

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

# СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

МАТЕРІАЛИ  
та програма

VII Всеукраїнської  
науково-технічної конференції  
(м. Суми, 21–24 квітня 2020 р.)

Суми  
Сумський державний університет  
2020

УДК 001.891(063)  
С91

Редакційна колегія:

відповідальний редактор – канд. техн. наук, доцент О. Г. Гусак;  
заступник відповідального редактора – канд. техн. наук, доцент  
І. В. Павленко.

Члени редакційної колегії:

д-р техн. наук, професор В. І. Склабінський; д-р техн. наук,  
професор В. О. Залога; д-р техн. наук, професор Л. Д. Пляцук;  
д-р техн. наук, професор К. О. Дядюра; канд. техн. наук, доцент  
О. П. Гапонова; канд. техн. наук, професор І. О. Ковальов; канд.  
техн. наук, професор І. Б. Карінцев; канд. техн. наук, доцент  
А. В. Загорулько; канд. техн. наук, доцент Є. М. Савченко; канд.  
техн. наук, доцент С. М. Вансєв; канд. техн. наук, доцент  
С. Б. Большаніна.

Технічні секретарі:

канд. техн. наук, асистент Х. В. Берладір; пров. інж. О. Ю. Чех.

Сучасні технології у промисловому виробництві :  
матеріали та програма VII Всеукраїнської науково-технічної  
конференції (м. Суми, 21–24 квітня 2020 р.) / редкол.:  
О. Г. Гусак, І. В. Павленко. – Суми : Сумський державний  
університет, 2020. – 386 с.

**УДК 001.891(063)**

До матеріалів конференції увійшли тези доповідей  
конференції, в яких наведені результати наукових досліджень  
представників закладів вищої освіти України та країн  
Європейського Союзу. Збірка тез доповідей буде корисною для  
науковців, викладачів, аспірантів і студентів, а також інженерів  
усіх галузей виробництва.

© Сумський державний університет, 2020

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ У КОНТАКТНОМУ ТЕПЛООБМІННИКУ ФІЛЬТРИ ЕЖЕКТОРИ

*Козут В.О., доцент; Бушманов В.М., аспірант; Жихарєва Н.В., доцент;  
Факультет низькотемпературної техніки та інженерної механіки  
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, Україна*

У даній роботі розглянемо конкретний процес протікає в пристрої Контактного Теплообмінника ежектор, яке призначене для очищення димових газів шляхом зміни їх температури.

Дослідження процесів протікають при випаровуванні впорснути крапель рідини в контактному теплообміннику фільтрі, є важливим етапом получения чіткої та повної картини яка б Обьясняю отримані на практиці результати. Що надалі можна використовувати для увелечения ефективності роботи цього пристрою.

Приблизна кількість рідини необхідне для охолодження газу було отримано в попередніх розрахунках. В яких виходячи з кількості енергії в обсязі димових газів розраховувалося необхідну кількість агента здатного поглинути цю енергію. Для розрахунку кінцевої температури складаємо рівняння сохронеія енергії і отримуємо значення даного нас параметра. Вирішуємо рівняння щодо крапель рідини, приймаючи площа теплообміну рівній площі контакту групи крапель і навколишнього їхнього газу.

$$E_0 - E = E_B$$

$$m_0 c T_{k0} + (M_0 C_{p_{pa}} + M_V C_{p_V}) * T_{inf0} - m c T_k + ((M_{H0} + m) C_{p_{pa}} + M_V C_{p_V}) * T_{inf0} = m$$

$$T_{inf} = \frac{m_0 c T_{k0} - m c T_k + (M_{H0} C_{p_{pa}} + M_V C_{p_V}) * T_{inf0} - m H}{((M_{H0} + m) C_{p_{pa}} + M_V C_{p_V})}$$

де  $T_{inf}$ ,  $T_k$ - температура газу біля каплі та на великій відстані від неї;  $m$ ,  $m_0$ ,  $m_1$ -маса рідини що випаровується на початку процесу, в кінці, і різниця між ними;  $c$  - теплоємність рідини;  $C_{pp}$ -теплоємність пару;  $C_{pv}$ -теплоємність рідини;  $M_{H0}$ - маса насиченого пару при  $T_{inf}$ ,  $M_V$ - маса газу в одиниці об'єму.

Маючи необхідні дані використовуючи отримане рівняння можливо отримати кінцеве значення температури. Щоб дізнатися проміжні значення розрахунок проводиться малими кроками. Результат попереднього розрахунку стають початковими даними для подальшого розрахунку.

Згідно з працею Фукса «Випаровування і зростання крапель в газоподібному середовищі» швидкість випаровування краплі при стаціонарному режимі є постійною. Строго кажучи цей процес не може бути стаціонарним, через постійне зміни радіуса краплі і, отже, швидкості випаровування. Але в разі, коли концентрація пари краплі в середовищі незначна процес можна вважати квазістаціонарним.

Розглянемо два механізми зміни тепла в процесі випаровування краплі. Теплообмін між газом і рідиною. А так же винесення енергії який виробляється випарувалася рідиною. Теплообмін з навколишнім середовищем визначається формулою

$$q_1 = s \frac{\lambda}{r} (T_{\text{inf}} - T_k)$$

де  $s$  це площа теплообмінної поверхні яка знаходиться в контакті з навколишнім середовищем. У нашому випадку це площа поверхні краплі:

$$s = 4\pi r^2$$

$$q_1 = 4\pi r^2 \frac{\lambda}{r} (T_{\text{inf}} - T_k)$$

Тепловий потік при випаровуванні рідини з поверхні краплі можна виразити таким чином:

$$q_2 = -(cT_k + H) - \frac{4\pi D_f * r * M}{RT} * (P_d - \nu P_{h0})$$

Підставимо те що ми знаємо у рівняння:

$$q_i = 4\pi r^2 \frac{\lambda}{r} (T_{\text{inf}} - T_k) + \left[ -(cT_k + H) - \frac{4\pi D_f * r * M}{RT} * (P_d - \nu P_{h0}) \right]$$

$\lambda$ - коефіцієнт теплопровідності газу,  $\nu$ - кількість речовини що випаровується

Провівши співвідношення швидкості руху потоку і руху частинок в них зі швидкістю випаровування крапель можна розрахувати в якому місці фільтра контактного теплообмінника все краплі випаруються. Провівши ці розрахунки можна зробити висновок про те що при довжині ділянки 540 мм і при збереженні швидкостей все краплі випаруються на ділянці 200 мм від місця уприскування речовини.

#### Список літератури

1. «Фізико-математична модель випаровування крапель дрібнодисперсних аерозолів» А.А. Антоннікова, Н.В. Коровіна, О.Б. Кудряшова, І.М. Васенін. УДК 621.45.042: 532.592.2: 544.772 ОБЩАЯ І ТЕОРЕТИЧНА хі.
2. «Незвичайна життя звичайної краплі» Волинський М. С.В70 Незвичайна життя звичайної краплі .- \* М.: Знання, 1986.- 144 с. (Наука і прогрес). ББК 22.253.3 В70.
3. А. В. Ликов. "Теорія сушки", 1968.
4. ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ №10, 2006 Успіхи сучасного естествознання Фізико-математичні науки Розрахунок часу іспарення дисперсних частинок Дохов М.П. Кабардіно-Балкарська державна сільськогосподарська академія 65-6.

Аналіз способів очищення газової суміші від сірководню .....	258
До кінетики зволоження порошкоподібних матеріалів .....	259
Вплив параметрів роботи тарілчастих грануляторів на процес високотемпературного гранулоутворення .....	260
Прилади проведення неруйнівного контролю на хімічних і нафтопереробних підприємствах .....	262
Вплив радіального зазору на характеристики ВВН типу “TURO” .....	263
До вибору способу хемосорбційного очищення вуглеводневого газу від кислих компонентів .....	264
Інтенсифікація процесу сушіння сипких матеріалів у барабанних сушарках .....	265
Інтенсифікація процесу сушіння сипких матеріалів у пневматичних сушарках .....	266
Особливості дослідження гідродинамічних показників процесу сепарації двокомпонентної емульсії у коалесцерах .....	267
Оптимізаційні хіміко-технологічні моделювання промислових установок з підготовки та переробки вуглеводнів .....	268
Особливості розрахунку фазової рівноваги у паро-рідинних багатокомпонентних системах .....	269
Особливості процесу виробництва альтернативного палива – біоетанолу .....	271
Створення регіональних сільськогосподарських комплексів – важливий етап децентралізації .....	272
Моделювання процесу осушення природного газу в умовах зміни концентрації абсорбенту і температурного режиму роботи колони .....	273
Розробка та дослідження трубчатого газо-рідинного реактора для процесу вибілювання сульфанолю хлором .....	274
Дослідження способів підвищення ефективності сепарації для очистки хвостових газів при виробництва сірчаної кислоти .....	275
Розробка способу очистки сульфату калію .....	277
Морфологія поверхні та діелектричні властивості мікродугових оксидів на алюмінієвому сплаві .....	278
Математична модель теплопереносу при випаровуванні стікаючий плівці рідини в перехресний газовий потік .....	280
Аналіз енергоефективності систем допоміжних пластинчастих теплообмінників випарної станції .....	282
Зональне охолодження повітря за великих теплових навантажень .....	284
Математичне моделювання процесів у контактному теплообміннику фільтрі ежекторі .....	285
Особливості визначення розрахункового тиску для стаціонарних та пересувних посудин з нафтопродуктами .....	287

Наукове видання

# **СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

**МАТЕРІАЛИ**  
та програма

**VII Всеукраїнської  
науково-технічної конференції  
(м. Суми, 21–24 квітня 2020 р.)**

Відповідальний за випуск О. Г. Гусак  
Комп'ютерне верстання: О. Ю. Чех, І. В. Павленко

Стиль та орфографія авторів збережені.

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 22,58. Обл. вид. арк. 27,74. Тираж 100 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач  
Сумський державний університет,  
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна.  
Свідectво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.