того, як тверда ізоляція сильно зруйнована, показує, що стан паперової ізоляції встановлює межу часу, протягом якого трансформатор можна безпечно та надійно використовувати.

У випадку, якщо експлуатаційні параметри трансформаторного масла знижуються нижче нормованих значень, то це означає, що воно не може в повній мірі виконувати необхідні функції. Даний нафтопродукт стає відпрацьованим.

На даний час все частіше використовується заміна відпрацьованих нафтопродуктів свіжим, але існує практика заміни масла при якій починають застосовуватися технології відновлення (регенерації) трансформаторних масел.

Не варто також забувати про фінансову точку зору, так як у світі економічна ситуація нестабільна та ороку призводить до зростання цін. При відновленні відпрацьованого трансформаторного масла досить істотно скоротиться витрата на закупівлю нових та утилізацію відпрацьованих трансформаторних масел. Також, використовуючи технології з відновлення, які вносять важливий внесок зі збереження природи, адже відпрацьоване масло стає небезпечним відходом.

Відповідно до викладеного, у кваліфікаційній роботі сформульовано **мету дослідження**: підвищити якість відновлення трансформаторного масла шляхом удосконалення системи автоматичного регулювання процесом.

Об'єкт дослідження: система автоматичного регулювання процесом відновлення трансформаторного масла.

Предмет дослідження: заємозв'язок параметрів системи автоматичного регулювання процесом відновлення із властивостями трансформаторного масла.

Методи дослідження: теоретичні дослідження виконано з використанням методів теоретичної електротехніки, автоматизації, теоретичної та аналітичної механіки, механіки рідини (гідравліки), механіки газів (термодинаміки), аеродинаміки. Експериментальні дослідження проведено із застосуванням методів теорії імовірності, математичної статистики, планування факторного експерименту.

Публікації. За результатами досліджень опубліковано тези у Збірнику доповідей учасників науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2022».

Обсяг та структура роботи. Робота складається із вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на 35 сторінках машинописного тексту, містить 2 таблиці, 9 рисунків, списку використаних джерел з 21 найменування.

РОЗДІЛ 1.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА

1.1. Коротка характеристика АТ «Житомиробленерго»

АТ "Житомиробленерго". Юридична адреса АТ "Житомиробленерго": 10008, м. Житомир, вул. Пушкінська, 32/8; тел.: 0412-402059, факс: 0412-402044, E-mail: kanc@co.ztoe.com.ua, сайт Товариства: [20].

АТ "Житомиробленерго" здійснює забезпечення енергопостачання в Житомирському регіоні.

На сьогодні стан розподільних електричних мереж АТ "Житомиробленерго" характеризується наступними показниками:

- понад 6,6% ліній електропередавання напруга яких 35-110 (150) кВ та 11,5% ліній електропередавання напруга – 0,4-10(6) кВ мають незадовільний технічний стан, що в свою чергу призводить до значних витрат на щорічне технічне обслуговування та ремонт;

- близько 22,3% трансформаторів напруга яких складає 35-110 (150) кВ і 14,9% трансформаторів напруга – 10(6) кВ відпрацювали свій термін використання, який передбачено технічною документацією та недостатньо надійні й потребують заміни;

- фактичні витрати електроенергії в мережах електропостачання у середньому складають біля 12,1%. В електромережах окремих компаній сягають навіть і 18%;

- внаслідок в зміні структури споживання електроенергії, а саме: збільшення навантаження у великих містах та зменшення у сільській місцевості – електричні мережі потребують збільшення пропускної здатності та спорудження додаткових ПС 110 (150) кВ.

Постійно зростаючі витрати на технічне обслуговування і ремонт електричних мереж щорічно складають біля 60% від необхідних, що прописані в Правилах технічної експлуатації електричних мереж.

Стосовно співвідношення розвиненості мережі 0,4-110(150) кВ АТ "Житомиробленерго", то довжина ліній 35-110(150) кВ в одноколовому визначенні складає 11,4% від загальної довжини мереж 0,4 – 1 10 (150) кВ, кількість підстанцій 35-110 (150) кВ складає – 2,5%, а їх загальна трансформаторна потужність складає - 64,4% від сумарної потужності трансформаторів 0,4-110(150) кВ. Серед ліній електропередач 0,4-10(6) кВ кількість КЛ 0,4-10(6) кВ становить 9,7%.

1.2. Аналіз продовження терміну служби силових трансформаторів

Трансформаторні масла відіграють важливу роль в ізоляції, що просочує папір, картон, тканину. Дані масла підвищують пробивну електронапругу цих матеріалів [1, 2].

Трансформаторні масла мають невелику в'язкість і в даному випадку це допомагає здійснювати тепловідведення у твердій ізоляції, передаючи тепло в систему охолодження. Трансформаторне масло, що погано експлуатується, значно скорочує термін служби трансформатора. Масло в трансформаторі може експлуатуватись дуже довго, але тільки в тому випадку, якщо його використовують належним чином.

Незважаючи на те, що протягом терміну експлуатації трансформатора може статися кілька випадків, які можуть поставити під загрозу функціонування масла і, отже, роботу трансформатора, в більшості випадків це може бути усунуто за допомогою відповідних робіт із технічного обслуговування.

Погану діелектричну міцність, обумовлену вмістом частинок та/або великим вмістом води, можна зменшити шляхом відновлення, тобто фільтрування та дегазації. Це можна зробити як у дистанційному, і в автономному режимі. Сушіння не тільки масла, а й твердої ізоляції методами, що використовують вакуум та низькочастотне нагрівання, забезпечить більш тривалий ефект і є найкращим довгостроковим рішенням. Деякі властивості трансформаторного масла змінюються в міру його старіння, особливо у разі окисних процесів. Через кислотність та шлам, діелектричні властивості якого поступово погіршуються.

Але масло може бути відновлене до майже нового стану. Сьогодні це дуже ефективна та екологічно чиста форма обробки, коли абсорбент повторно використовується сотні разів перед утилізацією, зменшуючи відходи до мінімуму. За повторною заливкою масла завжди слід додати інгібітор, щоб переконатися, що масло залишається в хорошому стані протягом багатьох років.

Якщо це відбудеться вчасно, то правильна робота з висушування та регенерації масла додасть значну кількість років у технічний цикл експлуатації трансформатора. Цей дуже простий та дієвий захід, який не покращить фактичний стан масла, але це може значно сповільнити процеси окислення та продовжить термін його використання.

Трансформатор має багато компонентів, що вимагають технічного обслуговування. Ізоляційна система – є життєво важливою частиною, що складається з масла та твердої ізоляції [3]. Тверда ізоляція може бути не так

легко доступна, але доступ до масла повинен бути дуже легкий. Масло можна зберігати в хорошому стані протягом довгого терміну, також можлива консервація на невизначений період.

Масло є одночасно охолоджувальною рідиною та частиною ізоляції разом з просоченим папером та картоном. На обидва типи матеріалу впливають кілька різних процесів старіння, і обидва матеріали схильні впливати один одного [4, 5].

Трансформаторне масло складається головним чином (> 99%) з вуглеводнів, суміш, яка не дуже відрізняється від дизельного палива, однак у ньому є тисячі різних компонентів; які істотно впливають на його властивості [6].

Основним чинником деградації трансформаторного масла є окиснення. Це дуже складний процес, тим більше, що при експлуатації деградація олії та паперу значною мірою взаємодіють один з одним. Деякі з важливих функцій наведені нижче:

- швидкість розкладання залежить від температури (як і всі хімічні реакції).
- розпад залежить від доступу кисню. Неможливо повністю видалити кисень з масла.
- окиснення каталізується іонами металів. Варто зазначити, що мідь може бути розчинена в маслі під дією деяких продуктів окиснення.
- наявність речовин, що виступають у ролі поглиначів радикалів, поглиначів перекисів та дезактиваторів металів, що уповільнить процес.

1.3. Аналіз процесу відновлення трансформаторного масла

В процесі експлуатації трансформаторного масла, в них накопичуються продукти окиснення, забруднення та інші домішки, які знижують їх якість. Масла, що містять забруднюючі домішки, не задовольняють вимоги, що висуваються до них, і повинні бути замінені свіжими маслами. Відпрацьовані масла збирають та піддають регенерації з метою збереження цінної сировини, що є економічно вигідним.

Залежно від процесу регенерації одержують 2-3 фракції базових масел, з яких компаундуванням і введенням присадок можуть бути приготовлені товарні масла.

Методи очищення відпрацьованих трансформаторних масел визначаються характером їх забруднення їх можна розділити на фізичні, фізико-хімічні, хімічні та комбіновані.

Установки, що використовуються для очищення масла, за принципом дії та конструктивними особливостями дуже різноманітні. Основні типи

обладнання (очисники), що використовуються при очищенні нафтових масел у силовому полі, такі:

- гравітаційні (безперервної, напівбезперервної, періодичної дії);
- відцентрові (гідроциклони та центрифуги);
- електричні (високочастотні та електростатичні);
- магнітні (з електромагнітом та з постійним магнітом);
- вібраційні (механічні та ультразвукові);
- комбіновані.

Особливості старіння трансформаторного масла безпосередньо пов'язані з окислювальними процесами. Як тільки в масло проникає кисень і вода, воно починає окислюватися незалежно від зовнішніх умов.

Крім того, на ізоляційне масло впливають також і забруднення, що з'являються від твердих матеріалів трансформатора. Висока температура, вологість та окислення, вкрай негативно діють по відношенню до твердої ізоляції.

Забруднення формується в процесі експлуатації трансформатора. Бруд утворюється швидше при максимально завантаженому та неправильному експлуатуванні трансформатора. Бруд зменшує охолоджувальну здатність трансформаторного масла та збільшує його в'язкість масла, що в процесі експлуатації призводить до скорочення терміну служби.

Трансформаторну масло можна відновити повністю. Термін експлуатації ізоляційного масла при відповідному обслуговуванні можна продовжити необмежено.

Метод селективного очищення трансформаторного масла заснований на властивості деяких розчинників розчиняти тільки частину сполук, що входять до складу масляних дистилатів. В якості вибіркового розчинника промислово застосування отримав фенол.

За спадною розчинністю у фенолі компоненти масляних дистилатів розташовуються в наступному ряду: смоли, сірчисті та азотисті сполуки, поліциклічні сполуки, ароматичні вуглеводні, нафтени та парафінові вуглеводні. Очищення дистилату проводиться у колонах методом протитечії. У верхній частині колони температура дорівнює 50-55 °С, в нижній 31-42°С. Щоб уникнути кристалізації фенолу, температура плавлення якого складає 40,9°С, в фенол додають до 10% води.

Метод селективного очищення масляних дистилатів розроблений для виготовлення трансформаторних масел з сірчистих парафіністих нафт. Масло, отримано з цих нафт після фенольної очистки, мають температуру застигання близько 20 ° С при нормі -45 ° С. Тому необхідно видалити парафін і частину рідких при позитивних температурах вуглеводнів, які при негативних температурах утворюють кристалічну структуру, що призводить

до втрати рухливості масла. Процес видалення вказаних речовин називається депарафінізацією. Депарафінізація складається з наступних операцій. Спочатку проводиться обробка розчинником (суміш 30% ацетону та 70% бензолу або толуолу). Ацетон не розчиняє парафіни та слабо розчиняє інші компоненти олії. Бензол або толуол підвищує здатність розчину суміші. Ця суміш повністю розчиняє рідкі компоненти та слабо розчиняє парафіни при низькій температурі. Витрата розчинника 100-150%. Обробка розчинником ведеться при температурі 50-70 °С, на 25-30 °С вище температури помутніння необробленого масла.

Далі проводиться відділення твердої фази, що виділилася при охолодженні центрифугами або вакуумними фільтрами. Завершальною операцією є доочищення масла при додаванні 5% відбілюючих земель.

Процес регенерації масла та очищення від бруду відбувається на місці встановлення. Масло відкачується з нижньої частини баку, нагрівається, фільтрується, дегазується та зневоднюється перед тим, як воно повернеться на верх трансформатора через розширювальний бак.

Процес триватиме доти, поки масло не відповідатиме стандарту або іншим специфікаціям. При методиці відновлення масла буде використано метод нагріву, адсорбції та вакуумування (виділення води та дегазація). Усі виявлені неточності мають бути усунені перед обробкою масла.

Різниця між регенерацією та очищенням має відміну в тому, що при очищенні не можуть видалятися такі речовини, які розчинені в маслі як: кислота, альдегіди, кетони та ін. Отже, при очищенні не може змінюватися колір масла від бурштинового до жовтого. При регенерації здійснюється поєднання, що включає також і операцію очищення, а також здійснюється фільтрація та зневоднення.

Проведене відновлення та очищення трансформаторного масла на місці дає наступні результати:

- вологовміст у маслі знизився менше, ніж на 10 ppm;
- кислотність знизилася менше, ніж на 0,02 мг КОН/гр масла;
- пробивна напруга збільшилася більше, ніж на 70 кВт;
- міжфазна напруга збільшилася до 40 днів;
- Tgd масла стало одно або менше, ніж 0,003;
- бруд розчиняється або стає як суспензія в маслі, так само як і осад і видалені в процесі регенерації;
- стабільність окиснення масла відновилася;
- колір трансформаторного масла став світло-жовтим;
- твердої ізоляції пробивна напруга покращилася.

Незважаючи на те, що відповідне відновлення видалятиме бруд, який розчинився або став суспензією в маслі, воно не видалятиме осадовий бруд.

1.4. Аналіз технічних пристроїв для відновлення трансформаторного масла

Установку для відновлення трансформаторного масла (рис. 1.1) можна використовувати на підприємствах енергетичного комплексу, електричних та трансформаторних станціях і об'єктах, що використовують трансформаторне масло. Основною метою проведення відновлення є поліпшення якості трансформаторного масла.

Дана установка вирішує завдання покращення електроізоляційних властивостей відновленого масла та підвищення класу чистоти продукту.

При способі регенерації трансформаторного масла, що включає в себе відбір масла з трансформатора, фільтрацію, вакуумну сушку і дегазацію, повернення масла, фільтрацію здійснюють через анізотропну мембранну перегородку з розміром пор більше 5 мікрон при взаємно перпендикулярному напрямку потоків неочищеного та очищеного масла, а при вакуумному сушінні та дегазації область вакууму розподіляють по всій фільтрувальній поверхні з боку очищеного масла.

Пристрій для регенерації трансформаторного масла містить шестеренний насос 1, камеру вакуумного вузла 2, вакуум-насос 3, циркуляційний насос 4, фільтр у вигляді пучка трубних мембран 5, регулювальний вентиль 6, ємність 7 відпрацьованого трансформаторного масла, ємність 8 очищеного трансформаторного масла, 9 і 13 запірні вентиля, 14 манометр, 15 вакуумметр.

Пристрій для регенерації трансформаторного масла працює наступним чином. Вихідне трансформаторне масло з ємності 7 надходить через вентиль 10 у всмоктувальний патрубок шестереного насоса 1, продуктивність якого регулюється за допомогою вентиля 11. Під необхідним тиском, фіксованим манометром 14 і регульованим вентилям 6, масло перекачується в трубний простір 5. Активний шар анізотропних мембран повинен мати пори розміром менше 5 мікрон, тобто наявність більших пор викликає різке погіршення якості очищеного масла і не дозволяє підтримувати необхідний вакуум по всій поверхні фільтрування.

У фільтрі 5 масло поділяється на два потоки. Очищене масло, що пройшло через пори мембранних елементів у напрямку, перпендикулярному потоку неочищеного масла, перекачується в ємність 8. Вакуум-насос 3 при цьому підтримує достатню величину вакууму (реєстрованого вакуумметром 15) у просторі між мембранними елементами фільтра 5. Масло, що не пройшло через пори фільтруючих елементів, повертається через вентиль 6, що регулює тиск у системі та надходить у вихідну ємність 7.

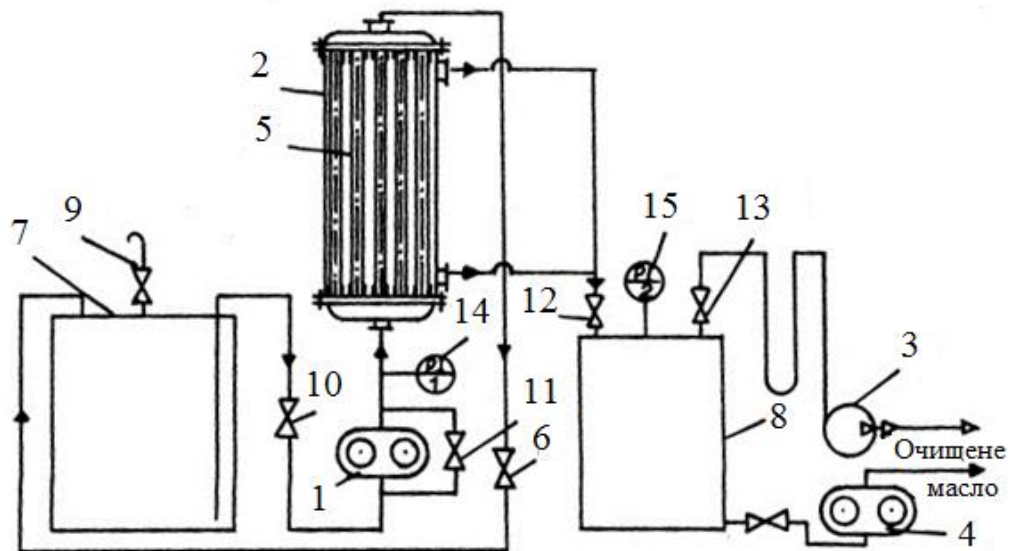


Рис. 1.1. Установка для відновлення трансформаторного масла:

1 – шестеренний насос; 2 – камера вакуумного вузла; 3 – вакуум-насос; 4 – циркуляційний насос; 5 – фільтр; 6, 10, 11 – вентилі; 7, 8 – ємність; 9, 13 – запірні вентилі; 14 – манометр; 15 – вакууметр

Робота установки УПТМ-8 (рис. 1.2) для регенерації заснована на комбінованому використанні методів фільтрації, коагуляції, відстоювання і випаровування. Вітпрацьоване трансформаторне мало, відфільтроване і підігріте до температури 200°C , подається у випарювач, де із нього видаляється вода і легколеткі домішки. Далі масло обробляється 20%-вим розчином коагулянту, що додається в кількості 2-3% до вихідної сировини. Після відстоювання в автоклаві-відстійнику залишки води видаляються у другому випарнику. Потім масло через теплообмінник і холодильник перекачується в мішалку, а звідти надходить на фільтр-прес для контактного доочищення глиною, що відбілює, і видаляє механічних домішок з розміром частинок більше 1-2 мкм. Очищене масло надходить у проміжну двосекційну ємність і далі в ємності регенованих продуктів [15].

Для отримання технологічних масел передбачено фільтр тонкого очищення. У цьому випадку масло після випарника, проходячи через мішалку і фільтр-прес, подається на фільтр тонкого очищення, а потім двосекційну ємність, звідки перекачується в резервуари регенованого масла. Продуктивність установки типу УПТМ-8 становить 4 л/хв за вихідною сировиною, а вихід очищеного масла – не менше 85 %.

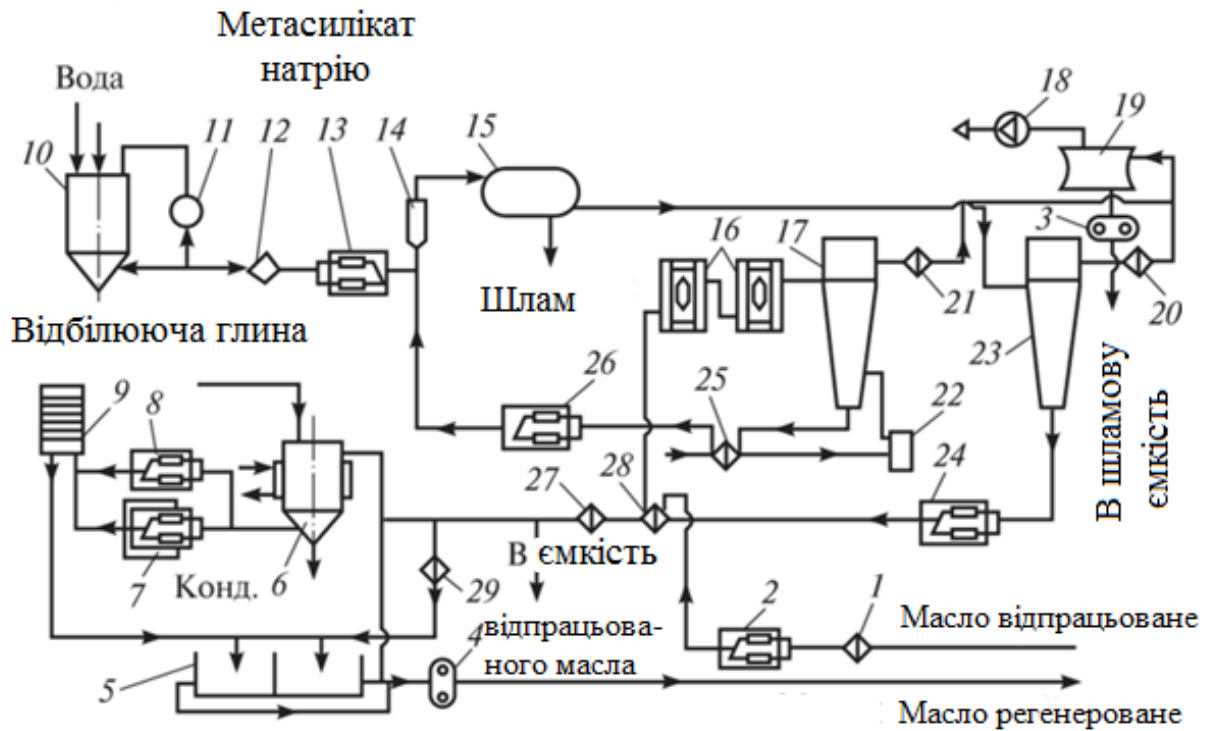


Рис. 1.2. Функціональна схема установки УПТМ-8К: 1 – фільтр грубого очищення; 2, 8, 1, 2, 26 – насоси дозатори; 3 – електронасосний агрегат; 4 – вузол видачі готового продукту; 5 – двохсекційна ємність; 6 – контактна мішалка; 7 – плунжерний насос; 9 – фільтрпрес; 10 – ємність для приготування коагулянта; 11 – насос; 12 – фільтр грубого очищення; 14 – змішувач; 15 – автоклав-відстійник; 16 – електропід; 17 – випаровувач; 18 – вакуум-насос; 19 – збірник відгону; 20 і 21 – холодильники-конденсатори; 22 – адсорбер; 23 – випаровувач; 25 і 28 – холодильники; 27 – теплообмінник; 29 – фільтр тонкого очищення.

Установка серії ЛТМ (рис. 1.3) призначена для експлуатації на виробничих і ремонтних підприємствах енергетики [16, 17].

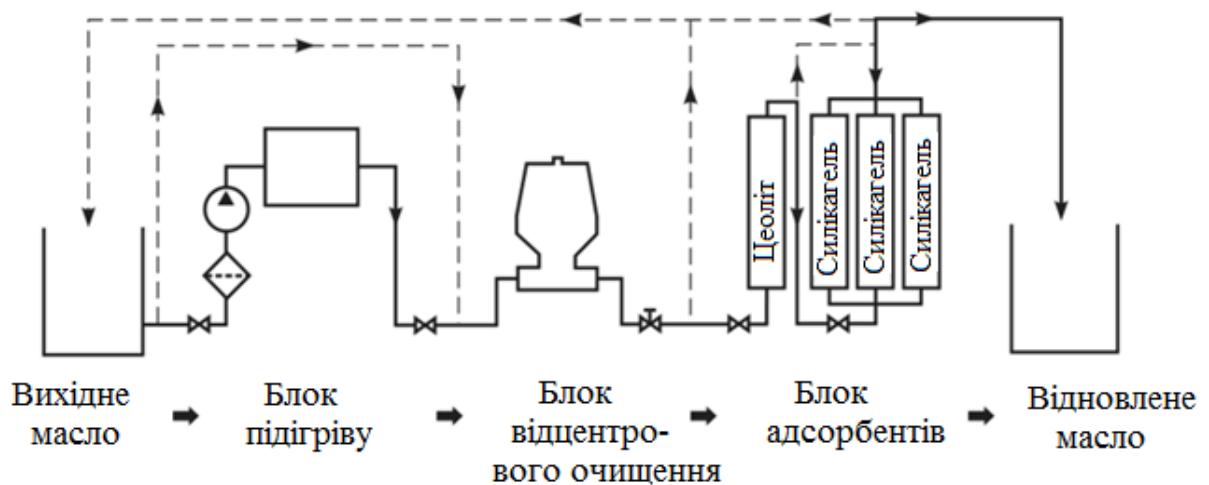


Рис. 1.3. Установка серії ЛТМ

Випускаються дві моделі ЛТМ-901 з блоком відцентрового очищення та блоком адсорберів та ЛТМ-902 з блоками підігріву маслаї, відцентрового очищення та адсорберів. Продуктивність ЛТМ-901 та ЛТМ-902 - 15 л/хв, споживана потужність ЛТМ-901 не більше 4, а ЛТМ-902 – від 4,5 до 49 кВт.

Некондиційне масло надходить у блок підігріву ЛТМ-902, де проходить через фільтр грубого очищення та насосом подається в нагрівач для масла до заданої температури. З блоку підігріву (а в ЛТМ-901 — безпосередньо з баку) масло надходить у блок відцентрового очищення для видалення механічних домішок та води. При великій початковій забрудненості масло потім знову надходить у вихідну ємність для багаторазової циркуляції через блок відцентрового очищення. Масло, що пройшло відцентрове очищення, потрапляє в блок адсорберів, що містить патрони з цеолітом і силікагелем.

Блоком відцентрового очищення лінії ЛТМ служить одна з моделей стенду очищення гідросумішей (СОТ). Ефективність зневоднення залежить від продуктивності лінії. При паспортній продуктивності (15 л/хв) за один прохід СОТ видаляє з масла до 80 % води, а близько половини води, що залишилася, поглинає цеоліт.

При великій початковій забрудненості масла проводять попереднє циркуляційне очищення стендом СОТ, видаляючи до 98% сумарної води, і потім подають масло в блок адсорберів, забезпечуючи на виході лінії вміст води в межах 10-20 г/т.

При типовій початковій обводненості 100 г/т ресурсу адсорбентів лінії ЛТМ достатньо обробки понад 200 т трансформаторного масла. Блок містить один патрон з цеолітом, що очищає масло від розчиненої води, і три патрони з силікагелем, що очищає масло від продуктів окислення. Крім кислот, цей адсорбент здатний поглинати також розчинну воду, тому передочистка олії цеолітом сприяє більш тривалій роботі силікагелю.

1.5. Системний аналіз об'єкта відновлення трансформаторного масла

Проводячи аналіз процесу відновлення трансформаторного масла з точки зору системного аналізу, зауважимо загальні ознаки, які характерні для складних систем:

1. В даній системі виділяється структурна поєднаність підсистем, що поєднуються між собою.
2. Кожна із даних систем може входити, як підсистема в більш складну підсистему.

3. Складні системи взаємодіють як одне ціле та із зовнішнім середовищем.

4. Процес роботи даних складних систем поєднує в собі різні дії (перетворення енергії, речовини, інформації).

5. Ефективність діяльності системи може визначатись як співвідношення результату перетворення вхідної сировини в готову продукцію або ступінь зменшення складності проблеми.

6. Плановість існування складних систем управління виступає в намаганні підтримувати відповідні режими та пристосовуватись до зовнішнього середовища, яке постійно змінюється.

7. Процес існування складних систем управління – це поєднання процесів основного призначення та допоміжного (розвиток, адаптація, реконфігурація тощо).

8. У складних системах процеси управління втілюються з використанням зворотних зв'язків та з формуванням комплексу цілей кожні з яких вирішуються своїм методом.

9. Поєднання органів управління в складних системах зсформовується за ієрархічним принципом.

Враховуючи основні принципові рішення з автоматизації було прийнято з урахуванням діючих вимог, норм та правил проектування енергетичних установок.

Зважаючи на те, що існуюча система автоматизації установки з відновлення фізично зношена і розукомплектована, було прийнято рішення одо повної заміни систем налагоджування контрольновимірювальних приладів та автоматики.

Основні проектні рішення висвітлені на функціональній схемі автоматизації.

Сучасна система автоматизації має задовільняти наступні вимоги:

- високу надійність та ефективність управління;
- економічну ефективність впровадження;
- нарощування темпів в процесі удосконалення та розширення виробництва;
- поділ структури з передачею техніко-економічної інформації системам вищого рівня.

Система автоматизації має забезпечувати виконання таких функцій:

- захист, аварійне та попереджувальне сигналізування;
- автоматичне регулювання;
- відображення параметрів;
- реєстрація параметрів.

Відповідно до особливостей конструкції установки та технологічного процесу, вона має бути оснащена приладами для:

- приладом виміру надлишкового тиску;
- апаратом очищення;
- приладом виміру температури трансформаторного масла;
- приладом виміру температури в сепараторах-нагрівачах;
- приладом виміру рівня в сепараторі-нагрівачі;
- приладом виміру рівня в резервуазі для збору чистого масла;
- приладом виміру вакууметричного тиску в сепараторі-нагрівачі;
- приладом виміру вакууметричного тиску у вакуумній магістралі;
- приладом виміру витрат чистого масла.

Для безаварійної нормальної роботи установки з відновлення трансформаторного масла в процесі використання існують вимоги до ведення технологічного процесу і вибору параметрів, які характеризують стан об'єкта управління.

При зміні деяких параметрів з відхиленням відповідних меж - це може призвести до аварійного стану обладнання, тому необхідно здійснювати контроль і сигналізувати за допомогою мікропроцесорного контролера.

Система автоматизованого управління повинна бути достовірною та відноситись до нижнього і верхнього ієрархічного рівня. До складу відповідної системи входить мікропроцесорний контролер, що повинен забезпечувати сумісність з іншими пристроями системами.

Автоматизована система управління експлуатується в умовах роботи ремонтного цеху підприємства – у виробничий сезон. Режим роботи підприємства трьохзмінний із середньою тривалістю – 80 діб, технологічний процес безперервний.

Система автоматизованого управління має забезпечувати як автоматичний так і частковий ручний режим. Ручний режим роботи має здійснюватись за допомогою дисплейної мнемосхеми та компютером.

Вирішення комплексу задач, що виконуються системою управління мають проходити безперервно та паралельно з роботою установки для відновлення трансформаторного масла.

Реалізація функцій визначається якістю, надійністю та швидкодією. Швидкодія системи визначається часом спрацювання регулюючих дій, що не повинен перевищувати встановленні норми.

Якість роботи засобів автоматизації в більшості випадків визначається відповідним вибором структурної схеми її автоматизації, що забезпечує проведення процесу при визначених параметрах.

Визначення критерію автоматизованого управління є однією з головних задач при побудові системи, так як на його основі встановлюється ціль

управління, що визначає структуру системи автоматизації. В даний час в якості критерію управління вибирають будь-які економічні показники, такі як прибуток, мінімальна собівартість, величина капітальних затрат тощо.

Висновки по розділу 1

Впровадження автоматизованої системи управління дає змогу підвищити продуктивність, зменшити втрати енергоресурсів і цим покращити техніко-економічні показники. Автоматизація забезпечує такі зміни:

- підвищення продуктивності технологічного устаткування;
- зменшення витрати допоміжних матеріалів;
- зменшення витрати палива та електроенергії;
- покращення умов праці та організації виробництва;
- підвищення надійності протікання виробничого процесу.

В даній роботі запропонована система удосконалення автоматизації процесу відновлення трансформаторного масла на АТ «Житомиробленерго».

РОЗДІЛ 2.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА

Засоби автоматизації дозволяють здійснити моніторинг якості продукції кожної стадії технологічного процесу відновлення трансформаторного масла.

Нафтопродукти, що переробляються та одержуються на установці, є пожежонебезпечними.

Тому необхідно контролювати всі технологічні параметри, що впливають на безпеку проведення процесу. Цьому сприяють засоби контролю та автоматизації, що застосовуються в даний час на встановленні установки для відновлення трансформаторного масла.

2.1. Вибір та обґрунтування параметрів контролю, регулювання та сигналізації

Рівень рідини регулюється шляхом зміни подачі сировини чи зміни витрати рідини. Рівень регулюється для того, щоб запобігти аварійним ситуаціям на установці. Якщо рівень буде занадто великий, то рідина залле і порушиться процес масообміну, а якщо рідини не залишиться, то може вийти з ладу насос, що відкачує дану рідину.

У ємностях регулюється рівень, щоб уникнути переливу і виходу з ладу насосів, що відкачують.

Прилади для контролю та регулювання повинні бути швидкодіючими, надійними в роботі та забезпечувати необхідну точність вимірювання. Необхідно враховувати властивості об'єктів регулювання та регуляторів, щоб забезпечити стійкість системи регулювання у процесі.

Для здійснення схем контролю та регулювання обрані наступні прилади.

В якості чуттєвого елемента при вимірюванні температури використовують термоелектричні термометри (рис. 2.1) градування хром-алюміній (ТХА) і градування хром-капель (ТХК) при вимірі термперетури по іншим позиціям, о відповідають умовам технологічного режиму.

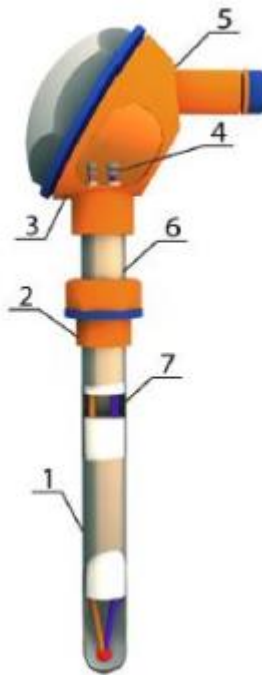


Рисунок 2.1 – Конструктивна схема термоелектричного термометра: 1 – гільза; 2 – штуцер нерухомий, 3 – головка, 4 – розетка, що виконана із захисного матеріалу для приєднання термоелектродів та подовжувальних дротів, 5 – патрубок з ущільнювачем сальниковим, 6 – трубка з’єднувальна, 7 – термоелектроди

Датчики тиску. В якості датчиків тиску використовуються термоелектричні перетворювачі типу Сапфір 22 М-ДА (рис. 2.2) – для виміру перепаду тиску і Сапфір 22 МДГ – для виміру тиску стовпа рідини, Сапфір 22 МДВ – для виміру розрядження.



Рис. 2.2. Датчиків тиску використовуються термоелектричні перетворювачі типу Сапфір 22 М-ДА

Датчики витрати. В якості датчиків витрати використовуються діафрагми камерні типу ДК. Вони розраховані на перепад тиску від 0,6 до 10,0 МПа. Перепад тиску перетворюється за допомогою тензометричного

перетворювача різниці тиску Сапфір-22ДД в стандартний струмовий сигнал, пропорційний цій витраті.

Датчики рівня. В якості датчиків рівня використовуються вимірювальні термоелектричні перетворювачі Сапфір-22 МДГ з уніфікованим вихідним сигналом.

Регулюючий контролер. В якості регулюючого контролера використовується Реміконт Р-130 (рис. 2.3) – це комплекс універсальних мікропроцесорних технічних засобів широкого призначення, який може застосовуватись при автоматизації самих різноманітних технологічних процесів. Ремікон Р-130 відноситься до класу малолокальних засобів управління, розрахованих на вирішення задач автоматичного регулювання від одного до чотирьох контурів) і логічного управління (з 10-30 входами і виходами).



Рис. 2.3. Контролер Реміконт Р-130

На базі Реміконта Р-130 ефективно вирішуються як порівняно прості, так і складні задачі управління. Відмінною особливістю Реміконта є те, о засоби підключення до локальної мережі виключно дешевші і не знижують надійність контролерів при виконанні основних функцій управління. В склад Реіконта Р-130 входять 3 види моделей: регулюючі, логічні і безперервно-дискретні.

Вторинний прилад. Дисплейна станція ДС-130 призначена для роботи з контролерами типу Реміконт Р-130 і представляють собою програмно-технічний комплекс, о складається із компютера сумісним з ІВМ/АТ/ХТ, укомплектованим кольоровим дисплеєм типу EGA, принтером, клавіатурою загального призначення і спеціальним пакетом програм.

Виконавчий механізм. Виконавчий механізм призначений для безпосередньої зміни кількості речовини або енергії, що підводяться до об'єкту регулювання або відводиться від нього.

В якості виконавчих механізмів застосовуються електромагнітні клапани для агресивних середовищ Burkert (рис. 2.4), такий вибір обумовлений фізико-хімічними властивостями потоків.



Рис. 2.4. Електромагнітний клапан Burkert.

Перетворювачі проміжні. Перетворювачі проміжні функціональний електропневматичний перетворювач типу ЕПП-М, призначений для перетворення струмового сигналу в пневматичний, вимірювальний перетворювач марки Ш9322, який використовується для перетворення сигналу термо-ЕДС в стандартний струмовий сигнал $I_{\text{вих}} = 0 \dots 5$ мА.

2.2. Розрахунок та вибір виконавчих механізмів та регулюючих органів

Приводною частиною виконавчого пристрою є виконавчий механізм (ВМ), який використовується в системах автоматичного регулювання технологічними процесами. Виконавчий механізм призначений для переміщення регулюючих органів (РО) відповідно до командних сигналів (КС) автоматичних регулюючих управляючих пристроїв (ПУ). Встановлюються ВМ біля регулюючих пристроїв і зєднуються з ними за допомогою важелів та тяги. Вони виготовляються з датчиком зворотного зв'язку (блоком сигналізації положення вихідного валу) для роботи в системах автоматичного регулювання (САР) або без датчиків зворотного зв'язку – з блоком кінцевих вимикачів [17, 20, 21].

Принцип роботи механізмів заключається у наступному: перетворення електричного сигналу, що надходить від регулюючого пристрою або ПУ в обертальний вихідний валу [15].

Визначення коефіцієнта навантаження K , що враховує дію сили шкідливого опору $K = 1,12$.

Визначення наближеного значення зусилля $N_{\text{пор}}$ поршня:

$$N_{\text{пор}} = 1,12 \cdot 2300 = 2576 \text{ кгс} \quad (2.1)$$

Визначення попереднього значення діаметра поршня ВМ:

$$D = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{N_{\text{пор}}}{(P_{\text{жив}} - P_{\text{в}})}} \quad (2.2)$$

$$D = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2576}{(2,5-0,2)}} = 38,5 \text{ см}$$

Заокруглимо отримане значення діаметра поршня до більшого стандартного значення $D = 400 \text{ мм}$.

Визначимо умовний хід поршня:

$$S_y = 1,5 \cdot D; \quad (2.3)$$

$$S_y = 1,5 \cdot 40 = 60 \text{ см.}$$

Знайдемо ефективну площу поршня за формулою:

$$F_e = 0,785 \cdot 40^2 = 1256 \text{ см.}$$

Визначимо значення дійсного (розрахункового) тиску рушання поршня:

$$P_{н.д.} = \frac{110,779}{1256} = 0,088 \text{ кгс/см}^2.$$

Регулюючим органом слугує ланка виконавчого пристрою (ВП), яка використовується для зміни параметрів при регулюванні режиму роботи об'єкта (наприклад, витрати рідини).

Максимального використання набули дросельні РО клапани і заслонки. При двопозиційному регулюванні затвор РО змінює в одне із положень (відкрито-закрито). В даному випадку регулювання параметра робочого середовища здійснюється зміною співвідношення між проміжками часу, коли РО закритий або відкритий. Регулюючі органи характеризуються багатьма параметрами, основними з яких є: мінімальна витрата середовища, максимально допустимий тиск на вході в РО, перепад тиску на РО, витрата через відкритий клапан.

Методами аналізу системи автоматичного регулювання визначимо оптимальну витратну характеристику РО для заданого об'єкта регулювання.

Умовний прохід РО D_y , мм, виберемо таким, щоб виконувалася умова:

$$0,25DT < D_y < DT, \quad (2.4)$$

$$20 < D_y < 80,$$

$$D_y = 40(\text{мм}).$$

Вибір РО починають з нижньої допустимої межі, оскільки від D_y залежить вартість РО.

Якщо діаметр РО менший діаметра трубопроводу, до якого він повинен бути під'єднаний, то РО встановлюється на звуженні трубопроводу. Перехідна частина може бути більш плавною (сумарний кут скосу не більший 35°) і менш плавною (кут скосу більший 35°). Зрозуміло, що наявність додаткових місцевих опорів – звуження і розширення трубопроводу – збільшує загальний коефіцієнт опору РО і зменшує його пропускну здатність. Для того щоб і при наявності звуження РО пропустив

задану витрату, його умовна пропускна здатність повинна задовольняти умову:

$$K_{vy} \geq \eta \cdot K_T \cdot K_{vmax}, \quad (2.5)$$

де K_T – коефіцієнт впливу звуження трубопроводу, який складає $K_T = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{1,631^2}{25,4} \cdot 0,6909}} = 1,038$:

Отже, умовна пропускна здатність повинна задовольняти умову:

Перевіримо, чи не виходить дійсна швидкість потоку в трубопроводі за допустимі межі.

Дійсна швидкість потоку в трубопроводі визначається при максимальній витраті, згідно з формулою, (м/с):

$$K_{vy} \geq 1,1 \cdot 1,0383 \cdot 20,962 = 23,4086,$$

$$K_{vy} = 25 \text{ 0(м}^3\text{/год)}.$$

Перевіримо, чи не виходить дійсна швидкість потоку в трубопроводі за допустимі межі.

Дійсна швидкість потоку в трубопроводі визначається при максимальній витраті, згідно з формулою, (м/с):

$$W = \frac{1,34 \cdot Q_{max} \cdot T_1}{D_y^2 \cdot p_1} = \frac{1,34 \cdot 640 \cdot 298}{40^2 \cdot 2,6314} = 60,7001 \text{ (м/с)} \quad (2.6)$$

Обмеження швидкості потоку на вході РО: 75 м/с – для газів, отже, дійсна швидкість потоку рідини в трубопроводі не виходить за допустимі межі.

Отже вибираєм електричний виконавчий механізм зчленований з регулюючим органом, що відповідають нашим розрахункам, а саме – клапан запірно-регулюючий (КЗР) односідельний, фланцевий, з електричним виконавчим механізмом (ЕВМ) (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Зовнішній вигляд КЗР з ЕВМ

Таблиця 2.1

Характеристика виконавчого механізму

Параметр	Значення
Діаметр номінальний DN, мм	40
Тиск номінальний PN, МПа (кгс/см ²)	1,6 (16)
Пропускна характеристика	лінійна
Робочий хід плунжера, мм	20
Умовна пропускна здатність K _{Vy} , м ³ /ч	10 12,5 16 20 25
Відносне протікання, % от K _{Vy}	0,001 при $\Delta P_{исп} = PN$
Робоче середовище	Рідкі і газоподібні середовища, нейтральні до деталей, дотичних з середовищем
Температура робочого середовища T, °C	-15 ... +250 (300)
Температура навколишнього середовища, °C	-30 ... +50
Тип ЕВМ	ST 0; ST 0.1

Висновки по розділу 2.

В даному розділі система виконана на базі програмованого регулюючого контролера Реміконт Р-130.

На контролера реалізовано процес регулювання за всіма необхідними параметрами установки для регенерації:

- регулювання надлишкового тиску при відновлення трансформаторного масла. Запропоновано використовувати датчики тиску типу Сапфір 22 М-ДА;

- регулювання температури трансформаторного масла. Даний електромагнітний клапан Burkert регулює вмикання нагрівача, регулюючи напругу, чим забезпечуючи оптимальну температуру масла;

- регулювання рівня масла в ємності для збору чистого масла. Регулювання рівня регенованого трансформаторного масла дозволяє спорожнити ємність для збору при її заповненні.

Використання даних регуляторів дасть змогу підвищити ККД установки з 88% до 92% за рахунок використання сучасних точних засобів автоматизації.

РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1. Вимоги до встановлення вибраних технічних засобів

Монтаж датчиків температури

Елементи датчиків температури встановлюють таким чином, щоб вони сприймали дійсну температуру вимірювального середовища. В даному випадку повинен бути виключений променевий теплообмін між поверхнею чутливого елемента та поверхнею, що нагрівається, а також зведений до мінімуму відведення тепла через арматуру датчика у навколишнє середовище.

Термоелектричні термометри встановлюють у місцях, зручних для спостережень за їх показаннями та не становлять небезпеки щодо механічного пошкодження. Найкраще встановлювати їх на висоті 1,5-1,8 м від підлоги.

Перед встановленням датчиків температури необхідно перевірити відповідність умовного тиску, на який розраховано захисну арматуру, дійсний робочий тиск вимірюваного середовища.

Приєднання термоперетворювача до електричного кола проводиться за відповідною схемою електричного з'єднань (рис. 3.1).

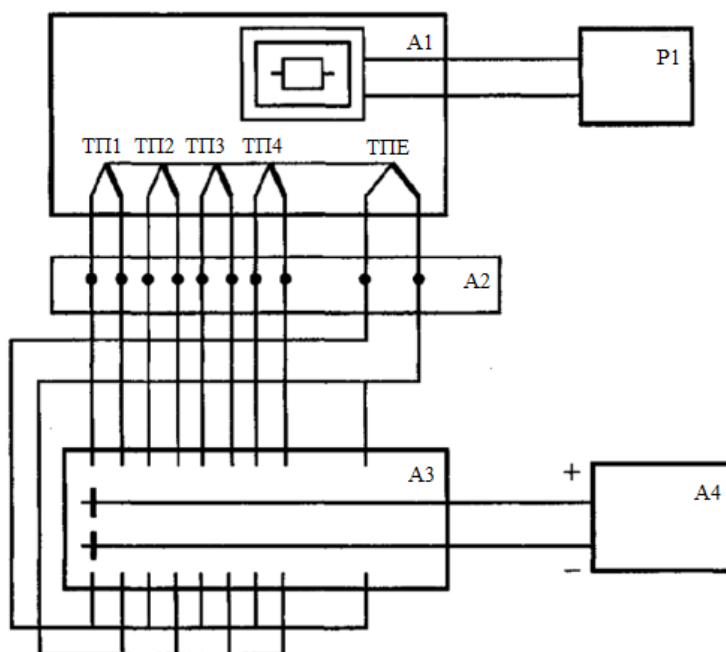


Рис.3.1. Схема електричного з'єднання термоперетворювача до електричного кола: A1 – установка; A2 – термостат; A3 – перемикач; A4 – вимірювальний пристрій постійного струму; P1 – регулятор напруги; ТП1-ТП4 – термопари; ТПЕ – термопара еталона.

Для приєднання необхідно пропустити кабель зовнішніх приладів через сальникове введення. Жили кабелю підключити до клем ВП, дотримуючись полярності. Максимально допустимий діаметр кабелю 7,5 мм. Мінімально допустимий діаметр кабелю 4,5 мм. Перетин струмопровідних жил 0,12; 0,14; 0,2 або 0,35 мм². Для приєднання ВП до зовнішніх приладів можна використовувати, наприклад, кабелі: КММ 2x0,12 мм²; КММц 2x0,12 мм²; КММ 2x0,35 мм²; КММц 2x0,35 мм².

Вибухозахищені термоперетворювачі ТСМУ-205-Н необхідно встановлювати у вибухонебезпечних зонах приміщень і включати в іскробезпечне електричне коло.

Встановлення вибухозахищених термоперетворювачів необхідно проводити відповідно до електричних схем з'єднань. Приєднання зовнішнього кабелю до стійок термоперетворювача здійснюється методом пропускання в прорізи стійок кінців кабелю і їх затискання відповідними гайками, також необхідно надійно приєднати жил кабелю до струмоведучих стійок, виключаючи можливість КЗ жил кабелю.

Після здійснення необхідного монтажу потрібно перевірити роботоздатність термоперетворювача методом вимірювання струму іскробезпечного зовнішнього кола.

Значення струму повинно змінюватися в діапазоні 4 ... 20 мА.

Монтаж датчиків рівня

Правильна установка рівнеміра дуже важлива для його подальшої коректної та надійної роботи. Оскільки рівнемір може бути змінено відповідно за місцем відповідно до умов застосування, рекомендується скористатися нижченаведеними вказівками, там, де це можливо. Рівнеміри Rosemount серії 3100 призначені для установки на неметалеві фітинги або фланці. Використання металевих фланців/фітингів не рекомендується.

Вказівки:

а) Монтаж повинен відбуватися підготовленим кваліфікованим персоналом, у відповідності з діючими правилами і нормами.

б) Якщо обладнання буде контактувати з агресивними речовинами, користувач повинен вжити заходів щодо захисту обладнання від їх впливу для забезпечення необхідного класу захисту.

в) Рівнемір слід очищати тільки вологою тканиною. Застосування розчинників забороняється.

г) Виріб не призначений для ремонту користувачем і підлягає заміні на еквівалентний сертифікований виріб. Ремонт обладнання проводиться тільки виробником.

е) Рівнемір має подвійну ізоляцію, тому захисне заземлення не потрібне. Наявні на металевому корпусі внутрішня і зовнішня клема заземлення призначені тільки для робочого заземлення.

ф) Для забезпечення захисту від можливого займання, струм в ланцюзі електроживлення повинен бути обмежений 3,75 А за допомогою запобіжника або інших відповідних засобів.

Вказівки з механічного монтажу:

а) Рівнемір повинен монтуватися над рівнем рідини за допомогою наявної монтажної різьблення (2").

б) Встановлюйте рівнемір вертикально для забезпечення гарного відображення сигналу від поверхні рідини і максимальної потужності прийнятого луна-сигналу.

в) Перешкоди або об'єкти в ємності можуть призводити до появи хибних ехосигналів, які будуть перешкоджати визначенню істинного луна-сигналу від поверхні рідини. Перешкоди в межах кута розбіжності ультразвукового імпульсу призводять до появи сильних помилкових ехосигналів. Тому, при можливості, встановлюйте рівнемір так, щоб уникнути даного ефекту.

г) Для запобігання виявлення небажаних об'єктів або перешкод в ємності, рекомендується витримувати відстань не менше 0,11 м від осової лінії рівнеміра на кожен метр відстані до перешкоди.

д) Якщо рівнемір розташований біля стінки ємності або заспокійливого колодязя, і стінки гладкі і не мають виступів, помилкових сигналів, швидше за все, не буде, проте відбитий сигнал буде сильно послаблюватися. Щоб уникнути сильного ослаблення сигналу рекомендується встановлювати рівнемір на відстані не менше 0,3 м від стінки ємності.

е) Якщо рівнемір монтується всередині ємності, уникайте установки рівнеміра на центрі даху ємності, тому що дах може стати параболічних рефлектором і генерувати небажані сигнали. Уникайте використання рівнеміра в застосуваннях з можливим інтенсивним утворенням конденсату на лицьовій стороні випромінювача.

ж) Якщо рівнемір монтується в патрубку, лицьова сторона випромінювача повинна виступати всередину ємності не менше ніж на 5 мм.

з) В місцях, де пряме сонячне світло може привести до значного нагрівання рівнеміра, рекомендується встановити сонцезахисний козирок (навіс).

и) Пам'ятайте, що рівнемір не зможе виявити поверхню рідини, якщо вона знаходиться на відстані менше 0,3 м від випромінювача рівнеміра. Для здійснення монтажу рівнемір оснащений 2" різьбою. Доступна різьба двох

типів - 2" BSPT або 2 "NPT. Тип різьби вказано на шестигранник корпусу рівнеміра.

Порядок здійснення монтажу:

1. Для забезпечення найвищої сили відбитого сигналу, переконайтеся, що рівнемір встановлений перпендикулярно поверхні рідини.

2. Переконайтеся в тому, що максимальний рівень рідини не досягне мертвої зони рівнеміра - 0,3 метра (12 ") від випромінювача.

3. При установці на стійку або патрубок (додаток В):

а) Для ущільнення нарізного сполучення використовуйте ущільнювальну тефлонову стрічку (додаток В).

б) Опустіть випромінювач рівнеміра в ємність.

с) Повертайте рівнемір по різьбі, поки він не буде надійно зафіксований.

д) Використовуючи шестигранник, затягніть рівнемір з зусиллям 2 Нм.

4. При установці з використанням кронштейна (додаток В):

а) Приєднайте кронштейн до диска з ПВХ, використовуючи 3 гвинта, що поставляються в комплекті з кронштейном.

б) Приєднайте кронштейн і диск до опорної поверхні.

с) Для ущільнення нарізного сполучення використовуйте ущільнювальну тефлонову стрічку.

д) Вставте рівнемір в диск.

е) Використовуючи шестигранник, затягніть рівнемір з зусиллям 2 Нм.

Підключення рівнеміра Рівнеміри Rosemount серії 3100 - це двопровідні прилади з живленням по контуру. Напруга живлення 12 - 30 В постійного струму Кожен рівнемір має два кабельні вводи. Для забезпечення ступеня захисту від атмосферних впливів і ступеня захисту для застосування в небезпечних зонах повинні використовуватися відповідні кабельні вводи. Невикористане введення повинне бути закрито заглушкою.

Монтаж датчиків тиску

При приєднанні датчика до трубопроводу (посудини, резервуару і т.д.) з вимірювальним середовищем необхідно враховувати наступне:

- місце відбору тиску відносно трубопроводу рекомендується розмішувати в зонах відповідно до рис. 3.2;

- з'єднувальні лінії від місця відбору тиску до датчика (імпульсні трубки) слід прокласти по найкоротшій відстані, проте довжина їх повинна бути достатньою для того, щоб температура вимірюваного середовища, що надходить в датчик, не відрізнялася від температури навколишнього повітря. Обрана довжина підвідних ліній залежить від температури вимірюваного середовища, діаметра і матеріалу лінії, характеру зміни вимірювального параметру. Імпульсні трубки повинні бути достатньо широкими, щоб

зменшити ефект тертя і засмічення. Імпульсні трубки не повинні бути зігнуті під гострими кутами, які могли б сприяти накопиченню в них газу або рідини;

Імпульсні трубки повинні мати однобічний нахил (не менше 1:10) від місця відбору тиску вниз до датчика, якщо вимірювана середовище – рідина.

Якщо це неможливо, при вимірюванні тиску в найвищих точках сполучної лінії встановити газозбірники.

Слід уникати умов, при яких можлива різниця температур між колінами імпульсних трубок.

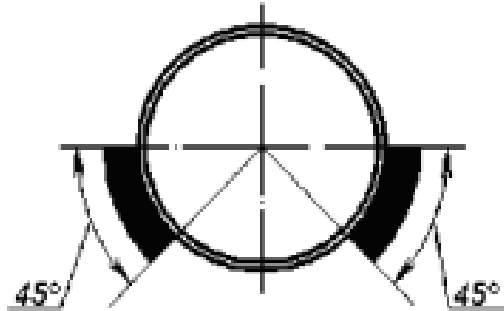


Рис. 3.2. Рекомендовані зони розташування місць відбору тиску

В сполучній лінії від місця відбору тиску до датчика рекомендується встановлювати два вентиля або триходовий кран для відключення датчика від лінії і з'єднання його з атмосферою. Це спростить періодичний контроль і установку вихідного сигналу, що відповідає нижній межі вимірюваного тиску, і демонтаж датчика.

При виборі і приєднанні кабелю необхідно враховувати наступне:

максимальний зовнішній діаметр кабелю повинен бути на 1-2 mm менше діаметра прохідного отвору в корпусі ввідного пристрою датчика і діаметра прохідного отвору в нажимному штуцері кабельного вводу; сигнальні проводи не повинні міститися в кабелепроводі або укладатися у відкритий кабельний жолоб разом із силовим кабелем або поруч з енергоємним обладнанням.

Лінію зв'язку рекомендується виконувати кабелем типу КВВГЕ, КВВГЕНГ або аналогічним з мідними проводами перетином 0,75 або 1,00 mm².

Монтаж датчика витрати

При виборі місця установки ротаметрів слід керуватися правилами:

- Ротаметр повинен встановлюватися на строго вертикальній ділянці труби з напрямком потоку середовища від низу до верху.

- Мінімальна довжина прямолінійних ділянок перед ротаметром і після нього повинна становити не менше п'яти діаметрів умовного проходу.

- У місці установки приладу має бути відсутня сильна вібрація, високі температури і сильні магнітні поля. Тому не рекомендується встановлювати прилад в безпосередній близькості від інших механізмів, що створюють вібрацію і електромагнітні наводки.

- Регулюючі пристрої повинні встановлюватися після ротаметра. Пристрої відключення краще встановлювати до ротаметра.

- Ротаметр не повинен встановлюватися в місці напруги трубопроводу і не повинен бути опорою трубопроводу.

- Рекомендується передбачити захист від попадання вологи на корпус ротаметра.

- Ротаметр слід встановлювати у легкодоступних місцях. Навколо нього повинен бути забезпечений вільний простір для зручності монтажу та подальшого обслуговування.

- Індикатор приладу повинен знаходитися в місці, зручному для зчитування даних оператором.

Для полегшення ремонту, обслуговування ротаметра і чищення трубопроводів рекомендується встановлювати байпасну трубу.

3.2. Компонування щита (пульта) управління

При проектуванні системи автоматизації технологічного процесу та окремих інженерних систем (установок, обладнання) технічні засоби, що відображають інформацію про хід процесу, роботу обладнання, розміщують на щитах і пультах, що встановлюються в спеціальних приміщеннях управління, так і поблизу управляемого обладнання.

Приступаючи до компанування щитів і пультів управління необхідно враховувати, що компановка щитів і пультів є одним із етапів проектування системи і контролю. Цьому передують розробка схем автоматизації, що є одним із основних технічних документів у проектах автоматизації, що визначають призначення та функції, які виконуються системами контролю, регулювання та управління, а також оснащення їх приладами та засобами автоматизації.

При компануванні щитів і пультів необхідно вирішувати наступні задачі:

- визначення розмірів і необхідної кількості панелей щитів і пультів, необхідних для розміщення приборів і апаратури контролю і управління, передбачених в системах автоматизації;

- раціональне розміщення приборів і апаратури на щитах і пультах;

- розміщення щитів і пультів відносно один одного найбільш зручно для оператора.

При розміщенні приладів і апаратури на панелях щита (пульта) необхідно враховувати наступні вимоги (принципи компановки):

- функціональний принцип, о передбачає групування приладів і органів управління за їх функціями або відношенню до окремих управляємизх агрегатів;

- принцип значимості, при якому прилади і органи управління компануються в залежності від того, наскільки вирішувальними вони є для виконання тих або інших операцій.

Найбільш відповідальні прилади розміюються в зону щита (пульта), де знаходяться найкращі умови для сприйняття оператором їх показників;

- принцип розміщення з врахуванням конструктивних особливостей частин приладів, швидкості і точності з якими повинно зніматися їх покази;

- принцип розмінення у відповідності з послідовністю і логікою дії оператора в процесі роботи;

- принцип частоти використання, за яким часто використовувальні прилади і органи управління розміюються у зонах, найбільш доступних для сприйняття.

Вибір конфігурації пункту керування, шаф керування і також засобів їх монтажу здійснюється на основі функціональних ознак проектованої системи автоматизації, можливостей застосованих у ній апаратних засобів, а також ергономічних вимог до пунктів керування технологічними процесами. Для розміщення технічних засобів контролю та управління технологічним процесом компримування повітря, контрольно-вимірювальних приладів, апаратури управління, автоматичного регулювання, захисту, блокування в даній кваліфікаційній роботі передбачений щит автоматизації: монтаж контролера, засобів автоматизації та інших пристроїв у шафі здійснюється за допомогою DIN рейок. Кабелі прокладаються до приладів з допомогою гофрованих коробів, що полегшує монтаж і ремонт шаф керування.

У щиті розміщені: наш ПЛК Реміконт Р-130, модулі аналогового введення та виведення, модуль дискретного введення-виведення та блок живлення. Додатково на передній панелі знаходяться: лампочка наявності живлення, кнопки, сигналізація та клемна колодка.

3.3. Розрахунок показників надійності системи автоматизації та її складових

Для розрахунку показників надійності скористаємося експоненціальним законом розподілу, оскільки він є типовим для більшості складних об'єктів які складаються з великої кількості різноманітних невідновлюваних блоків, які мають переважно раптові відмови, тобто, коли явище спрацювання і старіння елементів є слабо вираженим. Експоненціальний розподіл також застосовується для відновлюваних

об'єктів з постійним потоком відмов. Цей розподіл також широко використовується для попередньої оцінки безвідмовності технічної системи яка розробляється.

Даний закон розподілу є частковим випадком розподілу Вейбула, коли параметр форми $m=1$.

Функція густини ймовірності для даного розподілу матиме вигляд:

$$f(t) = \frac{1}{t_0} \cdot e^{-\frac{t}{t_0}} = \lambda \cdot e^{-\lambda t}; \quad (3.1)$$

Підставимо такі значення як: $t_0=3,0$ с, $t=10$ с:

$$f(10) = \frac{1}{3} \cdot e^{-\frac{10}{3}} = 0,0118;$$

Ймовірність безвідмовної роботи для цього розподілу складає:

$$P(t) = e^{-\frac{t}{t_0}} = e^{-\lambda t}; \quad (3.2)$$

$$P(10) = e^{-\frac{10}{3}} = 0,0356;$$

Інтенсивність відмов складає:

$$\lambda = \frac{m}{t_0} \left(\frac{t}{t_0}\right)^{m-1}; \quad (3.3)$$

$$\lambda = \frac{1}{t_0} = \frac{1}{3} = 0,3334.$$

Середній наробіток до відмови:

$$T_{cp} = b_m \cdot t_0 = \frac{1}{\lambda} = t_0; \quad (3.4)$$

$$T_{cp} = t_0 = 3,0 \text{ с,}$$

Оскільки при $m=1$, $b_m=1$.

γ – відсотковий ресурс складає:

$$T_\gamma = \frac{1}{\lambda} \cdot \left[-\ln \left(\frac{j(\gamma_0)}{100} \right) \right] = \frac{1}{0,3334} \cdot \left[-\ln \left(\frac{0,64}{100} \right) \right] = 3 \cdot 5,0516 = 15,155, \text{ с} \quad (3.5)$$

Приймаємо в даному випадку $j(\gamma_0) = 0,64$.

Висновки до розділу 3

На якість використання об'єкта та його елементів в процесі експлуатації впливають як зовнішні так і внутрішні чинники. Ці чинники можуть виникнути в наслідок дій зовнішніх навантажень впливу середовища в якому експлуатується система, а також відхилення певних параметрів системи за межі допустимих. Тому, можна зауважити, що система є надійною та не виходить за межі допустимого.

ВИСНОВКИ

Впровадження автоматизованої системи управління дає змогу підвищити продуктивність, зменшити втрати енергоресурсів та покращити техніко-економічні показники. Автоматизація забезпечує такі зміни:

- підвищення продуктивності технологічного устаткування;
- зменшення витрати допоміжних матеріалів;
- зменшення витрати палива та електроенергії;
- покращення умов праці та організації виробництва;
- підвищення надійності протікання виробничого процесу.

В даній роботі запропонована система удосконалення автоматизації процесу регенерації трансформаторного масла на АТ «Житомиробленерго». Система виконана на базі програмованого програмованого регулюючого контролера Реміконт Р-130.

На контролера реалізовано процес регулювання за всіма необхідними параметрами установки для регенерації:

- регулювання надлишкового тиску при відновленні трансформаторного масла. Запропоновано використовувати датчики тиску типу Сапфір 22 М-ДА;

- регулювання температури трансформаторного масла. Даний електромагнітний клапан Burkert регулює вмикання нагрівача, регулюючи напругу, чим забезпечуючи оптимальну температуру масла;

- регулювання рівня масла в ємності для збору чистого масла. Регулювання рівня регенованого трансформаторного масла дозволяє спорожнити ємність для збору при її заповненні.

Використання даних регуляторів дасть змогу підвищити ККД установки з 88% до 92% за рахунок використання сучасних точних засобів автоматизації.

А також за рахунок точного підтримання рівня вакууму, що забезпечується використанням частотного перетворювача.

На поведінку об'єкта і його елементів в процесі експлуатації впливають зовнішні і внутрішні чинники. Ці чинники можуть виникати в наслідок дії зовнішніх навантажень впливу середовища в якому експлуатується система, а також відхилення певних параметрів системи за межі допуску.

Отже, можна сказати, що система є надійною так як гама процентний ресурс не виходить за межі допуску.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматизовані системи керування технологічними процесами : ДСТУ 2709-94. [Чинний від 1994-29-07]. К. : Держспоживстандарт України 1994. 231 с. (Національний стандарт України).
2. Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Я.І. Проць, В.Б. Савків, О.К. Шкодзінський, О.Л. Ляшук. Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пуллюя, 2011. 344с.
3. Аникеева М. А. Диагностические признаки для отбраковки вводов высокого напряжения с бумажно-масляной изоляцией [Текст] / М. А. Аникеева, Р. С. Арбузов, С. В. Живодерников, Е. А. Лазарев // Электро. 2009. № 1. С. 22–25.
4. Безвесільна О.М. Технічні засоби автоматизації (Перетворюючі пристрої приладів): підручник /О.М. Безвесільна, І.В. Коробійчук. Житомир: ЖДТУ, 2014. 904 с.
5. Безвесільна О.М., Киричук Ю.В. Технологічні вимірювання та прилади. Перетворюючі пристрої приладів та комп'ютеризованих систем.: Навчальний посібник. Житомир: ЖДТУ, 2008. 172 с.
6. Безвесільна О.М. Елементи і пристрої автоматики та систем управління. Перетворюючі пристрої приладів та комп'ютеризованих систем. Підручник. Житомир: ЖДТУ, 2008. 700 с.
7. Герасимчук В. Г. Економіка та організація виробництва : підручник / В. Г. Герасимчук, А. Е. Розенплентер. К. : Знання, 2007. 678 с.
8. Горбунов Н. И. и др. Повышение эффективности регенерации отработанного масла//Вісник СевНТУ: зб, наук. пр. Вип. 122/2011. С. 159-162.
- 9 ДСТУ 3437-96. Нафтопродукти. Терміни та визначення - К.: Держстандарт України, 1996 р. с. 53.
10. Kamenchuk Ya. A., Pisareva S. I. Izmenenie soderzhaniya inhibitorov okisleniya i paramagnitnyih tsentrov v protsessah stareniya neftyanyih transformatornyih masel// Neftehimiya, # 5, 2006. S. 395.
11. Kipelov B. G., Mezentsev A. I. Kontaktnaya ochistka otrabotannykh transformatornykh masel otbelivayushshimi zemlyami zikeevskogo mestorozhdeniya // Electro- 5. 2002. – С. 31–33.
12. Korneeva A.I., Matveykin V.G., Frolov S.V. Programmno-tehnicheskie kompleksyi, kontrolleryi i SCADA-sistemyi. - М.: TsNIIT Eneftehim, 2016. S. 218.
14. Методичні рекомендації з розроблення Регіональних планів управління відходами, затверджені наказом Мінприроди України від 12.04.2019 р. №142

15. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів: ДСТУ Б А.2.4-3-95. [Чинний від 1995-07-01]. — К. : Держспоживстандарт України 1995. 231 с. (Національний стандарт України).

16. Салихов Т. П., Кан В. В., Аскарров Ш. Ш., Юсупов Д. Т. Экономические аспекты регенерации трансформаторного масла// Узбекский журнал Проблемы информатики и энергетики. 2014 г. № 3–4. С. 74–78.

17. Steani V.P. Osnovy postroeniya ASUTP M.: Energiya.2002 852 s.

18. Shebanov SM., Mochalova N.Yu., Kirillova L.N., Gritsenko V.O. «Regeneratsiya transformatornogo masla s pomoschy biosorbentov». M., 2000. 4s.

19. Yusupov, D. T. Effektivnost suschestvuyuschih metodov regeneratsii transformatornogo masla / D. T. Yusupov, A. N. Botirov, S. B. Ruziev. — Tekst : neposredstvenniy // Molodoy ucheniy. — 2017. — # 24 (158). — S. 227-229.

20. www.ztoe.com.ua

21. <http://www.zess.zp.ua/stran.php?istr=59>