

Технічні науки

УДК 676.056.521

Новохат Олег Анатолійович

*кандидат технічних наук, старший викладач кафедри
машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Новохат Олег Анатольевич

*кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры
машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих предприятий
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

Novokhat Oleh

*Candidate of Engineering Sciences (PhD), Senior Lecturer of Department of
Machines and Apparatus of Chemical and Oil-Refineries Production
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

Запорожець Олександр В'ячеславович

*студент
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Запорожец Александр Вячеславович

*студент
Национального технического университета Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

Zaporozhets Aleksandr

*Student of the
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

СПОСІБ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ КАРТОНУ
СПОСОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА СУШКИ КАРТОНА
METHOD OF INTENSIFICATION OF CARDBOARD DRYING PROCESS

Анотація. Досліджено процес сушіння картонного полотна та наведено і проаналізовано криву сушіння. Розглянуто та описано пристрої для модернізації першої та другої групи сушильної частини картоноробної машини, отримано теоретичні залежності для оцінки ефекту від модернізації.

Ключові слова: сушильна частина, картоноробна машина, вакуум-ящик, крива сушіння.

Аннотация. Исследован процесс сушки бумажного полотна и приведена и проанализирована кривая сушки. Рассмотрены и описаны устройства для модернизации первой и второй группы сушильной части картоноделательной машины, получено теоретические зависимости для оценки эффекта от модернизации.

Ключевые слова: сушильная часть, картоноделательная машина, вакуум-ящик, кривая сушки.

Summary. The process of cardboard cloth drying is investigated and the drying curve is given and analyzed. Devices for modernization of the first and second groups of the drying part of the cardboard making machine are considered and described, theoretical dependences for estimation of effect from modernization are received.

Key words: dryer part, cardboard machine, vacuum box, drying curve.

Процес сушіння картону є дуже енергозатратним, адже на його реалізацію потрібно затратити значну кількість теплоти. А сушильне обладнання є металоємним та потребує значних коштів на закупівлю та обслуговування. Тому було поставлено задачу інтенсифікувати процес

сушіння картонного полотна з мінімальними затратами на модернізацію існуючого.

Тобто інтенсифікація сушіння актуальна, перш за все, для зменшення витрати електроенергії, а також металоемності конструкції, збільшення швидкості сушіння і зменшення часу знаходження картонного полотна в сушильній частині.

Розглядаючи сушильну частину картоноробної машини можна встановити, що сумарне теплове навантаження на картонне полотно залежить від кількості циліндрів та параметрів підведеної до них грійної пари. Проте конструктивно сушильні циліндри обмежені в можливості збільшувати інтенсивність сушіння шляхом підвищення тиску пари.

Сушіння на сушильних циліндрах також супроводжується проблемою великої вологості в зоні сушіння поблизу картонного полотна. Це зумовлено тим, що виділена з картонного полотна волога утримується в прилеглому до полотна прошарку повітря. Це призводить до зменшення рушійної сили сушіння, а також може викликати часткову конденсацію на поверхні картону. Ці явища зменшують інтенсивність сушіння та збільшують загальну тривалість цього процесу.

Розглянемо характер протікання процесу сушіння картонного полотна згідно залежностей вологовмісту та температури картону від часу, що зображені на рис. 1.

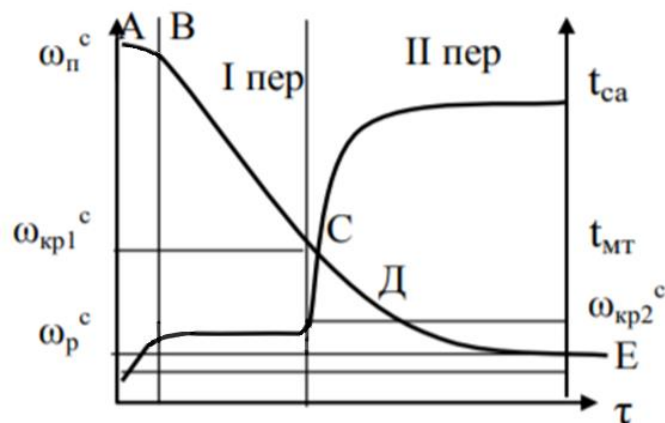


Рис. 1. Залежності вологовмісту та температури картонного полотна від часу

Криву сушіння (залежність вологовмісту від часу) умовно можна поділити на три частини. Відрізок АВ – де відбувається процес нагрівання матеріалу до температури мокрого термометра. На цьому проміжку теплота, що підводиться, витрачається на нагрівання та часткове випаровування вологи з матеріалу. Далі (відрізок ВС) проходить перший період сушіння, в якому швидкість сушіння постійна та максимальна, а температура залишається сталою. Процес проходить доки з тіла не випарується уся вільна волога. Наступним є проміжок СДЕ, на якому проходить другий етап сушіння – етап спадної швидкості сушіння до рівноважного стану картонного полотна. Це зумовлено тим, що волога, яка видалятиметься на цьому етапі буде адсорбційно зв'язаною. Температура матеріалу при цьому буде поступово збільшуватись до рівноважної температури [1].

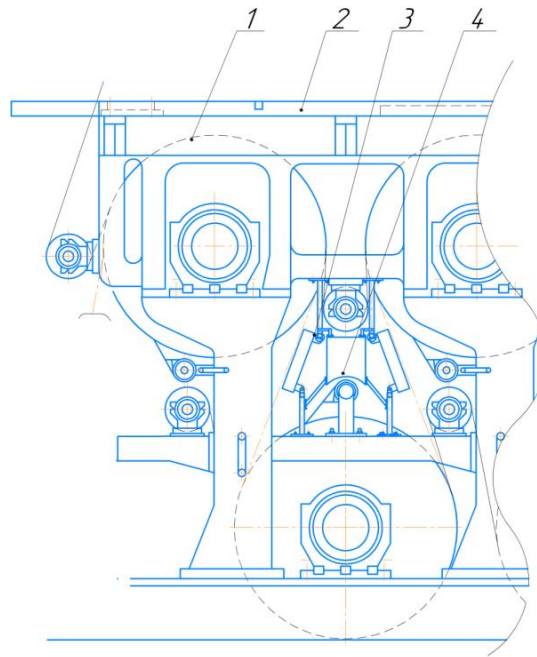
Дані графічні залежності характерні для сушіння капілярно-пористих тіл.

Значна кількість теплоти витрачається на початку на нагрівання картонного полотна до настання першого періоду сушіння. Полотно на початку сушіння містить значну кількість вологи. Тому доцільно збільшити теплове навантаження на картонне полотно. Оскільки волога не дасть змоги йому перегрітися та погіршити свої якісні показники.

Отже щоб максимально швидко нагріти картон та інтенсифікувати сушіння в першому періоді, зменшивши необхідну для цього кількість сушильних циліндрів, вирішено додатково встановити інфрачервоні випромінювачі [2]. Вони розміщуються на вільному від сукна місці, тому теплове випромінювання спрямоване безпосередньо на поверхню картону.

Для зменшення вологості повітря в зоні сушіння вирішено встановити вакуум-ящики, розташували їх між сушильними циліндрами сушильної групи.

Схему розташування інфрачервоних випромінювачів та вакуум-ящиків зображено на рис. 2.



1 – сушильний циліндр; 2 – станина; 3 – інфрачервоний випромінювач; 4 – вакуум-ящик

Рис. 2. Схема модернізованої сушильної групи

Для оцінки теоретичного ефекту від вдосконалення виконано розрахунок модернізованої сушильної групи картоноробної машини [3]. Вихідні дані наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Вихідні дані

Найменування параметра	Одиниця вимірювання	Величина
Продуктивність машини по абсолютно сухому картону	$\frac{\text{кг}}{\text{с}}$	7,258
Площа активної поверхні сушильного циліндра	м^2	13,056
Питомий тепловий потік від сушильного циліндра на активній поверхні його нагрівання в період прогріву	$\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$	60,56
Питомий тепловий потік від сушильного циліндра на активній поверхні його нагрівання в першому періоді	$\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$	39,62
Вологовміст картонного полотна в кінці періоду прогріву	-	0,975
Тепловий потік від ІЧВ	Вт	450900
Вологовміст картонного полотна:	-	1,083

Результати розрахунку наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Результати розрахунку

	До модернізації	Після модернізації
Кількість циліндрів в першому періоді	6,09	5,438
Кількість теплоти яка надійде до кінця першої сушильної групи	2023 кВт	3148 кВт
Кінцевий вологовміст	0,862	0,08
Продуктивність по висушеній воді	1,602 $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$	2,057 $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

За даними таблиці 2 побудовано графік залежностей продуктивності по висушеній воді та часу, який зображено на рис. 3.

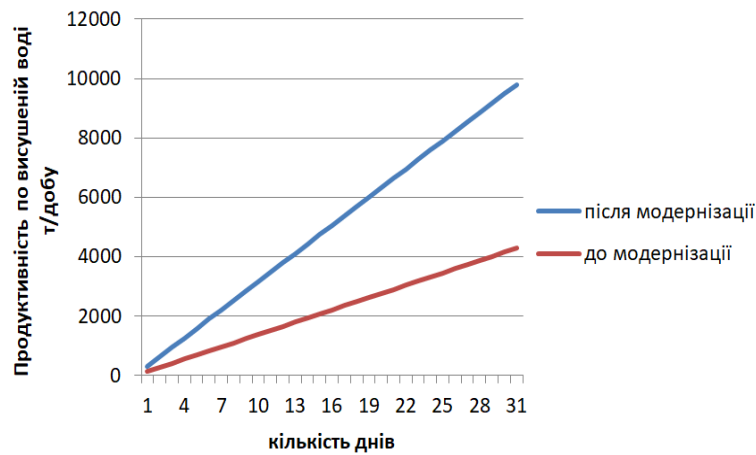


Рис. 3. Графік залежності продуктивності по висушеній воді від часу сушіння

Побудовано графік залежностей продуктивності по висушеній воді та продуктивність по абсолютно сухому картону (рис. 4).

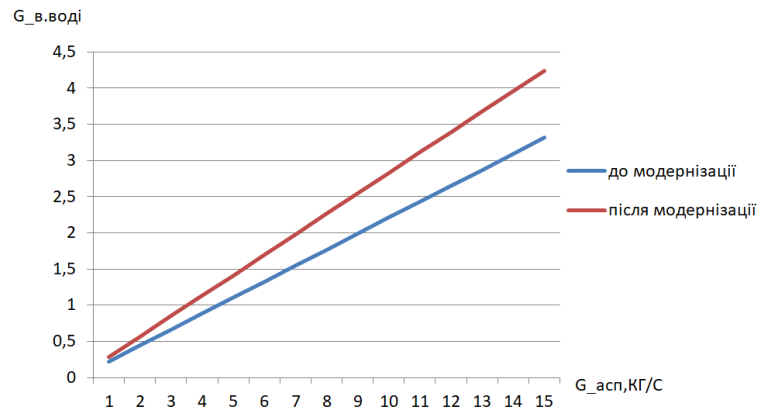


Рис. 4. Графік залежності продуктивності по видаленій волозі продуктивності картоноробної машини

Представлені графічні залежності дають змогу оцінити ефект по видаленій волозі за однакових умов в типовій та модернізованій сушильних групах.

Література

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. 9-е изд., пер. и доп. М.: Химия, 1973. 754 с.
2. Jane E. Sugarman & Timothy J. Vitale (1992). Observations on the Drying of Paper: Five Drying Methods and the Drying Process // Journal of the American Institute for Conservation. №31:2. PP. 175-197. DOI: 10.1179/019713692806066682
3. Etemoglu AB (2003). Mathematical modelling of simultaneous heat and mass transfer in heterogeneous materials, PhD Thesis, University of Uludag.