

АЛГОРИТМ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ НАСОСНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ФОНУ РЕГІОНУ

Гупало Ю.Ю.

Дніпровський технічний університет
вул. Дніпробудівельна, 2, м. Кам'янське, Дніпропетровська обл.
uliana.gupalo@gmail.com

У статті знайдено рішення проблеми контролю обладнання для зменшення рівня техногенного аспекту від хімічного підприємства. Розглянуто параметри оцінювання системи, проаналізовано і виведено взаємозв'язок параметрів, визначено граничні значення системи за низкою вибраних характеристик. Розроблено математичну модель і алгоритм системи, що сприяє підвищенню точності оцінювання поточного стану. *Ключові слова*: триплунжерний насос, система контролю, розрядження рідини, нагнітання рідини, маслобак.

Алгоритм системы контроля насосного оборудования для улучшения экологического фона региона. Гупало Ю.Ю.

В статье найдено решение проблемы контроля оборудования для уменьшения уровня техногенного аспекта от химического предприятия. Рассмотрены параметры оценивания системы, проанализированы и выведены взаимосвязующие параметры, определены предельные значения системы по ряду выбранных характеристик. Разработаны математическая модель и алгоритм системы, что способствует повышению точности оценивания текущего состояния. *Ключевые слова*: трехплунжерный насос, система контроля, разряжение жидкости, нагнетание жидкости, маслобак.

The algorithm of the pumping equipment control system to improve the ecological background of the region. Gupalo Yu.Yu.

The article found a solution to the problem of controlling equipment to reduce the level of technogenic aspect from a chemical enterprise. The system estimation parameters are considered, interconnecting parameters are analyzed and derived, the system limits are determined according to a number of selected criteria. Also developed a mathematical model and algorithm of the system, which contributes to improving the accuracy of estimating the current state. *Key words*: three-plunger pump, control system, liquid discharging, liquid injection, oil tank.

Постановка проблеми. З огляду на обсяги та інтенсивність виробництва хімічної промисловості, актуальним питанням залишається контроль та діагностування пристрою для проведення поточного та капітального ремонту елементної бази обладнання.

Існує необхідність у розробленні потужної системи контролю, приймаючи особливість обладнання та середовище роботи, що сприятиме розвитку хімічної індустрії для збереження належного екологічного фону.

Актуальність дослідження. Сучасний світ важко уявити без хімічної промисловості. Товари народного споживання, галузевий розвиток пов'язаний із хімічною промисловістю. Реалізація рішення виробничих потреб полягає у застосуванні агрегатів, що працюють з агресивними середовищами. Основною вимогою до агрегатів є надійність, безпека і міцність. Але підвищений рівень інформаційного навантаження на апаратника, інтенсифікація роботи механізму і регламентованого дотримання норм виробітку продукції призводять до збоїв у технологічних ланках. Значне погіршення належного функціонування обладнання призводить до економічних, екологічних та людських утрат. За даними

2018 р., рівень аміаку становить 1,2 ГДК у повітрі, що перевищує у 60 разів допустиму норму [11]. Отже, питання підвищення надійності пристрою є важливим і розглядається як основний елемент у виробничій системі. У зв'язку із цим насосне обладнання, безперечно, підлягає безперебійному контролю протягом робочої зміни.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими і практичними завданнями полягає у розробленні системи визначення поточного стану насосного обладнання в режимі реального часу для отримання достовірної інформації про несправності та збої в роботі. Для цього визначається набір параметрів, що контролюються, аналізуються елементні складники насоса, створюються алгоритм і математична модель системи для поліпшення екологічної ситуації за рахунок спрощення діагностування обладнання та своєчасного ремонту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням підвищення надійності пристрою із застосуванням діагностуючих методів присвячено безліч досліджень. Переважна частина з них заснована на відстеженні одного поточного параметра шляхом вимірювання характеристики контролюючим прила-

дом. За таким принципом використовуються манометри, рівнеміри, газоаналізатори, п'єзодатчик і т. д. Останнім часом часто застосовуються рівнеміри. Рівнеміри – це прилади для вимірювання граничного значення (рівня) або контролю ємності в сипучих, рідких, агресивних середовищах [4]. В агресивних середовищах уживають безконтактний метод, де велика ймовірність засмічення або корозії пристрою [1]. Ультразвукові рівнеміри засновані на поглинанні коливань за повернення від відбитого сигналу середовища [2]. Переваги: багатофункціональність пристрою, відсутність контакту із середовищем, вимірювання тиску на результат не впливає. Істотними ж недоліками є: похибка сигналу залежить від зовнішніх джерел (пил, пар, газова суміш), обмежений діапазон для високих тисків і температур [3]. Мікрохвильові рівнеміри побудовані на принципі вимірювання відображених радіохвиль від поверхні системи «газ – контрольоване середовище» [6]. Висока точність вимірювань, застосовність у різних рідинах, відсутність похибки тиску і температури є перевагами радарних рівнемірів; до недоліків відносяться: дорожнеча, обмеження за діелектричною проникністю. Також істотний внесок роблять газоаналізатори – пристрої для контролю кількості шкідливих домішок у повітрі [8]. Часто застосовуються на підприємствах термохімічні газоаналізатори для сигналізуванню пропусків парів хімічної речовини з обладнання. Вони працюють на принципі сприйняття хімічно чутливої плівки домішок навколишнього середовища [7]. Переваги пристрою: низька інерційність [9], низька вартість, а недоліки: знижена зносостійкість сенсора, затримка даних, низька чутливість. Тензодатчики [10] необхідні для вимірювання рівня вібрації агрегатів, що запобігає зносу підшипників. Вимірювання деформацій – статичних і динамічних, кріплення датчиків до виробу, простота є невід'ємними перевагами, але недоліком залишається велика похибка за рахунок впливу датчиків температур. Тому питання розроблення системи, здатної точно, швидко й якісно визначити стан насосу, залишається невирішеним і вимагає підвищеної уваги.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Формування єдиного методу діагностування пристроїв даного типу з урахуванням підбору

фактичних показників і ефективної обробки даних за мінімальної втрати інформації. При цьому важливим є вивчення екологічної ситуації на території регіону, аналіз структурних деталей пристрою для визначення знижених показників стійкості елементів, що в результаті призводить до екологічно нестабільного середовища.

Новизна. Створення системи діагностування з можливістю максимально точного контролю над поточним станом насосного обладнання, охоплюючи всі його структурні елементи, що виконує такі завдання, як запит до роботи пристрою, блокування насоса в разі виникнення пошкодження. Підвищення контролю над обладнанням призведе до поліпшення екологічної ситуації не тільки на підприємстві, а й у регіоні.

Методологічне або загальнонаукове значення. Розробити систему визначення поточного стану насосного обладнання в режимі реального часу з метою отримання достовірної інформації про несправності та збої в роботі. Для цього визначити набір параметрів, що контролюються, проаналізувати елементні складники насоса, створити алгоритм і математичну модель системи. Це допоможе посилити ефективність і довготривалість працездатності насоса, зменшити кількість локальних і глобальних пропусків підвищеної концентрації речовини.

Виклад основного матеріалу. Для розроблення системи діагностики (рис. 1) необхідно врахувати такі чинники: агресивне середовище, спосіб закріплення датчиків, вплив інших датчиків на похибку вимірювань. Оскільки середовище є агресивним, то контактний спосіб (із зануренням пристрою) є неможливим через імовірність корозії пристрою. Необхідний підбір пристроїв для створення системи здатної виконати такі завдання:

- запит дозволу на роботу;
- визначення параметрів для установки поточного стану пристрою;
- сигналізуванню збоїв системи;
- швидка передача на периферійний пристрій;
- висновок оціночного показника за допомогою обробки даних із датчиків;
- блокування насосу за результатами перевірки.

Структурна схема триплунжерного насоса для перекачування аміаку:

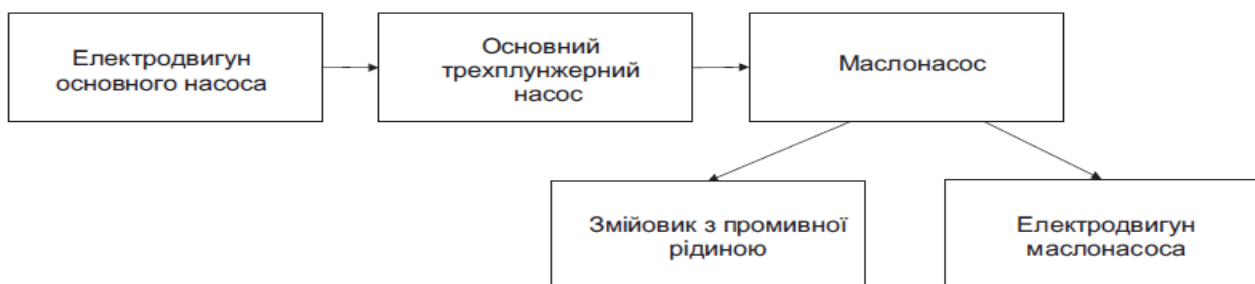


Рис. 1. Структурна схема насосу

Уважаємо за доцільне застосування такого алгоритму роботи системи (рис. 2).

Математична модель системи виглядатиме так:

$$W = S\{p, t, q\}. \quad (1)$$

1. Установка датчиків на позиції насоса. Застосовується безконтактний метод вимірювання середовища, але не безконтактні датчики, оскільки навіть найпотужніші акумулятори не здатні забезпечити безперебійний контроль без заміни джерела живлення, що тягне за собою значну похибку у вимірах. Усі шлейфи заводяться в короб для максимальних застережень пошкодження проводу.

Розроблення і прошивка програмного забезпечення із зазначенням меж вимірювань. Усі контрольовані параметри можна розділити на три блоки:

– тиск $p = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ (табл. 1):

• тиск розрядження рідини – це тиск під час подачі аміаку через магістраль пристрою:

$$p_1 = p_v - \delta \quad (2)$$

• тиск нагнітання рідини – це тиск, який утворюється на виході пристрою:

$$p_2 = p_n - \delta \quad (3)$$

• тиск води – це тиск під час подачі води для охолодження елементів пристрою:

$$p_3 = p_{h20} - \delta \quad (4)$$

• тиск подачі масла – це тиск, за якого відбувається змащування основних елементів конструкції (плунжерів і т. д.):

$$p_4 = p_m - \delta \quad (5)$$

– температура $t = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ (табл. 2):

• температура підшипників – це температура, яка вимірюється на підшипниках основного пристрою:

$$t_1 = t_p - \delta \quad (6)$$

• температура середовища – це температура аміаку. За підвищення температури аміаку відбувається хімічний вибух із виділенням парів середовища:

$$t_2 = t_s - \delta \quad (7)$$

– витрата $q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$ (табл. 3):

• витрата води – це кількісний параметр, що визначає водні витрати для тепловіддачі:

$$q_1 = q_v - \delta \quad (8)$$

• витрата промивної води – це параметр, що визначає кількість води, яка поступає до агрегату:

$$q_2 = q_{vp} - \delta \quad (9)$$

• обсяг маслобака – кількісний показник, що визначає кількість масла в маслобаку:

$$q_3 = q_m - \delta \quad (10)$$

Таблиця 1

Параметри виміру контролю тиску

Найменування	Позначення
Тиск розрядження рідини	19 Бар
Тиск нагнітання рідини	165 Бар
Тиск води	2 Бар
Тиск подачі масла	6 Бар

Таблиця 2

Параметри виміру контролю температури

Найменування	Позначення
Температура підшипників	60–80 °C
Температура агресивного середовища	15–30 °C

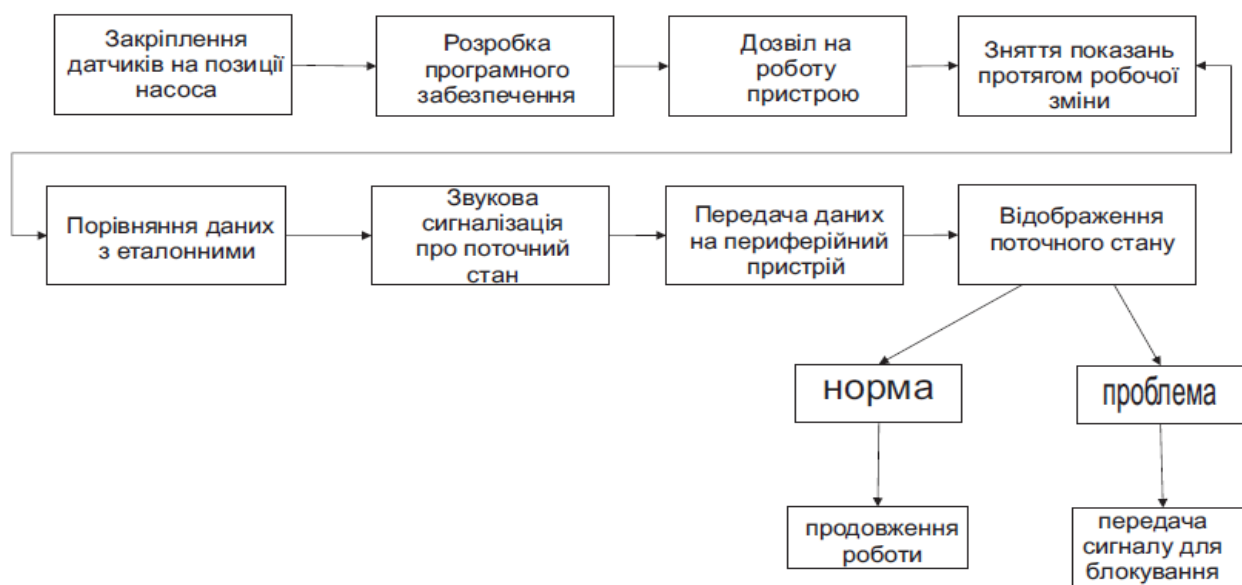


Рис. 2. Алгоритм системи діагностування поточним станом параметрів

Таблиця 3

Параметри виміру витрат речовини

Найменування	Позначення
Витрата води	1,8 м ³ /ч
Витрата промивної рідини	0,6 м ³ /ч
Обсяг маслобаку	0,5 м ³

За даними натурспостережень нами помічено, що деякі параметри мають взаємозв'язок:

температура підшипників t_1 та витрата промивної води q_2 , оскільки за зниження промивної води відбувається надлишок тепловіддачі, що призводить до зношування підшипників, тобто до підвищення температури на них:

$$t_1 = \alpha * q_2 \quad (11)$$

тиск p_3 та витрата води q_1 , оскільки можливий на основному агрегаті мінімальний тиск води, але при цьому відбуватиметься відсутність її в змійовику:

$$p_3 = \delta * q_1 \quad (12)$$

витрата промивної води q_3 і температура агресивного середовища t_1 , оскільки за недостатньої подачі промивної води відбувається значне нагрівання сполучних частин пристрою, відповідно, й агресивного середовища (аміаку):

$$q_3 = c * t_1 \quad (13)$$

Для уточнення цих даних необхідні додаткові дослідження.

2. Дозвіл на роботу пристрою. Якщо на вході насоса буде гранично допустиме значення тиску розрядження, тоді пристрій може працювати, якщо ж ні – потрібний технічний огляд агрегату.

3. Порівняння параметрів за критеріями системи з еталонними. За підвищення або зменшення норми параметрів, пристрій сигналізує про можливі збої основного насоса, маслонасоса, змійовика рідини.

4. Передача на периферійний пристрій відбувається за допомогою Wi-Fi-сигналу, тому швидкість передачі даних буде не нижче частоти передачі Wi-Fi-сигналу.

5. Для прискорення і розвантаження пристрою передача даних буде відбуватися поблочно, тобто спочатку передаються дані з датчиків тиску, потім – температури і після – витрати.

6. Висновок поточного стану на дисплей із подальшими рекомендаціями. У разі перевищення або зниження значень відбувається блокування пристрою із зазначенням конкретної помилки для технічного огляду пристрою.

Подальші дослідження та експерименти системи діагностики поточного стану вважаємо необхідними для з'ясування ступеня її достовірності та надійності.

Головні висновки. Розроблено алгоритм системи діагностики поточного стану насосу, визначено набір параметрів працездатності, знайдено взаємодіючі елементи контролю, створено математичну модель системи.

Література

1. Винокуров Б.Б. Современная урвнеметрия жидких сред. Томск : Томский политехнический университет, 2014. С. 118.
2. Вильнина А.В. Вильнин А.Д., Ефремов Е.В. Современные методы и средства измерения уровня в химической промышленности. Томск : Томский политехнический университет, 2011. С. 207.
3. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств ; 3-е изд. перераб. и доп. Москва : Машиностроение, 1983. 424 с.
4. Баранов В.Я. Промышленные приборы и средства автоматизации : справочник. Ленинград : Машиностроение, 1987. 840 с.
5. Калиниченко А.В., Уваров Н.В., Дойников В.В. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике : учебно-практическое пособие ; под ред. А.В. Калиниченко. Москва : Инфра-Инженерия, 2008. 574 с.
6. Урвнемтеры. Справочник. URL: <http://basini.ru/2010/07/urvnemtery> (дата обращения: 11.04.2019).
7. Павленко В.А. Газоанализаторы Москва ; Ленинград : Машиностроение, 1965. С. 58–60.
8. Емельянов А.И. Практические расчеты в автоматике Москва : Машиностроение, 1967. 154 с.
9. Баратов А.Н. Горение – Пожар – Взрыв – Безопасность. Москва, 2003.
10. Ащеульников Е.К., Климова Е.В. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Датчики и электрические измерения неэлектрических величин» для студентов, обучающихся по специальности 190603.65 «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования» «Сервис». Москва : МГМУ (МАМИ), 2012. 82 с.
11. Промислова екологія : навчальний посібник / С.О. Апостолук та ін. ; 2-е вид., випр. і доп. Київ : Знання, 2012. 430 с.