

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАКУУМНОГО НАСОСА ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Д. М. Носаль

магістрант

О. В. Медведський

к.т.н.

Житомирський національний агроекологічний університет

Досліджена автоматична система регулювання вакуумметричного тиску у вакуум-провідній системі під час доїння корів шляхом адаптивної зміни продуктивності вакуумного насоса доїльної установки

Ключові слова: вакуумний насос, вакуумметричний тиск, автоматична система

Постановка проблеми. Машинне доїння корів – складний біотехнологічний процес, головна мета якого полягає не тільки в тому, щоб досить швидко, достатньо повно вивести утворене у вимені корови молоко, але й створити належні умови для подальшої його секреції та сприяти підвищенню продуктивності тварин. В свою чергу для забезпечення ефективного доїння недостатньо мати бажані технологічні показники доїльних установок, такі як експлуатаційна продуктивність, робочий вакуумметричний тиск, затрати праці, енергомісткість процесу доїння і т.д. Не менш важливим є забезпечення оптимальних режимних характеристик вакуумних систем під час доїння.

Дослідженнями вчених [1, 2] встановлено, що систематичні коливання вакууму в піддійковому просторі доїльних стаканів в межах 9,7-20 кПа приводить до зниження надоїв корів на 1,9-2,5% і зменшення швидкості доїння на 0,06-1,5 л/хв. При зниженні швидкості доїння дійки корови значно довше будуть знаходитись під впливом механічних навантажень, що підвищує

ймовірність їх травмування, у 2-2,5 рази частіше спостерігається у тварин захворювання вимені. Так, на лінійних доїльних установках в процесі доїння [1, 2] вакууметричний тиск під діями зменшується на 28 кПа. За таких умов швидкість доїння знижується на 12,8 %, а молочна продуктивність корів – на 4,4 %, збільшуються випадки захворювання корів на мастит.

Окрім негативного впливу на організм худоби, нестабільний вакуум призводить до так званого ефекту “балонізації” дійкової гуми, що є причиною “наповзання” доїльних стаканів на діжки вимені. В наслідок цього відбувається гальмування процесу доїння, а втрати молока від недодоювання можуть сягнути 1/4 фактичної продуктивності корови [1, 4]. Отже, резервом підвищення продуктивності та збереження здоров'я тварин є забезпечення стабільного вакууметричного тиску.

На сучасному етапі розвитку доїльної техніки дана проблема реалізується шляхом достатнього запасу продуктивності вакуумного насосу в поєднанні з гравітаційними або мембранними регуляторними системами. Нажаль, така, класична, схема регулювання не забезпечує оптимальне співвідношення між витратами повітря системою та вакууметричним тиском під час роботи доїльних апаратів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що система стабілізування вакууметричного тиску в системі повинна задовольняти наступні параметри: статичну помилку не більше $\pm 2,5$ %, динамічну помилку не більше 10 %, час регулювання не більше 5с, діапазон зміни витрати повітря в доїльній установці від 0,1 до 1,1 номінальної продуктивності, частоту зміни навантаження не більше 0,03 Гц, максимальне миттєве збільшення навантаження не більше 30 % номінальної продуктивності [1, 2, 3, 4]. Встановлено, що звичайні вакуумрегулятори дросельного типу не в змозі забезпечити перераховані вимоги, тому виникає необхідність в пошуку нових схем стабілізування вакууметричного тиску в системі.

Одним із перспективних напрямків стабілізування вакууму є оперативне регулювання продуктивності вакуумного насосу залежно від вакууметричного тиску. Так як реалізувати це можливо шляхом зміни частоти обертання ротора вакуумного насосу, необхідно дослідити систему, яка б автоматично

змінювала оберти електродвигуна залежно від зміни вакуумметричного тиску в доїльній установці. Структурна схема системи автоматичного регулювання (САР) вакууму в вакуумних системах доїльних установок наведена на рис. 1.

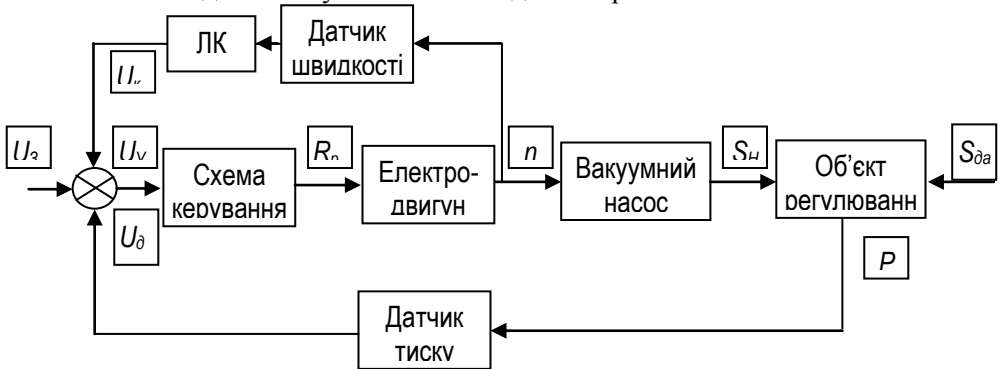


Рис. 1. Блок-схема САР величини вакуумметричного тиску:

$S_{да}$ – витрата повітря доїльними апаратами, збурюючий вплив;

$S_{н}$ – швидкодія вакуумного насосу, регулюючий вплив;

n – частота обертання ротора вакуумного насосу; $R_{п}$ – опір в колі ротора електродвигуна; $U_{у}$ – напруга керування;

$U_{з}$ – напруга сигналу задавального пристрою, тобто сигнал, який пропорційний заданому вакууму; $U_{д}$ – напруга сигналу датчика тиску; $U_{к}$ – напруга сигналу коректування; P – абсолютний тиск повітря в системі, контрольована величина; ЛК – ланка коректування.

Розглянемо вакуумну системи об'ємом $0,05 \text{ м}^3$, до складу якої входить вакуумний насос УВУ-60 що приводиться в дію від електродвигуна з активним опором в колі випрямленого струму ротора 10 Ом. Датчиком тиску є сільфонний вакуумметр з реостатним виходом.

Мета та методика досліджень. Метою досліджень є встановлення оптимальних регулюючих впливів на вакуумний насос.

Методика проведення досліджень передбачає ряд допущень:

- об'єкт регулювання (вакуумна магістраль) подана у вигляді двох послідовно з'єднаних ланок – ємкісного та з заданим запізненням;

- імпульсна система керування замінена еквівалентною системою підсилювача постійного струму;

- постійні часу реостатного вакуумного датчика прийняті рівними нулю, оскільки їх значення значно нижчі порівняно із постійними часу решти елементів системи

Результати досліджень. За результатами теоретичних досліджень була створена математична модель поведінки системи автоматичного регулювання запропонованої схеми:

$$W = T_0 + \left[\frac{K_c T_{noc}}{\dots} \right], \quad (1)$$

де K_c – коефіцієнт передачі розімкненого прямого каналу САР;

T_{noc} – величина постійної часу зворотного зв'язку, в нашому випадку оптимальне значення $T_{noc}=1,5$ с;

T_0 – постійна часу об'єкта регулювання;

T_e – електромагнітна постійна часу електродвигуна;

T_m – електромеханічна постійна часу електродвигуна;

На основі отриманої математичної моделі, а, також, використовуючи метод речовинних частотних характеристик замкненої системи, побудуємо графічну залежність перехідних процесів САР (рис.2).

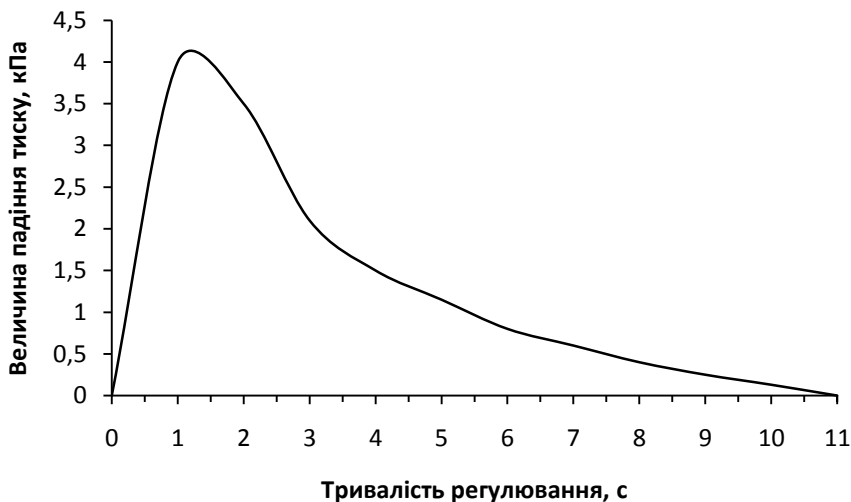


Рис. 2. Характеристика перехідних процесів

Принципова схема САР вакууму на доїльних установках шляхом зміни частоти обертання вакуумного насосу за допомогою асинхронного електродвигуна з імпульсним керуванням в колі випрямленого струму ротора зображена на рис. 3.

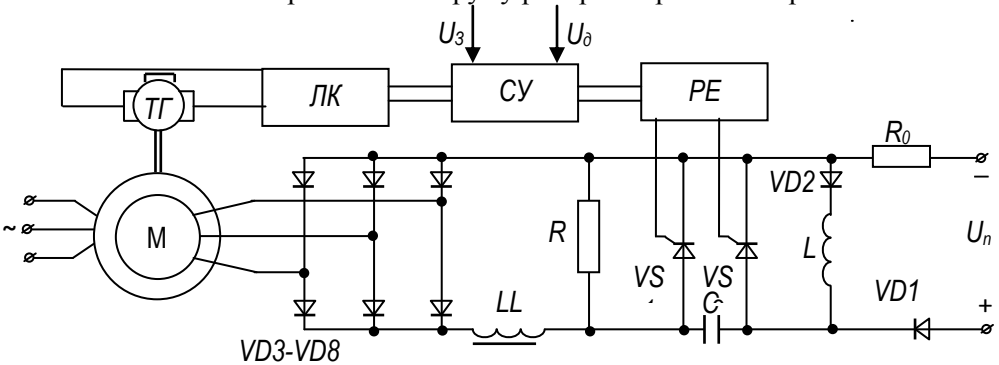


Рис. 3. Принципова схема САР:

М – асинхронний електродвигун з фазним ротором;
ТГ – тахогенератор; *РЕ* – релейний елемент; *СУ* – суматор;
ЛК – ланка коректування; U_z – задавальний сигнал; U_δ – сигнал датчика тиску; U_n – джерело живлення; *R* – активний опір в колі випрямленого струму ротора електродвигуна; *C* – конденсатор;
VS1-VS2 – тиристри; *VD1-VD8* – діоди; *L* – індуктивність;
LL – дросель обмеження струму; R_0 – опір обмеження струму

Регулювання здійснюється за рахунок зміни активного опору в колі струму ротора електродвигуна пропорційно витраті повітря у вакуум-проводі доїльної установки. На вході *СУ* надходять сигнали ланки корекції, напруги задавального пристрою та датчика тиску. Вихідна напруга *СУ*, пропорційна різниці цих сигналів, подається на вхід *РЕ*, керованого тиристорами *VS1-VS2*, які комутують активний опір в колі ротора електродвигуна *М*. Зміна часу замкненого стану опору в колі ротора пропорційна розбалансу сумуючих сигналів, який залежить від величини вакууму, забезпечує регулювання частоти обертання ротора вакуумного насосу і стабілізування вакууму в доїльній установці.

Висновки. Порівняно з гравітаційними та дросельними вакуумними регуляторами, автоматична система регулювання

продуктивності вакуумного насосу забезпечує необхідну швидкодію стабілізації вакуумметричного тиску, а тому зникає потреба в потужних вакуумних установках. Результати вказаних досліджень дають можливість диференційованого підходу до різнотипного доїльного обладнання.

Список використаних джерел

1. Карташов Л. П. Машинное доение коров / Л. П. Карташов. – М.: Колос, 1982. – 301 с.
2. Оберемченко А. И. О стабильности вакуумного режима доильных установок/ А. И. Оберемченко, Н. А. Яковенко // Животноводство. – 1986. – № 3. – С.60-61
3. Семенов Ю. П. Анализ работы вакуумно-молочных систем доильных установок и пути их совершенствования / Ю. П. Семенов // Совершенствование сельскохозяйственной техники, применяемой в животноводстве. Труды Горьковского СХИ. – Горький, 1980. – Т. 141. – 120 с.
4. Соколов М. М. Асинхронный электропривод с импульсным управлением в цепи выпрямленного тока ротора / М. М. Соколов, П. Е. Данилов. – М.: Энергия, 1972. – 172 с.
5. Бесекерский В. А. Теория систем автоматического регулирования / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. – М.: Наука, 1972. – 768 с.