

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СКЛАДОВИХ СИСТЕМ ЗРОШУВАННЯ РОСЛИН В УМОВАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ**Міненко С.В., к.т.н., доц., Савченко В.М., к.т.н., доц., Махов О.А., асп.***Житомирський національний агроекологічний університет*

В роботі розглянуті проблеми забезпечення надійності та довговічності технологічного обладнання при вирощуванні продукції захищеного ґрунту. Доведено, що особлива увага повинна приділятися фізичним основам формування відмов тепличного обладнання, а саме вивченню відмов в технологічних системах індустріальних теплиць. Метою даної роботи є дослідження типів несправностей які можуть виникати в процесі експлуатації відцентрових насосів під час їх використання в системах зрошування. В роботі проведено огляд сучасних систем зрошування, які використовуються при вирощуванні рослин в умовах захищеного ґрунту. Аналіз систем зрошення захищеного ґрунту показує, що для різних типів вирощуваних культур необхідно використовувати різні системи поливу. В загальному принцип роботи всіх систем зводиться до того, що необхідно забезпечити транспортування води чи поживного розчину до рослини. В усіх оглянутих системах транспортування води забезпечується за допомогою насосів, котрі є основним робочим елементом будь-якої системи зрошення. Проведено аналіз виникнення несправностей відцентрових насосів, що використовуються в даних системах. Дослідженнями встановлено, що ерозійне і корозійне зношування, неточні зазори в проточній частині насоса, попадання в насос сторонніх тіл, значний осьовий здви́г ротора через неправильну збірку насоса – це основні причини виходу з ладу робочих коліс. Їх довговічність залежить від матеріалу, з якого вони виготовлені, та від якості виконання. Основними дефектами муфт є корозійне зношування, задири поверхонь зубів і посадочних місць, порушення балансування і співвісності, механічні поломки, овальність отворів для пальців, порушення посадки на валу, биття напівмуфт. Ресурс підшипників визначається кількістю годин, протягом яких настає «втома металу», кількістю обертів підшипника та кількісного і якісного складу мастила. Перспективою подальших досліджень є вивчення функціональних відмов насосного обладнання систем зрошування в індустріальних теплицях і як наслідок їх специфіки, можуть бути сформувані окремі наукові задачі, вирішення яких сприятиме підвищенню надійності як насосного обладнання, так і системи зрошування в цілому.

Ключові слова: *надійність, відцентровий насос, зрошування, захищений ґрунт, теплиця.*

Постановка проблеми. В сучасних індустріальних теплицях існує велика кількість різноманітним систем зрошування, вибір якої залежить, від культури, що безпосередньо вирощується в теплиці та необхідного рівня механізації. При

цьому особлива увага повинна приділятися фізичним основам формування відмов тепличного обладнання, а саме вивченню відмов в технологічних системах індустріальних теплиць.

Аналіз останніх досліджень. Трудомісткість процесу поливу та урожайність продукції захищеного ґрунту в свою чергу залежать від надійності та довговічності насосного обладнання. Загальна класифікація систем зрошування наведена в роботі [1]. Автоматизація екологобезпечної технології поливу рослин прилив-відлив в середовищі захищеного ґрунту розглянута в роботі [1]. При цьому проблеми забезпечення надійності технологічного обладнання, в тому числі і насосного обладнання, при вирощуванні продукції захищеного ґрунту в АПК України розглянуті в роботах [2,3].

Система зрошення в захищеному ґрунті - це комплекс гідротехнічних споруд, каналів і трубопроводів призначених для забору води з джерела зрошення, транспортування і розподілу її на території вирощування рослин.

Широкий вибір іригаційних систем в умовах захищеного ґрунту включає в себе: обладнання для крапельного поливу, дощування, туманоутворення, поливу методом підтоплення. Незалежно від обраного типу поливу, для функціонування системи необхідно облаштувати так звану іригаційну кімнату для підготовки води, приготування та зберігання маточних розчинів, добрив та управління процесами поливу і живлення рослин. Додатково до дозування поживних речовин система оснащена механізмом дренажного контролю, який необхідний для вирощування на гідропоніці. Ця система автоматично визначає час та частоту поливу у відповідності до бажаного відсотку дренажу [4].

Для дозованого поливу рослин використовується система крапельного зрошення. Вона складається з пластикових труб, шлангів та крапельниць. Існує декілька видів таких систем, всі вони забезпечують оптимальний полив та подачу поживного розчину індивідуально кожній рослині.

Для вирощування невисоких культур використовується система дощування, в якій вода подається на зрошувану ділянку у вигляді дощу спеціальним дощувальним апаратом, який викидає струмінь води у повітря і розпилює її на краплі.

При вирощуванні культур особливо вимогливих до підтримання високої вологості повітря в теплиці використовується система туманоутворення. В даній системі вода під високим тиском розпилюється форсунками дуже малого діаметру утворюючи туман. Вода до форсунок подається за допомогою трубопроводів. Тиск в системі забезпечується насосною групою високого тиску [4, 5,6].

Варіантом поверхневого поливу в закритому ґрунті є система підтоплення. Вона може бути реалізована у вигляді заливної підлоги або у вигляді заливних столів. Система працює за принципом тимчасового затоплення субстрату з кореневою масою та наступним відводом води. Операція затоплення або зливу води виконується за допомогою насосів, які закачують поживний розчин з загального резервуару у піддон, де вирощується культура, потім залишки рослини повертаються назад у резервуар самопливом. Необхідна циклічність циркуляції розчину забезпечується таймерами [6]. Така система дозволяє більш економічно використовувати воду та мінеральні добрива.

Метою даної роботи є дослідження типів несправностей які можуть виникати в процесі експлуатації відцентрових насосів під час їх використання в системах зрошення.

Виклад основного матеріалу. Аналіз систем зрошення, які використовуються в умовах захищеного ґрунту показує, що для різних типів культур, що вирощуються, необхідно використовувати різні системи поливу. В загальному принцип роботи всіх систем зводиться до того, що необхідно забезпечити транспортування води чи поживного розчину до рослини. В усіх оглянутих системах транспортування води забезпечується за допомогою насосів, котрі являються основним робочим елементом будь-якої системи зрошення. Проведений аналіз показав, що, як правило, більшість застосовуваних насосів є відцентровими. В них перекачування рідини або створення тиску відбувається обертанням одного або декількох робочих коліс. В результаті впливу робочого колеса на рідину створюється необхідний тиск в системі.

Головним робочим органом відцентрового насоса є робоче колесо, що вільно обертається всередині корпусу і насажене на вал. Воно складається з двох дисків, віддалених на деякій відстані один від одного. Між ними розташовуються лопаті, які вигнуті в протилежну сторону від напрямку обертання робочого колеса. Разом вони утворюють міжлопатеві канали робочого колеса, які заповнені рідиною. При обертанні робочого колеса на рідину починає діяти відцентрова сила, в результаті чого в центрі робочого колеса створюється розрідження, а на периферії - підвищений тиск. Для забезпечення безперервного руху рідини через відцентровий насос слід забезпечити підведення рідини до робочого колеса і відведення її від нього. Рідина по всмоктуючому патрубку і трубопроводу надходить в передній диск робочого колеса внаслідок різниці тисків над вільною поверхнею рідини і в центральній області колеса [7,8,9].

Для відводу рідини в корпусі насоса є розширювальна спіральна камера, куди і надходить рідина, що викидається з робочого колеса. Ця камера переходить в короткий дифузор і утворює напірний патрубок, який з'єднаний з напірним трубопроводом. В якості приводу відцентрового насоса можна використовувати будь-який високооборотний двигун. Найчастіше для цієї мети застосовують електродвигуни [7].

Аналіз конструкцій відцентрових насосів показав, що в якості матеріалу для виготовлення його основних деталей застосовують сірий чавун (корпус, робоче колесо), бронзу (захисна втулка), нержавіючі сталі (корпус, вал), кераміку, пластмаси (торцеві ущільнення, робочі колеса). Основні несправності та причини їх виникнення переставлені в табл.1.

Ерозійне і корозійне зношування, неточні зазори в проточній частині насоса, попадання в насос сторонніх тіл, значний осьовий зсув ротора через неправильну збірку насоса – це основні причини виходу з ладу робочих коліс. Їх довговічність залежить від матеріалу, з якого вони виготовлені, та від якості виконання.

Таблиця 1 – Основні несправності відцентрових насосів систем зрошування та причини їх виникнення

Несправність	Можливі причини несправності
Відмова від роботи після пуску насоса	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нецільність всмоктуючої лінії 2. Наявність повітря в корпусі насоса 3. Закупорювання трубок гідравлічного сальника
Зменшення продуктивності в процесі роботи	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зменшення числа обертів 2. Просочування повітря у всмоктувальну лінію або в корпус насоса через сальники 3. Збільшення опору в напірному трубопроводі 4. Збільшення висоти всмоктування 5. Засмічення робочого колеса. 6. Механічні пошкодження: <ol style="list-style-type: none"> а) зношення ущільнюючих кілець б) пошкодження робочого колеса
Зменшення напору в процесі роботи	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зменшення числа обертів 2. Наявність повітря в воді 3. Пошкодження (розрив) напірного трубопроводу 4. Механічні ушкодження: <ol style="list-style-type: none"> а) зношення ущільнюючих кілець б) пошкодження робочого колеса насоса
Перенавантаження двигуна відцентрового насоса	<ol style="list-style-type: none"> 1. Число обертів вище розрахункового 2. Продуктивність насоса вище допустимої, напір менше розрахункового 3. Механічні пошкодження двигуна або насоса
Вібрація та шум	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неправильне встановлення 2. Часткове засмічення робочого колеса насоса 3. Механічні пошкодження: <ol style="list-style-type: none"> а) прогинання валу б) заїдання обертових частин в) зношення підшипників 4. Ослаблення кріплень на напірній тавсмуктувальній трубах насоса 5. Надмірна висота всмоктування; 6. Явище кавітації

Основні дефекти муфт – корозійне зношування, задири поверхонь зубів і посадочних місць, порушення балансування і співвісності, механічні поломки, овальність отворів для пальців, порушення посадки на валу, биття напівмуфт. В процесі експлуатації торцевих ущільнень неполадки, як правило, виникають внаслідок зносу пар тертя.

З ладу нерідко виходять і підшипники. Їх термін служби визначається кількістю годин, протягом яких настає «втома металу», кількістю оборотів підшипника, наявністю і кількістю мастила.

Більшість підшипників виходять з ладу з наступних причин:

- неправильний підбір підшипника до валу (недотримання допусків);
- відсутність співвісності між насосом і його ведучим шківом;
- деформація валів;
- незбалансованість обертових елементів;

- термічне розширення вала.

Висновки. Таким чином аналіз систем зрошування в умовах захищеного ґрунту показує, що основною складовою системи є відцентрові насоси, котрі виконують головну функцію - транспортування рідини до рослин, що поливаються. Після огляду можливих несправностей постає задача постійної підтримки насосів в роботоздатному стані. Тому є необхідність і далі займатися вивченням показників надійності відцентрових насосів і розробляти комплекси заходів для запобігання виникненню раптових відмов.

Перспективою подальших досліджень є вивчення функціональних відмов насосного обладнання систем зрошування в індустриальних теплицях і як наслідок їх специфіки, можуть бути сформувані окремі наукові задачі, вирішення яких сприятиме підвищенню надійності як насосного обладнання, так і системи зрошування в цілому.

Список використаних джерел

1. Міненко С. В. Автоматизація екологічнобезпечної технології поливу рослин прилив-відлив в середовищі захищеного ґрунту / С. В. Міненко, В. М. Савченко // Органічне виробництво і продовольча безпека : [зб. доп. учасн. VI Міжнар. наук.-практ. конф.]. – Житомир : О. О. Євенок, 2018. – С. 263–2
2. Бойко А. І. Проблеми забезпечення надійності технологічного обладнання при вирощуванні продукції захищеного ґрунту в АПК України / А. І. Бойко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – 2016. – № 6. – С. 200–203.
3. Міненко С.В. Вплив надійності насосного обладнання на технологічні процеси в умовах захищеного ґрунту/ С.В. Міненко, В. М. Савченко, О.А. Махов // Крамаровські читання : зб. тез доп. VI міжнар. наук.-техн. конф., 21-22 лют. 2019. – К. : НУБіП, 2019. – С. 248–249.
4. Міненко С. В. Класифікація способів зняття перегріву рослин в індустриальних теплицях / С. В. Міненко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Вісник ЖНАЕУ. – 2016. – № 1 (53), т. 1. – С. 276–282.
5. Савосин С.И. Интеллектуальная система контроля влажности и температуры воздуха в теплице: автореф. дис. канд. тех. наук: спец 05.13.06 "Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами" / Савосин Сергей Иванович; РГАЗУ. - М., 2009. - 18 с.
6. Алиев Э.А. "Выращивание овощей в гидропонных теплицах" 2-е издание, дополненное и переработанное – Киев: Урожай, 1985. – 160 с.
7. Гіль Л.С., Пашковський А.І., Суліма Л.Т. "Сучасні технології овочівництва відкритого і закритого ґрунту" Ч 1 Закритий ґрунт. Навчальний посібник. - Вінниця: Нова книга, 2008 - 368 с.
8. Краснов В.И. , Жильцов А.М., Набержнев В.В. Ремонт центробежных и поршневых насосов нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий: Справ. изд. М.: Химия, 1996. 320 с. ил.
9. Земенков Ю.Д. и др. "Эксплуатация насосно-силового оборудования на объектах трубопроводного транспорта" Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. — 456 с.

Аннотация

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СОСТАВНЫХ СИСТЕМ ОРОШЕНИЕ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

Миненко С.В., Савченко В.М., Махов А.А.

В работе рассмотрены проблемы обеспечения надежности и долговечности технологического оборудования при выращивании продукции защищенного грунта. Доказано, что особое внимание должно уделяться физическим основам формирования отказов тепличного оборудования, а именно изучению отказов в технологических системах промышленных теплиц. Целью данной работы является исследование типов неисправностей которые могут возникать в процессе эксплуатации центробежных насосов как основной составляющей систем орошения. В работе рассмотрены современные системы орошения, которые используются при выращивании растений в условиях защищенного грунта. Анализ систем орошения защищенного грунта показывает, что для разных типов выращиваемых культур необходимо использовать различные системы полива. В общем принцип работы всех систем сводится к тому, что необходимо обеспечить транспортировку воды или питательного раствора к растению. Во всех системах транспортировка питательного раствора обеспечивается с помощью насосов. В работе произведен анализ возникновения неисправностей центробежных насосов. Исследованиями установлено, что эрозионное и коррозионное изнашивание, неточные зазоры в проточной части насоса, попадания в насос инородных тел, значительный осевой сдвиг ротора из-за неправильной сборки насосов - это основные причины выхода из строя рабочих колес. Долговечность рабочих колес зависит от материала, из которого они изготовлены и от качества исполнения. Основными дефектами муфт является коррозионное изнашивание, задиры поверхностей зубов и посадочных мест, нарушение балансировки и соосности, механические поломки, овальность отверстий для пальцев, нарушение посадки на валу, биение полумуфт. Ресурс подшипников определяется количеством часов, в течение которых наступает «усталость металла», числом оборотов подшипника, а так же количественного и качественного состава смазки. Перспективой дальнейших исследований является изучение функциональных отказов насосного оборудования систем орошения в промышленных теплицах и как следствие их специфики, при этом могут быть сформированы отдельные научные задачи, решение которых будет способствовать повышению надежности как насосного оборудования, так и системы орошения в целом.

Ключевые слова: надежность, центробежный насос, орошение, защищенный грунт, теплица.

Abstract

ANALYSIS OF THE TECHNICAL CONDITION OF COMPOSITION SYSTEMS OF GROWING PLANTS IN CONDITIONS OF PROTECTED SOIL

S.V. Minenko, V M. Savchenko, O.A. Makhov

The problems of reliability and durability of technological equipment during growing of protected soil products were examined in the paper. It has been proved that particular attention should be paid to the physical basis for the failure of the greenhouse equipment, namely the study of failures in the technological systems of industrial greenhouses. The purpose of this work is to study the types of malfunctions that may occur during the operation of centrifugal pumps during their use in irrigation systems. An overview of modern irrigation systems used in plant cultivation under protected soil conditions is carried out. An analysis of protected soil irrigation systems shows that different irrigation systems are required for different types of cultivated crops. In the general principle of the operation of all systems is reduced to the fact that it is necessary to ensure the transport of water or nutrient solution to the plant. In all of the systems examined, water is supplied by pumps, which are the main working element of any irrigation system. An analysis of the failure of centrifugal pumps used in these systems was carried out. Studies have shown that erosion and corrosion wear, inaccurate gaps in the flow section of the pump, falling into the pump of foreign bodies, a significant axial displacement of the rotor due to improper assembly of the pump - these are the main causes of failure of working wheels. Their durability depends on the material from which they are made, and on the quality of performance. The main defects of the clutch are corrosion wear, tearing of surfaces of teeth and seats, disturbance of balancing and alignment, mechanical breakage, ovality of the fingers, disruption of the landing on the shaft, and the half-mast attack. The bearing resource is determined by the number of hours during which the "metal fatigue" occurs, the number of revolutions of the bearing and the quantitative and qualitative composition of the lubricant. The prospect of further research is the study of functional failures of pumping equipment of irrigation systems in industrial greenhouses, and as a consequence of their specifics, certain scientific problems can be formulated, the solution of which will increase the reliability of both pumping equipment and irrigation systems in general.

Keywords: *reliability, centrifugal pump, irrigation, protected ground, greenhouse.*