

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

**80 НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ВИКЛАДАЧІВ АКАДЕМІЇ**

Одеса 2020

Наукове видання

Збірник тез доповідей 80 наукової конференції викладачів академії
7 – 8 травня 2020 р.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами.
За достовірність інформації відповідає автор публікації.

Рекомендовано до друку та розповсюдження в мережі Internet Вченою радою
Одеської національної академії харчових технологій,
протокол № 15 від 05.05.2020 р.

Під загальною редакцією Заслуженого діяча науки і техніки України,
Лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки,
д-ра техн. наук, професора Б.В. Єгорова

Укладач Т.Л. Дьяченко

Редакційна колегія

Голова Єгоров Б.В., д.т.н., професор
Заступник голови Поварова Н.М., к.т.н., доцент

Члени колегії: Амбарцумянц Р.В., д-р техн. наук, професор
Безусов А.Т., д-р техн. наук, професор
Бурдо О.Г., д.т.н., професор
Віннікова Л.Г., д-р техн. наук, професор
Гапонюк О.І., д.т.н., професор
Жигунов Д.О., д.т.н., доцент
Іоргачова К.Г., д.т.н., професор
Капрельянц Л.В., д.т.н., професор
Коваленко О.О., д.т.н., ст.н.с.
Косой Б.В., д.т.н., професор
Крусір Г.В., д-р техн. наук, професор
Мардар М.Р., д.т.н., професор
Мілованов В.І., д-р техн. наук, професор
Павлов О.І., д.е.н., професор
Плотніков В.М., д-р техн. наук, доцент
Станкевич Г.М., д.т.н., професор,
Савенко І.І., д.е.н., професор,
Тележенко Л.М., д-р техн. наук, професор
Ткаченко Н.А., д.т.н., професор,
Ткаченко О.Б., д.т.н., професор
Хобін В.А., д.т.н., професор,
Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор
Черно Н.К., д.т.н., професор

машин свойства и применение: монография – Одесса: Фенікс, 2012. – 420 с.

2. Мельник А.В., Железний В.П. Экспериментальная установка для исследования теплообмена при кипении растворов хладагент/масло в трубе // Холодильна техніка і технологія. – 2013. – № 4. – С. 4-11.

ВПЛИВ ДОМІШОК МОДЕЛЬНОГО КОМПРЕСОРНОГО МАСТИЛА ТЕГ В ХОЛОДОАГЕНТІ RE170 НА ПАРАМЕТРИ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПРЕСОРНОЇ СИСТЕМИ

**Івченко Д.О., к.т.н., ст. викл., Железний В.П., д.т.н., проф.
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

Важливим напрямком підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів та інтенсифікації технологічних процесів є оптимальний вибір робочих тіл для холодильного обладнання. Для розвитку цього напрямку необхідно мати інформацію про термодинамічні властивості робочих тіл.

У парокompresійних холодильних машинах і кондиціонерах компресорне мастило застосовується для безаварійної роботи компресора. Основне завдання застосування компресорного мастила полягає в забезпеченні існування тонкої плівки мастила, що дозволяє змащувати механічні рухомі елементи компресора (поршні, шатун / кривошип, клапани та ін.), тобто захищає від зносу деталі компресора, що сполучаються. Однак, мастильний матеріал виконує ще кілька другорядних функцій, серед яких герметизація, зниження рівня шуму, а також сприяння видалення хімічних домішок або відкладень, які можуть бути присутніми в компресорній системі. Крім того, в деяких типах холодильних машин мастило також використовується в якості теплоносія для охолодження компресора. Зазначені сприятливі фактори показують, що застосування компресорних мастил безумовно корисно в холодильних установках [1].

Однак наявність мастила також супроводжується рядом негативних ефектів. Взаємна розчинність мастила з холодоагентом робить істотний вплив як на характеристики ефективності компресорної системи, так і в цілому на роботу холодильної машини [2, 3]. Енергетичні показники обладнання, пускові характеристики компресора, теплообмін в апаратах, циркуляція мастила по контуру компресорної системи, надійність компресора в значній мірі визначається теплофізичними властивостями не чистого холодоагенту, а застосовуваного реального робочого тіла [3]. Важливе значення, для нормальної циркуляції мастила і повернення його в компресор, також має розчинність мастила в холодоагенті [2].

Для нормальної роботи автоматизованої холодильної машини необхідно дотримуватися таких умов:

— при сталому режимі холодильної машини кількість викидається компресором мастила за одиницю часу має за той же період повернутися в картер компресора [2];

— стан розчину, що повертається в картер, має бути якомога ближче до стану його в картері компресора, щоб при змішуванні вплив довипаровування і спінювання розчину зводилося до мінімуму [2];

— мастило, що уноситься, не повинно накопичуватися в конденсаторі або ресивері. Цій умові найбільшою мірою задовольняють мастила з необмеженою розчинністю в холодоагенті при температурах конденсації [2].

Найбільш повно вплив домішок мастила в холодоагенті на властивості робочого тіла і холодильного обладнання розглянуто в роботах [2,4]. З проведених досліджень випливає, що розчинене в рідкому холодоагенті мастило знижує холодопродуктивність холодильної машини [1,2,4]. Оскільки тиск розчину холодоагент / мастило у випарнику нижче тиску насиченої пари чистого холодоагенту, при заданій температурі кипіння, дійсна

холодопродуктивність буде зменшуватися зі збільшенням концентрації мастила в робочому тілі [1,4], циркулюючому по контуру компресорної системи.

Присутність мастила також викликає зміни в конфігурації потоку в апаратах холодильної машини, збільшує перепади тиску, змінює термодинамічну рівновагу і термодинамічні властивості холодоагенту (рівновагу рідина-пар, ентальпію, в'язкість, поверхневий натяг та ін. Питання про вплив мастила на процеси охолодження мають першорядне значення і обов'язково повинні розглядатися в контексті розробки нових екологічно чистих холодоагентів (або повторного відкриття «старих» холодоагентів за останні два десятиліття) [1].

Процес кипіння холодоагенту в прямоточном випарнику чутливий до присутності домішок мастила з кількох причин [2]. Перш за все, тому, що склад рідкої фази РХМ при кипінні в випарнику змінюється в широких межах (особливо у випарнику проточного типу). Цей тип випарника з верхньою подачею рідкого агента і нижнім відведенням пара найбільш широко застосовують для малих і середніх холодильних установок.

Концентрація мастила c_g в РРТ перед дросельним пристроєм при наявності мастиловіддільника зазвичай незначна [2,5]. Після дроселювання холодоагент з домішками мастила надходить у випарник, де швидко змішується з киплячим в ньому робочим тілом. Температура в кожній точці випарника буде визначатися тиском на всмоктуючому патрубку компресора (якщо знехтувати гідравлічними втратами) і складом киплячого РХМ, який суттєво відрізняється від концентрації робочого тіла, що надходить з конденсатора c_g . Тому середня концентрація мастила в проточному випарнику збільшується до 8 до 16 % [2,5].

Мастило, яке несеться з компресора в конденсатор, а звідти у випарник, має знову повернутися в компресор. В іншому випадку порушиться нормальне змащення компресора. По ходу кипіння робочого тіла у випарнику (збільшення ступеня сухості парорідинної суміші) концентрація мастила у рідкій фазі РХМ буде зростати, що сприяє зниженню як інтенсивності теплообмінних процесів [4], так і ефективності обладнання в цілому [4, 5]. Концентрації рідкої фази робочого тіла, що повертається в картер, і РХМ в компресорі повинні бути приблизно рівні, для того щоб усунути вплив недовипареного холодоагенту на коефіцієнт подачі і зменшити процес піноутворення в компресорі.

Кількість недовипареного з РРТ холодоагенту – Δm_r по ходу просування по прямоточному випарнику зменшується за лінійним законом, а концентрація мастила – w_{oil} у залишковій рідкій фазі зростає за законом гіперболи [2]. На рис. 1, 2 наведені результати отримані при розрахунку циклів за умови переохолодженні РРТ після конденсатора на 5 К.

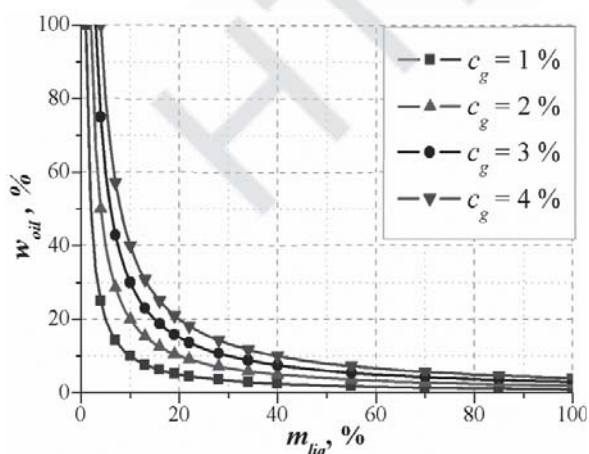


Рис. 1 – Залежність концентрації мастила у залишковій рідині – w_{oil} в прямоточном випарнику від кількості залишкової рідини у випарнику – m_l для робочого тіла RE170 / TEG

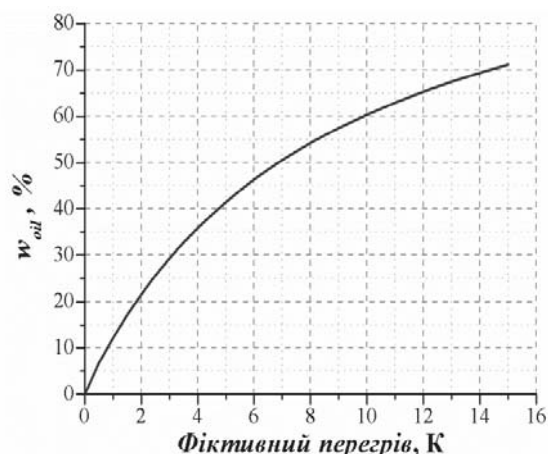


Рис. 2 – Залежність концентрації мастила у залишковій рідині – w_{oil} у прямоточному випарнику від величини фіктивного перегріву для робочого тіла RE170 / TEG

Таким чином, склад – w_{oil} і маса рідкої фази РХМ – m_l в різних точках випарника залежить як від концентрації c_g , так і від величини фіктивного перегріву. Особливо швидко зростання концентрації мастила в залишковій рідині відбувається при високих ступенях сухості РРТ у випарнику. Наприклад, при c_g рівній 4 % концентрація мастила в залишковій рідині РРТ зростає до 53 %. Отримані результати показують, що для хорошої роботи випарника потрібно, перш за все, знизити винесення мастила з компресора в конденсатор.

Розрахунки характеристик компресорної системи з прямоточним випарником проведені при параметрах, характерних для режиму роботи побутової холодильної машини: температура конденсації – $T_K = 303$ К, температура початку кипіння – $T_0 = 258$ °К. Гідравлічні втрати тиску в теплообмінних апаратах в виконаних розрахунках не враховувалися.

Виконані розрахунки показують, що зміни величини питомої холодопродуктивності зі збільшенням дійсного (для чистого холодоагенту) та фіктивного (для РРТ) перегріву носять досить складний характер (див. рис. 3).

При перегрівіх вище 5-6 К питома адіабатна робота стиснення має характерну для чистих холодоагентів тенденцію до монотонного збільшення. Причому питома адіабатна робота стиснення для РРТ завжди більше ніж для чистого холодоагенту. Відносний внесок домішок мастила на абсолютне значення роботи адіабатного процесу стиснення складає близько 2-5 % на 1 % концентрації c_g .

Загальний негативний вплив домішок мастила в холодоагенті на абсолютне значення як від температури кипіння у випарнику, так і від концентрації c_g . При МДП робочого тіла відносний внесок домішок мастила лежить в межах 3-7 % на 1 % концентрації мастила c_g .

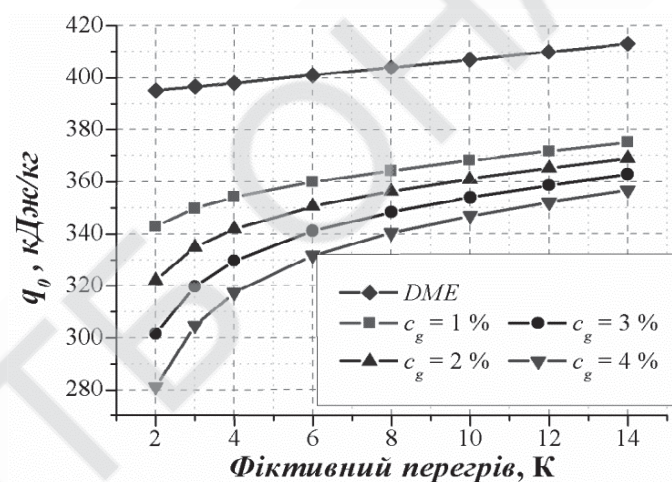


Рис. 3 – Залежність питомої холодопродуктивності від величини фіктивного перегріву при різних концентраціях мастила перед дросельним пристроєм для робочого тіла RE170 / TEG

У наслідку виконаного дослідження показано, що наявність домішок модельного компресорного мастила TEG в холодоагенті RE170 спричиняє значний негативний вплив на параметри ефективності компресорної системи. Присутність мастила в холодоагенті завжди зменшує різницю між ентальпією на вході у випарник і виході з нього в порівнянні з чистим холодоагентом. Цей ефект знаходить своє відображення в зміні питомої холодопродуктивності РРТ і адіабатній роботі стиснення. Процеси, які відбуваються в окремих вузлах холодильної машини, значною мірою визначаються домішками мастила в холодоагенті. Ці домішки змінюючи теплофізичні властивості холодоагенту, в значній мірі визначають інтенсивність процесів тепло- і масообміну у випарнику, конденсаторі і компресорі.

Література

1. Youbi-Idrissi M. The effect of oil in refrigeration: Current research issues and critical

review of thermodynamic aspects / M. Youbi-Idrissi, J. Bonjour // Int. J. Refrig. – 2008 – № 31. – P. 165-179.

2. Мельцер Л.З. Смазка фреоновых холодильных машин. / «Пищевая промышленность». – Москва. – 1969. – 132 с.

3. Spauschus H.O. Thermodynamic Properties of Refrigerant-Oil Solutions. Part 2. ASHRAE J. – 1963. – P. 63–71.

4. Железний В.П., Семенюк Ю.В. Теплофизические свойства растворов хладагентов в компрессорных маслах: моногр. – Одесса; «Фенікс», 2013. – 419 с.

5. Youbi-Idrissi M. Oil presence in an evaporator: experimental validation of a refrigerant/oil mixture enthalpy calculation model / M. Youbi-Idrissi, J. Bonjour, M.F. Terrier, C. Marvillet, F. Meunier // Int. J. Refrig. – 2004, – № 27. – P. 215-224.

ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНОВОГО ПИЛУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ГАЛУЗІ ХЛІБОПРОДУКТІВ

¹Зацеркляний М.М., к.т.н., доцент, ²Столевич Т.Б., к.т.н., доцент

¹Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

²Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса

Технологічні операції прийому, очищення, сушки, відпуску, охолодження, освіження, переробки зерна, що здійснюються на підприємствах галузі хлібопродуктів, супроводжуються багаторазовим переміщенням транспортними механізмами, самопливом по системам пневмотранспорту тощо. Все це призводить до стирання оболонок зерна і виникнення органічного і мінерального пилу, що утворюється завдяки забрудненню зерна під час збирання і транспортування різним транспортним устаткуванням.

Практично всі технологічні процеси підприємств галузі хлібопродуктів супроводжуються утворенням і виділенням пилу у навколишнє середовище.

Пил забруднює довкілля, здійснює негативний вплив на обслуговуючий персонал, викликає передчасний вихід з ладу технологічного обладнання і має високу вибухо- і пожежонебезпеку. Виділення пилу підприємств галузі хлібопродуктів пов'язано з втратою частини сировини та готової продукції.

Повітряно-зерновий пил являє собою складну суміш фрагментів органічного матеріалу з зерна, плюс мінеральна речовина з ґрунту. Особливо високі експозиції були виявлені на терміналах, де зерно було імпортовано або експортовано, а також у процесах сушіння. Проте галузь хлібопродуктів досягла значних успіхів у поліпшенні контролю над повітряним пилом за рахунок більш досконалих процесів, підвищення автоматизації та покращення уваги до якості продукції.

Обсяги, концентрація і властивості його залежать від місця утворення, сировини, типу технологічного устаткування, його технічного стану, технологічного рівня виробництва тощо.

Концентрація пилу змінюється від 130 до 640 г/м³. Фізичні властивості пилу наступні: об'ємна маса – 350–570 кг/м³, мінеральні речовини – 0,6–7,8 %.

Хімічний склад пилу, у % на суху речовину: крохмаль – (17–75), білок – (0,2–18); пентозани – (2,0–6,2); жир – (0,2–3,6); цукор – (1,7–58); целюлоза – (0,8–48).

Метою нашої роботи було розроблення технологій використання на підприємствах галузі хлібопродуктів пилу, що утворюється у технологічному обладнанні підприємств, на основі врахування його реальних обсягів, концентрації та властивості.

Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні завдання:

— розроблені засоби пригнічення джерел пиловиділення шляхом створення герметичного укриття обладнання, впровадження удосконалених аспіраційних систем і підвищення ефективності роботи;

— розроблено високоефективне обладнання для уловлювання пиловидних відходів

ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ІНФОРМАЦІЙНИМИ РЕСУРСАМИ	
Сіромля С.Г.	241
ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ОПЕРАТОРОМ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК	
Селіванова А.В., Мазурок Т.Л., Селіванов А.П.	242
ПОСТКВАНТОВЕ ШИФРУВАННЯ, БЛОКЧЕЙН, НАВЧАЛЬНІ ТА НАУКОВІ ПРОЦЕСИ	
Кононович І.В.	244
ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ПОЛІТИКИ БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЇ	
Владімірова В.Б.	245
ВИКОРИСТАННЯ PWA ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ РОЗРОБЦІ КРОСПЛАТФОРМЕННИХ ДОДАТКІВ	
Тройніна А.С.	247
ТЕОРІЯ ГРАНИЧНИХ РЕЖИМІВ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ДЕТОНАЦІЙНИХ ХВИЛЬ В КРУГЛИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ТРУБАХ	
Волков В.Е.	248
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ГОРІННЯ ПАЛИВА В КАМЕРАХ ДВИГУНІВ	
Волков В.Е., Макоєд Н.О.	250
НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ СУПРОВІД ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ ДО ВИКОРИСТАННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ	
Лобода Ю.Г.	252
ПРОБЛЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ДОКУМЕНТООБІГУ У ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ	
Волков В.Е., Кириченко В.І.	254
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНКИ РИЗИКУ ДЕТОНАЦІЙНОГО ВИБУХУ	
Волков В.Е., Коваленко А.В.	257
ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ПРОЦЕСІВ ГОРІННЯ З УРАХУВАННЯМ НЕЛІНІЙНИХ ЕФЕКТІВ	
Волков В.Е., Кривченко Ю.В.	258

СЕКЦІЯ «ТЕПЛОФІЗИКА ТА ПРИКЛАДНА ЕКОЛОГІЯ»

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИРКУЛЯЦІЇ ДОМІШОК КОМПРЕСОРНОГО МАСТИЛА В РОБОЧИХ ТІЛАХ ПО КОНТУРУ ХОЛОДИЛЬНОЇ КОМПРЕСОРНОЇ СИСТЕМИ	
Корнієвич С.Г., Нестеров П.С., Желєзний В.П., Семенюк Ю.В.	259
ВПЛИВ ДОМІШОК МОДЕЛЬНОГО КОМПРЕСОРНОГО МАСТИЛА TEG В ХОЛОДОАГЕНТІ R170 НА ПАРАМЕТРИ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПРЕСОРНОЇ СИСТЕМИ	
Івченко Д.О., Желєзний В.П.	261
ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНОВОГО ПИЛУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ГАЛУЗІ ХЛІБОПРОДУКТІВ	
Заєркланний М.М., Столевиц Т.Б.	264
ПРИНЦИПИ ТЕРМОДИНАМІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОФЛЮІДІВ	
Хлієва О.Я., Желєзний В.П., Мотовий І.В.	265

СЕКЦІЯ «КРІОГЕННА ТЕХНІКА»

ПРОМИСЛОВІ УСТАНОВКИ ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ НЕОНОГЕЛІЄВИХ СУМІШЕЙ	
Бондаренко В.Л., Вігуржинська С.Ю., Пилипенко Б.О.	268
АВТОМАТИЗОВАНА УСТАНОВКА ДЛЯ ОТРИМАННЯ КСЕНОНУ ШЛЯХОМ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ ДИСТИЛЯЦІЇ	
Бондаренко В.Л., Медушевський Є.Ю., Чигрін А.О., Биканов О.М.	270
ПЕРСПЕКТИВНА СХЕМА ЗРІДЖУВАЧА ВОДНЮ	
Кравченко М.Б.	271
НОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВІТРЯНИХ КОНДЕНСАТОРІВ МАШИН КОМЕРЦІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	
Морозюк Л.І., Соколовська-Єфименко В.В., Гайдук С.В., Мошкатиюк А.В.	272
РЕДУКУВАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ВИСОКОГО ТИСКУ У ВИХРОВИХ ТРУБАХ	
Симоненко Ю.М., Бодюл О.С., Тишко Д.П.	274
НЕОНОВІ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ В ІНТЕРВАЛІ $T=18...28\text{ К}$	
Симоненко Ю.М., Меркулов М.Ю.	275