УДК 662.995 : 662.997

АДСОРБЦІЙНІ РЕГЕНЕРАТОРИ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОСНОВІ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ «СИЛІКАГЕЛЬ – НАТРІЙ СУЛЬФАТ» ТА «СИЛІКАГЕЛЬ – НАТРІЙ АЦЕТАТ

Бєляновська О.А., Литовченко Р.Д., Сухий К.М., Скляренко А.І., Сухий М.П.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро, Україна
e.a.belyanovskaya@gmail.com, belyanovskaya@voliacable.com

In the paper was studies the performance characteristics of the adsorption regenerator of low-potential heat and moisture based on the composite adsorbents «silica gel — sodium sulfate» and «silica gel — sodium acetate», synthesized by sol-gel method. The optimal composition of composite adsorbents — 20% silica gel and 80% salt. Established optimal operating parameters of adsorption regenerators based on the composites «silica gel — sodium sulfate» and «silica gel — sodium acetate». The results of the study can be used in the development of energy-efficient ventilation systems for storages.

Вступ

Забезпечення оптимальних кліматичних умов є однією з основних та важливих задач вентиляції та кондиціювання повітря. Найпростішим технічним рішенням для цього є використання теплого повітря для нагріву холодного вхідного повітря. Для цієї мети використовуються регенеративні і рекуперативні теплообмінники [1]. Однак експлуатація теплообмінників ускладнена значною кількістю вологи в повітроводах, що призводить до утворення льоду на холодному кінці теплообмінника, блокуванню його роботи та порушенню балансу вологи в приміщенні. Ці процеси призводять до зниження вологості повітря в приміщенні, що несприятливо впливає на здоров'я людини. Для осушення повітря пропонували силікагель [2]. Однак, невелика сорбційна ємність, яка вимагає великих обсягів теплоакумулюючого матеріалу для отримання потрібного теплового навантаження [3]. Альтернатива традиційним матеріалам – композитні сорбенти «сіль в поринній матриці» [2]. Пристрої на основі композитних сорбентів перспективні для підтримки відповідної вологості повітря у вентильованих приміщеннях [2, 3], що дозволяє знизити енерговитрати на нагрівання повітря, що поступає. В той

же час дослідження процесів отримання композитних сорбентів зосереджуються переважно на доволі складних технологіях імпрегування.

Мета роботи – дослідження експлуатаційних характеристик сорбційного регенератора тепла та вологи на основі композита «силікагель – натрій сульфат» та «силікагель – натрій ацетат» для систем вентиляції та виявленню найбільш ефективних експлуатаційних параметрів.

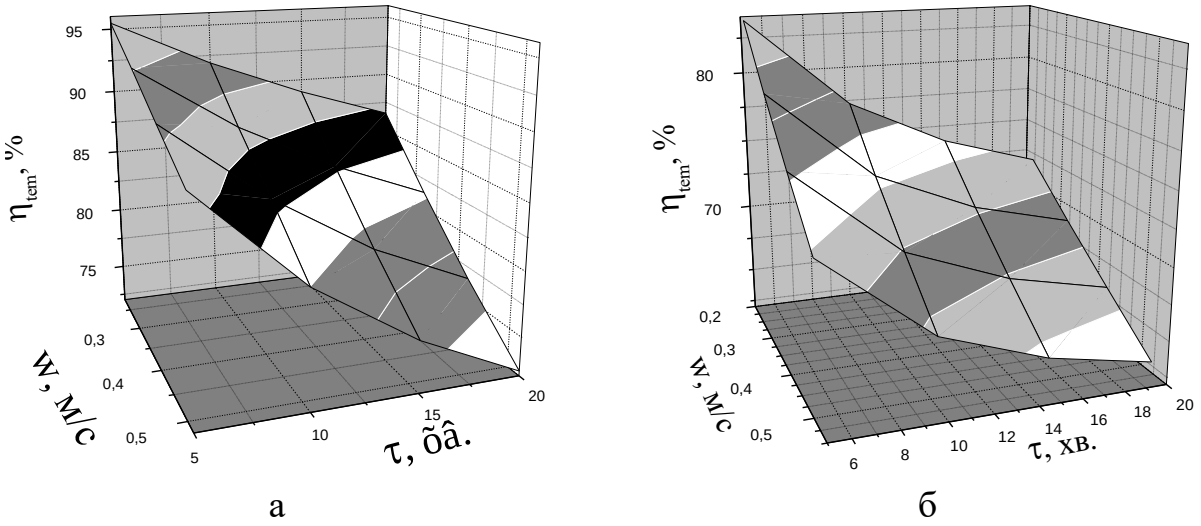
Експериментальна частина

Конструкція адсорбційного регенератора представлена в роботі [3]. Довжина лабораторного прототипа складає 0,6 м, діаметр 0,2 м. Як теплоакумулюючі матеріали використані композитні адсорбенти «силікагель – натрій сульфат» та «силікагель – натрій ацетат», синтезовані золь – гель методом [3].

Композити «силікагель – натрій ацетат» поступаються за теплотами адсорбції композитам «силікагель – натрій ацетат сульфат» в 1,25 – 2,0 рази. Для покриття виконати однакового теплового навантаження масса та об’єм композиту «силікагель – натрій сульфат» вдвічі менше, ніж «силікагель – натрій ацетат» з однаковим вмістом солі. Найблільш ефективними є композити, які містять 20 мас. % силікагелю і 80 мас. % солей, які пропонується використовувати в якості адсорбційних матеріалів. Вага композиту «силікагель – натрій ацетат», що відповідає розрахунковому тепловому навантаженню, оцінюється у 177 кг, а об'єм – 0,25 м^3. Згідно оптимального варіанту установки чотирьох адсорбційних регенераторів, маса цього адсорбенту на один регенератор становить 45 кг. У той же час для одного і того ж теплового навантаження потрібна маса композитного «силікагелю - Na_2SO_4» у 94 кг. Відповідно, при використанні тієї ж схеми установки маса композиту «силікагель – Na_2SO_4» на один регенератор становить 24 кг.

Далі була проведена симуляція процесів експлуатації адсорбційних регенераторів в житлових приміщеннях. Величина температурного коефіцієнта

корисної дії адсорбційного регенератора теплоти та вологи залежить від швидкості та часу перемикання (зміни напрямку) потоків повітря (рис.).



а б

Рисунок *- Вплив швидкості потоку вологого повітря і часу перемикання потоків на температурний коефіцієнт корисної дії адсорбційних регенераторів на основі композитів «силікагель – натрій сульфат» та «силікагель – натрій ацетат»*

Збільшення температурного коефіцієнта корисної дії відбувається при зниженні швидкості потоку повітря та часу перемикання потоків, завдяки зниженню кількості вологого повітря, яке пройшло через шар адсорбента, амплітуди коливань температури на внутрішньому та зовнішньому кінцях регенератора. Максимальні значення коефіцієнтів корисної дії спостерігаються при швидкостях потоку вологого повітря до 0,22 м/с і часу перемикання потоків не більш за 5 хв. Час досягнення максимальної адсорбції від часу перемикання потоків майже не залежить. Його максимальні значення відповідають швидкостям потоку повітря 0,22 м/с і складають 135 год. та 125 год. при використання композиту «силікагель – натрій сульфат» та «силікагель – натрій ацетат», відповідно. При цьому температурні коефіцієнти корисної дії композитів «силікагель – натрій сульфат» не менш, ніж на 5 % перевищують пристрої на основі композитів «силікагель – натрій ацетат», що є результатом більш високої адсорбції, і, отже теплоти адсорбції.

Висновки

Проведено дослідження експлуатаційних характеристик адсорбційних регенераторів низько-потенційної теплоти та вологи на основі композитних адсорбентів «силікагель – натрій сульфат» та «силікагель – натрій ацетат», синтезованих золь – гель методом. Виявлено оптимальний склад композиту – 80 % солі та 20 % силікагелю. Встановлено можливість цілеспрямовано змінювати температурні коефіцієнти корисної дії, в досить широких діапазонах змінюючи час зміни напрямку та швидкість потоку вологого повітря. Встановлені оптимальні параметри експлуатації адсорбційних регенераторів на основі композитів «силікагель – натрій сульфат» та «силікагель – натрій ацетат»: час перемикання потоків до 5 хв. та швидкість потоку повітря не більш за 0,22 м/с. Показана більш висока ефективність пристроїв на основі композиту «силікагель – натрій сульфат» в порівнянні з композитами «силікагель – натрій ацетат».

References

1. Доценко, С. А. Энергосберегающие технологии систем вентиляции и кондиционирования воздуха. *Стройпрофиль*. **2003**, 4, 54-56.
2. Aristov Yu I. Current progress in adsorption technologies for low-energy buildings. *Future Cities and Environment*. **2015**, **1**(10), 1-13
3. Sukhyy K. M., Belyanovskaya E. A., Kolomiyets, E. V. *Design and performance of adsorptive transformers of heat energy.* Riga, Latvia: LAP Lambert Academic Publishing, 2019