

7. Марчук В.С, Колтыков А.В. Исследование влияния порядка разложения вейвлет-преобразования и алгоритмов выбора порога ограничения вейвлет-коэффициентов на снижение уровня шумов в волоконно-оптических системах связи с устройствами вейвлет-фильтрации шумов // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2006. Вып. 144. с. 246-250.

## УДК 614.8

*Міхно Ю.О., канд. техн. наук, доц., УЦЗУ,  
Кулаков О.В., канд. техн. наук, заст. нач. каф., УЦЗУ*

### **АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН**

(представлено д-ром техн. наук Бодянським Е.В.)

З метою аналізу можливих небезпечних режимів роботи проведений аналіз класичного циклу роботи холодильної машини. Найбільш гарячою зоною всієї холодильної установки є місце на виході з компресору (перед конденсатором). Небезпечним режимом роботи холодильної машини є робота компресора в режимі з “вологою паром”

**Постановка проблеми.** В процесі експлуатації холодильні установки порушують екологічний баланс навколишнього середовища, виділяючи значну кількість тепла і небезпечні речовини. Встановлено [1], що за 10 – 11 років роботи навіть найсучасніші промислові холодильні установки повністю втрачають холодильний агент, який надходить в атмосферу.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** До недавнього часу основним холодоагентом холодильних машин був аміак ( $\text{NH}_3$ ) – за нормальних умов горючий безкольоровий газ з різким дратуючим запахом нашатирного спирту. При збільшенні тиску або охолодженні (до мінус  $33,4^\circ\text{C}$  при атмосферному тиску) аміак легко стискується у безбарвну рідину [2]. При концентрації аміаку в повітрі від 11 до 28% створюються вибухонебезпечні суміші. Навіть невелика загазованість територій приводить до пригнічення і загибелі рослинного покриву.

Статистичні дані Одеського технологічного інститут холоди- льної промисловості [1] свідчать, що існуючі розгалужені (до деся- тків кілометрів) конструкції аміачних систем холодильних машин мають імовірність прориву аміаку з втратою від 20 до 60% його кі- лькості не нижче одного разу в 15 –20 років. Вплив таких викидів може бути настільки небезпечним, що може виникнути термінова необхідність евакуації населення в радіусі декілька кілометрів.

В якості холодоагенту в холодильних машинах також засто- совуються хладони (група хлористих і фтористих похідних насиче- них вуглеводнів). Встановлена надзвичайна вразливість атмосфе- ри по відношенню до цих хладонів [1]. Хладони, достатньо важкі й інертні в звичайних умовах, піднімаються з вертикальними тока- ми повітря в стратосферу, де під впливом ультрафіолетового ви- промінювання, виділяють активний хлор, який в свою чергу поєд- нується з азотом в стійке сполучення. При цьому зменшується то- вщина захисного шару озону і як наслідок – збільшується жорст- кість ультрафіолетового випромінювання біля поверхні землі.

Забруднюючий вплив на навколишнє середовище також ока- зують розсоли, які використовуються в холодильних установках в системах з проміжним теплоносієм. Не дивлячись на те, що кіль- кість холодоагенту в таких системах значно менша, негативний вплив розсолів може бути порівняний з впливом холодоагентів.

При експлуатації холодильних установок існує небезпека виникнення вибуху. Причини різноманітні: утрата механічної мі- цності холодильного обладнання, корозія, локальний перегрів, тріщини, перевищення максимально припустимого тиску і т.д.

Робота вибуху при адіабатичному розширенні газу визнача- ється виразом [3]

$$A = \frac{k}{k-1} \cdot P_1 \cdot V \cdot [1 - (\frac{P_1}{P_2})^{k-\frac{1}{k}}], [Дж],$$

де  $P_1$ , [Па]- первісний тиск в судині,  $P_2$ , [Па] – кінцевий тиск в су- дині,  $V$ , [м<sup>3</sup>] - первинний об'єм газу,  $k$  - показник адіабати.

Потужність вибуху – робота в одиницю часу

$$N = \frac{A \cdot L}{\tau}, [Дж/с],$$

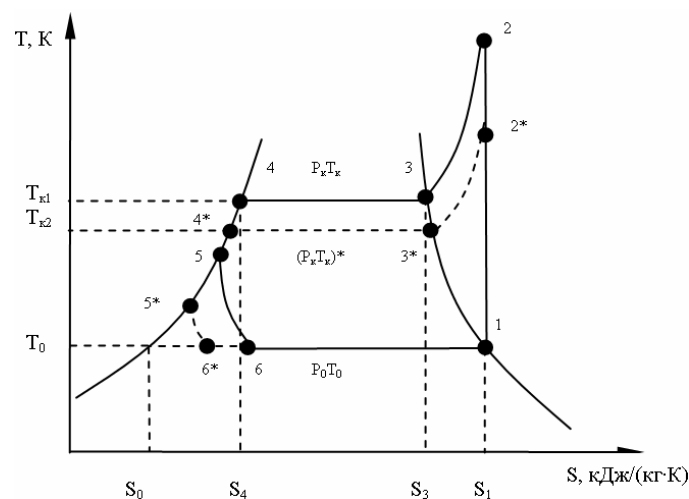
де  $L$  – безрозмірний коефіцієнт,  $\tau$ , [с]- час.

При вибуху  $\tau$  має малі значення, а потужність вибуху може досягати великих значень.

При проектуванні і монтажі холодильного обладнання необхідно особливу увагу приділяти конструкціям, які знаходяться під високим тиском і в зонах з високою температурою.

**Постановка завдання та його вирішення.** Виділимо найбільш небезпечні з точки зору вибухонебезпеки або розгерметизації системи ділянки класичного циклу роботи холодильної машини (суцільна лінія на рисунку 1, де  $T_0$  – температура кипіння хладону у випарнику,  $T_{к1}$  – нормальна температура конденсації,  $T_{к2}$  – температура конденсації при інтенсивному охолодженні конденсатору, індекси при ентропії  $S$  означають різні точки холодильного циклу).

Зона 2 – 3 – 4 це зона високого тиску. Адіабатичне стиснення холодильного агенту в компресорі протікає з великою швидкістю, тобто практично без теплообміну з навколишнім середовищем. Тому при значному зростанні тиску також різко зростає і температура холодильного агенту (точка 2). В холодильній машині ця точка має місце на виході з компресору (перед конденсатором), є найбільш гарячою зоною всієї холодильної установки і, відповідно, потребує пильної уваги як при проектуванні, так і при експлуатації холодильного обладнання.



**Рис. 1 – Цикл роботи холодильної машини (суцільна лінія - класичний, пунктир – при переохолодженні холодоагенту)**

Як тиск, так і температура на виході із компресора в першу чергу залежать від стану конденсатора, де перегріта пара холоди-

Міхно Ю.О., Кулаков О.В.

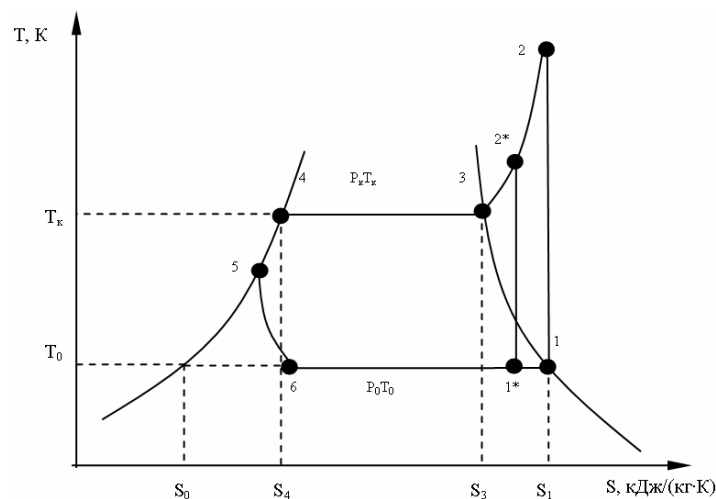
льного агента конденсується. Чим інтенсивніше буде охолоджуватись агент, тим нижчим буде тиск і відповідно температура агента на виході із компресора.

Тому стан конденсатора, в якому перегріта пара спочатку охолоджується потім конденсується і переохолоджується (2 – 3 – 4 – 5) є одним із основних чинників безпечної експлуатації холодильників.

В холодильних установках великої холодопродуктивності використовуються конденсатори винятково з водяним охолодженням. Від температури охолоджуючої води, що подається в конденсатор, залежить температура, а від так і тиск холодильного агента при конденсації. З рис. 1 (пунктирна лінія) видно як знижується тиск і температура холодильного агента на виході із компресора 2\* при зниженні температури агента в конденсаторі порівняно з першим випадком.

Другим небезпечним режимом роботи холодильної машини є робота компресора в режимі з «вологою парою». Це режим при якому на всмоктуючу сторону компресора подається не суха або перегріта пара, а пара у вигляді суміші пари з крапельками рідини.

З рис. 2 видно, що пара яка подається в компресор для стискування складається з двох фаз: з пари (6–1\*) і рідини (1\*–1). Оскільки рідина практично не стискується, то наявність її може привести до гідравлічного удару в циліндрі компресора і навіть до його руйнування. Тому вологий хід компресора є дуже небезпечним.



**Рис. 2 – Цикл роботи холодильної машини в режимі з «вологою парою»**

**Висновки.** Проведений аналіз класичного циклу роботи холодильної машини виявив найбільш небезпечні ділянки та режими роботи. Найбільш гарячою зоною всієї холодильної установки є місце на виході з компресору (перед конденсатором). Небезпечним режимом роботи холодильної машини є робота компресора в режимі з “вологою парою”.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Современные проблемы холодильной техники и технологии: Сб. научн. тр. – Одесса: ОГАХ, 2005. – 380 с.
2. ГОСТ 6221-90. Аммиак жидкий технический. Технические условия. Введ. 01.01.91. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 36 с.
3. Кунин П.П., Лапин В.Л. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. – Москва: Высшая школа, 2002. – 327 с.

УДК 351.861

*Мищенко И.В., канд. техн. наук, доц., УГЗУ*

### **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ НАДЕЖНОСТИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ С УЧЕТОМ ВНЕШНЕГО СЛУЧАЙНОГО КИНЕМАТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

(представлено д-ром техн. наук Лариным А.Н.)

Рассматривается задача безопасной транспортировки опасных грузов с учетом внешнего случайного кинематического воздействия при движении автомобиля по неровностям дороги. Показана возможность решения задачи надежности для рассматриваемого случая с использованием кинетических уравнений повреждений и математического аппарата теории марковских процессов.

**Постановка проблемы.** Для большого количества конструкций в авиационном, транспортном, энергетическом машиностроении характерной особенностью является работа в условиях случайного нагружения, причем эффект действия случайных возмущений играет существенную, а иногда и определяющую роль. Это приводит к необходимости решения задачи статистической дина-