

Література

1. Выбор технологических параметров при создании радиационно-защитных тонкослойных полимерных покрытий / Булат А.Ф., Иванов В.А., Голов К.С., Зыбайло С.Н., Емельянов Ю.В. // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць / Ін-т геотехнічної механіки ім. М. С. Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2008. – Вип. 78. – С. 3-13.
2. Перспективы применения принципиально новых защитных материалов при лучевой диагностике / Катрацук Г.К., Крикун Ю.А. // Машинобудування України: Нові технології / За ред. Ткаченко В.А., Иванов Л.Ф. та ін. – Дніпропетровськ: Вид-во ДДУ, 1993. – 224 с.
3. Клименко Ф.К. Научные открытия ученых СНГ : краткий справочник / Клименко Ф.К., Зыбайло С.Н. – Днепропетровск: Новая идеология, 2008. – 380 с.
4. Дринберг С.А. Растворители для лакокрасочных материалов / Дринберг С.А., Ицко Э.Ф. : Справочное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Химия, 1986. – 208 с.

Представлено теоретичні основи термодинамічного аналізу технологічних циклів виробництв текстильних матеріалів з метою енергозбереження та виявлення шляхів вдосконалення технологій із зменшенням споживання теплоти на різних стадіях процесів

Ключові слова: термодинамічний цикл, технологія текстильних матеріалів, термічний коефіцієнт корисної дії

Представлены теоретические основы термодинамического анализа технологических циклов производств текстильных материалов с целью энергосбережения и выявления путей совершенствования технологий с уменьшением потребления теплоты на разных стадиях процессов

Ключевые слова: термодинамический цикл, технология текстильных материалов, термический коэффициент полезного действия

Theoretical bases of thermodynamics analysis of technological cycles of productions of textile materials are presented with the purpose of energy-savings and exposure of ways of perfection of technologies with diminishing of consumption of warmth on the different stages processes

Key words: thermodynamics cycle, technology of textile materials, thermal output-input ratio

УДК 677:536.72

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕРМО- ДИНАМІЧНОГО АНАЛІЗУ ТЕХНОЛОГІЙ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

О. В. Приймак

Кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри
Кафедра автомобілів
Луцький національний технічний університет
вул. Львівська 75, м. Луцьк, Україна 43018
Контактний тел.: 8 (0332) 74-61-45
E-mail: oprymak@mail.ru

Вступ

Результати наукових досліджень, які представлені у даній статті, є теоретичною основою створення енергоресурсозберігаючих технологій текстильних матеріалів. Енергоємність виробництва текстильних

матеріалів в Україні у 5-6 разів вища ніж у розвинених країнах виробників та сягає 0,6 кг нафтового еквіваленту на один долар США приведеної купівельної спроможності, що значно підвищує собівартість одиниці продукції, особливо на тлі стрімкого зростання цін

на органічне паливо, та унеможлиблює її конкурентоспроможність. Тому актуальними є наукові дослідження, мета яких - значне зменшення енергоємності виробництва текстильних матеріалів шляхом створення енергоресурсозберігаючих технологій.

Постановка проблеми

Найбільш точним і науково обґрунтованим підходом до теоретичного визначення величини енергозбереження є метод термодинамічного аналізу технологічних циклів на основі енергетичних балансів виробництв або технологій (термодинамічна система) [1, 2]. Це дозволяє визначити теоретичну енергетичну ефективність технологій, причини втрат паливно-енергетичних ресурсів та обґрунтувати енергоємність виробництва текстильної продукції. Рівень енергетичної ефективності технологічного процесу визначається через показник його енергетичної досконалості – коефіцієнт корисної дії (ККД). Розрізняють енергетичний - η_t та ексергетичний - η_{ex} ККД, які визначаються на основі повного енергетичного та ексергетичного балансів. Для визначення рівня технічної досконалості технологічного процесу (циклу) введено поняття – ідеальний технологічний процес (цикл) аналогічно до ідеальної теплової машини Карно [2]. Ідеальний технологічний процес (цикл) складається з тих самих ланок основних необоротних реакцій реального виробництва. Вважається, що в ідеальному процесі використовується сировина з ідеально чистих сполук і в результаті можливе отримання хімічно чистого продукту. При цьому витрати матеріалів та енергії на транспорт відсутні. Приймається, що температури речовин які споживаються і віддаються, дорівнюють температурі навколишнього середовища і теплота відводиться в навколишнє середовище з такою ж температурою. Такий технологічний процес проходить з мінімальними втратами теплової енергії та матеріалів, а значення енергетичного та ексергетичного ККД сягають максимуму. Термодинамічний аналіз ідеальних процесів та циклів текстильних технологій дозволяє визначити напрями підвищення їх енергетичної та ексергетичної ефективності шляхом зміни властивостей робочих тіл та створенням новітнього обладнання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Результатами термодинамічного аналізу теплових машин з високими температурами робочих тіл та промислових технологій енергоємних виробництв чорної та кольорової металургії, окремих виробництв хімічної промисловості та інших галузей економіки присвячено ряд робіт [3]. В роботі [4] приведено результати енергетичних та ексергетичних ККД рідинних технологій текстильних матеріалів з робочим тілом, яке на 95 % складається із води з температурою переважно 30-60 °С. Ці результати поширюються і на системи гарячого водопостачання споживачів житлового-комунального господарства та інших низькопотенційних промислових технологій. Проте не виявлено публікацій з теоретичним обґрунтуванням підвищення ефек-

тивності низькопотенційних технологій з робочим тілом – підігрітою водою.

Мета дослідження

Теоретичні дослідження технологій текстильних матеріалів на основі термодинамічного аналізу з метою визначення напрямів підвищення їх енергетичної та ексергетичної ефективності (енергозбереження) шляхом зміни властивостей робочих тіл та створенням новітнього обладнання.

Результати досліджень

Термодинамічний аналіз проведено на основі рівнянь

$$\eta_{ex} = \frac{\Delta E_{ex}}{E_{ex,підв.}}, (\%) \quad (1)$$

де ΔE_{ex} - корисно використана ексергія в циклі, Дж;

$E_{ex,підв.}$ - підведена ексергія до термодинамічної системи (технології), або ексергія спалювання органічного палива, Дж, та

$$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1} = \frac{q_{сорбції}}{q_1 - q_2}, \% \quad (2)$$

де q_1 - кількість підведеної теплоти до термодинамічної системи від верхнього джерела теплоти, Дж;

q_2 - кількість відведеної теплоти від термодинамічної системи до нижнього джерела теплоти (навколишнє середовище), Дж;

$q_{сорбції}$ - теплота сорбції (необхідна для масопереносу моля барвника із зовнішнього середовища в волокно), Дж.

Як видно з рівняння (2) підвищити ефективність узагального термодинамічного циклу текстильної технології (термодинамічної системи) можна трьома шляхами. Збільшенням кількості підведеної теплоти q_1 , зменшенням кількості відведеної теплоти q_2 та одночасним збільшенням q_1 та зменшенням q_2 . Термодинамічний аналіз зручно проводити за допомогою TS-діаграми (рис. 1) на якій кількості теплот визначаються площами фігур, обмеженими кривими процесів та віссю абсцис. Так кількість підведеної теплоти до термодинамічної системи q_1 на TS-діаграмі зображується площею фігури a41f, кількість відведеної теплоти q_2 площею фігури a43c, а кількість теплоти сорбції площею фігури 1234. Невелика частина підведеної теплоти q_1 витрачається на неважну теплоту пароутворення води (площа фігури d2'2f). Отже, підвищити η_t можна шляхом збільшення q_1 за рахунок зменшення теплоти пароутворення (площа фігури e2'2f) та зменшення кількості відведеної теплоти q_2 (a'4'3'c') у навколишнє середовище (низькопотенційна скидвана теплота). Оскільки у текстильних технологіях температурний рівень стадії процесу чітко регламентований, тобто кількість підведеної теплоти до матеріалу повинна бути постійною, то підвищення теплової ефективності можна досягнути шляхом перерозподілу підведеної теплоти, за рахунок зменшення теплоти пароутворення води, що збільшує корисно використа-

ну теплоту сорбції або зменшує тривалість процесу. Зменшення кількості відведеної теплоти (повернення у цикл скидних вторинних енергетичних ресурсів теплоносіїв) також підвищує теплову ефективність термодинамічного циклу.

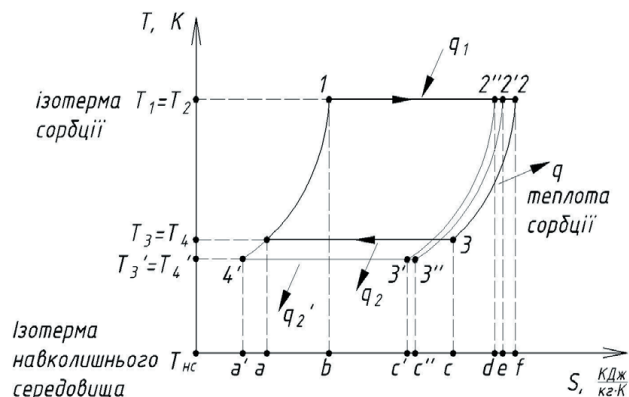


Рис. 1. TS-діаграма ідеального циклу текстильної технології

Кількість підведеної теплоти з гарячим теплоносієм до текстильного матеріалу у технологічному процесі можна підрахувати з рівняння

$$\delta q_1 = T_1 \cdot ds_1 + \delta r = d(p_1 \cdot v_1), \quad (3)$$

відведеної теплоти в навколишнє середовище від технології

$$\delta q_2 = T_2 \cdot ds_2 = d(p_2 \cdot v_2), \quad (4)$$

та теплоту сорбції

$$\delta q = T_c \cdot ds_c = c_p \cdot dT_c + d(p \cdot v) - \delta g, \quad (5)$$

де δq - зміна вільної енергії, яка характеризує спорідненість між текстильним матеріалом і барвником, тощо, Дж.

Висновки

За результатами термодинамічного аналізу рідинних технологій виробництв текстильних матеріалів встановлено, що підвищення теплової η_t та ексергетичної ефективності η_{ex} полягає у збільшенні кількості підведеної теплоти до текстильного матеріалу (наприклад, шляхом зменшення питомої теплоти пароутворення води у стадіях технологічного процесу), зменшенні кількості відведеної теплоти шляхом повернення у технологічний процес, цикл відпрацьованої теплої води, використанням інших вторинних енергетичних ресурсів. Отже, подальші наукові дослідження необхідно проводити у напрямку створення методів технологій та обладнання для зменшення теплоти пароутворення води та максимально повного використання вторинних енергетичних ресурсів.

Література

1. Стратегія енергозбереження в Україні: Аналітично-довідкові матеріали в 2-х томах: Загальні засади енергозбереження / За ред. В.А. Жовтенського. – К.: Академперіодика, 2006.- Т.1.-510 с.
2. Кудинов В.А. Техническая термодинамика. Учеб. пособие для вузов / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов. – 3-е изд., испр.- М.: Высш. шк., 2003.- 261 с.
3. Степанов В.С. Потенциал и резервы энергосбережения в промышленности / В. С. Степанов, Т. Б. Степанова. – Новосибирск: Наука, 1990. – 273 с.
4. Малкин Э.С. Повышение энергетической и эксергетической эффективности систем горячего водоснабжения текстильных предприятий с использованием вторичных энергоресурсов / Э.С. Малкин, А.В. Приймак, И.Е. Фуртат // Текстильная химия. – 2004. – №12. – С.68-72.