МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ІМ. В.С. МАРТИНОВСЬКОГО

XII ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ
MODERN PROBLEMS OF REFRIGERATION EQUIPMENT AND TECHNOLOGY

27-28 вересня 2019 року

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ КОНФЕРЕНЦІЇ

ОНАХТ

ОДЕСА 2019

УДК 621.565 (075.6)

Сучасні проблеми холодильної техніки та технології / Збірник тез доповідей XII Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2019. – 229 с.

У збірнику наведені матеріали XII Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні проблеми холодильної техніки та технології» та розглянуто різні аспекти науково-технічних питань, пов'язаних з проектуванням, виготовленням та експлуатацією холодильного обладнання різного призначення, дослідженням робочих тіл та процесів в елементах холодильних та кріогенних систем, застосуванням нано та когенераційних технологій, використанням холоду в харчових технологіях, застосуванням і впровадженням нетрадиційних джерел енергії.

В сборнике представлены материалы XII Всеукраинской научно-технической конференции «Современные проблемы холодильной техники и технологии» и рассмотрены различные аспекты научно-технических вопросов, связанных с проектированием, изготовлением и эксплуатацией холодильного оборудования различного назначения, исследованием рабочих тел и процессов в элементах холодильных и криогенных систем, применением нано и когенерационных технологий, использованием холода в пищевых технологиях, применением и внедрением нетрадиционных источников энергии.

НТБ ОНАХТ

Відповідальність за достовірність інформації несе автор публікації.
Матеріали публікуються мовою оригінала, наданого автором.

© ОНАХТ

Голова наукового комітету – Єгоров Богдан Вікторович – ректор Одеської національної академії харчових технологій, член-кореспондент НААН України, Заслужений діяч науки і техніки, д-р техн. наук, професор.
Заступник голови – Косой Борис Володимирович – директор Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, д-р техн. наук, професор.

Члени наукового комітету:
Ванєєв Сергій Михайлович - Сумський державний університет, к.т.н., доцент;
Василенко Сергій Михайлович - Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор;
Железний В.П. - зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д-р техн. наук, професор;
Лабай Володимир Йосипович - Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор;
Лавренченко Г.К. - д-р техн. наук, професор;
Мілованов В.І. - зав. кафедрою компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ, заслужений діяч науки і техніки України, д-р техн. наук, професор;
Морозюк Л.І. - д-р техн. наук, професор;
Потапов Володимир Олексійович - Харківський державний університет харчування і торгівлі, д.т.н., професор;
Радченко М.І. - зав. кафедрою кондиціювання і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор;
Семенюк В.А. - к.т.н., директор НПФ «Терміон»;
Симоненко Ю.М. - зав. кафедрою кріогенної техніки ОНАХТ, д-р техн. наук, професор;
Снєжкін Юрій Федорович - директор Інституту технічної теплофізики, д.т.н., академік НАНУ
Ткаченко Станіслав Йосипович - д.т.н., професор Вінницького національного технічного університету;
Хмельнюк М.Г. - зав. кафедрою холодильних установок і кондиціювання повітря ОНАХТ, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор;
Щит Михайло Львович - к.т.н., пров. наук. спів. Інституту енергетики Академії Наук Молдови.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова – проф. Хмельнюк М.Г.
Науковий секретар – к.т.н. Зімін О.В.
Члени – к.т.н. Жихарєва Н.В., к.т.н. Когут В.Є., к.т.н. Яковлєва О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Подмазко О.С.

НТБ ОНАХТ

ТЕМИ ДОКЛАДОВ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

110 РОКІВ ПРОФЕСОРУ ЧУКЛІНУ СЕРГІЮ ГРИГОРОВИЧУ (1909-1974)

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ, МЕТОДЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ КОМФОРТНОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Н.И. Радченко, д.т.н., проф., Е.И. Трушляков, к.т.н., проф., А.Н. Радченко, к.т.н., доц., Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна

АЗОТНЫЕ ГАЗИФИКАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Кириченко И.В., технический директор ПКФ «Криопром» ООО, г. Одесса;
Леонтьев А.А., главный конструктор ПКФ «Криопром» ООО, г. Одесса.
e - mail: info@krioprom.com.ua

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОЗОНАЛЬНИХ СИСТЕМ КОМФОРТНОГО І ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ

Жихарєва Н.В., к.т.н ., доц., Одеська національна академія харчових технологій

НТБ ОНАХТ

	СЕКЦІЯ № 1. ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЇ. КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ.	стр.
19.	МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНЫХ РЕЖИМОВ В ПЛОТНОМ ПРОДУВАЕМОМ СЛОЕ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ	68
20.	АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЖИДКОСТНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ АНОДНОГО БЛОКА МАГНЕТРОНА	71
21.	ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ХОЛОДОАГЕНТІВ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ІЗОТЕРМІЧНИХ НАПІВПРИЧЕПІВ THERMO-KING В УКРАЇНІ	73
22.	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ЗАМКНУТЫХ ДВУХФАЗНЫХ ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ С РАЗЛИЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ ДВИЖЕНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ	75
23.	ЕНЕРГЕТИЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОХВИЛЬОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОТРИМАННІ БІОПЕСТИЦИДІВ	78
24.	ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ ТЕЧІЇ ПІД ЧАС КОНДЕНСАЦІЇ ПАРИ У ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ТРУБАХ	80
25.	ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ИСПАРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ	82
26.	ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ	85
27.	КРИТЕРІЇ ВИБОРУ ЗАСОБІВ СКОРОЧЕННЯ ВТРАТ СВІТЛИХ НАФТОПРОДУКТІВ ПРИ ЗБЕРІГАННІ	88
28.	ПІДВИЩЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДЛЯ УКРАЇНИ	90
29.	ШТУЧНЕ ЗАМОРОЖУВАННЯ-ВІДТАВАННЯ ОСАДУ СТІЧНИХ ВОД	93
30.	ПЕРСПЕКТИВНІ СХЕМИ І КОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМ ОХОЛОДЖУЮЧИХ ЗЕРНОВИХ КОМПЛЕКСІВ	95
31.	ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАКЦІЇ ЛАВРОВОГО ЛИСТА ЗРІДЖЕНИМ ГАЗОМ	98
32.	ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ МАГНЕТРОНА	100
33.	СИСТЕМА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ДВОСТУПЕНЕВОГО КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ МАШИННОГО ВІДДІЛЕННЯ АВТОНОМНИХ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ	103
34.	АНАЛИЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ДВОСТУПЕНЕВОЇ СИСТЕМИ КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ АВТОНОМНОЇ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ПІДПРИЄМСТВА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	105
35.	ОХОЛОДЖЕННЯ ЦИКЛОВОГО ПОВІТРЯ СУДНОВОГО ДВИГУНА ЕЖЕКТОРНОЮ ХОЛОДИЛЬНОЮ МАШИНОЮ З РЕЦИРКУЛЯЦІЄЮ ГАЗІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГОЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	107
36.	ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ БЛОКІВ АМІАЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ ТА РАДІУСІВ ЗОН МОЖЛИВИХ РУЙНУВАНЬ	111

НТБОНАХТ

УДК 628.336.002.8(075)

ШТУЧНЕ ЗАМОРОЖУВАННЯ-ВІДТАВАННЯ ОСАДУ СТІЧНИХ ВОД

Зацерклянний М.М., доцент ОНАХТ, doczmm@ukr.net,
Столевич Т.Б., доцент ОНПУ, Одеса

Найбільш поширеними у практиці прийомами обробки осадів є їх природна сушка на спеціальних майданчиках, скидання у штучні накопичувачі або вододжерела. Внаслідок цього має місце значна матеріальна і соціальна шкода, що наноситься довкіллю за рахунок відчуження значних площ, створення антисанітарних умов поблизу міст, погіршення якості вихідної води, величезний і що не піддається точній оцінці вплив на стан навколишнього середовища. У зв'язку з вищевикладеним необхідний перехід на інтенсивні методи обробки осадів з метою зменшення їх обсягів, запобігання забрудненню навколишнього середовища, отримання вторинних продуктів придатних для утилізації. Обробка осадів стічних вод пов'язана зі значними технічними труднощами і матеріальними витратами, які обумовлені вельми низькою водовіддачою здатністю, а також широким діапазоном коливань вихідних властивостей осадів, що пов'язано з якістю стічної води і технологією її очищення.

У даний час механічні пристрої для зневоднення осаду характеризуються високими експлуатаційними витратами, з огляду на чималі витрати на обов'язкове попереднє кондиціонування осадів, оплати за електроенергію і технічне обслуговування, придбання швидко зношуваних рухомих робочих деталей тощо. Перспективним і ефективним методом зневоднення осаду є використання низьких температур.

Процес заморожування і відтавання осадів широко вивчався Туровским І.С. і Любарським В.М. При розгляді механізму впливу заморожування на структуру осадів найбільшого поширення набула думка, що руйнування клітин осаду при заморожуванні відбувається не за рахунок розширення води при її кристалізації, а у результаті проколювання стінок зростаючими кристалами льоду, що мають гострі грані. Але як показали численні дослідження, основним фактором у процесі коагуляції твердої фази осадів є здатність води переміщатися (дифундувати) до поверхні з утворенням шару льоду. Механізм зміни фізико-хімічної структури осадів стічних вод при заморожуванні і відтаванні може бути представлений таким чином, що у першу чергу замерзає вільна вода, яка утворює на поверхні шкуринку льоду, молекули орієнтуються таким чином, щоб мати можливість добудувати кристалічну решітку льоду. При цьому тверді частинки витісняються з шару рідиною, що кристалізується вглиб заморожуваного осаду. Завдяки здатності води мігрувати через стінки відбувається зневоднення клітин і осередків колоїдів.

Відомі різні способи штучного заморожування-відтавання осаду. Особливо ефективний цей спосіб для обробки осаду маломутних кольорових вод, що мають низьку водовіддачу здатністю. Найбільше практичне застосування знайшов метод заморожування і відтавання осаду через теплопередаючі поверхні. Заморожування і відтавання осаду здійснюється у резервуарах, обладнаних трубчастими теплообмінними елементами, в яких поперемінно випаровується і конденсується холодоагент (наприклад, аміак). Штучне заморожування і відтавання водопровідного осаду свого часу знайшло застосування на деяких водопровідних станціях Англії, Шотландії, Німеччини, Японії. Технологія передбачає ущільнення осаду, заморожування-відтавання і зневоднення. Вологість осаду після зневоднення не перевищувала 70%. У даний час найбільшого поширення набули барабанні морозильні апарати. Основна їх особливість - отримання всього вимороженого продукту при однакових умовах заморожування по всій довжині барабана. Вперше такі виморожувальні барабани були використані у США.

Нами розроблено охолоджувальний пристрій барабанного типу, що являє собою систему труб, скріплених між собою фланцевими сполуками. Основна магістраль охолоджувального пристрою - труба, пропущена через обидві цапфи барабана і розділена заглушкою у середині на дві зони: зону подачі і зону відведення хладону (розсолу). У зоні подачі є камера, до якої кріпляться радіально розташовані під кутом між собою стояки. До стояків кріпляться горизонтальні труби, розташовані паралельно барабану по всій його довжині і забезпечені форсунками, які забезпечують

НТБ ОНАХТ

рівномірну подачу холодоносія у вигляді плоского струменю на внутрішню поверхню барабана. У нижній частині барабана розташований короб для рівномірного відводу холодоносія по всій довжині барабана. Короб з'єднаний із зоною відводу холодоносія основної магістралі охолоджувального пристрою трубою і додатково з'єднується з основною магістраллю стяжками. Основна магістраль, що проходить з зазором через цапфи барабана, кріпиться до станини кронштейнами.

Холодоносій під надлишковим тиском 0,2 МПа (2 кг/см^2) надходить з боку приводу барабана, проходить через систему труб і через форсунки подається на внутрішню поверхню обичайки барабана і у вигляді плівки рідини стікає вниз. Плівковий стан холодоносія створює досить рівномірне і інтенсивне охолодження стінки обичайки барабана по всій його довжині. Відведення холодоносія з нижньої частини барабана здійснюється шляхом створення вакууму 0,04-0,05 МПа на лінії відведення. При цьому холодоносій з коробу по трубі надходить в основну магістраль і виводиться у вакуум-ресивер через цапфу, протилежну приводу. Піддон виконаний з листової нержавіючої сталі і забезпечений розподільним пристроєм з переливною перегородкою для рівномірної подачі продукту по всій довжині барабана. Підйом і опускання піддону здійснюється за допомогою двох пневмоциліндрів. Піддон встановлений на підшипниках ковзання, розташованих на станині.

Сколювально-зрізаюючий пристрій складається з двох частин: сколювального і зрізаючого. Зрізаючий пристрій представляє собою жорстке оправлення, яке кріпиться до станини у двох шарикопідшипниках. В оправі закріплені ножі, виготовлені зі сталі і піддані цементації і загартуванню. Для зрізання вимороженого, але пластичного матеріалу (у вигляді плівки) використовуються тонкі (0,2-0,4 мм) ножі, що виготовлені з пружної сталевої стрічки. Сколювальний пристрій являє собою балку, до якої з торців кріпляться дві щоки, встановлені у підшипниках на цапфах оправлення. На двох полицях балки встановлені набори з блоків сколюючих дисків вільного обертання. Конструкція підшипникових вузлів блоків виконана з урахуванням можливості регулювання зазору між поверхнею барабана і ріжучими дисками. Поворот всього сколювально-зрізаюючого пристрою здійснюється за допомогою двох пневмоциліндрів, що кріпляться до станини, і відбувається до зіткнення з регулюючими упорами, які перешкоджають зіткненню сколювально-зрізаюючого пристрою з поверхнею барабана і забезпечують зазор між ними 0,1-0,3 мм, у залежності від товщини вимороженої плівки. Кожух служить для запобігання забрудненню продукту, оберігаючи поверхні барабана від можливих механічних пошкоджень, а також для обмеження втрат холоду у навколишнє середовище.

Станина являє собою литу або зварену конструкцію, що складається з двох стойок. До станини кріпляться вузли, перераховані вище. Привід барабана складається з мотора-варіатора-редуктора (типу МВР) і зубчастої пари і дозволяє плавно регулювати частоту обертання барабана у межах 0,5-3 хв$^{-1}$. Осад після відтавання легко зневоднюється на вакуум-фільтрах або фільтр-пресах.

На очисних спорудах великої продуктивності найбільш доцільне застосування стрічкових фільтр-пресів. Їх основною перевагою є низькі капітальні та експлуатаційні витрати, простота ремонту і обслуговування, при забезпеченні необхідного ефекту зневоднення. Остаточне рішення щодо вибору методів обробки та утилізації осаду повинно прийматися тільки з урахуванням техніко-економічного порівняння різних варіантів і їх еколого-гігієнічної значущості у кожному конкретному випадку. У будь-якому випадку в цілях впровадження вже розроблених методів утилізації необхідно прискорити будівництво на водоочисних станціях цехів механічного зневоднення осаду. Необхідно також подальший розвиток досліджень з вивчення особливостей утворення і найважливіших властивостей осадів на різних за своїми природними і конструктивними особливостями водоочисних станціях, вдосконалення відомих і розробка нових способів його економічно і екологічно виправданої утилізації, їх впровадження у практику. Це дозволить не тільки значно поліпшити роботу водоочисних споруд, а й буде сприяти охороні навколишнього середовища і забезпечить отримання значних екологічних поліпшень і економічного ефекту.

НТБ ОНАХТ