

## Термодинамічний аналіз теплонасосної схеми консервування енергетичного обладнання

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

### Анотація

*Розглянута схема консервування обладнання на базі адсорбційного осушувача повітря. Особливістю цієї схеми є застосування теплового насоса для підігріву регенераційного повітря, необхідного для осушення повітря, яким консервують необхідне обладнання.*

*Виконані розрахунки довели доцільність використання теплового насоса у системі консервування обладнання та високу енергоефективність схеми в порівнянні з базовою системою.*

**Ключові слова:** теплонасосна схема консервування обладнання, захист металевого обладнання від дії корозії

### Abstract

*In this paper, the scheme of conservation equipment on the basis of adsorption dehumidifier is considered. The feature of this scheme is the use of a heat pump for heating regenerative air, which is necessary for dehumidification of air.*

*The performed calculations have proven the feasibility of using a heat pump in the system of conservation equipment and high energy efficiency of the scheme compared with the base system.*

**Keywords:** heat pump system of conservation of equipment, protect metal equipment from corrosion.

Захист металевих конструкцій від корозії- актуальна проблема сучасного енергетичного і іншого обладнання. Необхідно запобігати корозії енергетичного, військового, харчового та виробничого обладнання в періоди часу, коли вони не використовуються. При відсутності заходів зі збереження обладнання термін його експлуатації знижується. Також зростають фінансові витрати на ремонтні роботи та амортизаційні відрахування [1].

Волога повітря спричиняє надзвичайно високу швидкість корозії металевого обладнання. Але за низької відносної вологості повітря (нижче 40%) процеси корозії металу майже зупиняються і не руйнують метал [2].

Найкращим методом, для забезпечення низької відносної вологості повітря, є використання адсорбційних осушувачів повітря. Дане устаткування є надзвичайно ефективним у вирішенні питання забезпечення низької вологості повітря.

Принцип роботи адсорбційного роторного осушувача - осушення робочого повітря за допомогою насадки та видалення адсорбованої вологи з насадки попередньо підігрітим регенераційним повітрям, яке проходить через ротор.

Дана система є недосконалою і при роботі споживає досить багато електроенергії на підігрів регенераційного повітря. Тому, для забезпечення високої енергоефективності замість електричних нагрівачів встановлюється тепловий насос. Тепловий насос «повітря-повітря» використовується в схемі для охолодження та осушення викидного вологого повітря після ротора та підігріву свіжого повітря перед ротором.

На рис.1 представлена принципова схема теплонасосної системи консервування обладнання. Осушення робочого повітря, в атмосфері якого зберігають обладнання, відбувається за допомогою спеціального адсорбційного ротора. Даний ротор видаляє з повітря вологу і утримує в своєму робочому об'ємі. Для того, щоб видалити з ротора вібрану вологу, необхідно продувати його підігрітим повітрям. У стандартних схемах консервування регенеративне повітря підігрівається електричними нагрівачами. Для зменшення енерговитрат регенеративне повітря підігрівається тепловим насосом. Джерелом теплоти для роботи теплового насоса є відпрацьоване регенераційне повітря після ротора. Повітря, насичене вологою, проходячи через випарник, охолоджується та

осушується. Після випарника охолоджене повітря змішується зі свіжим повітрям та подається в конденсатор. У конденсаторі повітряна суміш підігрівається та подається в ротор.

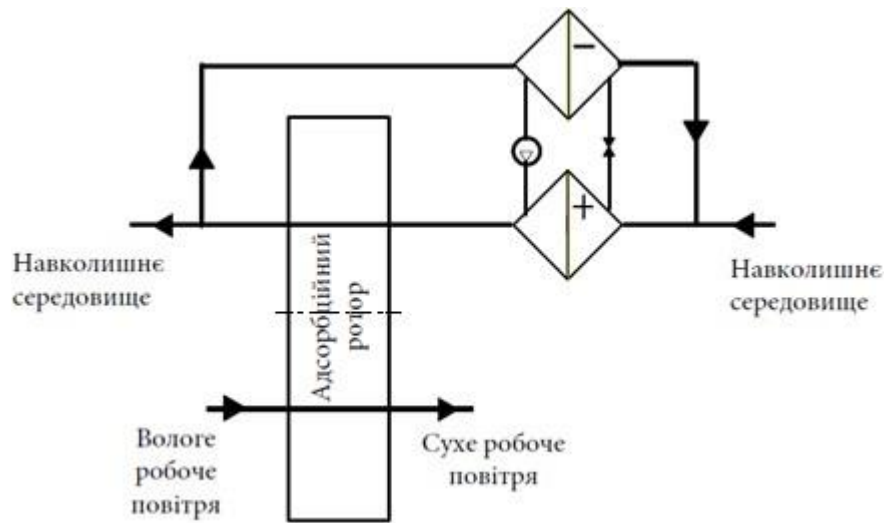


Рис. 1. Принципова теплонасосна схема консервування обладнання.

Проведені розрахунки теплонасосної системи консервування показали, що застосування теплового насоса підвищує енергоефективність у декілька разів. Основними величинами, які впливають на ефективність схеми, є коефіцієнт рециркуляції регенераційного повітря та коефіцієнт використання енергії у тепловому насосі.

Коефіцієнт рециркуляції регенераційного повітря показує, яку частину регенераційного повітря ми пропускаємо через випарник ТН та знову подаємо в ротор. У наведених нижче графіках приведені коефіцієнт рециркуляції (Рис. 2) та загальний коефіцієнт енергоефективності схеми і порівняння її з базовою схемою без теплового насоса (Рис.3).

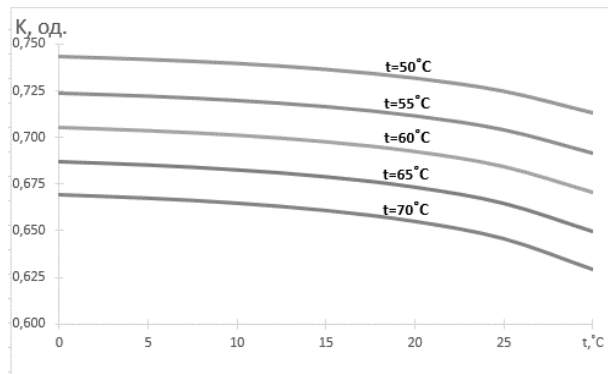


Рис.1 Залежність коефіцієнта рециркуляції від температури зовнішнього повітря та температури регенераційного повітря після конденсатора ТН.

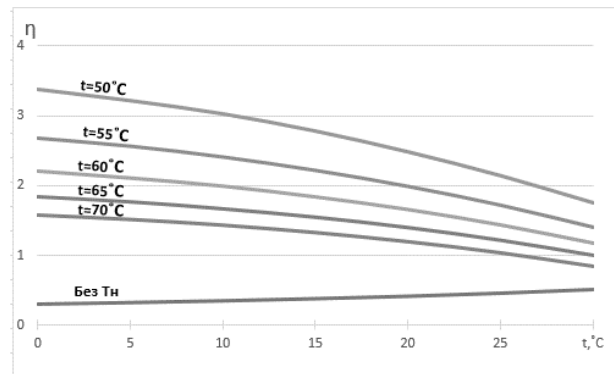


Рис.2 Залежність коефіцієнта використання зовнішньої енергії на випаровування вологи від температури зовнішнього повітря та температури повітря після конденсатора ТН.

Із наведених вище графічних результатів розрахунку можна зробити висновок, що застосування теплового насоса для підігріву регенераційного повітря є доцільним. Витрати електроенергії на осушення робочого повітря суттєво зменшуються, що приводить до суттєвої економії коштів. Особливістю даної схеми є підвищена ефективність за низьких значень температури оточуючого повітря, що є важливим показником при експлуатації системи консервування у помірному кліматі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Безродний М.К., Майстренко О.О. Консервування енергетичного обладнання методом продувки сухим повітрям-Енергетика та електрифікація, 2018. -3 ст.
2. РД 34.20.591-97 «Методические указания по консервации теплоэнергетического оборудования»

**Безродний Михайло Костянтинович**, д-р. техн. наук, проф., професор кафедри теоретичної та промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, [m.bezrodny@kpi.ua](mailto:m.bezrodny@kpi.ua).

**Майстренко Олександр Олександрович**, студент, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, [maistrenko1010@gmail.com](mailto:maistrenko1010@gmail.com).

**Bezrodny Mykhailo K.** — doctor of technical sciences, professor, professor of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: [m.bezrodny@kpi.ua](mailto:m.bezrodny@kpi.ua)

**Maistrenko Oleksandr O.** — student, Faculty of Heat and Power Engineering, Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: [maistrenko1010@gmail.com](mailto:maistrenko1010@gmail.com).