

ISSN 0453-8307

ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ

XV ВСЕУКРАЇНСЬКА
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ
УЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ
(14 квітня 2015 р)

Збірник наукових праць



ОДЕСА 2015

УДК 547; 37.022

Еколого-енергетичні проблеми сучасності / Збірник наукових праць всеукраїнської науково - технічної конференції молодих учених та студентів. Одеса, 14 квітня 2015 р. – Одеса, Видавництво ОНАХТ, - 2015р. – 217 с.

Збірник включає наукові праці учасників, що об'єднані по темам: екологія людини, харчових продуктів та техніка охорони довкілля; теплофізичні проблеми в різних галузях науки і техніки; енергетика і енергозбереження в сучасних виробництвах.

Матеріали подано українською, російською та англійською мовами.

ISSN 0453-8307 © Одеська національна академія харчових технологій

ЯДЕРНА ЗИМА ТА ЇЇ ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ

Балабан І.О., студентка II курсу, ОНАХТ, м. Одеса

Надзвичайно небезпечним є забруднення атмосфери радіонуклідами, яке трапляється під час аварій на атомних електростанціях та інших ядерних об'єктах і випробувань ядерної зброї. Особливо небезпечною, була б ядерна війна, яка призведе до загибелі не тільки людства, а й всього живого на Землі. Розрахунки виконані американськими і російськими вченими свідчать, що в разі ядерного конфлікту з використанням ядерних зарядів потужністю 1000 Мт тротилу, незалежно від місця вибуху, виникнуть величезні пожежі, які спричинять потепління на 1°C. Це супроводжуватиметься буревіями і призведе до значних руйнувань будівель та рослинного покриву. Радіонукліди течіями повітря швидко поширяться по всій земній кулі. Внаслідок пожеж і руйнувань нафтових та газових свердловин в атмосферу виділяться багато парникових газів (оксиди карбону, метану та ін.), значна кількість пилу і сажі. Це призведе до підвищення температури ще на 4-5°C, танення льодовиків та підвищення рівня води в Світовому океані, в результаті чого будуть затоплені великі території суходолу. Надходження в стратосферу значної кількості оксидів нітрогену спричинить істотне (на 40-60%) руйнування озонового шару. Це значно збільшить ультрафіолетове опромінення Землі. У повітря здійметься понад 5 млрд. т. дрібнодисперсних часток пилу і попелу. По земній поверхні прокотяться вогняні смерчі. Пил, попіл і сажа чорною хмарою затягнуть усе небо, прозорість атмосфери зменшиться в 200 разів. Настане ядерна ніч, що призведе до повної загибелі рослинного покриву біосфери.

При цьому відбудеться нагрівання тропосфери і охолодження приземного шару повітря на 15-30°C. впродовж першого місяця конфлікту. Локальні зниження температури сягатимуть -40...-50°C. Настане ядерна зима, що триватиме кілька місяців. Після осідання пилу та сажі атмосфера прогріється на 20-30°C вище від норми, що спричинить повені на великих площах і селі в гірських районах, які супроводжуватимуться буревіями та снігопадами, масовою загибеллю рослин, тварин і людей.

Інформаційні джерела:

1. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології. Київ «Вища школа» 2001. – 358с.

2. Тарко А.М. Ядерная зима – історія і прогнози. Екологічні та демографічні наслідки ядерної війни. Під ред. М. Наука, 1986. - 176 С.

*науковий керівник: Кіріяк Г.В., к.х.н.,
доцент, ОНАХТ*

УДК 519.24.001.57

ОЦІНКА СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Гетманченко В.В., студентка Ек-425 (а), ОНАХТ, м. Одеса.

Атмосферне повітря населених пунктів постійно забруднюється і за всіма параметрами докорінно відрізняється від повноцінного природного повітря, яке є чистим і стимулює біологічні процеси. У людей, які проживають у районах з інтенсивно забрудненим повітрям, є зміни показників імунобіологічного статусу організму. У водіїв і пасажирів автобусів змінюються показники розумової та фізичної працездатності.

Одеська область є регіоном, який характеризується своєю розвинутою транспортно-розподільною, промисловою системою, інтенсивним сільськогосподарським виробництвом, рекреаційним господарством приморського типу. Забруднення атмосферного повітря в Одеському регіоні не тільки не сприяє, а й негативно впливає на розвиток рекреаційного господарства, постійно погіршує ситуацію із захворюваністю населення області. Моніторинг стану атмосферного повітря та аналіз ситуації з точки зору негативного впливу на здоров'я населення регіону є досить актуальним на сучасному етапі.

Мета роботи – дослідити види забруднення атмосферного повітря Одеської області за допомогою різноманітних методів, особливо методу біоіндикації, визначити стан забруднення повітря хімічними речовинами та виявити їх вплив на здоров'я населення в нашому регіоні.

Об'єкт дослідження: стан атмосферного повітря в місті Білгороді-Дністровському та Одеському регіоні. Загальна кількість підприємств, що у процесі діяльності впливають на стан атмосферного повітря в Одеському регіоні складає понад 2533 суб'єктів господарювання, з них 555 підприємств, справляють або можуть справити шкідливий вплив на здоров'я людей і стан атмосферного повітря.

Методи дослідження: картографічний, спостереження, статистичний, математичний, порівняння та дослідження.

Якщо проаналізувати карту «Забрудненість навколишнього середовища» ми бачимо, що територія Одеської області достатньо забруднена (враховуючи всі показники і особливо забруднення повітря). Аналіз карти «Загальна захворюваність України» свідчить про те, що Одеська область в якій знаходиться наше місто, характеризується середньою сумарною захворюваністю на 10 000 осіб близько 121-130 випадків (а це один з найвищих показників в Україні), серед яких переважають захворювання органів дихання й систем кровообігу. Забруднення атмосфери відбуваються від різноманітних джерел надходження.

Існують різні забруднювачі повітря, одне із перших – пилове забруднення. Серед загальної маси забруднюючих речовин 90%–гази і 10% – тверді частинки). Їх може бути 5-50%. Природне пилове забруднення в основному виникає внаслідок виверження вулканів, лісових або степових пожеж, вітрової ерозії земель. Крім того, протягом доби випадає 10 тис. т космічного пилу, хоч його вміст у повітрі становить близько 0,0001%. Джерелом пилу у повітрі є морські солі: наприклад, у смузі 25 км від Азовського моря випадає близько 300 кг солі на га. У повітрі також зустрічаються частинки біологічного походження. Для населених місць основне значення мають завислі речовини промислового походження.

Не менш важливим є побутове забруднення повітря. Щорічно людство виробляє близько 150 млрд. твердих, рідких і газоподібних відходів. Сміттєспалювальні заводи суттєво скорочують обсяги відходів, але завдають величезної шкоди, забруднюючи атмосферне повітря отруйними речовинами.

Також було досліджено техногенний вплив на атмосферне повітря в Одеській області. Там функціонують понад 2 тисячі підприємств і майже 1550 з них перебуває на обліку природоохоронних органів. Основними причинами збільшення викидів забруднюючих речовин в атмосферу є незадовільне використання природоохоронних заходів: заміни екологічного чистого палива (газ) та інші види (вугілля, мазут), збільшення кількості автотранспорту, його старіння та поганий стан доріг, збільшення інтенсивності потоку на дорогах. Отже, середній рівень забруднення атмосферного повітря в м. Одесі залишається значним. На частку автомобільного транспорту припадає більш як 80% усіх викидів в атмосферу. У вихлопних газах двигунів міститься оксиди Карбону, Нітрогену, альдегіди, сажа, Плюмбум.

Щоб визначити ступінь забрудненості повітря існують багато методів. Методи біоіндикації, що використовують різні живі індикатори мають суттєві переваги перед дорогими фізико-хімічними методами. Рослини-індикатори вказують на наявність забруднювачів повітря, дають змогу зробити висновки

про ступінь шкідливості тих чи інших речовин для живої природи та людини. Найбільш чутливими індикаторами забруднення повітря є мохи та лишайники. За допомогою біоіндикації виміряно стан забруднення атмосферного повітря в парках нашого міста. Використовуючи прозору плівку, на якій була накреслено сітку (10x10см) виміряно розмір лишайників. В середньому розмір лишайника був близько 7,5 см².

Розмір (см ²)	Якість повітря
10-12	Відмінна
7-9	Добра
4-6	Задовільна
0-3	Погана

*науковий керівник: Кіріак Г.В., к.х.н.,
доцент, ОНАХТ*

УДК 621.57:66.081.2:628.116

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СХЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДЫ ИЗ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРИ ПОМОЩИ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

*Гожелов Д.П., аспирант, Мазуренко С.Ю., аспирант, ОНАПТ,
г. Одесса*

Проблема питьевой воды – извечная проблема, стоящая перед человечеством. Промышленная революция сделала многие источники питьевой воды на планете, непригодными, а происходящие в природе климатические изменения не только изменили привычные возможности доступа к воде, но и зачастую ставят многие регионы мира на грань вымирания.

В регионах же, где вследствие тех или иных причин, воды просто нет или недостаточно – требуется принципиально иное решение. Одним из подходов, который может претендовать на роль альтернативного вспомогательного направления, может рассматриваться децентрализованное (индивидуальное) производство питьевой воды. В качестве же источника воды в данном случае выступает атмосферный воздух. На данный момент, на

рынке предлагается ряд устройств различной производительности для производства воды из воздуха. В целом их можно разделить на два класса – это устройства сорбции и десорбции влаги и устройства, охлаждающие воздух ниже температуры точки росы, так называемым "конденсационным способом", использующие холодильные агрегаты компрессионного типа. Проблема состоит в энергозатратности этих технологий. Причем те, для кого эти технологии, прежде всего необходимы, а это страны Африки, Юго-Восточной Азии, Южной Америки, как правило, имеют проблемы и с получением электрической энергии, необходимой для функционирования холодильного компрессора. Существуют и другие "экзотические" устройства, например использующие пропускание воздуха содержащего водяные пары через коронный разряд [1]. Проведенные лабораторные испытания уже запатентованных устройств, к сожалению, не подтвердили их работоспособность.

В настоящее время авторы планируют проверить несколько конструкций, которые могут быть использованы как для холодильной техники, так и для прикладной задачи – экстракции воды из воздуха.

1. Солнечный цикл тепловой машины Ренкина (рис.1)

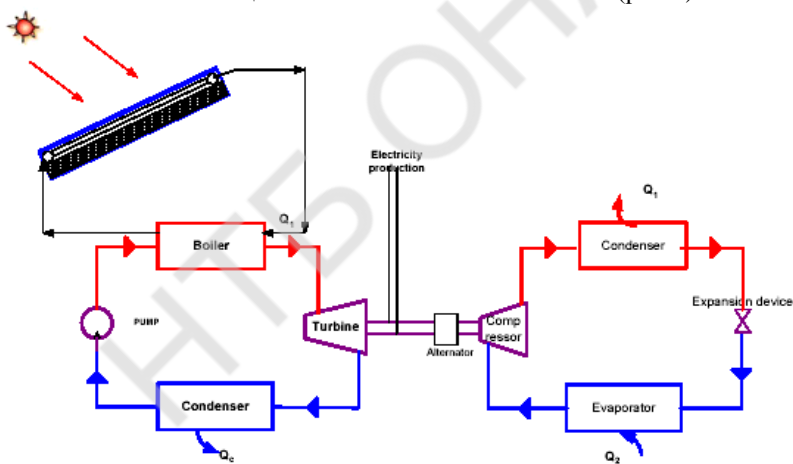


Рисунок 1 – Схема охладителя с приводом от тепловой машины Ренкина

В схеме используются фазовые превращения. Левая, силовая часть предназначена исключительно для привода компрессора правой части. Правая часть схемы по сути, как нижняя часть схемы Зысина В.А., представляет собой обыкновенный холодильник. Эффективной силовой части, в зависимости от ее конструктивных особенностей, будет в пределах 7-15 %. Энергетическая эффективность (COP) же правой части, по сути теплового насоса, будет в пределах 2-3, т.е. суммарная энергетическая

эффективность схемы будет достаточной, чтобы использовать ее для выделения существенного количества воды из воздуха.

Особый интерес в системах получения воды представляют автономные холодильные агрегаты, которые не используют в работе электрическую энергию.

Сотрудниками кафедры ТТЭ ОНАХТ предложена схема работы такого автономного устройства на базе абсорбционного холодильного агрегата (АХА), представленная на рис. 2.

Установка содержит АХА, в состав которого входят: генератор 1, дефлегматор 2, конденсатор 3, испаритель 4, опускной 5 и подъемный 6 каналы парогазового контура, абсорбер 7, ресивер раствора рабочего тела 8, теплообменник типа «труба в трубе» 9 растворов рабочего тела, каналы слабого 10 и крепкого 11 растворов рабочего тела. Генератор 1 АХА установлен в фокусе параболического зеркального концентратора солнечного теплового излучения 12.

АХА заправлен традиционным трехкомпонентным рабочим телом – водоаммиачным раствором (ВАР) и водородом в качестве выравнивающего инертного газа. ВАР частично заполняет генератор 1 и ресивер 8, а теплообменник 8 и каналы 10 и 11 – полностью. Контур естественной циркуляции воздушного потока представляет собой U – образный канал с опускными 13 и подъемными 14 частями. В опускном канале 13 установлена емкость 15 для сбора конденсата, стекающего с испарителя 4. Из емкости 15 конденсат отводится для дальнейшего хранения в сосуде 16. В верхней части опускного канала 13 размещен испаритель 4 АХА, а в нижней и верхней части подъемного канала 14, соответственно, абсорбер 7 и конденсатор 3.

Работа установки для получения воды из атмосферного воздуха осуществляется следующим образом.

При восходе солнца его тепловое излучение попадает на концентратор 12, который фокусирует его и подает на генератор 1. Генератор 1 разогревается и из заполняющего его ВАР начинает преимущественно выпариваться, низкокипящий компонент – аммиак. Из-за недостаточно высокой разности нормальных температур кипения воды и аммиака в образующемся паре частично находится и водяной пар.

Очистка пара аммиака от воды происходит в дефлегматоре 2 с отводом теплоты фазового перехода в окружающую среду. Очищенный пар аммиака поступает в конденсатор 3, где сжижается также с отводом теплоты фазового перехода в окружающую среду.

Для обеспечения необходимого температурного напора между поверхностью конденсатора 3 и наружным воздухом давление во внутренней полости АХА поддерживают на уровне 20 ... 22 бар, что соответствует уровню температур в рабочей зоне порядка 50 °С.

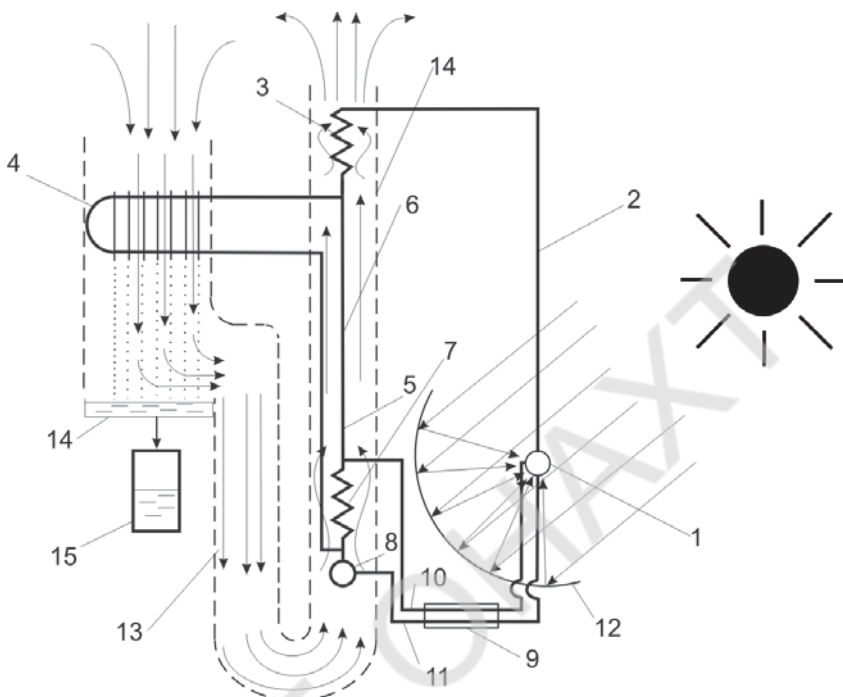


Рисунок 2 – Схема автономной системы получения воды из атмосферного воздуха на базе абсорбционного холодильного агрегата

Жидкий аммиак из конденсатора 3 стекает в испаритель 4, куда поступает из подъемного канала 5 и частично очищенный от пара аммиака водород.

В испарителе 4 происходит испарение жидкого аммиака в среду инертного газа-водорода при низком парциальном давлении и, соответственно, при низкой температуре.

Состав рабочего тела АХА подбирается таким образом, чтобы можно было бы обеспечить температуру на наружной поверхности испарителя ниже температуры точки росы.

Из испарителя 4 насыщенный паром аммиака инертный газ (водород) за счет большей плотности опускается по каналу 6 вниз – в нижнюю часть абсорбера 7.

В верхнюю часть абсорбера 7 поступает из генератора 1 "слабый" (с меньшей долей аммиака) ВАР, который стекает в нижнюю часть абсорбера 7 и накапливается в ресивере 8.

При контактном взаимодействии "слабого" ВАР и насыщенной смеси аммиака и водорода происходит абсорбция (поглощение) пара аммиака жидкостью. "Слабый" ВАР при этом насыщается и становится насыщенным по аммиаку ("крепким"), а водород частично очищается от пара аммиака.

"Крепкий" ВАР по каналу 11 поступает через теплообменник 9 в генератор 1. В теплообменнике "слабый" ВАР отдает тепло "крепкому" ВАР и цикл работы АХА повторяется.

При контакте атмосферного воздуха с поверхностью испарителя 4, имеющую температуру ниже температуры точки росы, происходит конденсация растворенного водяного пара, при этом атмосферный воздух осушается и охлаждается.

Охлажденный и осушенный воздух имеют большую плотность и опускаются в нижнюю часть канала 13.

Конденсат воды стекает с испарителя 4 и накапливается в емкости 15, откуда затем подается в емкость 16.

В нижней части подъемного канала 14 осушенный и охлажденный воздух контактирует с нагретой до 42 ... 45 °С [2] поверхностью абсорбера 7.

В процессе теплообмена воздух нагревается, а абсорбер 7 охлаждается. Нагретый теплый воздух, имеющий меньшую, по сравнению с холодным плотность выталкивается в зону конденсатора, где дополнительно нагревается при отводе теплоты конденсации.

Как было отмечено выше, восходящий поток осушенного холодного воздуха снижает температуру теплорассеивающих элементов АХА (абсорбера и конденсатора), а это приводит к повышению холодопроизводительности испарителя АХА при прочих равных условиях.

Таким образом, реализуется абсолютно автономный способ получения воды из атмосферного воздуха, производительность которого зависит только от интенсивности солнечного теплового излучения и постоянна в течение светового дня.

Информационные источники:

1. Патент 2288021 РФ, МКИ В 01 D 5/00. Способ конденсации пара из газа и устройство для его осуществления /П.П. Полуэктов, Е.П. Емец, Г.Ю. Коломейцев, В.В. Широков (РФ). – Заявл. 2004-05-24. Опубликовано 27.11.2006.

2. Ищенко И.Н., Титлов А.С., Олифер Г.М. Результаты экспериментальных исследований абсорбционных холодильных приборов,

работающих в климатических условиях класса SN* / Харчова наука і технологія. – 2010. – № 4. – С. 100-103.

*научный руководитель: Титлов А.С.,
заведующий кафедрой ТТТЭ,
д.т.н., профессор, ОНАПТ*

УДК 621.575.932

РАЗРАБОТКА СХЕМНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ПРИ РАБОТЕ С АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ

*Гожелов Д.П., аспирант, Тимофеев И.В., аспирант, Каранетров,
молодой ученый, ОНАПТ, г. Одесса*

В индивидуальных крестьянских и фермерских хозяйствах на первое место выходят проблемы формирования рационального (экономного) бюджета, среди которых одной из основных является проблема сохранения выращенного урожая в течении трех-шести месяцев в товарных количествах при минимуме затрат на энергоносители. Вместе с тем известным в мировой практике фактом являются потери свыше половины урожая сельскохозяйственной продукции при отсутствии должного холодильного хранения.

Надежная работа холодильных камер с компрессионными холодильными машинами в этом случае осуществляется за счет применения автономных бесперебойных источников электроэнергии – бензиновых либо дизель-генераторов. Сложившаяся ситуация заставляет разработчиков обращаться к теплоиспользующим безнасосным абсорбционным холодильным машинам, так называемым, абсорбционным холодильным агрегатам (АХА). Немаловажным в современных условиях является и то, что рабочее тело АХА – водоаммиачный раствор с добавкой инертного газа (водорода, гелия либо их смеси) относится к природным хладагентам и поэтому абсолютно экологически безопасно (имеет нулевые значения озоноразрушающего потенциала и потенциала “парникового” эффекта).

В АХА источником энергии может служить как электрический энергоноситель (например, переменный ток напряжением 220 В, постоянный

ток 12 и 24 В), так и неэлектрический (природный газ, бензин, керосин, выхлопные газы двигателя внутреннего сгорания, а также сжиженный газ пропан, бутан, изобутан), что является их неоспоримым преимуществом. Такие холодильники можно, например, использовать в местах, где нет электричества или бывают перебои в подаче электроэнергии.

Однако абсорбционные холодильники имеют ряд недостатков:

а) из-за низкой удельной холодопроизводительности продолжительность выхода на режим слишком велика, а объем низкотемпературной камеры ограничен;

б) при использовании неэлектрического энергоносителя (например, сжиженного нефтяного газа) часть теплоты сгорания газа при сжигании в горелочном устройстве холодильника выбрасывается в окружающую среду без утилизации.

Один из способов частичного устранения недостатков теплоиспользующих холодильных машин абсорбционного типа [1] связан с использованием энергии сжиженного газа [2, 3]. В процессе работы газовой горелки генераторного узла абсорбционного холодильника одновременно происходит дросселирование смеси углеводородов от давления в баллоне до давления, близкого к атмосферному. Снижение температуры смеси при дросселировании (дроссель-эффект) можно использовать в дополнительном испарителе, установленном в холодильном шкафу абсорбционного холодильника (увеличить холодопроизводительность и снизить температурный уровень в камерах).

В испытаниях в качестве макетного образца автор использовался абсорбционный холодильник производства итальянской фирмы «VALENTINI» модели «ElektroSuisse SPR. Tipo V 85 GAC» с полезным объемом камер 78 л (в том числе объем низкотемпературной камеры составляет 4 л), способный работать как на газе, так и от электрического энергоносителя.

В первую очередь были проведены входные тестовые испытания с электрическим и газовым энергоносителями при температуре окружающего воздуха диапазоне от 23 до 24 °С.

Как показали результаты испытаний холодильника с электрическим энергоносителем, через 8 часов работы температура воздуха в низкотемпературной камере (НТК) установилась на отметке минус 20,6 °С, температура в холодильной камере (ХК) лежала в диапазоне от плюс 1,0 до плюс 0,5 °С, потребляемая электрическая мощность при напряжении 220 В составила от 110 до 114 Вт, расход электроэнергии – от 2,29 до 2,38 кВт·ч/сут.

При работе с газовым энергоносителем только через 8,5 часов абсорбционный холодильник вышел на стационарный режим с температурой

в НТК, равной минус 2,1 °С, в ХК температура составила плюс 15,2 °С. При этом массовый расход газа изменился от 25 до 60 г/час. Температурные параметры испытуемого объекта не соответствовали требованиям нормативных документов [4, 5], поэтому возникла необходимость в модернизации генераторного узла.

Модернизация позволила в дальнейшем существенно повысить эффективность абсорбционного холодильника: температуру воздуха в НТК после 6 часов работы удалось снизить от плюс 0,3 до минус 12,6 °С, а в ХК – от плюс 17,4 до плюс 10,9 °С. При этом температура отработавших газов в термосифоне генераторного узла составляла плюс 139 °С.

При сравнении полученных результатов с результатами исследований абсорбционного холодильника, работающего только с электрическим нагревателем, положительный эффект от процесса дросселирования сжиженного газа из баллона связан со снижением температурного уровня в камерах и с сокращением времени выхода камер на режим. Существенных изменений полученных показателей в зависимости от угла положения холодильника (относительно горизонта) не наблюдалось: его можно было и качать, и наклонять – процесс не нарушался (этот вывод подтверждает результаты исследований авторов ОНАПТ в 2003–2004 годах [4]).

Тем не менее, положительные результаты в части температурных характеристик связаны со значительным дополнительным расходом газа. Если при работе абсорбционного холодильника только на газовом энергоносителе средний расход его составлял от 25 до 60 г/час, то при подключении дополнительного пропанового холодильного агрегата общий массовый расход газа (основной и дополнительной горелками) возрос от 140 до 160 г/час. При учете, что период выхода на режим сократился вдвое, можно считать, что при совместной работе абсорбционного холодильника с пропановым холодильным агрегатом -массовый расход газа увеличится всего на 20 или 25 %.

Известно, что бытовые и торговые абсорбционные холодильники с газовым подогревом более экономичны, по сравнению с аналогичными электрическими компрессионного типа, так как стоимость расходуемого ими газа меньше стоимости электричества [5,6].

Холодильники с газовым подогревом выпускались серийно в СССР следующих модификаций: ХШ-4Г, ХШ-3Г («Север-2»), «Север-6», «Украина-2» [10]. Первый холодильник «Север-2» с газовым подогревом был изготовлен московским заводом «Газоаппарат».

Горелка имеет смесительную трубку с насадкой, форсунку и регулятор воздуха. Количество инжектируемого воздуха можно менять путем изменения сечения отверстий при вращении регулятора. Регулятор давления предназначен для стабилизации давления газа перед горелкой.

Он может быть настроен на давление от 150 до 500 Па (от 15 до 50 мм вод. ст.). Давление газа регулирует рычажок, рукоятка которого выведена на переднюю часть холодильника.

В схеме [7] используется электрический ток (переменный 110 и 220 В и постоянный 12 В). Отличительной характеристикой конструкции является установка теплорассеивающих элементов и генераторного узла холодильного аппарата за пределами жилого помещения. В этом случае может быть эффективно использован температурный потенциал воздуха окружающей среды, особенно в холодное время года.

Одним из наиболее перспективных предложений в области теплоиспользующих холодильных машин может считаться использование солнечной энергии.

В частности, известны предложения по использованию солнечной энергии в конструкциях с промежуточным теплопередающим устройством на основе тепловой трубы, размещенной в фокусе парабола-цилиндрического концентратора ([8]).

Коллекторные панели известных солнечных нагревательных систем являются дорогостоящими и тяжелыми. Они нуждаются в стационарной установке, выполняемой квалифицированными специалистами. В северной и центральной частях Евразии и США они относительно неэффективны в зимнее время, и их трудно переделывать для домашней холодильной системы в летнее время.

Известны несколько типов абсорбционных холодильных систем с воздушным или водяным охлаждением, для которых требуется только нагреватель и не нужна механическая энергия. Каждая из этих систем может приводиться в действие одним только горячим воздухом или другим горячим газом, выходящим из вышеописанной панели в том случае, если газ пропускают через трубчатый элемент из теплопроводящего материала, выходное отверстие которого соединено с циркуляционным устройством панели, установленным на генераторе холодильной системы в тепловом контакте с находящимся в ней абсорбентом.

Информационные источники:

1. Лубенец В.В. Бытовой абсорбционный холодильник с дополнительным пропановым холодильным агрегатом / В.В. Лубенец // Холодильная техника. – 2000. – № 12. – С. 18–19.
2. Архаров А.М. Новый тип холодильной установки / А.М. Архаров, В.В. Лубенец // Холодильное дело. – 1996. – № 2. – С.11–12.
3. Лубенец В.В. Исследование капиллярной трубки на сжиженном углеводородом газе / В.В. Лубенец // Вестник Международной академии холода. – 1999. – № 1. – С. 32–35.

4. Титлов А.С. Сравнение характеристик абсорбционной и компрессионной бытовой холодильной техники / А.С. Титлов // Холодильная техника и технология. – 1997. – № 57. – С. 39–41.
5. Тітлов О.С., Василів О.Б. Вартісні та екологічні експлуатаційні характеристики апаратів побутової холодильної техніки в Україні і країнах СЕС / О.С. Тітлов, О.Б. Василів // Ринок інсталяційний. – 1998. – № 9. – С. 18–20.
6. Терехов А.А. Ремонт холодильников абсорбционного типа / А.А. Терехов. – М.: Легкая индустрия, 1973. – 70 с.
7. Патент 0323820 EP, МКИ F25B 49/00, F25B 15/10. Arrangement for preventing freezing of the working medium in absorption refrigerating apparatus / M.T. Walfridson, S.H. Fardahl. – №88850422.2; Заявл. 14.12.88; Оpubл. 12.07.89, Bulletin 89/28.
8. Патент 2036395 Российской Федерации, МКИ F25 В 27/00. Абсорбционный гелиохолодильник /З.И. Ашурлы, М.Т. Гаджиев, С.А. Филин -№92009125/06; Заявл. 30.11.92; Оpubл. 10.08.94, Бюл. № 30.
9. Пат. 4126014 США, МКИ F25 В 27/00, F25 В15/00, F24 J 3/02. Абсорбционный холодильник с гелиосистемой /Т. Кей. – №795000; Заявл. 09.05.77; Оpubл. 21.11.78.

*научный руководитель: Титлов А.С.,
заведующий кафедрой ТТТЭ,
д.т.н., профессор, ОНАПТ*

ЯВЛЯЕТСЯ ЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АВТОТРАНСПОРТ ДЕЙСТВИТЕЛЬНО «ЗЕЛЕНЫМ»

Студент ОКУ «Бакалавр» факультета ПЭЭиНТ Иванов В.В.

Как известно, запасы нефти в мире неограничены, а основное использование нефтепродуктов – производство энергии. Из всей добываемой нефти приблизительно 90% перерабатывается в топлива (это не только бензин и дизельное топливо, но и тяжелые топлива для энергетики и т.п.). Поэтому поиск альтернативы моторным топливам является актуальной задачей, одним из вариантов решения которой является разработка автотранспорта с электродвигателями.

Применительно к городам использование электротранспорта обосновывается «экологичностью» (нет прямых выбросов продуктов сгорания топлива в и так не чистый городской воздух) и возможностью

простого обеспечения транспорта электроэнергией. А вот электромобили не нашли до сих пор широкого распространения.

Основные сложности использования электромобилей, которые ограничивают их широкое внедрение, перечислены ниже.

- Отсутствие сети заправок аккумулятора и длительность зарядки.

Для массового применения электромобилей требуется создание соответствующей инфраструктуры для подзарядки аккумуляторов («автозарядные» станции). Электрические заправочные станции постепенно появляются в Европе, в 2015 г. собираются открыть сеть станций для подзарядки в Москве, однако пока что данная инфраструктура находится в зачаточном состоянии.

При массовой зарядке электромобилей от бытовой сети возрастают перегрузки электрических сетей, снабжающих хозяйственно-бытовой сектор, что чревато снижением качества энергоснабжения и риском локальных аварий сети. Обычно для полной зарядки электромобиля требуется около 8-10 часов.

- Мощность. Большинство электромобилей имеют малый пробег на одной зарядке. Литиевая батарея ёмкостью 24 кВт·ч позволяет электромобилю проехать около 160 км. Использование кондиционирования или отопления салона, загрузка электромобиля пассажирами или грузом, движение с частым разгоном/торможением и скоростью более 90-100 км/ч уменьшают пробег до 80 км. Электромобиль может оказаться недостаточно мощным и надежным при использовании в суровых климатических условиях, особенно в заснеженных районах.

- Стоимость автомобиля и затраты на эксплуатацию. Многие базовые модели электромобилей достаточно дороги. Стоимость аккумуляторных батарей достаточно высока, а в зависимости от типа используемых батарей, их необходимо менять каждые 3-10 лет.

- Безопасность. Безопасность электромобилей понижена из-за того, что они имеют облегченную конструкцию и небольшие размеры.

В то же время развитие автопрома в мире движется в направлении создания более мощных, удобных электромобилей, заявляя, что этот транспорт является «чистым» или «зеленым». Но при этом не учитывается, что они потребляют электроэнергию, произведенную на электростанциях, сжигающих органическое топливо. А с учетом КПД электростанций, потребленная электромобилем энергия приводит к большим выбросам загрязняющих веществ в атмосферу, чем непосредственное сжигание топлива в двигателе внутреннего сгорания. Электромобили могут быть выгодными в той стране, где большая доля электроэнергии производится на атомных и гидроэлектростанциях (т.е. без сжигания органического топлива), например: Франция, Япония и некоторые другие страны. Здесь для сравнения удобно

использовать величину β - среднего количество CO_2 , выделяющегося при производстве 1 кВт·ч электроэнергии а данном регионе или стране. Для Украины (40 % электроэнергии производится на АЭС и 9,2 % на ГЭС) эта величина 0,697 кг CO_2 /кВт·ч, для Китая – 0,905 кг CO_2 /кВт·ч, для стран с большим количеством атомных станций, например для Японии – 0,381 кг CO_2 /кВт·ч.

Целесообразно или нет использовать электромобиль в конкретной стране можно понять, сравнив выбросы парниковых газов (прежде всего CO_2), произведенные электромобилем за весь срок его эксплуатации с выбросами, произведенными автомобилем с двигателем внутреннего сгорания. Величина полной эквивалентной эмиссии парниковых газов (ПЭЭПГ) за весь срок эксплуатации автомобиля может быть рассчитана по формуле:

$$ПЭЭПГ = \beta \cdot \epsilon_{ВВП} \cdot (C_{об} + C_{ути}) + \epsilon_{ВВП} \cdot \beta \cdot C_{экспл} \cdot \tau + \gamma \cdot G \cdot \tau + \beta \cdot N \cdot \tau$$

где $\epsilon_{ВВП}$ - энергоемкость ВВП, кВт/ден.ед.; $C_{об}$ - стоимость автомобиля, ден.ед.; $C_{ути}$ стоимость утилизации автомобиля, ден.ед.; $C_{экспл}$ – затраты при эксплуатации автомобиля (текущий ремонт, замена аккумулятора и т.п.), ден.ед.; τ - срок эксплуатации автомобиля, год; γ – выбросы CO_2 с выхлопными газами при сгорании в двигатели 1 л бензина, кг CO_2 /л бензина; G – расход бензина автомобилем, л/год; N – расход электроэнергии на зарядку аккумулятора автомобиля; кВт·ч/год.

С помощью приведенной выше упрощенной формулы можно учесть и выбросы CO_2 , связанные с производством автомобиля (первый член уравнения), так как стоимость автомобиля будет пропорциональна энергозатратам на его создание, а энергозатраты пропорциональны выбросам парниковых газов. Выбросы CO_2 при эксплуатации традиционного автомобиля происходят так же при сгорании топлива в двигателе (учитываются третьим членом уравнения), при этом потребления электроэнергии равно нулю (четвертый член). А вот для электромобиля наоборот.

Проанализировав формулу, становится понятно, что в стране с большой величиной β электромобили будут проигрывать традиционным автомобилям с эколого-энергетической точки зрения. Следует понимать, что сравнение нужно проводить при равной мощности автомобиля и равном пробеге.

Так как целесообразность использования электромобилей неоднозначна, то кажется целесообразным уделять внимание не только проектированию новых электромобилей, но и разработке технологии получения альтернативного автомобильного топлива (например, биотоплива),

хотя даже биотопливо не приведет к снижению выбросов такого парникового газа как CO_2 .

научный руководитель: доц. Хлиева О.Я.

АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ГАЗОРОЗПОДІЛЬНІЙ СТАНЦІЇ

Студент Карайван О.К., студент Аль Ісса Сухіл

На сьогоднішній день завданням державного значення є розвиток високоєфективних енергозберігаючих технологій. При зниженні тиску газу на газорозподільних станціях (ГРС) до тисків у розподільчих мережах втрачається значна кількість потенційної енергії надлишкового тиску газового потоку, яка була раніше передана йому на компресорних станціях. Використання вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР), до яких належить енергія надлишкового тиску природного газу на ГРС, є одним зі способів підвищення енергоефективності магістрального транспортування газу.

Однією зі енергозберігаючих технологій виробництва електроенергії є детандер-генераторна технологія, яка основана на використанні на станціях технологічного зниження тиску газу у системах газопостачання детандер-генераторних агрегатів (ДГА), висока енергетична ефективність яких отримала практичне підтвердження.

При встановлюванні на існуючих ГРС детандер-генераторного агрегату виникає проблема з підігрівом газу, так як зниження температури при розширенні у детандері істотно більше, ніж при дроселюванні. Важливим питанням при впровадженні детандер-генераторних агрегатів є вибір раціонального способу підігріву.

Метою даного дослідження була оцінка доцільності використання парокompресійного теплового насосу (джерело низькопотенційного тепла – повітря) для підігріву газу. На рис. 1 наведена схема установки, яка містить ДГА та тепловий насос, захищена патентом. Але наведена на рис. 1 схема одноступінчатого розширення потребує досить високого підігріву газу перед ДГА, і, отже, використання теплового насосу для одноступінчастої схеми напевне буде недоцільним. Для існуючого перепаду тисків (тиск знижується від 2,5 МПа до 0,3 МПа) був розглянутий варіант схеми з двоступінчастим редукуванням газу з підігрівом його перед кожною ступеню. Розрахунок виконувався виходячи з вимог до природного газу на виході із ГРС, згідно з якими температура газу повинна бути не нижча за мінус 10 °С. Розрахунки

показали, що при цьому температура газу перед входом в детандер повинна становити приблизно 45 °С.

Були виконані попередні розрахунки циклу парокомпресійного теплового насосу під час роботи на декількох холодоагентах при температурі оточуючого повітря (низькопотенційного джерела тепла) 0 °С. За величиною коефіцієнту перетворення для подальших розрахунків був обраний холодоагент R600a. Особливістю теплового насосу, що розглядається в роботі, є той факт, що можна істотно підвищити його енергоефективність, використавши глибоке переохолодження рідкого холодоагенту перед дроселуванням за рахунок холоду, який надходить на нагрів природного газу.

Для підтвердження доцільності використання теплового насосу на наступному етапі дослідження планується виконати еколого-енергетичне порівняння зі способом прямого електронагріву природного газу та нагріву димовими газами. Попередні розрахунки показали перспективність застосування теплового насосу для досить м'яких кліматичних умов Одеської області.

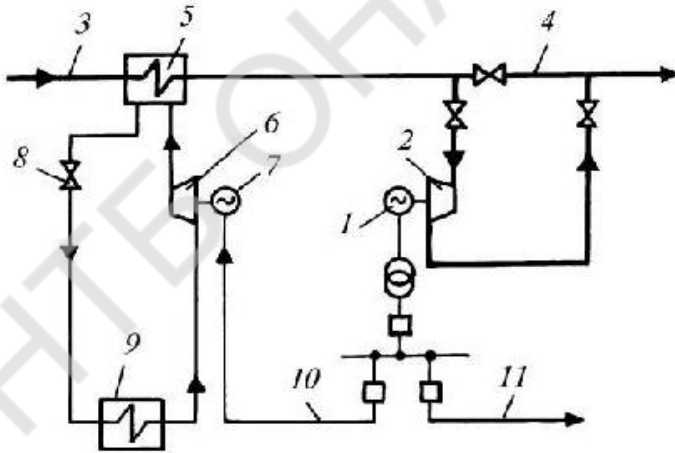


Рис. 1. Схема установки, яка містить ДГА та тепловий насос: 1 – генератор; 2 – детандер; 3 та 4 – трубопроводи високого та низького тисків; 5 – теплообмінник (конденсатор теплового насосу); 6 – компресор теплового насосу; 7 – електродвигун; 8 – дросель теплового насосу; 9 – випарник; 10 та 11 – електричні зв'язки генератора ДГА з електродвигуном компресора та зовнішньою мережею.

наукові керівники: проф. Рожнецев А.В., доц. Хлієва О.Я.

Еколого-енергетичні аспекти виробництва м'ясної продукції

Чернишова О.О., аспірант ОНАХТ, м. Одеса

М'ясопереробна промисловість є стабільним споживачем великої кількості енергоресурсів і постачальником відходів, які потенційно можуть використовуватись у якості вторинної сировини. Використовуючи методи і засоби, націлені на забезпечення «більш чистого виробництва», було проведено технологічний аудит м'ясопереробного підприємства. Аудит передбачає складання балансів матеріальних та енергетичних ресурсів та подальше формування пропозицій, щодо покращення ефективності виробництва. З метою виявлення найбільш перспективного об'єкта для дослідження було проведено попередню оцінку м'ясопереробної галузі Одеської області. Для подальшої роботи було обрано лідера українського харчового ринку – м'ясокомбінат Одеської області з потужністю більше ніж п'ять тон продукції за зміну. Основним видом діяльності підприємства є виробництво м'ясної продукції – від сирокочених ковбас і делікатесів, до варених ковбас і напівфабрикатів. Після ознайомлення з основними підрозділами підприємства, було опрацьовано дані у абсолютних та вартісних показниках щодо випуску продукції, споживанню основних матеріалів, енергоносіїв, води, тепла, утворенню відходів та викидів.

За даними матеріального-енергетичного балансу основним енергетичним ресурсом підприємства є електрична енергія. Комбінат оснащений європейським устаткуванням провідних виробників: Schaller, Handman, Maueg та інше. Незважаючи на використання іноземного устаткування для переробки м'яса, показники витрат на одну одиницю м'ясної продукції залишаються вище ніж у країнах Європейського Союзу. А саме, при виробництві ковбас копчених, з розрахунку на 700 кг готової продукції, досліджуваній комбінат витрачає 2 371 кВт*год енергії та 1 672 кВт*год електроенергії на переробку 1 т сировини, в той час як аналогічне модернізоване іноземне підприємство – 371 та 1 424 кВт*год відповідно. Аналіз холодозабезпечення показав ряд недоліків: неефективне використання об'ємів холодильних камер, незадовільна якість теплоізоляції. Виявлено недоліки у використанні водних ресурсів, що пов'язано із застарілими системами миття та неефективним використанням води для охолодження варених ковбас. Також було проведено оцінку вагомості впливу виробництва на навколишнє середовище.

Аналіз впливу етапів виробництва на навколишнє середовище, враховуючи дані матеріального та енергетичного балансу, виділяє етапи

транспортування сировини, продукції та розділ м'яса як найбільш істотні чинники впливу на атмосферу; переробка м'яса, процес соління – забруднення гідросфери; процеси подрібнення м'ясної сировини та приготування фаршу визнані найбільш енергоємними етапами виробництва ковбасних виробів; санітарна обробка приміщення, миття інвентарю та обладнання – головні джерелами утворення відходів, а саме стічних вод (СВ). Оцінка негативних впливів окремих стадій дозволяє максимально ефективно використовувати ресурси підприємства, локалізуючи вплив на найбільш проблемні ділянки.

Найбільш перспективними напрямками підвищення ефективності використання ресурсів та забезпечення екологічної безпеки на м'ясопереробному підприємстві є: скорочення витрат електроенергії, за рахунок уточнення характеристик тепло- та холодопостачаючого обладнання; встановлення відповідності встановленої потужності устаткування фактичній потужності виробництва; заміна електричної енергії на альтернативну; підвищення ефективності організації робочого процесу; використання харчової та технічної цінності побічних продуктів забою та переробки м'яса; організація знезараження та очистки СВ м'ясокомбінату; використання осадів СВ у якості субстратів для отримання біогазу, джерела органомінеральних добрив та добавок до кормів. Раціональне використання сировини, матеріально-технічних і трудових ресурсів, впровадження у виробництво ефективного сучасного обладнання, використання прогресивних технологій виробництва продукції та управління персоналом дає в результаті підвищення обсягів випуску якісної продукції і зниження утворення відходів.

Після узагальнення отриманої інформації та порівняння її з показниками аналогічних виробництв у розвинених країнах, було розроблено декілька пропозицій, щодо підвищення ресурсоефективності підприємства та зменшення навантаження на довкілля, яке виникає під час функціонування комбінату. Основними напрямками розробки пропозицій є використання поживних речовин, які залишилися у водах, зменшення навантаження на навколишнє середовище та запобігання контамінації водойм та ґрунтів у місці скиду. Враховуючи наявність на підприємстві устаткування для флотажного очищення, було вирішено доповнити систему встановленням обладнання для біологічної очистки. Розрахунки ефективності впровадження комбінованої системи очистки СВ, за рахунок застосування UASB реактору (Upflow anaerobic sludge blanket reactor) для анаеробної очистки, показали, що запропонована схема матиме строк окупності 6 років, а щорічне заощадження води становитиме понад 37 тис грн. Концентровані осадки СВ у запропонованій комбінованій системі можуть бути субстратом для отримання біогазу. За попередніми розрахунками, з 7,75 т/рік жиру, що міститься у СВ, можна отримати до 4,5 тис м³ метану. Повне використання нетрадиційних

відходів м'ясопереробних підприємств, до яких належать осаді СВ, допоможуть у певній мірі вирішити проблему безвідходних технологій переробки великої рогатої худоби та птиці, а також сприятимуть використанню альтернативних видів енергії у харчовій промисловості.

*науковий керівник: Кіріяк Г.В., к.х.н.,
доцент, ОНАХТ*

УДК 664:768

ОЧИСТКА РІДКИХ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Нутуда В.М., студент, ОНАХТ, м. Одеса

Зернопереробна промисловість є однією із галузей, що динамічно розвиваються останнім часом. Діяльність підприємств галузі хлібопродуктів супроводжується впровадженням наукоємних ресурсозберігаючих, маловідходних технологій, розширенням використання ресурсів і зменшенням впливу на довкілля, зокрема, надходженням відходів у навколишнє природне середовище.

Робота зернопереробних підприємств характерна утворенням малонебезпечних відходів, але в великих обсягах. Значна частина забруднень приходить на рідкі промислові відходи, що утворюються при мокрому методу підготовки зерна до переробки: мийка зерна і обладнання, гідротермічна обробка, гідротранспортування, після системи охолодження тощо.

Стічні води представляють собою комплекс плаваючих, зважених, тонучих і розчинних домішок неорганічного, органічного і мінерального походження. Це частинки піску, глини, оболонки, ендосперм, волоски зерна(клітчатка), насіння дикоростучих рослин, мікроорганізми, а також дрібне і біте зерно основної культури. Втрати, особливо останніх, від загальної кількості втрат складають до 40%. При продуктивності зернопереробного підприємства 500 т/добу, ці втрати складають сотні кілограмів і це при тому, що не всі діючі підприємства оснащені сучасними спорудами очистки і знезараження стічних вод.

Традиційні технологічні розробки передбачають осадження нерозчинних і тонучих домішок. Є деякі розробки стосовно проведення

коагуляції емульсованих і суспендованих речовин, біологічної очистки. Проте ці методи малоєфективні.

Нами розроблена низка пристроїв і технологічна схема очистки стічних вод зернопереробних підприємств, до складу якої входить обладнання, що забезпечує видалення плаваючих, зважених, тонучих і розчинених домішок методами проціджування, відстоювання, фільтрування, біологічної очистки, а також зневоднення виділених осадків [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

Суттєвий вплив підвищення використання води в замкнених циклах водозабезпечення, може крім того, забезпечити включення у схему очистки мембранних методів розділення.

Впровадження цих методів дозволить якісно здійснити очистку різних промислових відходів зернопереробних підприємств, що відповідає повному циклу обробки.

Інформаційні джерела:

1. А. С. 1353465 СССР, МКИЗ В 01 D 23/10. Напорный фильтр для жидкости. /Н.В. Остапчук, С.М. Посемейник, Т.Б. Столевич, М.М. Зацерклянный, В.А. Волянский, В.А. Квантидзе и В.П. Чучуй (СССР) - №4032810/31-26; заявл. 05.03.86; опубл. 23.11.87. Бюл. №43.

2. А. С. 1369751 СССР, МКИЗ В 01 D 21/02. Аппарат для осветления шламowych вод. /Н.В. Остапчук, Т.Б. Столевич, М.М. Зацерклянный, В.А. Волянский и В.А. Квантидзе (СССР) - №4064788/31-26; заявл. 30.04.86; опубл. 30.01.88. Бюл. №4.

3. А. С. 1503847 СССР, МКИЗ В 01 D 21/00. Трубочатый тонкослойный отстойник. /М.М. Зацерклянный, В.О. Путинцев, Т.Б. Столевич, В.А. Квантидзе (СССР) - №4325104/31-26; заявл. 05.11.87; опубл. 30.08.89. Бюл. №32.

4. А. С. 1574243 СССР, МКИЗ В. 01 D 21/02, В 04 С 5/103. Вертикальный тонкослойный отстойник. /М.М. Зацерклянный, В.О. Путинцев, Т.Б. Столевич, В.А. Квантидзе (СССР) - № 4353508/31-26; заявл 31.12.87; опубл. 30.06.90. Бюл. №24.

5. А. С. 1599044 СССР, МКИЗ В 01 D 21/00. Устройство для отделения примесей. /М.М. Зацерклянный, В.О. Путинцев, Т.Б. Столевич и В.А. Квантидзе (СССР) - №4603232/31-26; заявл. 09.11.88; опуб. 15.10.90. Бюл. №38.

6. А. С. 1780805 СССР, МКИЗ В 01 D 24/32. Фильтр для очистки жидкости. /М.М. Зацерклянный, В.О. Путинцев, Т.Б. Столевич (СССР) - №4840591/26; заявл. 19.06.90; опубл. 15.12.92. Бюл. №46.

7. А. С – 1747395 СССР, МКИЗ С 02 F 3/06. Устройство для очистки сточных вод. /М.М. Зацерклянный, Т.Б. Столевич, Н.А. Сидоренко, В.О. Путинцев (СССР) - №4840547/26; заявл. 10.06.90; опубл. 15.07.92. Бюл. №26.

8. Линия очистки сточных вод, образующихся после мойки зерна пшеницы на зерноперерабатывающих предприятиях / [Зацерклянный М.М., Столевич Т.Б., Путинцев В.О., Квантидзе В.А.]. – Одесса: НПО «Пищепромавтоматика», 1989. – 4 с.

9. Зацерклянный М.М. и др. Совершенствование очистки сточных вод зерноперерабатывающих предприятий / М.М.Зацерклянный и др. – М.: 1985. - 43 с. - (Обзорная информация / ЦНИИТЭИ Минзага. Сер. Элеваторная промышленность).

*науковий керівник: Зацерклянный М.М.,
к.т.н., доцент, ОНАХТ*

АНАЛІЗ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ЗЛИВО- НАЛИВНИХ ОПЕРАЦІЯХ НА НАФТОБАЗАХ

Моисеев К.В., студ. ОКР «Спеціаліст» ф-ту ПЕЕтаНТ, ОНАХТ, м. Одеса

На всіх етапах розвитку нафтової промисловості проблема втрат нафти та нафтопродуктів при транспортуванні та зберіганні змушувала удосконалювати конструкцію резервуарів та транспортного устаткування, посилювалися вимоги до герметичності затворів арматури, розроблялися заходи по зниженню викидів.

Використання заходів, що спрямовані на зниження викидів з нафтового устаткування (які ведуть не тільки до скорочення втрат кількості, але й до скорочення втрат якості продуктів і відповідно до збільшення прибутку) – один з пріоритетних напрямків розвитку всієї нафтової галузі.

В даний час втрачається до 1% нафти, що видобувається. Окрім втрат нафти при переробці, велика частина втрат походить від випаровування нафти та нафтопродуктів при зберіганні в резервуарах. Застосування резервуарів з понтоном багато в чому вирішило проблему випаровування продуктів при зберіганні. За даними різних заводів-виробників понтонів, використання резервуарів, обладнаних понтонами, дозволяє скоротити втрати нафти та нафтопродуктів від випаровування на 98-99%. Але на практиці такого зниження втрат не спостерігається.

В даний час для утилізації (зниження втрат) легких фракцій

вуглеводнів (ЛФВ) при зберіганні нафти і нафтопродуктів крім понтонів і плаваючих дахів застосовуються різні методи і пристрої: газоурівнювальна системи, мембранне розділення суміші ЛФВ, охолодження з подальшою конденсацією, адсорбція, абсорбція і т.д. У кожній з перерахованих технологій є свої достоїнства. Загальним же недоліком є те, що вони не можуть гарантовано забезпечити уловлювання ЛФВ і на їх експлуатацію витрачається додаткова кількість енергії. Тому метою даної роботи була оцінка доцільності використання пропонованої на ринку газоурівнювальної системи з компресором для уловлювання парів ЛФВ.

На першому етапі дослідження був виконаний розрахунок втрат ЛФУ при «великих подихах» з резервуара РВС 20000, в якому зберігається нафти в кліматичних умовах

Далі був виконаний розрахунок зниження концентрації вуглеводнів в пароповітряної суміші при її трьохступеневому стисненні до кінцевого тиску 3,5 МПа з проміжним охолодженням навколишнім повітрям до 40 ° С (для цих цілей може використовуватися компресорна установка ГШ 1-3/35, що випускається в Україні). При цьому задавшись наявною в літературі [1] інформацією по складу пароповітряної суміші при зберіганні нафтопродуктів був виконаний розрахунок, в результаті якого отримана кінцева концентрації вуглеводнів на виході з компресорної установки.

Розрахунок показав, що зниження концентрації легких вуглеводнів в результаті стиснення та конденсації є достатнім. Але необхідно врахувати ще й додаткові витрати електроенергії на роботу компресора.

Але достоїнством розглянутої системи є, то що при використанні газоурівнювальної системи з м'якими резервуарами-газгольдерами (навіть без включення в роботу компресорної установки) втрати від «малих подихів» практично відсутні, а при використанні традиційного способу зниження втрат (понтону) вони все одно відбуваються. Тобто, ймовірно використання понтона доцільно буде тоді, коли коефіцієнт оборотності резервуарного парку (частота заповнення та спорожнення резервуарів) буде високим, а при низькому коефіцієнті оборотності (що характерно для нафтобаз України) доцільніше використовувати газоурівнювальну систему з компресорною установкою.

Остаточний висновок про доцільність використання компресорного способу скорочення втрат можна зробити тільки після виконання техніко-економічного аналізу, що і планується зробити на наступному етапі дослідження для конкретних умов - зберігання бензину в кліматичних умовах Одеської області. Планується також виконати еколого-енергетичний аналіз цього способу зниження втрат, оснований на розрахунку емісії парникових газів (тому що самі нафтопродукти є парниковими газами та на експлуатацію компресорної системи потрібна електроенергія, при виробництві якої

здійснюється емісія парникових газів).

Інформаційні джерела:

1. Греков В.Ф., Пьянков А.А., Яловой Н.И., Кузнецов А.В., Овсиевский А.А. Конденсация паров бензина из паровоздушной смеси // Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету. Сер.: Технічні науки. - 2011. - Вип. 2. - С. 206-210. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Znpddtu_2011_2_40.pdf

2. Греков В.Ф. Конденсация паров бензина с помощью компрессорной станции / А.А.Пьянков, А.А Овсиевский // Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2005. – №2(2). – С.30-33.

3. Тугунов П.И., Новоселов В.Ф., Коршак А.А., Шаммазов А.М. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов – Уфа: Дизайнполиграфсервис, 2002 р. – 331 с.

4. Абузова Ф.Ф., Бронштейн И.С. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении - М.: Недра, 1981. – 248 с.

науковий керівник Хлієва О.Я., доцент, ОНАХТ, м. Одеса

УДК 621.575

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ НА ПРОЦЕССЫ ТЕПЛОМАССОБМЕНА В ЭЛЕМЕНТАХ АБСОРБЦИОННОГО ХОЛОДИЛЬНОГО АГРЕГАТА

Озолин Н.Е ,магистрант, Ищенко И.Н., к.т.н., ассистент, ОНАПТ, г. Одесса

Анализ результатов моделирования термодинамических циклов и тепловых процессов элементов абсорбционных холодильных агрегатов (АХА) показал перспективность в части энергосбережения снижения уровня рабочего давления при работе в условиях пониженных температуры греющего источника и температуры воздуха окружающей среды. Проведенный далее теоретический анализ снижения уровня давления на интенсивность процессов тепломассообмена в абсорбере АХА, напротив, указал на его негативное воздействие. Для проверки результатов и выводов теоретических разработок был выполнен комплекс экспериментальных

исследований абсорбционных холодильных приборов, работающих в климатических условиях класса SN*. Полученные результаты подтвердили первоначальные модельные представления о благоприятном для энергетической эффективности снижении уровня давления в системе.

Для создания полного модельного представления о влиянии уровня давления на интенсивность процессов тепломассообмена в настоящей работе продолжен теоретический анализ других элементов АХА, в частности, испарителя и генератора. В современном испарителе АХА жидкий хладагент испаряется в движущуюся парогазовую смесь при прямоточном режиме движения, причем парциальное давление аммиака над испаряющейся жидкостью возрастает от P_1 до P_2 , и испарение соответственно протекает в пределах температур ϑ_1 и ϑ_2 . Значение ϑ_2 определяется максимально допустимой температурой объекта охлаждения. Наиболее низкая температура испарения ϑ определяется в начале процесса испарения парциальным давлением аммиака в поступающей из абсорбера парогазовой смеси, которое, в свою очередь, зависит от степени очистки, т.е. эффективности работы абсорбера.

Тепло- и массообмен в испарителе АХА может быть описан системой дифференциальных уравнений:

$$G_0 \cdot dY = \beta \cdot (y^* - y) \cdot dF \quad (1)$$

$$G_0 \cdot C'_p \cdot dt = \alpha \cdot (t - \vartheta) \cdot dF \quad (2)$$

$$d \cdot Q_0 = k \cdot \psi \cdot (\theta - \vartheta) \cdot dF = \pm W_0 \cdot C_{p_0} \cdot d\theta \quad (3)$$

где β - коэффициент массоотдачи при испарении аммиака в парогазовую среду, кг/м²·с; α - коэффициент теплоотдачи между аммиаком и парогазовой смесью, Вт/м²·К; k - коэффициент теплопередачи от аммиака к охлаждаемому объекту, Вт/м²·К; ψ - поверхность охлаждения, приходящаяся на единицу поверхности соприкосновения фаз, м²; θ - температура охлаждаемой среды, °С; t - температура парогазовой среды, °С; ϑ - температура испарения аммиака, °С; G_0 - массовый расход инертного газаводорода, кг/с; W_0 - массовый расход охлаждаемой среды, кг/с; C_{p_0} - теплоемкость охлаждаемой среды, Дж/кг·К; C'_p - теплоемкость парогазовой смеси, Дж/кг·К; Y - массовая концентрация аммиака в парогазовой смеси,

кг/кг; y^* - массовая концентрация аммиака в парогазовой смеси, равновесная с насыщенной его жидкостью, кг/кг; Y - массовая относительная концентрация аммиака в парогазовой смеси, представляющая собой отношения массы аммиака к массе газа-носителя (инертного газа), кг/кг; Q_0 - холодопроизводительность, Вт.

Входящее в систему дифференциальных уравнений соотношение (1) определяет тепло- и массоотдачу при испарении хладагента в парогазовую среду, уравнение (2) - теплообмен между хладагентом и парогазовой средой, уравнение (3) – теплопередачу от испаряющегося хладагента к объекту охлаждения. Уравнение (3) описывает теплопередачу и в случае, когда охлаждаемой средой объектом является циркулирующий газ либо жидкость, причем, знак минус соответствует противотоку, а плюс – прямотоку. Для нахождения шести неизвестных параметров \mathcal{G} , t , θ , Y , y , y^* образуют систему из шести уравнений. Недостающие два уравнения выражают связь между y^* и \mathcal{G} , а также между y и Y :

$$y = \frac{Y}{1 + Y} \quad (4)$$

$$y^* = A_0 + A_1 \cdot \mathcal{G} + A_2 \cdot \mathcal{G}^2 + \dots + A_n \cdot \mathcal{G}^n \quad (5)$$

где A_0, A_1, \dots, A_n - постоянные, зависящие от свойств вещества.

Шестое уравнение – уравнение теплового баланса:

$$r \cdot \beta \cdot (y^* - y) \cdot dF = k \cdot \psi \cdot (\theta - \mathcal{G}) \cdot dF + \alpha \cdot (t - \mathcal{G}) \cdot dF \quad (6)$$

Для решения системы (1) – (6) уравнения (1) – (3) представляются в виде:

$$\frac{dY}{dF} = a \cdot (y^* - y) \quad (7)$$

$$\frac{dt}{dF} = b \cdot (t - \mathcal{G}) \quad (8)$$

$$\frac{d\theta}{dF} = p \cdot (\theta - \mathcal{G}) \quad (9)$$

$$\frac{dQ_0}{dF} = r \cdot (\theta - \mathcal{G}) \quad (10)$$

где коэффициенты a, b, p, r имеют следующие значения:

$$a = \frac{\beta}{G_0}, \quad b = \frac{\alpha}{G_0 \cdot C'_P}, \quad p = \frac{k \cdot \psi}{W_0 \cdot C_{P_0}}, \quad r = k \cdot \psi. \quad (11)$$

При прямотоке заданы начальные условия $G_0, L_1, \mathcal{G}_1, \theta_1, t_1, y_1$, соответствующие $F = 0$ и холодильная мощность Q_0 при $F = F_0$.

Расход жидкого холодильного агента L_1 может быть получен из соотношения:

$$L_1 = \frac{Q_0}{r_{\mathcal{G}}} \quad (12)$$

где $r_{\mathcal{G}}$ - скрытая теплота парообразования при температуре \mathcal{G} .

Используя метод Эйлера [5] задаются приращением ΔF и определяют по уравнениям (7) – (10) приращения:

$$\Delta Y = a \cdot (y^* - y) \cdot \Delta F \quad (13)$$

$$\Delta t = b \cdot (t - \mathcal{G}) \cdot \Delta F \quad (14)$$

$$\Delta \theta = p \cdot (\theta - \mathcal{G}) \cdot \Delta F \quad (15)$$

$$\Delta \theta_0 = r \cdot (\theta - \mathcal{G}) \cdot \Delta F \quad (16)$$

Найдя приращения, вычисляют значения параметров, соответствующих приращению ΔF :

$$Y = Y_1 + \Delta Y \quad (17)$$

$$t = t_1 + \Delta t \quad (18)$$

$$\theta = \theta_1 + \Delta \theta \quad (19)$$

$$\theta_0 = \theta_0^{(1)} + \Delta \theta_0 \quad (20)$$

Текущему значению параметров Y, t, θ соответствуют температура испарения холодильного агента, определяемая из уравнения теплового баланса (6):

$$r \cdot \beta \cdot (A_0 + A_1 \cdot \mathcal{G} + A_2 \cdot \mathcal{G}^2 + \dots + A_n \cdot \mathcal{G}^n) \cdot y = k \cdot \psi \cdot (\theta - \mathcal{G}) + \alpha \cdot (t - \mathcal{G}) \quad (21)$$

По значению \mathcal{Q} находят равновесную концентрацию y^* . Далее задаются новым приращением ΔF и аналогично рассчитывают следующий участок, принимая параметры, найденные в результате расчета первого участка, за начальные. Расчет ведется до тех пор, пока не будет достигнуто заданное значение Q_0 . При окончании расчета приводится сравнение θ_2 и θ_{\max} . В случае, если $\theta_2 > \theta_{\max}$ следует вернуться к исходным параметрам. Решение задачи может быть получено варьированием исходных параметров G_0 , t_1 , y_1 . В конструкции изменение исходных параметров может быть достигнуто за счет увеличения расстояния по вертикали между испарителем и абсорбером (G_0), регенеративным теплообменом холодной насыщенной и теплой очищенной ПГС (t_1) и степенью очистки ПГС в абсорбере (y_1). Таким образом, задача имеет ряд решений, при этом выбор варианта может быть проведен с учетом требований компоновки оборудования, металлоемкости, энергетической эффективности, условий охлаждения.

Следует отметить, что расчет будет выполнен тем точнее, чем меньше принятые значения ΔF .

На основе математического описания испарителя с прямоточным движением фаз разработана методика расчета, в которой расчет теплофизических и термодинамических свойств рабочего тела АХА выполнен на основе собственных зависимостей.

Их анализ показывает, что с ростом давления от 10 до 20 бар интенсивность процессов теплообмена при испарении аммиака в парогазовую среду снижается во всем диапазоне режимных параметров. Так, значения коэффициентов массообмена снижаются в 1,75...1,78 раза, а коэффициентов теплообмена – в 2,71...2,88 раза. Соответственно, можно сделать вывод о благоприятном влиянии снижения уровня давления в системе АХА.

*научный руководитель: Титлов А.С.,
заведующий кафедрой ТТТЭ,
д.т.н., профессор, ОНАПТ*

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ РЕСУРСЕФЕКТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА НА ПІДПРИЄМСТВАХ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

Ольбішевська О.М., студент ОКР «Магістр», ОНАХТ, м. Одеса

Напередодні євроінтеграції України проблема конкурентоспроможності вітчизняних товарів набуває важливого значення. Конкурентоспроможність залежить від ресурсоефективності продукції, яка, в середньому в 10 - 13 разів нижче відповідної європейської. Цим і визначається актуальність і особлива значимість проекту ООН з технічного регулювання ЮНІДО.

1-й пілотний проект ЮНІДО з ресурсоефективності і більш чистого виробництва почався в Одеському регіоні на базі ОНАХТ у вересні 2013 року під назвою «Сприяння адаптації та впровадженню ресурсоефективного і більш чистого виробництва шляхом створення і роботи Центру ресурсоефективного і більш чистого виробництва в Україні». Метою проекту є зменшення завантаження на навколишнє середовище, підвищення ефективності використання ресурсів та підвищення конкурентоспроможності підприємств. У першому проекті ЮНІДО в Одеському регіоні взяли участь 9 підприємств, до фінішу прийшли тільки 3 з них - два м'ясокомбінати і завод з виробництва медичних виробів. Можливими перешкодами проекту є: відсутність зацікавленості у керівництва, недостатня інформація про проект, недостатня інформованість про матеріальні, енергетичні і фінансові потоки, недружнє економічне, політичне середовище. Основними перевагами проекту ЮНІДО є: можливість отримання кредитів в різних фінансових структурах, з якими ЮНІДО уклала відповідні договори про співпрацю, технічний і технологічний аудит підприємства, іміджеві переваги, можливість вивчення європейського, досвіду, підходів, постійне поліпшення показників ресурсоефективності [1].

Досвід реалізації проекту UNIDO по впровадженню методики ресурсоефективного і більш чистого виробництва на підприємствах в середньому дає позитивний ефект, пов'язаний, зокрема, із зменшенням споживання електроенергії на 8%, а теплової енергії на 12-15%, з економією сировини і зміною ментальності.

Інформаційні джерела:

1. United Nations Industrial Development Organization [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.unido.org/>

*науковий керівник: Крусір Г.В.,
д.т.н., професор, ОНАХТ*

ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ ДОБАВОК НАНОЧАСТИНОК У КОМПРЕССОРНЕ МАСЛО ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГО- ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Пуствойтенко С.В., Игнатова Т.Ю., ОНАХТ, м. Одеса

Впровадження нанотехнологій в холодильну промисловість являється перспективним напрямом підвищення еколого-енергетичної ефективності обладнання. Для холодильної промисловості особливий інтерес представляє застосування так званих нанохолодоагентів - робочих тіл, що представляють собою суміш холодоагенту з компресорним маслом в яке додано певну кількість наночастинок.

В даний час вже налічується досить великий обсяг експериментальних робіт, присвячених оцінці властивостей нанохолодоагентів, відзначається позитивний вплив додавання наночастинок в холодоагент на показники ефективності холодильного обладнання, такі як холодопродуктивність, споживана компресором потужність, холодильний коефіцієнт (при однакових параметрах холодильного циклу). Оцінка зміни холодильного коефіцієнта при відомій зміні теплофізичних властивостей нанохолодоагента - завдання складне, багатофакторне. На заключному етапі вирішення цього завдання може бути використаний еколого-енергетичний аналіз.

Пропонований метод еколого-енергетичного аналізу заснований на оцінці емісії парникових газів (ПГ), велика частка якої пов'язана з витратою електроенергії при виробництві обладнання та його експлуатації на повному життєвому циклі об'єкта дослідження. Метод є альтернативою традиційному техніко-економічному аналізу, так як енергетичні показники (енергоємність сировини і матеріалів) є більш стабільними величинами, оскільки не залежать від фінансових котирувань різних валют.

При виконанні еколого-енергетичного аналізу авторами пропонується враховувати всі енергетичні витрати (і пропорційні їм викиди ПГ) на створення та утилізацію обладнання, прямі викиди ПГ (в даному випадку

холодоагенту), непрямі вклади від енергоспоживання при експлуатації обладнання, а також енергетичний еквівалент праці людини.

Стосовно до аналізу холодильного обладнання величина повної еквівалентної емісії парникових газів (ПЕЕПГ) може бути записана так:

$$ПЭЭПГ = \beta(e_{ВВП} \cdot c_i^{об} + e^{ч.мп} \cdot n_i^{ч.мп}) + e_{ВВП} \cdot \beta \cdot c_i^{об} (k_a + k_p) \tau + \beta \cdot N \cdot \tau + m_{хл} \cdot GWP_{хл} \cdot \tau$$

где

де β - викиди CO₂ при виробництві 1 кВт·год електроенергії (для України), кг CO₂/кВт·год; $e_{ВВП}$ - енергоємність ВВП (для України), кВт·год / грош.од; $c_i^{об}$ - собівартість виробництва обладнання, грош.од; $e^{ч.мп}$ - енергетичний еквівалент людської праці при створенні обладнання, кВт·год / люд.год; $n_i^{ч.мп}$ - трудовитрати на виробництво обладнання, люд.год; $k_a + k_p$ - частка річних витрат (від капітальних) на амортизацію та ремонт обладнання, рік⁻¹; τ - термін експлуатації обладнання, рік; N - потужність, споживана системою, кВт; $m_{хл}$ - маса витоків холодоагенту при експлуатації обладнання, кг/рік; $GWP_{хл}$ - потенціал глобального потепління холодоагенту, кг CO₂/кг.

Для оцінки еколого-енергетичної ефективності холодильної машини при різній холодопродуктивності Q зручно використовувати питомий індикатор μ - викиди ПГ на одиницю виробленого холоду на певному рівні температур у випарнику:

$$\mu = ПЭЭПГ / Q, \text{ кг } CO_2 / \text{кДж холоду.}$$

Об'єктом аналізу в представленій роботі є експериментальний стенд для оцінки показників енергетичної ефективності, основний елемент якого - компресор побутового холодильника Атлант СКН 150.

В лабораторії кафедри теплофізики та прикладної екології ОНАХТ були отримані експериментальні дані для показників енергетичної ефективності при використанні наступних робочих тіл: R600a / компресорне масло, а також R600a / компресорне масло / наночастинки. Наномасло перед заправкою в систему готувалося за спеціальною технологією з використанням сухих наночастинок Al₂O₃ (<50 нм) і TiO₂ (<25 нм).

В результаті проведеного дослідження були отримані дані про холодопродуктивність, споживану компресором потужності в залежності від масової витрати робочого тіла. Отримані значення були використані для розрахунку величини ПЕЕПГ на повному життєвому циклі експериментального стенду і питомої індикатора μ при різних витратах холодоагенту - рис 1.

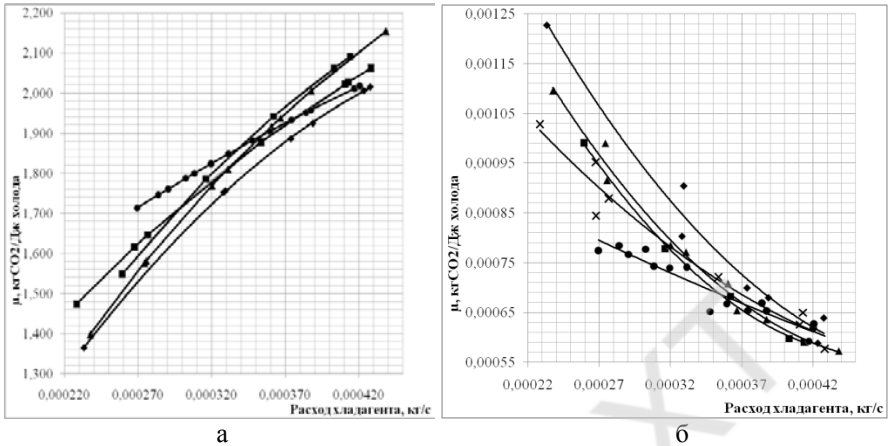


Рис 1. Залежність холодильного коефіцієнта (а) і питомої емісії парникових газів (б) від масової витрати холодоагенту : \blacklozenge R600a / масло; \blacksquare R600a / масло / НЧ TiO_2 (0,48 % мас.); \blacktriangle - R600a / масло / НЧ TiO_2 (1,0% мас.); \times - R600a / масло / НЧ Al_2O_3 (0,08% мас.); \bullet - R600a / масло / НЧ Al_2O_3 (0,52% мас.)

Як видно з наведених на рис. 1 результатів, добавки наночастинок в компресорне масло призводять до помітного зниження величини μ , що говорить про підвищення еколого-енергетичної ефективності розглянутого об'єкта дослідження при невеликих масових витратах робочого тіла.

*наукові керівники: Желєзний В.П., професор, ОНАХТ, м. Одеса;
Хлієва О.Я, доцент, ОНАХТ, м. Одеса*

УДК 005:[504-049.5:663.2.013]

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ВИНОРІБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Соколова І.Ф., аспірант ОНАХТ, м. Одеса

Розвиток суспільства на сучасному етапі все частіше стикається з проблемами забезпечення екологічної безпеки та захисту навколишнього природного середовища. Наслідком зростаючого антропогенного впливу на

довкілля та інтенсифікації користування природних ресурсів, не завжди раціонального, є порушення природного балансу.

Розвиток виноробної промисловості в Україні в сучасних умовах супроводжується зростанням її екологічної небезпеки. Результатом діяльності підприємств первинного виробництва є утворення значних обсягів твердих відходів (понад 80000 тон в рік), скидів концентрованих стічних вод (приблизно 280000 м³/рік) та зростання обсягів викидів в атмосферу (близько 2000 тон в рік). Вивчення впливу на стан екологічної безпеки саме промислових відходів є актуальним напрямком досліджень.

Під екологічною безпекою розуміють допустимий рівень негативних природних та антропогенних чинників екологічної небезпеки на навколишнє середовище і людину. У поняття системи управління екологічною безпекою входить комплекс заходів, що забезпечують допустимий рівень негативного впливу природних і антропогенних факторів екологічної небезпеки на навколишнє середовище і людину.

Управління екологічною безпекою - це складний процес, який базується на загальних закономірностях формування екологічної небезпеки.

Стратегія управління екологічною безпекою базується на основних положеннях [1].

- Управління повинне здійснюватися на основі використання закономірностей формування екологічної небезпеки;

- Ефективне управління можливе тільки з використанням розроблених підсистем, які відповідають структурним елементам екологічної небезпеки.

Згідно з представленими положенням впливає, що система управління екологічною безпекою повинна розроблятися на основі структури механізму сформованої екологічної небезпеки. Організаційно-технічні рішення, які є основним елементом системи, розробляються на основі результатів експериментальних досліджень способів зниження впливу техногенних факторів на довкілля і людину, а також можливості їх реалізації в умовах конкретного промислового об'єкту.

На основі розроблених теоретичних положень щодо ідентифікації джерел впливу та екологічних аспектів, механізму формування екологічної небезпеки, оцінки її рівня розроблена підсистема управління екологічною безпекою, представлена на рис. 1.

Процес управління складається з п'яти етапів: 1) дослідження виноробних підприємств, моніторинг джерел негативного впливу; 2) оцінка рівня екологічної небезпеки; 3) визначення методів регулювання екологічною безпекою на основі аналізу механізму формування небезпеки і розробка управлінських рішень; 4) реалізація управлінських рішень; 5) оцінка

ефективності впроваджених управлінських рішень та аналіз отриманих результатів.

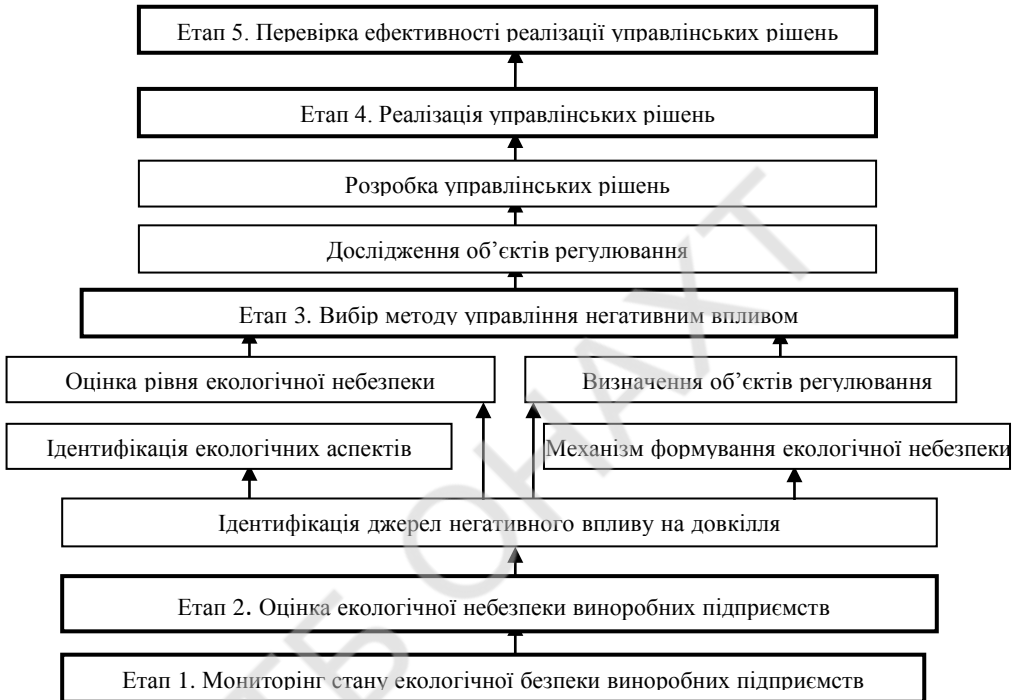


Рис.1 – Алгоритм управління екологічною безпекою виноробних підприємств

Одержані результати є теоретичним базисом, на якому ґрунтуються експериментальні дослідження та розробка комплексу організаційно-технічних рішень щодо управління екологічною безпекою.

Інформаційні джерела:

1. Шмандій В.М. Управління екологічною безпекою на регіональному рівні (теоретичні та практичні аспекти): дис.. доктора техн. наук. : 21.06.01 / Володимир Михайлович Шмандій. — Харків., 2003. — 356 с.

науковий керівник: Г.В. Крусір, д.т.н., проф.,ОНАХТ

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДЫ ИЗ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА БАЗЕ АБСОРБЦИОННЫХ ВОДОАММИАЧНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН И СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ И АНАЛИЗ ИХ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ

*Осадчук Е.А., молодой ученый, Мазуренко С.Ю., аспирант, ОНАПТ, г.
Одесса*

В настоящее время, основной объем рынка оборудования по выделению воды из воздуха приходится на системы, имеющие в своем составе компрессионную холодильную установку с электрическим приводом. Вместе с тем применение компрессионных установок перспективно только для производительности до 3–4 литров воды в час. При более высокой производительности происходит существенное возрастание габаритов установки.

Необходимым условием работы компрессионной холодильной машины является наличие электрической энергии. В тоже время подавляющее число стран, испытывающих дефицит воды, ограничены и в энергоресурсах. Едва ли не единственным доступным источником энергии у них является солнце.

Поэтому, в качестве наиболее перспективного направления нами были выбраны модернизированные абсорбционные холодильные машины (АХМ), работающие от источника низкопотенциального тепла – солнечной энергии. Одним из многообещающих направлений является возможность использования существующей инфраструктуры солнечных нагревателей воды – солнечных коллекторов (СК), суммарный объем площадей коллекторов которых в мире более 110 млн.м² [2].

Анализ режимных характеристик АХМ показал, что основные проблемы, которые надо решить при их использовании в системах получения воды с СК следующие: во-первых, разработать конструкции АХМ с воздушным охлаждением теплорассеивающих элементов, а во-вторых, предложить цикл, который можно было бы реализовать в условиях тропических температур наружного воздуха и уровне температур традиционных водяных солнечных коллекторов (80-100 °С).

В таких условиях наибольшие перспективы имеют абсорбционные водоаммиачных холодильных машин (АВХМ), которые позволяют провести необходимую модификацию цикла. В связи с выбором АВХМ необходимо

отметить, что в последние годы в связи с неблагоприятным техногенным воздействием на окружающую среду систем холодильной техники все большее внимание уделяется природным холодильным агентам.

Особый интерес представляют АВХМ работающие на возобновляемых источниках энергии, в частности, на энергии солнечного излучения. Такой интерес связан с возможностью круглогодичного использования солнечных коллекторов, находящих в настоящее время широкое применение в системах отопления и горячего водоснабжения. Предполагается [2], что при избытке солнечной энергии в теплый период года часть ее можно направлять на генератор АВХМ для производства искусственного холода. Полученный холод можно использовать как в системах кондиционирования, так и в холодильниках.

Целью исследования является разработка схем и термодинамический анализ АВХМ на низкопотенциальных источниках тепловой энергии СК для систем получения воды из атмосферного воздуха.

С учетом приведенного выше анализа различных холодильных систем абсорбционного типа и результатов анализа энергетических характеристик циклов АВХМ, а также с учетом простоты конструкции и способа реализации для дальнейшей разработки был выбран вариант традиционной АВХМ с теплообменником растворов и с бустер-компрессором на магистрали подачи пара аммиака в конденсатор.

С помощью оригинального алгоритма расчета циклов АВХМ был проведен анализ циклов АВХМ с поджимающим бустер-компрессором перед конденсатором. Результаты расчетов приведены на рис.1 и рис.2.

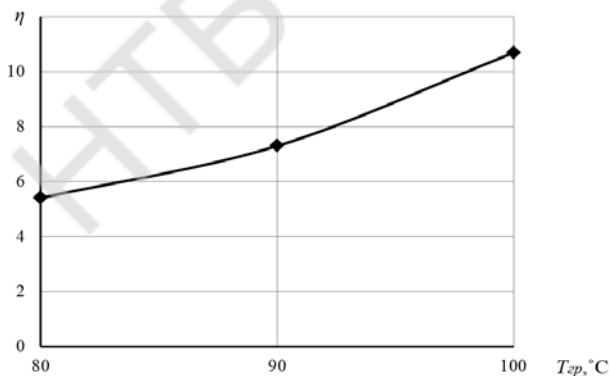


Рисунок 1 – Влияние температуры греющего источника на МХК цикла АВХМ с поджимающим бустер-компрессором перед конденсатором при температуре объекта охлаждения 0°C и температуре наружного воздуха 32°C

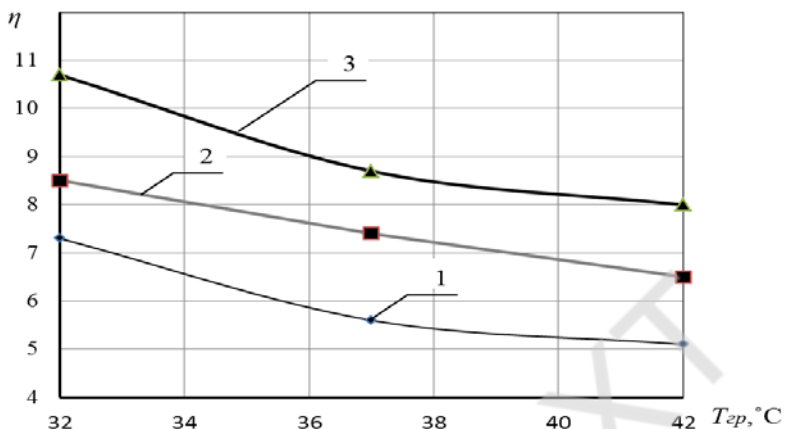


Рисунок 2 – Влияние температуры наружного воздуха на МХК цикла АВХМ с поджимающим бустер-компрессором перед конденсатором и на холодильный коэффициент идеального цикла Карно ПКХМ: 1, 3 – цикл АВХМ; 2 – цикл ПКХМ; температура греющего источника АВХМ: 1 – 90 °С; 2 – 100 °С

Интерес представлял своеобразный «модифицированный холодильный коэффициент» (МХК) цикла АВХМ (η), который представляет собой отношение полезного эффекта (искусственного холода) с затраченной в циркуляционном насосе и бустер-компрессоре электрической мощности. С учетом того, что тепловая энергия греющего источника поступает от СК, ее, как бы полученную даром, мы не учитывали.

Анализ рис. 1 показывает, что с повышением температуры греющего источника от 80 °С до 100 °С эффективность АВХМ возрастает почти в 2 раза.

Интерес представляет и сравнение цикла АВХМ с поджимающим бустер-компрессором перед конденсатором и цикла парокомпрессионной холодильной машины (ПКХМ), работающей в том же диапазоне параметров температур объекта охлаждения и наружного воздуха.

Результаты сравнения цикла ПКХМ, работающего по идеальному циклу Карно, и цикла АВХМ с поджимающим бустер-компрессором перед конденсатором приведены на рис. 2. Анализ приведенных графических зависимостей показывает, что имеют место энергетические преимущества у АВХМ с поджимающим бустер-компрессором перед конденсатором даже перед идеальным холодильным циклом Карно, начиная с уровня температур

греющего источника 100 °С. Энергетическое преимущество в рассмотренном диапазоне температурных параметров составляет от 11 до 24 %.

Выводы:

1. По результатам расчетов и анализа предложена схема АВХМ с поджимающим бустер-компрессором перед конденсатором для работы в составе систем получения воды из атмосферного воздуха с источником тепла от СК с водным теплоносителем. Эти схемы, несмотря на дополнительные энергозатраты на привод компрессора, могут обеспечить работу АВХМ с источниками тепла от 80 °С, с повышением температуры греющего источника от 80 °С до 100 °С энергетическая эффективность АВХМ возрастает почти в 2 раза.

2. Проведенный сравнительный анализ энергетических характеристик цикла АВХМ с поджимающим бустер-компрессором и цикла ПКХМ, работающей по идеальному циклу Карно в том же диапазоне параметров температур объекта охлаждения и наружного воздуха, показал энергетическое преимущество АВХМ, начиная с уровня температур греющего источника 100 °С. В рассмотренном диапазоне температурных параметров оно составляет от 11 до 24 %.

Информационные источники:

1. Алексеев В.В., Чекарев К.В. Получение пресной воды из влажного воздуха / Аридные экосистемы. – 1996. – Т. 2. – № 2–3.
2. Перельштейн Б.Х. Новые энергетические системы. – Казань, Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2008. – 244 с.

*научный руководитель: Титлов А.С.,
заведующий кафедрой ТТЭ,
д.т.н., профессор, ОНАПТ*

УДК 664:768

ОСОБЛИВОСТІ УТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ І ПИЛІУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ З ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА, КРУП І КОМБІКОРМІВ

Стойловська Е.С., студентка, ОНАХТ, м. Одеса

З метою отримання якісної продукції, при підготовці зерна до переробки, існують сухі і мокрі методи очистки зерна і сировини, які є

складовою частиною технології мукомельного, круп'яного і комбікормового виробництва.

У результаті очистки підвищується не тільки якість, але і збереження зерна основної культури, а також забезпечується більш висока його придатність використання на харчові, технічні, посівні, фуражні цілі. При очищенні видаляються не тільки всі побічні компоненти, але і деяка частина зерна основної культури, яка не відповідає установленим вимогам до якості і відноситься до зернових або сміттевих домішок. Це насіння дикорослих сміттевих рослин (вівсюг, кукіль, дика редька, гірчак, в'язіль, повійка тощо); насіння інших зернових і бобових культур; пошкоджені зернівки основної культури (щупле, недорозвинуте, пошкоджене сушінням, пошкоджене самозігріванням, мікроорганізмами, шкідниками хлібних запасів тощо); органічні домішки (колоски, солома, полова тощо); мінеральні домішки (дрібні камінці, пісок, руда, грудочки землі тощо); металеві і інші домішки.

У кожній зерновій чи бобовій культурі знаходяться специфічні, характерні для даної культури домішки, які відносяться до групи домішок, що важко відділяються. Усі домішки, що знаходяться в зерновій масі, підрозділяють на сміттєві і зернові [4, 5, 10].

Враховуючи технічну можливість очистки зерна від домішок на мукомельному і круп'яному заводі, «Правила» [6, 7, 8] установлюють вимоги до зерна, що іде на переробку і до вмісту домішок.

Що стосується безпосередньо відходів, то вони утворюються на всіх етапах технологічних процесів очистки зерна. Установлено, що обсяги відходів визначаються об'ємами зерна, що очищається; якістю вихідної зернової маси; якістю зерна після очистки; ефективністю роботи обладнання для виділення домішок; удосконаленістю технологічного процесу підготовки зерна до переробки.

Зерно містить на своїй поверхні значну кількість мікроорганізмів і пилу мінерального і органічного походження. Особливо забруднена і засіяна борозенка зерна. Якщо поверхню зернівок не очищати, то пил і мікроорганізми попадуть у готову продукцію і значно погіршать її якість.

Обробка поверхні зерна і ядра є складовою частиною технологічних процесів виробництва борошна і круп. Вона виконується з різною інтенсивністю і має різну направленість у залежності від етапу технологічних процесів. У технології комбікормів ця операція необхідна лише при виробництві спеціальних кормів для молодняка тварин, коли, наприклад, удаляють грубі плівки ячменю і вівса [4, 5, 10].

Операція з обробки поверхні зерна і ядра здійснюється: при підготовці зерна до помелу, коли луштинню підлягає тільки поверхневий шар зерна. Одночасно удаляються мінеральний пил і інші домішки, що міцно

зв'язані з поверхнею зерна. При переробці круп'яної сировини, практично повністю відокремлюються зовнішні оболонки зерна і вони переходять у відходи.

Взагалі технологічні процеси на підприємствах з виробництва борошна, круп і комбікормів супроводжуються виділенням пилу і відходів, у тому числі різних забруднювальних речовин у виробничі приміщення і навколишнє середовище.

Проте основною шкідливістю, що виділяється при переробці зерна, залишається органічний пил сировини, проміжних продуктів і готової продукції.

У процесі переробки зерна, крім борошняного пилу, виділяється значна кількість тепла і вологи, які разом з пилом створюють сприятливі умови для появи плісені, розвитку мікроорганізмів і амбарних шкідників.

Виділення пилу у виробничі приміщення і у навколишнє середовище відноситься до важко локалізованої шкідливості. Установлено, що пил зернопереробних підприємств має у своєму складі не тільки макроскопічні частинки, але і значну кількість ультрамікроскопічних частинок, що швидко проникають у біологічні середовища; це підсилює антигігієнічний вплив на організм людини [1, 2, 3, 9].

При відсутності або незадовільній роботі вентиляційних мереж продукти клейстеризуються. Рифлена поверхня вальців і сит розсійників замазується, внаслідок чого погіршується поверхня для просіювання і збільшуються недосіви. Все це порушує технологічний процес, зменшує продуктивність підприємства і погіршує якість продукції.

Вентиляційні установки підприємств з переробки зерна [1, 2, 3, 9] не тільки знепилюють обладнання. В їх задачу входить крім того: очистка зерна від домішок, що відрізняються аеродинамічними властивостями; сортування (збагачення) продуктів розмелу і лущення зерна; створення визначених санітарно-гігієнічних умов у виробничих приміщеннях, необхідних для нормального ведення технологічного процесу. Вентиляційні установки також забезпечують умови, попереджуючі можливість виникнення вибухів пилу і пожеж [1, 2, 3, 9].

Інформаційні джерела:

1. Вентиляционные установки зерноперерабатывающих предприятий [Текст]: (Изд. 3-е, доп. и перераб.). Под ред. д-ра техн. наук, проф. А.М. Дзядзио. – М.: Колос, 1974. – 400с. (А.В. Панченко, А.М. Дзядзио, А.С. Кеммер, Л.И. Котляр, Г.Ф. Костюк).

2. Дмитрук Е.А. Борьба с пылью на комбикормовых заводах [Текст]: / Е.А. Дмитрук. – М.: Агропромиздат, 1987. – 85 с.

3. Єгоров Б.В. Технологія виробництва комбікормів [Текст]: Підручник / Б.В. Єгоров. - Одеса: Друкарський дім, 2011. – 448 с.
4. Мерко І.Т. Технології мукомельного і круп'яного виробництва [Текст]: – Одеса: Друкарський дім, 2010. – 472 с.
5. Мерко І.Т., Моргун В.О. Наукові основи і технологія переробки зерна [Текст]: - Одеса: Друкарський дім, 2001. -348 с.
6. Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах в 2 ч. [Текст]: – М.: ВНПО «Зернопродукт», ВНИИЗ. Ч.1, 1991. – 52 с.
7. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах [Текст]:– К.: М-во АПК України, Київ. ін-т хлібопродуктів, 1998. – 145 с.
8. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах [Текст]: – К.: М-во АПК України, Київ. ін-т хлібопродуктів, 1998. – 164 с.
9. Правила проектування аспіраційних установок підприємств по збереженню та переробці зерна [Текст]: / укладачі Є.А. Дмитрук, О.І. Гапонюк та інші. – Київ, Одеса: Друкарський дім, 1995. – 131 с.
10. Трисвятский Л.А. Хранение зерна / 4-е, перераб. и доп. изд. [Текст]: - М.: Колос, 1977. - 400 с.

*науковий керівник: Зацерклянний М.М.,
к.т.н., доцент, ОНАХТ*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ АППАРАТОВ НА ОСНОВЕ ПОДВИЖНОГО НАСАДОЧНОГО СЛОЯ

*Гончаренко В. А., аспирант,
Шумиловская В., магистр, 454м, ОНАПТ*

Тепломассообменные аппараты с подвижной насадкой обеспечивают возможность надежной эксплуатации оборудования в условиях опасности повышенных отложений, например в аппаратах непосредственно связанных с внешней средой (открытая среда, водо- и воздухоохладители, энергетические системы) и значительную интенсификацию процессов тепломассообмена [1-5].

Экспериментальное оборудование (рис. 1) обеспечивает возможность изучения аэродинамических характеристик и тепломассообмена при реализации процессов испарительного охлаждения сред, абсорбции и

десорбции. Стенд представляет собой: 1 – рабочий участок (колонну); 2, 3 – распределительные камеры; 4 – жидкостной бак; 5 – блок ротаметров; 6 – распределитель жидкости; 7 – сборник жидкости; 8 – насос; 9 – забор воздуха; 10 – воздухонагреватель; 11 – вентилятор; 12 – расходомер; 13 – камеры статического давления и измерительные участки; 14 – регулятор расхода; 15 – сепаратор капельной влаги; 16 – емкость; 17 – измерительная линейка; 18 – блок ртутных термометров и термометров сопротивления; 19 – отбор давления; 20 – измерительный комплекс.

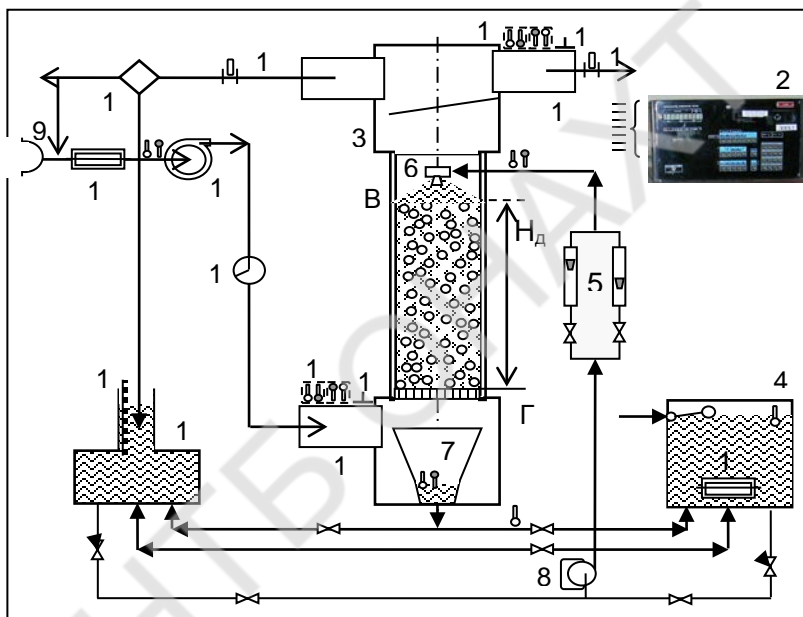


Рис. 1 - Принципиальная схема экспериментального стенда для изучения характеристик трехфазных псевдооживен-ных слоев насадки и процессов тепломасообмена при испарительном охлаждении воды.

На рис 2 представлены кривые псевдооживения (флюидизации) трехфазной системы «газ-жидкость-твердое тело», полученные в широком диапазоне значений эффективной плотности элементов шарообразной формы $\rho_{эн} = 90-1000\text{кг/куб.м}$

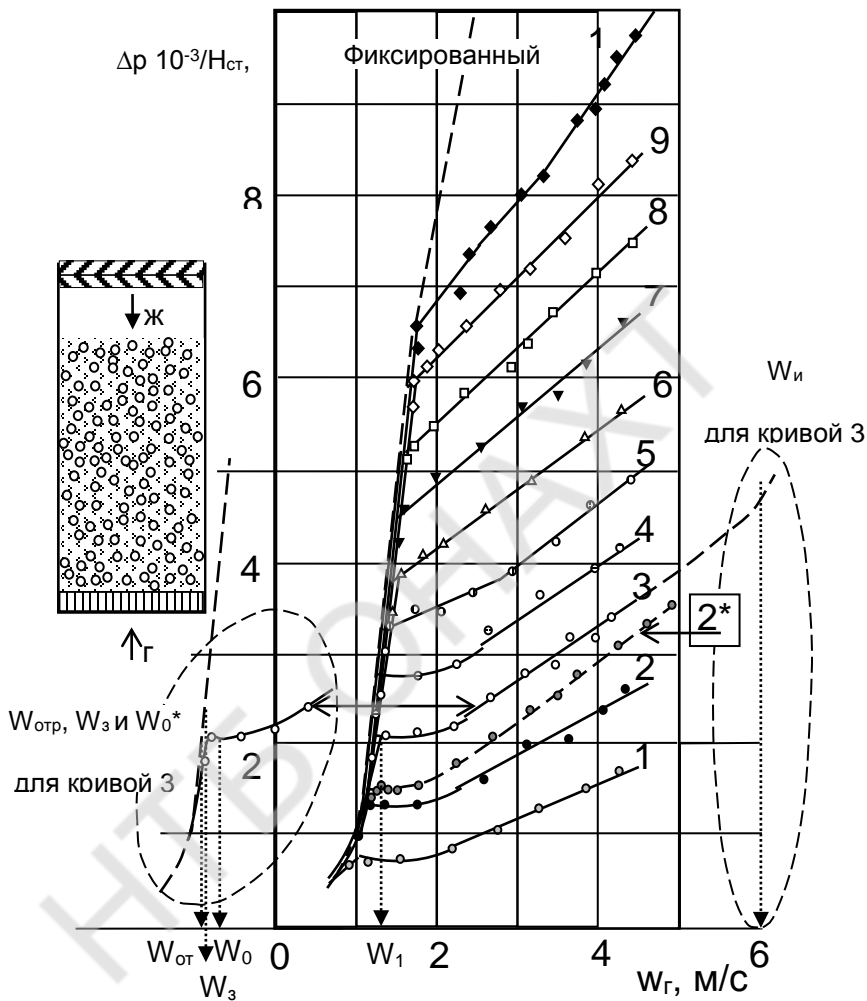


Рисунок 2. - Экспериментальные кривые псевдооживления для одноярусной насадки при различных значениях $\rho_{пн}$ (кг/м³)

Из представленного графика можно сделать следующие выводы, - в области значений скорости движения газового потока (рассчитана на пустое сечение колонны):

1. $0 < w_r \leq 2,0$ м/с. Стационарное состояние системы с характерной локальной перестройкой структуры неподвижного слоя и некоторым ростом его порозности. Отмечается линейный рост задержки жидкости в слое $H_{ж}(w_r)$, вплоть до скорости начала псевдооживления w'_0 с прогрессирующим захлебыванием перестраивающегося неподвижного слоя (рис. 2).

2. $2,0 < w_r \leq 2,5$ м/с. Режим начального псевдооживления (переходный режим). Отмечается характерный пик задержки жидкости в слое $H_{ж}$ при скорости газа w'_0 (рис. 2), с последующим восстановлением до предшествующего значения; система неустойчива, часть слоя остается неподвижной и имеет место его перестройка.

3. $2,5 < w_r \leq 6,0$ м/с. Режим развитого псевдооживления. Весь слой насадки подвижен, система однородна (гомогенна; речь идет об односекционном оформлении колонны, при переходе к двух- и трехъярусной насадке может иметь место асинхронность в режиме псевдооживления ее ярусов, что требует отдельного изучения).

Сравнение характеристик системы с аналогичным режимом для зоны малых значений эффективной плотности элементов насадки $\rho_{эп}$ показывает, что новый характер перехода в подвижность сказался на поведении системы в целом: поддерживается состояние начального захлебывания, которое, однако, с ростом скорости газа w_r не развивается далее в развитое захлебывание, благодаря компенсирующему механизму расширения слоя. Такая своеобразная ситуация поддерживающегося в широком диапазоне w_r начального захлебывания обеспечивает возможность устойчивой эксплуатации аппаратов с подвижной насадкой в этом режиме высоких нагрузок.

Информационные источники:

1. Дорошенко А.В., Глауберман М.А. Альтернативная энергетика. Солнечные системы тепло-хладоснабжения, Одесса, ОНУ им. Мечникова, 2012, 447стр.

2. Alexander V. Doroshenko. Leonid P. Kholpanov, Yury P. Kvurt. Alternative Refrigerating, Heat-Pumping and Air-Conditioning Systems on the Basis of the Open Absorption Cycle and Solar Energy. USA. Nova Science Publishers, Inc., 2009. – 210 p.

3. Дорошенко А.В., Молчанский Б.Е. Солнечные системы кондиционирования воздуха осушительно-испарительного типа и

теплотемпературной аппаратурой с подвижным трехфазным слоем. Холодильная техника и технология. 2008, №5 (115), стр. 15-23.

4. Дорошенко А.В., Данько В.П. Теплоиспользующие абсорбционные осушительно-испарительные системы охлаждения с использованием альтернативных источников энергии. Холодильна техніка і технологія. Науково-технічний журнал №4 (138) 2012. Одеса: ОДАХ. – С.47-53

научный руководитель: проф., Дорошенко А.В.

СОЛНЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА НА ОСНОВЕ АБСОРБЦИОННОГО ЦИКЛА И ПОЛИМЕРНЫХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Мохаммед Мусса, магистр, группа 454м, ОНАПТ

На рис. 1 приведена основная разработанная схема и принцип построения солнечной системы кондиционирования воздуха ССКВ осушительно-испарительного типа.

Применительно к ССКВ такая система может базироваться на использовании испарительного охладителя прямого типа ПИО в случае, когда влагосодержание наружного воздуха не превышает $x_r < 12,5$ г/кг, то есть в условиях сухого климата, когда предварительное осушение воздуха не требуется. При $x_r > 12,5$ г/кг задача обеспечения комфортных параметров воздуха не может быть достигнута путем использования испарительного охлаждения, и требуется предварительное осушение наружного воздуха. Здесь приведен основной вариант разработанных солнечных систем в приложении к задачам кондиционирования воздуха ССКВ на основе открытого абсорбционного цикла и солнечной регенерации абсорбента. Схемы включают два основных блока:

- Блок предварительного осушения воздуха, включающий абсорбер-осушитель 1 и десорбер-регенератор 3, обеспечивающие непрерывность цикла осушения воздуха и регенерации абсорбента;
- Блок испарительного охлаждения в испарительном охладителе прямого типа ПИО (2), либо «продуктовой» градирне ГРД/пр (6).

Рассмотрим работу ССКВ на примере схемы, представленной на рис. 1. В качестве основных элементов осушительный блок установки включает абсорбер 1 (осушитель воздуха), солнечную систему регенерации абсорбента, состоящую из десорбера-регенератора 3 и набора требуемого числа солнечных коллекторов СК/П (10), бак-теплоаккумулятор 12 и

теплообменников 4 (внутренняя рекуперация тепла «слабого» холодного и «крепкого» горячего растворов абсорбента) и 5 (охлаждение крепкого раствора абсорбента перед его поступлением в абсорбер; в схеме охлаждения используется «технологическая» градирня).

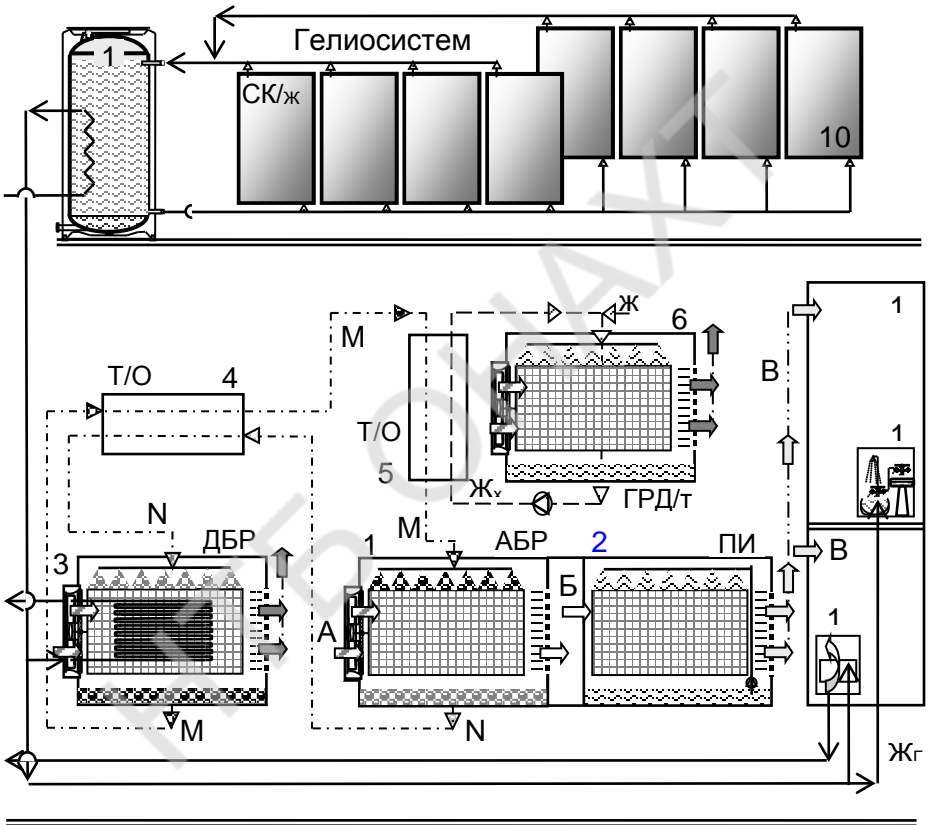


Рисунок 1. - Принципиальная схема солнечной системы кондиционирования воздуха с использованием испарительного воздухоохладителя прямого типа ПИО в охладительном контуре.

Обозначения: 1 – абсорбер; 2 – испарительный охладитель; 3 – десорбер; 4, 5 – теплообменники; 6 – градирня технологическая ГРД/т; 7 –

теплонасосная установка ТНУ; 8 и 9 – испаритель и конденсатор ТНУ, соответственно; 10 – солнечный коллектор; 12 – бак-теплоаккумулятор; 13 – помещение; 14 – водо-воздушный теплообменник; 15 – санузел.

А – наружный воздух; Б – осушенный в абсорбере воздух; В – воздушный поток после термовлажностной обработки в ИО; М, N – крепкий и слабый растворы абсорбента; Р – воздушный поток из помещения (рециркуляционный воздушный контур)

Тепло, необходимое для регенерации абсорбента обеспечивается солнечной системой (гелиосистемой), а охлаждение абсорбера автономной вентиляционной градирней ГРН/т (градирня технологического назначения). Охлаждение абсорбера, в котором, в процессе поглощения влаги из осушаемого воздуха, выделяется тепло, обеспечивает приближение к изотермичности процесса абсорбции и повышает эффективность процесса и всей схемы в целом [АвД].

Охладительный блок ССКВ включает испарительный охладитель воздуха прямого типа ПИО (2). Воздушный поток (свежий наружный воздух), при осушении в абсорбере 1, снижает влагосодержание x_2 и температуру точки росы t_{mp} , что обеспечивает значительный потенциал последующего охлаждения в испарительном охладителе.

Работа альтернативной системы может быть организована как по вентиляционной, так и по рециркуляционной схемам и, в последнем случае, часть воздушного потока на входе в абсорбер, либо испарительный охладитель, установленный после абсорбера является воздухом, покидающим кондиционируемое помещение (R).

Информационные источники:

1. Альтернативная энергетика. Солнечные системы теплоснабжения: монография /А. В. Дорошенко, М. А. Глауберман. - Одесса: ОНУ, 2012. - 446 с

2. А.Н. Горин, А.В. Дорошенко. Солнечная энергетика. (Теория, разработка, практика), – Донецк: Норд-Пресс, 2008. 374 с.

3. Koltun, P. Life Cycle Assessment of a Conventional and Alternantive Air-Conditioning Systems. P. Koltun, S. Ramakrishnan, A. Doroshenko, M. Kontsov. 21st International

научный руководитель: проф., Дорошенко А.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ НЕКОТОРЫХ НАНОФЛЮИДОВ

Шимчук Н.А., аспирант, ОНАПТ, г. Одесса

Вязкость является важной характеристикой для разработки и оптимизации технологических теплообменных аппаратов, в которых циркулирует поток теплоносителя, поскольку это свойство определяет затраты энергии на прокачку теплоносителей и значительно влияет на эффективность процессов теплообмена. Вязкость является одной из главных характеристик холодильных компрессорных масел и масло-хладоновых растворов. Величина работы сжатия хладагента в компрессоре, теплота трения, износ сопрягаемых деталей, качество уплотнения зазоров зависят от вязкости применяемого масла. В ряде работ последних лет показано, что добавка наночастиц обеспечивает определённые преимущества наномасел по сравнению с традиционными компрессорными маслами холодильных машин. Наночастицы могут быть использованы в качестве добавки для повышения растворимости минерального масла с HFC-хладонами, при этом улучшается возврат масла в компрессор и энергетические характеристики холодильной системы не уступают COP системы, использующей HFC-хладоны (в частности, R134a) и синтетические масла. Вместе с тем, экспериментальные исследования вязкости нанофлюидов, проведенные к настоящему времени, весьма ограничены и противоречивы, а существующие методы расчёта вязкости нанофлюидов, базирующиеся, в основном, на модификациях модели Эйнштейна, применимы только к конкретным приложениям).

В связи с изложенным, целью настоящей работы явилось экспериментальное исследование влияния наночастиц окислов алюминия (Al_2O_3) на вязкость базовых жидкостей - холодильного компрессорного масла ХМИ Агринол, которое применяется при производстве бытовой холодильной техники, и изопропилового спирта, который для нанофлюидов играет роль сурфактанта. Объекты исследования вязкости представлены в Табл. 1.

Методика подготовки исследуемых образцов нанофлюидов описана нами в работе [1]. При подготовке образцов нанофлюидов изопропанол / Al_2O_3 (наночастицы Al_2O_3 имели средний размер 50 нм) исходная концентрация наночастиц Al_2O_3 составляла 10% масс. До нужной концентрации эта смесь разбавлялась чистым изопропанолом. Следует отметить, что конгломерация наночастиц и их выпадение в осадок в процессе опытов не наблюдались.

Таблица 1. Объекты исследование вязкости

№	Вещество	Концентрация изопропанола, %	Концентрация наночастиц, %
Индивидуальные вещества			
1	ХМИ Агринол	-	-
2	Изопропанол	-	-
Смеси			
3	ХМИ Агринол / Изопропанол	5,59	-
4	ХМИ Агринол / Изопропанол	10,04	-
5	ХМИ Агринол / Изопропанол	19,50	-
Нанофлюиды			
6	Изопропанол/ Al ₂ O ₃	99,88	0,12
7	Изопропанол / Al ₂ O ₃	95,00	5,00
8	Изопропанол / Al ₂ O ₃	88,93	11,07
9	Изопропанол / Al ₂ O ₃	88,88	11,12
10	ХМИАгринол / Изопропанол / Al ₂ O ₃	8,80	2,20
11	ХМИАгринол / Изопропанол / Al ₂ O ₃	9,40	1,10

Измерения кинематической вязкости осуществлялись с помощью стеклянных вискозиметров типа ВПЖ–4 с диаметрами капилляров от 0,62 до 1,12 мм и длиной приблизительно 70 мм. Вискозиметры были установлены внутри стеклянного сосуда Дьюара, в котором температура поддерживалась в пределах $\pm 0,02$ К. Температура опыта определялась с помощью ртутного термометра с ценой деления 0,1К. Погрешность результатов измерений вязкости не превышала $\pm 1,2\%$. Подробное описание экспериментальной установки и методики измерений вязкости приведено в работе [2].

Измерения вязкости проводились в диапазоне температур $30 \div 70^\circ\text{C}$. Особый интерес представляют собой данные о вязкости для модельной системы изопропиловый спирт - наночастицы Al₂O₃. Зависимость вязкости для системы изопропанол / Al₂O₃ от массовой концентрации наночастиц при различных температурах приведена на рис. 1.

Результаты измерений показали, что присутствие наночастиц существенно увеличивает вязкость исследованных систем. При 30°C и объемной концентрации наночастиц 2,64% вязкость системы изопропиловый спирт – наночастицы Al₂O₃ увеличивается приблизительно в 2,6 раза по сравнению с вязкостью чистого изопропилового спирта. Для описания полученных данных составлено уравнение, позволяющее рассчитывать вязкость при различных температурах и концентрациях

$$\log \nu = \sum_{i=1}^1 \sum_{j=0}^2 a_{ij} t^i x_m^j \quad (1)$$

где $a_{00} = 7,001 \cdot 10^{-1}$, $a_{01} = 6,434 \cdot 10^{-2}$, $a_{02} = -2,074 \cdot 10^{-3}$, $a_{10} = -1,080 \cdot 10^{-2}$, $a_{11} = -2,740 \cdot 10^{-4}$, $a_{12} = 1,088 \cdot 10^{-5}$; x_m – массовая концентрация наночастиц, %; t – температура, °C.

Сравнение экспериментальных данных и результатов расчета показало, что расхождения не превышают 3%.

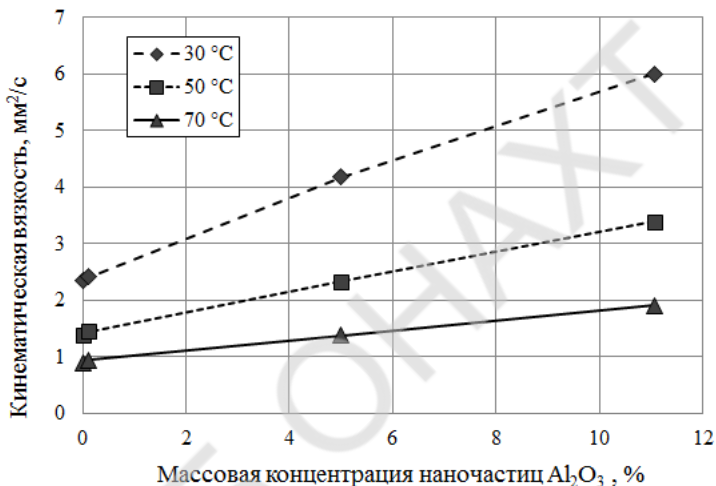


Рис. 1. Зависимость вязкости для системы изопропанол / Al_2O_3 от массовой концентрации наночастиц при различных температурах:
1 – 30°C, 2 – 50°C, 3 – 70°C.

Проведенные нами исследования вязкости для систем ХМИАгринол / Изопропанол / Al_2O_3 показали, что добавка наночастиц в холодильные компрессорные масла существенно увеличивают их вязкость, а присутствие сурфактанта обеспечивает противоположный эффект (см. рис. 2).

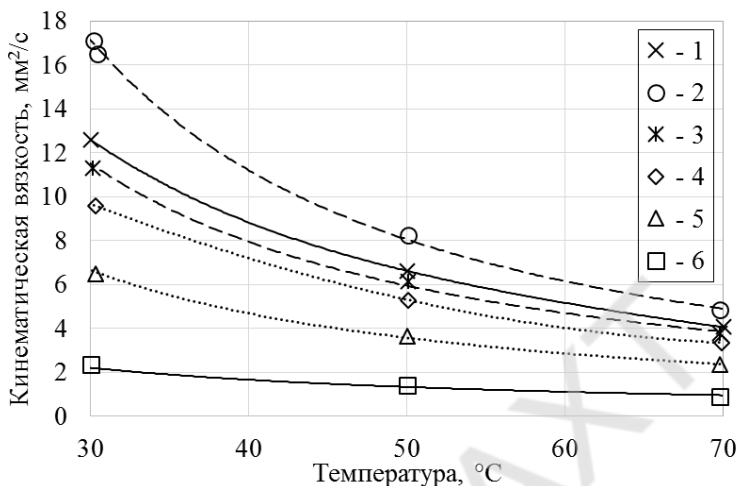


Рис. 2. Зависимость вязкости от температуры:

1 – ХМИ Агринол; 2 – ХМИ Агринол/ИС/ Al_2O_3 ($x_1=8,8\%$; $x_2=2,2\%$); 3 – ХМИ Агринол/ИС/ Al_2O_3 ($x_1=9,4\%$; $x_2=1,1\%$); 4 – ХМИ Агринол/ИС ($x=5,6\%$); 5 – ХМИ Агринол/ИС ($x=19,5\%$), 6 – изопропанол.

Таким образом, подобрав соотношение концентраций наночастиц и сурфактанта можно отрегулировать «стандартную» вязкость и индекс вязкости холодильного компрессорного масла в необходимых пределах.

Информационные источники:

1. Шимчук Н. А. Влияние различных факторов на теплопроводность нанофлюидов [Текст] / Н. А. Шимчук, В. З. Геллер // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2014. т.№ 6(11).-С.35-40.
2. Никитин Д.Н., Приходченко Н.А., Грушко В.О., Зброжек В.О. Влияние примесей наночастиц на теплофизические свойства компрессорных масел и давление насыщенных паров растворов изобутан/масло // Холодильная техника и технология. – Одесса. –2011. – №3 (131). – С. 31-38.

научный руководитель: Геллер В.З.,
д.т.н., профессор, ОНАПТ

ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ, ЩО УТВОРЮЮТЬСЯ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ЗЕРНА

Тиндюк С.О., студентка, ОНАХТ, м. Одеса

Виробничий процес підприємств, що займаються переробкою зерна, суттєво впливає на стан навколишнього природного середовища.

У процесі очистки зерна від домішок і його переробці у поживні продукти утворюються різні види відходів: тверді, рідкі, пиловидні, газоподібні. Склад їх, властивості, обсяги залежать від особливостей ведення процесу, від властивостей зерна, що переробляються тощо.

Сухі відходи утворюються здебільшого при первинній обробці зерна: сушінні, очистці і сортуванні. При цьому утворюються так звані відходи (зерновідходи). Відповідно, до складу зерновідходів входять зовнішні оболонки насіння, некондиційне зерно (щупле, колоте), насіння дикорослих рослин, частинки листя і стебел, а також мінеральні домішки.

Зерновідходи пшениці, жита і інших культур мають достатню харчову цінність, тому найчастіше їх використовують як корм для тварин, для приготування комбікормів [1, 2, 4]. Використання їх в якості палива є недоцільним, але при деяких умовах це можливо.

Зерновідходи більшості технічних культур мають низьку харчову цінність і досить високу теплотворну спроможність, тому використання їх в якості дешевого місцевого палива є цікавим з економічної точки зору. Наприклад, зерновідходи рапсу мають теплотворну здатність до 4600 ккал/кг. Процес сушки зерна теж можна зробити більш дешевим, якщо перевести обладнання на виробництво сушильного агенту за рахунок спалювання відходів.

Тверді зерновідходи можна використати і в інших цілях.

Пилоподібні зернові відходи утворюється на різних стадіях підготовки зерна до переробки і при його переробці (приймання, транспортування, розміщення зерна по силосах, попередня очистка зерна від домішок, очистка зерна на сепараторах, на тріерах, при переробці у готову продукцію на різних технологічних лініях і обладнанні тощо). Вони можуть використовуватися аналогічно зерновідходам з урахуванням їх складу і властивостей.

На ряді зернопереробних підприємств утворюються мокрі відходи (мийка зерна, отримання крохмалю, клейковини, спирту, пива тощо). Значна частина забруднень приходиться на рідкі промислові відходи, що утворюються при мокрому методу підготовки зерна до переробки: мийка

зерна і обладнання, гідротермічна обробка, гідротранспортування, після системи охолодження тощо [3, 5].

Мокрі відходи зернопереробних підприємств доцільно сушити і потім використовувати для виробництва комбікорму. Проводити процес бродіння в аеробних або анаеробних умовах у реакторах з наступним використанням різних продуктів зброджування, у тому числі біогазу. Це дозволить позитивно впливати на навколишнє природне середовище за рахунок утилізації відходів, зменшення отримання енергії із вуглецевого палива і, як наслідок, зменшити викиди парникових газів.

При переробці зерна пшениці і виробництві крохмалю і клейковини запищається багато продуктів, придатних для використання як корму для тварин (меzza, сироп, глюкоза, концентровані дріжджі). Відходами виробництва пивної промисловості є пивна дробинка, яка має у своєму складі до 22% сухих речовин, що теж використовуються як корм чи які є інгредієнтом комбікормів. При виробництві крохмалю із кукурудзи також утворюються побічні продукти, що придатні для корму тварин [3, 5].

Взагалі використання відходів, що утворюються на всіх етапах підготовки зерна до переробки і при переробці, забезпечить більш глибоку його переробку, зменшить собівартість виробництва основної продукції за рахунок реалізації додаткової, розширить асортимент сучасної кормової бази тощо, дозволить більш раціонально використовувати природні ресурси, перетворить зернопереробні підприємства на більш екологічно безпечні.

Інформаційні джерела:

1. Дмитрук Е.А. Борьба с пылью на комбикормовых заводах [Текст]: / Е.А. Дмитрук. – М.: Агропромиздат, 1987. – 85 с.
2. Єгоров Б.В. Технологія виробництва комбікормів [Текст]: Підручник / Б.В. Єгоров. - Одеса: Друкарський дім, 2011. – 448 с.
3. Ермолаєва Г.А., Колчева Р.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков. – М.: Академия, 2000. – 416 с.
4. Мерко І.Т. Технології мукомельного і круп'яного виробництва [Текст]: – Одеса: Друкарський дім, 2010. – 472 с.
5. Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Капустенко К.О., Арсеньєва О.П., Орлова Є.І. Харчові технології у прикладах і задачах. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 576 с.

*науковий керівник: Зацерклянний М.М.,
к.т.н., доцент, ОНАХТ*

ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТОКУ ТЕПЛА СФОРМОВАНОГО У НЕОДНОРІДНОМУ АКУСТИЧНОМУ ПОЛІ

Артьоменкова І.В., студент, ОНАХТ, м.Одеса
Бутнару В.В., студент, ОНАХТ, м.Одеса

Розробка нових енергозберігаючих або екологічно безпечніших технологій у багатьох випадках базується на ефективному поєднанні досліджень різних галузей техніки. Це стосується, зокрема, використання ультразвуку для інтенсифікації теплообмінних процесів. В роботі [1] на базі експериментальних досліджень звукокапілярного ефекту запропонована модель формування теплового потоку через переріз капіляра, зануреного в рідину, де створенні ультразвукові коливання. Кавітаційний процес, який збуджується під каналом капіляра, розглядається як послідовність фазових перетворень рідина-пара. Спрямований рух кавітаційних порожнин до каналу капіляра, є причиною того, що процеси випарування та створення вільної поверхні, які ідуть з поглинанням тепла, відбуваються під каналом капіляра, а процеси, що протікають з виділенням тепла – в каналі капіляра. Метою нашої роботи було протестувати розроблену програму, яка реалізує запропоновану розрахункову модель, щодо її можливостей і обмежень у використанні.

Програма є багатовіконною, розробленою у середовищі Delphi. Результатом її роботи є розрахунок кількості теплоти відібраної від рідини під каналом капіляра та виділеної в каналі капіляра у півперіод стиснення,

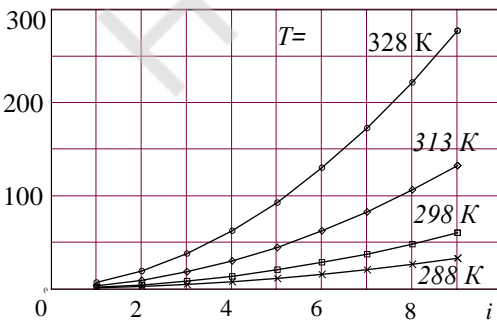


Рис.1. Залежність кількості виділеного тепла в шарі рідини від кроку стиснення

коли відбувається покрокове зменшення радіусу порожнини. У програмі є можливість ручного вводу даних, а саме радіусу кавітаційної порожнини у фазі максимального розширення R_{max} , температури рідини T , густини насиченої пари $\rho_{нас}$, коефіцієнта дифузії D , частоти ультразвукових коливань ν . Це дає змогу отримати результати,

змінюючи ці параметри у широкому діапазоні, важливого з точки зору технічних застосувань. На рис.1 графічно представлені результати роботи програми, виведені засобами Mathcad. Обробка значного масиву даних показала таке. Для збереження даних доцільно результати розрахунків, представлені у таблицях формату StringGrid у робочому вікні Delphi, вивести у таблиці формату Excel. Це не проста задача, але її розв'язання зробить програмний продукт більш гнучким та сумісним з стандартними офісними програмами Excel, Word, PowerPoint, які широко використовуються для представлення результатів наукових досліджень.

Тестування програми виявило ще одне проблемне місце. Для температур, що наближаються до температури кипіння, пара в порожнині є ненасиченою і маса рідини, що випаровується в порожнину на i -тому кроці розширення визначається рівнянням Фіка

$$\Delta m_i = D \cdot \frac{\rho_{нас} - \rho_{i-1}}{\Delta r_i} \cdot (4 \cdot \pi \cdot r_i^2) \cdot \Delta t_i, \quad (1)$$

у якому r_i – радіус порожнини, Δt_i час випарування, ρ_{i-1} – значення густини яке встановилось протягом попередніх $(i-1)$ кроків розширення. При температурах рідини далеких від температури кипіння пара в порожнині весь час залишається насиченою, і кількість пари, що випаровується протягом поточного кроку визначає вираз

$$\Delta m_i = \rho_{нас} \cdot 4 \cdot \pi (r_i^2 - r_{i-1}^2) \cdot \Delta r_i. \quad (2)$$

Для кожної частоти є діапазон температур такий, що при покроковому зростанні радіусу порожнини від R_{min} до R_{max} необхідно перейти від розрахункової формули (2) до розрахункової формули (1), і такий алгоритм на даний час даний час не реалізований. На частоті 18,4 кГц, що відповідає базовим експериментам у дистильованій воді [1], таким невизначеним діапазоном є (53 °C ÷ 67 °C). Незважаючи на те, що він достатньо вузький, можуть бути інші технічні рідини, для яких саме цей діапазон виявиться найважливішим.

Результати тестування програми виявили її значні можливості з точки зору вибору оптимальних умов для формування ефективного потоку тепла через переріз капіляру. Крім того, програма дозволяє порівнювати теплову потужність спрямовану на розігрів рідини в каналі капіляра, зумовлену фазовим переходами, та потужністю дисипативних процесів, що сприяють фоновому розігріву рідини в області, охопленій кавітаційним процесом. Програмне середовище Delphi має достатній ресурс для удосконалення програми та розширення її функціональних можливостей.

Інформаційні джерела:

1. Розіна О.Ю., Роганков В.Б. Про генерацію теплового потоку на перерізі капіляра внаслідок неоднорідності акустичного поля// ЖХТ, 2015 (прийнято до друку).

*наукові керівники: Роганков В.Б., д.ф.м.-н., професор, ОНАХТ
Розіна О.Ю., к.ф.-м.н., доцент, ОНАХТ*

СОЛНЕЧНЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ГАЗО-ЖИДКОСТНОГО СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА СКГ-ж

Яссер Алназхан, магистр, группа 454м, ОНАПТ

На рис. 1 приведен разработанный принцип построения ССКВ и СХС осушительно-испарительного типа. Применительно к ССКВ такая система может базироваться на использовании испарительного охладителя ПИО в случае, когда влагосодержание наружного воздуха не превышает $x_r < 12,5$ г/кг, то есть в условиях сухого климата, когда предварительное осушение воздуха не требуется. При $x_r > 12,5$ г/кг задача обеспечения комфортных параметров воздуха не может быть достигнута путем использования испарительного охлаждения, и требуется предварительное осушение наружного воздуха. В случае, когда требуется предварительное осушение наружного воздуха должны использоваться решения на основе осушительно-испарительного цикла. Здесь приведен основной вариант СХС на основе открытого абсорбционного цикла и прямой (непосредственной) солнечной регенерации абсорбента. Схемы включают два основных блока:

- Блок предварительного осушения воздуха, включающий абсорбер-осушитель 1, обеспечивающий непрерывность цикла осушения воздуха и регенерации абсорбента в солнечном коллекторе-регенераторе (рис. 2);
- Блок испарительного охлаждения в испарительном охладителе непрямого типа прямого типа ПИО (2), либо градирне (4).

В качестве основных элементов осушительный блок установки включает абсорбер 1 (осушитель воздуха), солнечную систему регенерации абсорбента ССРГ, состоящую из набора требуемого числа солнечных коллекторов-регенераторов абсорбента СК/Р (7), емкость для «крепкого» раствора абсорбента 8 и теплообменники 5 (внутренняя рекуперация тепла «слабого» холодного и «крепкого» горячего растворов абсорбента) и 4

(дополнительный подогреватель на основе органических видов топлива 12, - газовый или электрический бойлер).

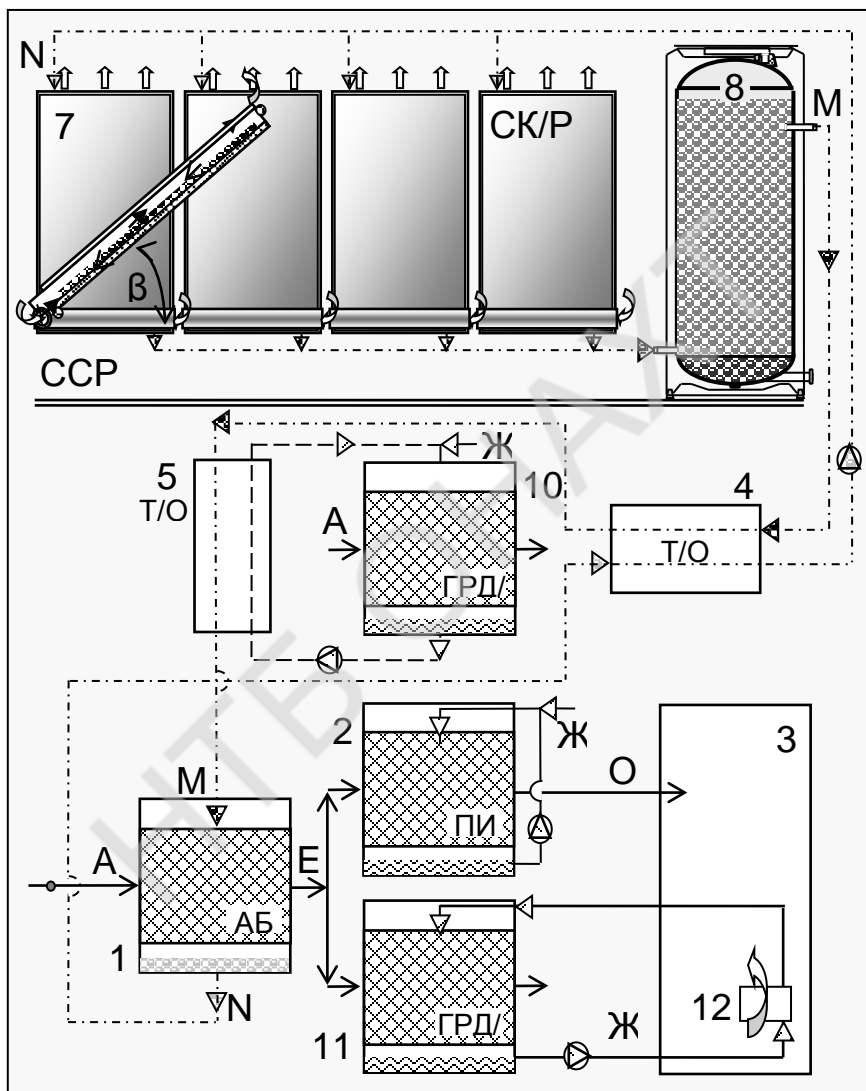


Рисунок 1. - Принципиальная схема солнечной системы кондиционирования воздуха СХС и ССКВ на основе открытого абсорбционного цикла с прямой

регенерацией абсорбента. Подача в помещение воздуха, прошедшего термовлажностную обработку и охлажденной воды.

Обозначения: 1 – абсорбер; 2 – испарительный охладитель прямого типа; 3 – помещение; 4, 5, 6 - теплообменники; 7 – солнечный коллектор - регенератор; 8 – емкость для раствора абсорбента; 10, 11 – градирни, технологическая и «продуктовая», соответственно; 12 – водо-воздушный теплообменник. А – наружный воздух; Е, - осушенный в абсорбере воздух; О –воздушный поток после термовлажностной обработки в ПИО; М, N – крепкий и слабый растворы абсорбента; Р - воздушный поток из помещения (рециркуляционный воздушный контур).

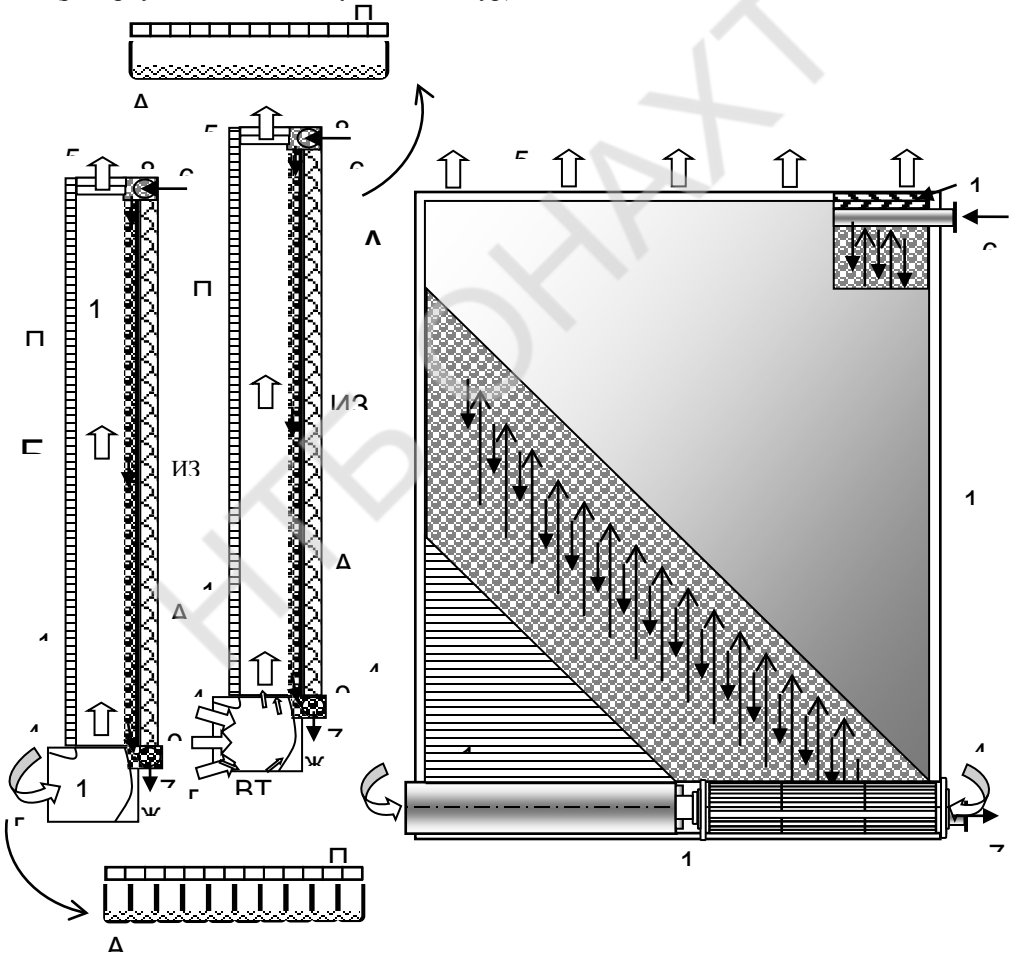


Рисунок 2. - Конструктивное оформление газо-жидкостного солнечного коллектора – регенератора абсорбента СКг-ж с вентилятором.

Обозначения: 1 – прозрачное покрытие; 2 – теплоприемник (абсорбер); 3 – теплоизоляция; 4, 5 – воздушный поток; 6, 7 – абсорбент; 8, 9 – сборники жидкости; 10 – корпус; 11 – воздушное окно; 12 – воздушный канал; 13 – диаметральный вентилятор; 14 – сепаратор капельной жидкости

Тепло, необходимое для регенерации абсорбента обеспечивается солнечной системой, а охлаждение абсорбера автономной вентиляторной градирней ГРН/т (градирня технологического назначения, 9).

Охлаждение абсорбера, в котором, в процессе поглощения влаги из осушаемого воздуха, выделяется тепло, обеспечивает приближение к изотермичности процесса абсорбции и повышает эффективность процесса и всей схемы в целом [1-2]. Охладительный блок СХС включает испарительный охладитель воздуха прямого типа ПИО (2). Воздушный поток (свежий наружный воздух), при осушении в абсорбере 1, снижает влагосодержание x_2 и температуру точки росы t_{mp} , что обеспечивает значительный потенциал последующего охлаждения в испарительном охладителе. Особый интерес для систем охлаждения и кондиционирования воздуха представляет схема, где в качестве испарительного охладителя дополнительно используется продуктовая градирня 10. Воздух, осушенный в абсорбере 1 и имеющий низкую температуру точки росы, поступает в градирню ГРН/п (10), где обеспечивается глубокое охлаждение воды, которая может использоваться в вентилируемых теплообменниках-охладителях (11), устанавливаемых непосредственно в кондиционируемых помещениях (3), либо холодильных камерах. Охладительный блок в этом случае может располагаться вне кондиционируемых помещений и здания. Одновременная подача в помещении воздушного потока, прошедшего термовлажностную обработку и холодной воды из ГРН/п сегодня самое распространенное решение применительно к системам СКВ (рис. 1).

научный руководитель: проф., Дорошенко А.В.

УДК 628.31:637.1

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЛОКАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД В МОЛОЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Тополчан А.І., студент ОКР «магістр» ОНАХТ, м. Одеса

Традиційні технології очищення стічних вод молокопереробних підприємств характеризуються низькою ефективністю роботи локальних очисних споруд (ЛОС), що обумовлено наявністю рециркуляційних потоків, порівняно високими витратами електроенергії на оброблення стічних вод, утворенням значної кількості надлишкової біомаси та необхідністю стабілізації утворених осадів.

Крім використання ЛОС відомі різні методи утилізації сироватки – ультрафільтрація, сушіння, виробництво етилового спирту та інших продуктів. Через відсутність досконаліх ресурсозберігаючих технологій ці методи майже не застосовуються. Основну частину сироватки разом із стічною водою (СВ) скидають у каналізацію, що призводить до втрат цінних речовин, зниження ефективності виробництва, необхідності сплати штрафів за скиди, порушує роботу каналізаційних очисних споруд.

Будівництво локальних очисних споруд на молочних підприємствах практично не здійснюється. В тих випадках, коли проектують очисні споруди, в них не враховуються ті значні коливання забруднень стічних вод, що відбуваються при випадкових (чи навмисних) скиданнях у каналізаційну мережу молочної сироватки. Для демонстрації розмірів збитку, що може нанести скидання сироватки у водоймище, можна привести таке порівняння: 1 м³ сироватки забруднює водоймище так, як його може забруднити 100 м³ господарсько-побутових стічних вод.

З метою ефективного та більш повного очищення СВ молочної промисловості запропоновано [1] створити технологічний ланцюг очисних споруд, що забезпечує реалізацію ідеї “біоконвеєра” при очищення стічних вод. Для практичної реалізації такої ідеї пропонується технологічна схема біологічного очищення стічних вод молокозаводів (рис. 1), комплекс споруд якої реалізують переваги просторової сукцесії організмів та розгалуженого трофічного ланцюга. Особливостями даної схеми є використання усереднювача з продувкою повітрям, що дозволяє не лише нівелювати різкі коливання концентрацій та температури стічних вод, а й зменшити показники БСК, ХСК, амонійного азоту у стічній воді в процесі усереднення (аерування) за рахунок хімічного окиснення, віддувки та біофлокуляції. Після усереднювача стічна вода очищається завдяки штучно створеному біоценозу затопленого біофільтра від органічних сполук, що містяться в ній в розчиненому та нерозчиненому станах.

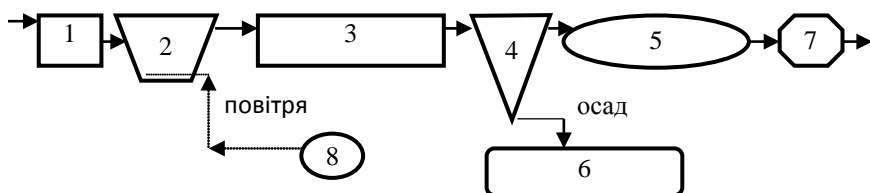


Рис. 1 – Технологічна схема очищення стічних вод молокозаводів на затопленому біофільтрі:

- 1 - блок механічного очищення (жироуловлювач, піскоуловлювач), 2 - усереднювач,
 3 - затоплений біофільтр, 4 - відстійник, 5 - біоставок, 6 - блок обробки осаду, 7 - блок знезараження, 8 - компресор (повітрودувка)

Іншим перспективним методом утилізації стічних вод молочної промисловості є метанове бродіння. Пропонується [2] два варіанти комплексної технології, які відрізняються спільним чи окремим збродження сироватки. В другому варіанті сироватка спочатку окремо піддається метановому бродінню, після чого культуральна рідина змішується з загальним стоком, і суміш прямує в другий метантенк для анаеробної ферментації. Отримана культуральна рідина подається на доочищення. Варіант окремого збродження показано на рис. 2.

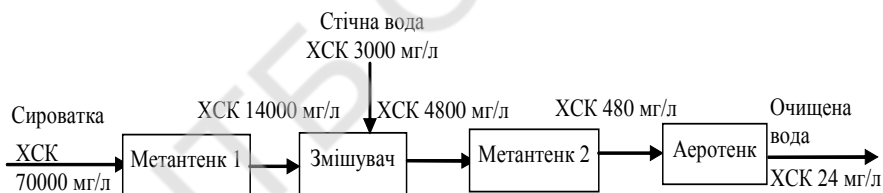


Рис. 2 – Принципова схема 2 очищення стічних вод і сироватки

Метанове бродіння дає змогу отримати з 1 м³ сироватки понад 15 м³ біогазу, тому застосування локальних очисних споруд на основі метантенку в молочної промисловості є дуже перспективним.

Інформаційні джерела:

1. Саблій Л.А., Кононцев С.В. Глибоке біологічне очищення стічних вод // Збірник матеріалів конференції “Сучасні проблеми охорони і раціонального використання водних ресурсів та очистки стічних вод”, м. Миргород. – Київ: “Знання України”, 2002. – С. 29-34.

2. Лукашевич Є.А., Нікітін Г.О. Очищення загального стоку молочного виробництва по комплексній інтенсивній технології //Харчова і переробна промисловість. – 2002 – №2 – С. 17-18.

*науковий керівник: Шевченко Р.І.,
к.т.н., доцент, ОНАХТ*

УДК 664.013–027.332:628.385

ПЕРСПЕКТИВИ БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Туровцева К.Є., студент ОКР «Магістр», ОНАХТ, м. Одеса

Виробництво харчових продуктів супроводжується утворенням рідких, газоподібних і твердих відходів, що забруднюють гідросферу, атмосферу та ґрунти. Але основною проблемою екології харчових виробництв є проблема води, що використовується безпосередньо в технології основного продукту, для миття обладнання та інших цілей. Більшість цієї води у вигляді забруднених стоків виводиться із процесу та надходить у навколишнє середовище. Основною їх особливістю є високий вміст розчинених органічних речовин [1]. Характеристика стічних вод підприємств харчової промисловості наведена в таблиці 1 [2,3].

Табл. 1 – Характеристика стічних вод підприємств харчової промисловості

Підприємства	pH	Зважені речовини, мг/л	ХСК, мг/л	БСК5, мгО ₂ /л
Цукрові виробництва	6-9	1200-2600	4900	1400-3600
Виробництво дріжджів	6,8	1900	1800	1500
Пивоварні підприємства	6,9	2650	2000 - 6000	1500-4000
Спиртзаводи (барда)	4	32000-45000	20000-48000	15500-29900
Виробництво слабоалкогольних напоїв	6	-	1760	1200
Крохмалепереробні (картопля) заводи	7,2	600-4700	100-2520	300-1300
Молочні підприємства	6,5-9	350-600	1200-3000	500-2000
Сирзаводи	3,55	400-750	51200	40 000

Плодоовочеві виробництва	4	20-1800	440-2690	350-2175
М'ясопереробні виробництва	6,5-7,5	410-12000	1800-12500	650-5100
Кондитерські (усереднений сток) підприємства	4,5-9,9	1220-1790	6060	2190
Виробництва морозива	6-11	8000	6000	4000

Особливу загрозу навколишньому середовищу становлять відходи м'ясопереробних, молочних, олійно-жирових, крохмале-патокових комбінатів, спиртових та цукрових заводів, для яких характерна висока водоемність та відсутність досконалих очисних споруд, і, як наслідок, забруднення прилеглих водойм висококонцентрованими стоками, що утворюються в процесі виробництва продукції.

Стічні води підприємств даних галузей харчової промисловості відносяться до категорії висококонцентрованих і мають нестабільні за якістю і кількістю показники. Традиційні технології очищення висококонцентрованих стоків є недосконалими, і, в ряді випадків, не забезпечують необхідну ступінь очищення і утилізацію всіх побічних продуктів, що утворюються в цьому процесі.

Сучасні методи, до яких відноситься анаеробне (метанове) бродіння, дозволяють не тільки очистити стічні води, але також отримати органічні добрива та енергію у вигляді біогазу. Також біогазові установки можуть, після деякої попередньої обробки, спільно зі стічними водами утилізувати тверді відходи харчової промисловості.

Процес виробництва біогазу може бути розділений на три стадії: гідроліз, окислення і утворення метану. У цьому складному комплексі перетворень бере участь безліч мікроорганізмів, головними з яких є гідролізуючі та метаноутворюючі бактерії.

Ефективність протікання процесу отримання біогазу досягається за рахунок оптимізації наступних параметрів: дотримання температурного режиму; доступність поживних речовин для бактерій; тривалість зброджування і своєчасне завантаження і вивантаження сировини; дотримання кислотно-лужного балансу; дотримання співвідношення вмісту вуглецю та азоту; правильної пропорції твердих частинок в сировині і перемішування; відсутність інгібіторів процесу та ін.

Використання енергії біогазу, який утворюється в метантенках при анаеробному очищенні стічних вод та твердих органічних відходів харчової промисловості з використання процесів деструкції біомаси, є цілком реальним. Максимальна кількість та швидкість утворення біогазу досягається в результаті підтримання оптимальних параметрів процесу.

Інформаційні джерела:

1. Левандовський Л.В., Лукашевич Є.А., Нікітін Г.О., Діба А.О. Вплив відходів харчової промисловості на довкілля // Матеріали міжнародної конференції “Перший Всеукраїнський з’їзд екологів”, Київ, Україна – С. 264.

2. Корчик М.М. Технології очистки стічних вод підприємств харчової промисловості//Матеріали 4-ї міжнародної конференції 31 січня-1 лютого 2007 р., Харків, Україна – 336 с.

3. Маркітанова Л.И. Моніторинг забрудненості водних систем органічними речовинами//Електронний науковий журнал «Процеси і апарати харчових виробництв» М.: Санкт-Петербурзький державний університет низькотемпературних і харчових технологій Серія «Процеси и апарати харчових виробництв». – 2006 Випуск №2 вересень. С. 8 – 11.

*науковий керівник: Шевченко Р.І.,
к.т.н., доцент, ОНАХТ*

УДК 621.575.932

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ ТЕПЛООБМЕНА И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ТЕЧЕНИЯ ВОДОАММИАЧНОГО РАСТВОРА В ГЕНЕРАТОРЕ АБСОРБЦИОННОГО ХОЛОДИЛЬНОГО АГРЕГАТА (АХА)

*Холодков А.О., аспирант, Мазуренко С.Ю., аспирант, ОНАПТ, г.
Одесса*

Решению задачи повышения энергетической эффективности АХА посвящено большое количество работ, в частности, связанных с разработкой эффективных систем автоматического управления (САУ) [2]. Перспективность направления совершенствования САУ АХА заключается, в первую очередь, в универсальности — возможности применения САУ как на новых моделях АХА, так и на уже введенных в эксплуатацию.

В отличие от компрессионных аналогов, управление АХА реально можно осуществлять только при изменении подводимой тепловой мощности к кипятильнику-генератору [1]. В современных конструкциях АХА кипятильник-генератор, в дальнейшем генератор, выполнен в виде перекачивающего термосифона — трубки с небольшим внутренним диаметром (4,0...4,2 мм) — капилляра. В нижней части генератора, заполненной крепким водоаммиачным раствором (ВАР), подводится тепловая

мощность. Значение подводимой тепловой мощности в зоне нагрева подбирается таким образом, чтобы во внутренней части капилляра происходил процесс парообразования в режиме пузырькового течения. Образующаяся в результате подвода тепла парожидкостная смесь (ПЖС) обладает меньшей, по сравнению с жидким ВАР плотностью и, в соответствии с законом Архимеда, она поднимается вверх. В верхней (подъемной или транспортной) части генератора (длиной 0,35...0,45 м) при постоянном подводе тепла формируется динамический парожидкостный столб, состоящий из частиц жидкого ВАР, захваченного при подъеме паровыми пузырьками, и самих паровых пузырей. В паровой фазе находится преимущественно пар аммиака, а жидкая фаза представляет собой слабый ВАР с массовой долей аммиака 0,10...0,15. Выбор внутреннего диаметра и высоты подъемной части генератора производится разработчиками АХП по тепловой на основе опыта проектирования. Приведенные выше значения внутреннего диаметра и высоты подъемной части генератора соответствуют расчетному режиму снарядного течения при подводе тепловой мощности от 40 до 110 Вт. В диапазоне указанных режимных и конструктивных параметров обеспечивается режим работы перекачивающего термосифона с производством пара и с подъемом жидкости на заданную высоту. Из этого диапазона для различных конструкций и режимов работы можно найти оптимальные соотношения между массой поднятой жидкости и массой полученного пара — массовый коэффициент подачи термосифона. Так, например, для моделей АХА производства Васильковского завода холодильников АШ-150 и АШ-160 это соотношение лежит в диапазоне от 1 до 3 [1].

В случае увеличения внутреннего диаметра при неизменной тепловой нагрузке и высоте подъемной части генератора режим снарядного течения с захватом частиц жидкости реализован не будет. Здесь возникает режим пузырькового кипения с подъемом отдельных пузырьков пара, практически без подъема жидкости.

В случае уменьшения внутреннего диаметра генератора наблюдается обратная картина — происходит выброс жидкости незначительным количеством пара, т.е. режим работы перекачивающего термосифона также не реализуется.

Влияние высоты подъемной части генератора имеет следующий характер. Этот участок при течении ПЖС определяет гидравлическое сопротивление и пьезометрический напор. В соответствии с законами гидравлики — чем меньше эти величины, тем меньше подводимой тепловой энергии следует затратить. Кроме этого, высота подъемной части определяет поверхность теплообмена с окружающей средой. Несмотря на установку теплоизоляционного кожуха, имеют место потери до 15 % [2]. Поэтому и с

позиции теплообмена наиболее предпочтителен генератор с минимальной высотой подъемной части.

В то же время высота подъемной части определяет режим работы абсорбера АХА, который в современных конструкциях представляет собой наклонные трубки [5], по внутренним поверхностям которых стекает слабый ВАР, а противотоком ему поднимается поток насыщенной водородоаммиачной парогазовой смеси (ПГС) из испарителя.

Фактически высота подъемной части генератора определяет поверхность тепло- и массообмена в процессе абсорбции и в значительной мере — холодопроизводительность испарителя АХА. В связи с таким положением и выбираются размеры генераторов в современных моделях АХА.

На основании изложенных выше соображений и известных экспериментальных исследований выделено 5 типов режимов работы генератора АХА (рис. 1). Во-первых — это два граничных режима, связанных с незапуском генератора — I и V. Режим I назовем — «незапуск генератора I рода», а режим V — «незапуск генератора II рода».

Режим I лежит в диапазоне тепловых нагрузок генератора от 0 Вт до 35...40 Вт. Он характеризуется тем, что количество подведенного тепла недостаточно для формирования парового пузыря, способного вытолкнуть из подъемной части генератора жидкий раствор.

В зоне подвода тепла формируется стационарный паровой пузырь, а над ним, в подъемной части генератора, находится столб жидкого ВАР. Подведенное тепло передается путем теплопроводности элементам конструкции генераторного узла и рассеивается в окружающую среду.

В режиме I цикл АХА не реализуется из-за отсутствия циркуляции ВАР между генератором и абсорбером.

Режим V возникает при подводе тепловой нагрузки в генераторе 180...190 Вт и выше. Он характеризуется осушением зоны подвода тепла, связанным с кризисом кипения. Высокий перегрев в зоне подвода тепла и в подводящих каналах не пропускает жидкость из ректификатора. Фактически кипение крепкого ВАР происходит в ректификаторе. Образующийся пар поступает в дефлегматор и далее в конденсатор, где сжижается и стекает в испаритель.

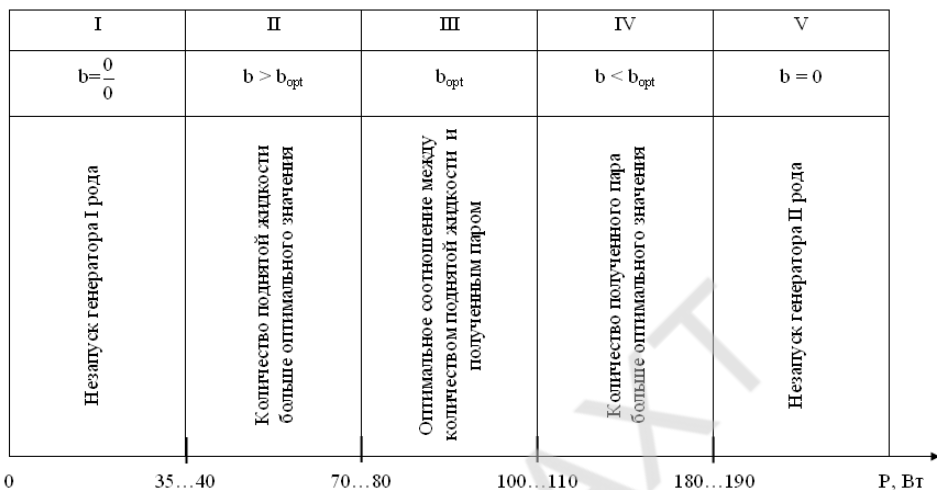


Рисунок 1 – Диапазоны режимов работы генераторов АХА

Из-за блокировки жидкости в горизонтальном колене ректификатора прекращается работа абсорбера и, соответственно, парогазовый контур между испарителем и абсорбером не реализуется.

Из-за этого поступающий в испаритель аммиак не испаряется, а стекает в бачок абсорбера. Холодильный цикл в таком режиме не реализуется.

Оптимальное соотношение b_{opt} между количеством поднятой жидкости и количеством полученного пара для реализации цикла АХА имеет место в режиме III в диапазоне подводимых тепловых мощностей в генераторе от 70...80 Вт до 100...110 Вт. В этом режиме наблюдается максимальная холодопроизводительность испарителя АХА и, соответственно, достигаются максимальные значения теплового коэффициента цикла АХА.

Середина указанного диапазона соответствует значениям оптимальных тепловых мощностей при работе в условиях температур воздуха окружающей среды 24...26 °С. В сторону меньших значений тепловых мощностей b_{opt} сдвигается при снижении температуры воздуха окружающей среды до 18...20 °С, а в сторону больших значений 100...110 Вт — при температурах 28...32 °С.

Такое перемещение значений b_{opt} в диапазоне тепловых мощностей от 70...80 Вт до 100...110 Вт связано с изменением условий работы АХП, т.е.

как уже было отмечено выше — с изменением теплопритоков в охлаждаемые камеры и условий теплоотдачи в окружающую среду.

Таким образом, с точки зрения энергетической эффективности реализации цикла АХА целесообразно изменять значение подводимой тепловой мощности в генераторе АХА в соответствии с изменением температуры воздуха окружающей среды.

Режим II лежит в стороне меньших, по сравнению с оптимальным режимом III, значений подводимой тепловой мощности. Его диапазон составляет от 35...40 Вт до 70...80 Вт. В этом режиме происходит преимущественно перекачка жидкой фазы ВАР минимально возможным количеством пара. В этих условиях работы в конденсатор и далее в испаритель поступает меньшее количество пара аммиака, что приводит к снижению холодопроизводительности.

При меньшей генерации пара, поток слабого ВАР не достигает массовой концентрации 0,15...0,18 на входе в абсорбер. Однако, за счет высокой кратности циркуляции между генератором и абсорбером ВАР, абсорбер справляется с задачами очистки ПГС, поступающей из испарителя.

С точки зрения управления АХП в позиционном режиме, режим II можно рассматривать как «ждущий» режим при отключении основной (номинальной) тепловой мощности. «Ждущий» режим АХА обеспечивает минимальную генерацию пара и циркуляцию раствора таким образом, чтобы из большей части подъемного участка дефлегматора был вытеснен инертный газ. В этом режиме АХА находится как бы в состоянии «готовности» к быстрому запуску конденсатора и испарителя при переходе на большую тепловую мощность, подводимую в генераторе [3].

Выводы:

1. Анализ результатов экспериментальных исследований для позиционных режимов управления показал, что «ждущий» режим с энергетической точки зрения целесообразно применять при работе АХА только в диапазоне температур воздуха окружающей среды от 19...20 до 26...27 °С.

2. При более низких температурах воздуха снижается коэффициент рабочего времени (КРВ) АХА, т.е. время работы АХА уменьшается и становится нецелесообразным затрачивать энергию для длительного поддержания в состоянии «готовности».

Информационные источники

1. Титлов А.С. Научно-технические основы создания энергосберегающих бытовых абсорбционных холодильных приборов: дис. д-ра техн. наук : 05.05.14 / Титлов Александр Сергеевич. – Одесса, 2008. – 447 с.

2. Титлов О.С. Науково-технічні основи створення енергозберігаючих побутових абсорбційних холодильних приладів / Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2009. – № 35. – Т.1. – С. 113-127.
3. Титлов А.С. Энергосберегающие режимы работы перекачивающих термосифонов АДХМ / Промышленная теплотехника. – 2003. – Т. 25.– № 4. – С.76–79.

*научные руководители: Титлов А.С.,
заведующий кафедрой ТТТЭ, д.т.н., профессор;
Титлова О.А., декан
факультета АЭКС и У, к.т.н., доцент, ОНАПТ*

УДК 621.575

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ ХОЛОДИЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ АБСОРБЦИОННОГО ТИПА

Холодков А.О., аспирант, ОНАПТ, г. Одесса

Современные требования к холодильным агентам в части озонобезопасности и минимизации вклада в «парниковый» эффект открывают широкие возможности для холодильных приборов абсорбционного типа (АХП), в состав которых входит абсорбционный холодильный агрегат (АХА), работающих с традиционным водоаммиачным раствором (ВАР) в качестве рабочего тела. АХП бесшумны и надежны в эксплуатации, имеют минимальную стоимость, работают с альтернативными источниками энергии.

Основной недостаток, сдерживающий их широкое распространение – низкая энергетическая эффективность, обусловленная физическими особенностями холодильного цикла.

Этот фактор не только предопределяет повышенные, по сравнению с компрессионными аналогами, стоимостные затраты, но и соответствующий вклад в «парниковый» эффект.

Как показывает эксергетический анализ цикла АХА наибольший успех в энергосбережении можно добиться при оптимизации прямого (теплого) цикла, который реализуется в т.н. «приводном» контуре АХА. Особое

внимание при этом необходимо уделять перекачивающему термосифону (ПТС), потери эксергии в котором достигают 60 % от суммарных потерь.

Анализ основных направлений энергосбережения показал, что наибольший успех при минимуме затрат может быть достигнут за счет использования оптимальных систем управления АХП.

В частности, за счет изменения величины теплоподвода на ПТС в зависимости от температурных режимов в характерных точках холодильной камеры и АХА.

Проблемы энергосбережения в ПТС связаны с частичной конденсацией паров в подъемной части. Она решается за счет распределения подводимой тепловой нагрузки на ПТС в зависимости от температуры окружающей среды и температуры в холодильной камере.

Эффект энергосбережения при этом составляет 15...16 %.

Основное внимание при разработке энергосберегающих режимов АХА уделялось генераторному узлу. Было показано, что в значительной мере, энергосберегающие режимы холодильного аппарата определяются режимом прохода пара через затопленный U-образный ректификатор АХА.

Режимы прохода пара зависят от величины теплоподвода к ПТС АХА. В энергосберегающих режимах работы АХА проход пара осуществляется путем барботирования. При увеличении тепловой нагрузки на ПТС пар оттесняет жидкость и в верхней части ректификатора образуется паровая прослойка. Очистка пара и предварительный подогрев пара в ректификаторе в этом режиме минимальны.

На примере модели низкотемпературной камеры (НТК) «Стugna-101» АМЛ-180 было показано, что работа в энергосберегающих режимах позволяет снизить энергопотребление по сравнению с лучшими зарубежными аналогами до 50 %. Развитие этого направления было связано с установкой дополнительного теплоизоляционного кожуха на дефлегматоре АХА. Эффект энергосбережения в этом случае составил: 21 % («Киев-410»); 12 % («Кристалл-408»); 17 % («Стugna-101» АМЛ-180).

Установлено, что наличие теплоизоляционного кожуха на всей высоте подъемного участка дефлегматора, рассчитанного из условия полной очистки парового потока аммиака в жестких условиях эксплуатации, позволяет повысить холодопроизводительность испарителя по сравнению с традиционной теплоизоляцией на 15...20 %.

Для реализации таких энергосберегающих режимов необходимо осуществлять контроль температуры пара на выходе дефлегматора – она не должна превышать температуры насыщения аммиака при рабочем давлении в АХА (порядка 50 °С).

Исследования теплоподвода к ПТС во времени, в режимах управления температурой в холодильной камере, показали, что по сравнению с

традиционным позиционным, имеется возможность снижения энергопотребления.

Установлено, что НТК могут применяться во всем диапазоне температур холодильного хранения, используемом в быту – от минус 18 °С до плюс 12 °С, т.е. стать универсальным бытовым холодильным прибором, причем реализация требуемых режимов холодильного хранения может быть достигнута посредством изменения тепловой нагрузки в генераторе АХА.

Минимальное энергопотребление универсального АХП в диапазоне температур окружающей среды 10...32 °С и во всем диапазоне температур холодильного хранения достигается в режиме «110- Q_{nom} -0», где Q_{nom} – номинальная тепловая нагрузка генератора АХА, которая распределяется между основным и компенсационными нагревателями в зависимости от температуры окружающей среды и режима холодильного хранения.

По сравнению с лучшими мировыми аналогами снижение энергопотребления достигает 60 %.

Выводы. Показано, что способ управления однокамерным АХП с постоянным подводом тепловой нагрузки и контролем температуры потока на выходе подъемного участка дефлегматора, позволяет снизить энергопотребление до 20 %, по сравнению с традиционным двухпозиционным управлением.

*научный руководитель: Титлов А.С., заведующий кафедрой ТТТЭ,
д.т.н., профессор, ОНАПТ*

УДК 621.6.05

О ПРЕИМУЩЕСТВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА

Вороненко Ю.Е. молодой ученый ОНАПТ, г. Одесса

Основным направлением развития автомобильного транспорта в Украине есть минимизация негативного влияния транспортного топлива на окружающую среду с учётом международных природоохранных обязательств Украины, а также социально-экономических приоритетов и ограничений [1]. При оценке целесообразности использования природного газа в качестве моторного топлива следует учитывать все затраты на его жизненном цикле. Затраты включают в себя экономические, социальные и экологические.

Известно, что для работы транспорта используют разные топлива. Доля того или иного топлива в общем энергопотреблении постоянно изменяется с

течением времени. Природный газ относят условно к группе котельно-печных топлив.

Разработано несколько международных программ по замещению жидкого моторного топлива на газовое топливо, в том числе на сжатый природный газ. Программа Европейской Ассоциации транспортных средств на газовом топливе («Target 2020» the European Natural Gas Vehicle Association) предусматривает ряд мероприятий по переводу к 2020 году 10% автомобильного транспорта на газовое топливо.

Анализируя сжигание газа в качестве моторного топлива можно прийти к выводу, что это наиболее перспективное направление улучшения экологической ситуации в Украине.

К положительным факторам его использования относят: - снижение вредного влияния продуктов сгорания топлива на население; - уменьшение вредных выбросов в атмосферу углекислого газа на 60% и ароматических углеводородов на 40% в сравнении с использованием жидкого топлива; - уменьшение в несколько раз вредных концентраций оксидов углерода и азота в выхлопных газах автомобилей; - с точки зрения сдерживания изменения климата применение природного газа лучше, чем применение сжиженных углеводородных газов и жидких топлив; - при авариях транспортных средств, которые работают на сжатом до 200 бар природном газе, вероятность гибели людей по статистике значительно ниже, чем в случае использования жидкого топлива.

К техническим положительным преимуществам использования природного газа в качестве моторного топлива следует отнести: - улучшение эксплуатационных показателей автомобиля; - срок службы моторного масла увеличивается в 1,5 ÷ 2 раза, так как газ не загрязняет и не разжижает масло; - моторесурс двигателя при работе на природном газе увеличивается в 1,5 раза; - срок службы свеч зажигания увеличивается на 40%; - при повреждении диафрагмы редуктора газ не попадает в моторный отсек; - исключено попадание газа в систему охлаждения двигателя; - обеспечивается нормальный запуск двигателя при минусовых значениях температур окружающей среды; - заправленное топливо нельзя слить для перепродажи; - пожаро-взрывобезопасность при использовании природного газа выше, чем при использовании жидких топлив по данным статистики; - меньший уровень шума при работе двигателя; - газовые баллоны под давлением 250 бар выдерживают попадание пули и имеют безосколочный характер разрушения; - октановое число природного газа 100 ÷ 110 единиц, что позволяет применять степени сжатия на 25% выше, чем в бензиновых двигателях; - газовое топливо практически не даёт отложений и нагарообразования в самом двигателе и в системе питания; - газ не смывает масляную плёнку со стенок цилиндра, что улучшает условия работы трущейся пары гильза-верхнее

поршневое кольцо; - расход моторного масла при эксплуатации автомобиля уменьшается на 10 ÷ 12%, в сравнении с бензиновыми двигателями.

Наряду с положительными эффектами перевод автомобилей на питание сжатым природным газом связан с рядом недостатков: - в газовом баллоне находится газ под давлением 200 бар, что потенциально опасно; - сравнительно низкая надёжность газовой арматуры, которая применяется в настоящее время и которая связана со сложностью технологических решений; - стоимость газовой арматуры составляет ориентировочно 27% от общей стоимости автомобиля; - амортизационные отчисления на автомобиль составляют 12%; - скорость горения топливно-воздушной смеси существенно зависит от избытка воздуха.

По предварительным подсчётам в настоящее время в Украине работают 440 автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), из них две АГНКС находятся в Одессе, а в одесской области ни одной.

Информационные источники:

1. Koltun P., Kologrivov M.M. Evaluating sustainability of using natural gas as major transport fuel: a life cycle assessment approach / MDPJ E-conf system, 07 november 2012 – Доступный из Internet
www.sciforum.net/presentation/921/pdf

2. Автомобільні газонаповнювальні компресорні станції (АГНКС)/ В.Я. Грудз, Я.В. Грудз, В.В. Костів. – Ів-Фр.: Лілея-НВ, 2012.- 320 с.

*научный руководитель: Кологривов М.М.,
к.т.н., доцент, ст.н.сн ОНАИТ*

УДК 502.7: 54: 66

ФІЗИКО – ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МОРСЬКИХ ПРИБЕРЕЖНИХ ВОД ЯК ПОКАЗНИК ЇХНЬОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ

Саввова К. О., студентка ОНАХТ, Одеса

Розглянуто основні фізико-хімічні властивості вод природних та штучних прісноводних, солонуватих та солоних водойм (рН, провідність, окиснюваність, електрохімічний потенціал, рівень мінералізації, мутність,

наявність домішок природного та техногенного походження тощо), які значною мірою визначають їх екологічний стан.

За останнім часом занепокоєння громадськості, місцевої адміністрації та контролюючих органів, викликає екологічний стан морського середовища поблизу узбережжя с. Крижанівка, зокрема, у зоні нещодавно збудованого тут насипу (буни) та місцевого пляжу, в районі якого до того ж здійснюється стік побутових вод у море (рис. 1).

З використанням спеціально розробленого комплексу приладів (вимірювач мутності, рН-метр, вимірювач провідності, рівня мінералізації, окиснюваності, електрохімічного потенціалу) виконано експериментальне дослідження фізико-хімічні властивостей прибережних морських вод пляжу с. Крижанівка (Рис. 1). Деякі результати експериментального дослідження наведені нижче (таблиця 1).

Крім того, з метою порівняння результатів було проведено експериментальне дослідження відповідних характеристик прибережних морських вод деяких інших пляжем Одеського узбережжя, екологічний стан яких визнаний задовільним і занепокоєння не викликає.

Крім даних, наведених у табл. 1, нами були визначені такі домішки у морській воді: амоній, нітрити, нітрати та фосфати (неорганічні, органічні, поліфосфати). На основі виконаних досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Основні фізико-хімічні властивості прибережних морських вод пляжу с. Крижанівка (точки 1-3) практично не відрізняються від значень властивостей прибережних вод пляжу Ланжерон. Рівень концентрацій домішок не перевищує припустимих значень.

2. Відносне підвищення мутності води у точці 1 може бути пов'язане із впливом штучної буни.

3. У майбутньому необхідно передбачити очищення стічної води, яка поступає у море в районі пляжу.

1) У лапках наведені показники температури морської води (при якій визначалися властивості води).

2) Див. точки відбору води 1 - 4 за схемою (рис. 1).

3) Точка відбору на виході з труби сточної води.

4) Морська вода пляжу Ланжерон (для порівняння)

5) Вимірювання виконані з використанням приладу Water-Test (фірма HANNA)

6) приладу Conductivity/TDS Meter (фірма HUCH)

7) Вимірювання виконані з використанням електронного лазерного мутноміру (розробка ОНАХТ)

Точки відбору зразків морської води. Вимірювання виконані у червні 2014 р. ¹⁾					
Фізико-хімічні властивості морської води	1 ²⁾	2 ²⁾	3 ²⁾	4 ³⁾	5 ⁴⁾
Водневий показник, рН ⁵⁾			10,3 (23,3 °C)	10,1 (22,6 °C)	
Сума розчинених солей г/л ⁶⁾	10,0 (22,5 °C)	10,3 (22,8 °C)			10,2 (23,0 °C)
Окислювально-відновлюваний потенціал, mV ⁵⁾	12,66 (21,9 °C)	12,80 (21,4 °C)	12,59 (21,4 °C)	1,25 (21,4 °C)	12,36 (21,6 °C)
Провідність, mS/cm ⁵⁾	-143 (22,5 °C)	-155 (23,8 °C)	-160 (23,3 °C)	-150 (22,6 °C)	-165 (23,0 °C)
Мутність, мг/л ⁷⁾	25,3 (21,9 °C)	25,60	25,18 (21,4 °C)	2,50 (21,4 °C)	24,72 (21,6 °C)
	1,54	0,55	0,80	0,80	0,84

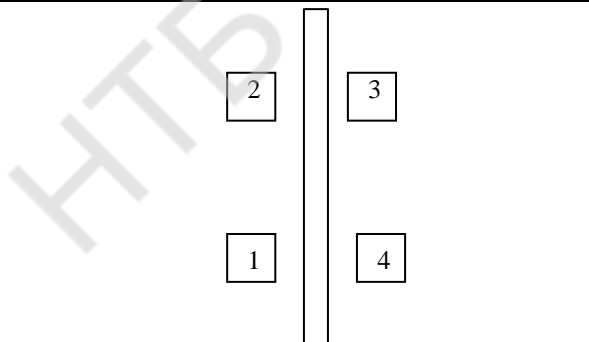


Рис. 1. Схема розміщення місць забору зразків морської води в зоні пляжу с. Крижанівка

науковий керівник: Цикало А. Л.,
д. х. н., професор (ОНАХТ)

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДОГРЕВА ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ

Галуров И.П., молодой ученый ОНАПТ, г. Одесса

Экологические проблемы подогрева нефти на трубопроводном транспорте предполагают поиск новых способов подогрева [1].

Известен подогрев высоковязкой нефти на промежуточных пунктах магистральных трубопроводов, оборудованных огневыми или паровыми подогревателями. Недостатки такого способа подогрева заключаются в необходимости расхода нефти, мазута или газа в виде топлива и в загрязнении воздушного бассейна вредными продуктами горения этих видов топлив в топках огневых подогревателей или паровых котлов.

В докладе рассматриваются преимущества использования геотермальной энергии для подогрева нефти и нефтепродуктов. На рис.1 приведена схема, которая иллюстрирует способ геотермального подогрева нефти [2].

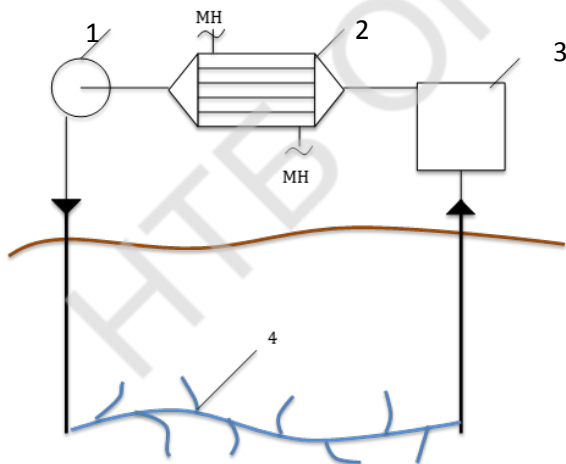


Рисунок 1. 1- насос; 2- теплообменный аппарат; 3- установка хим- водоочистки; 4- пласт с гидравлическим разрывом.

Залегающие на глубине до 3-х километров различные породы разогреты до 200°C, Если на такую глубину через скважину закачивать воду,

то она, повсеместно проникая в трещины горячего грунта, будет нагреваться, а затем по другой пробуренной скважине будет подниматься на поверхность. Нагретую воду можно направить в теплообменник, где использовать полученное от грунта тепло для подогрева высоковязкой нефти. Вода отдавшая тепло направляется для закачивания и цикл повторяется. На выходе из эксплуатационной скважины стоит установка химводоочистки для уменьшения вероятности коррозии оборудования.

Востребованность геотермальной энергии обусловлена такими факторами:

- истощением запасов органического топлива;
- зависимостью большинства развитых стран от импорта топлива;
- существенным отрицательным влиянием топливной и ядерной энергетики на среду обитания человека и на дикую природу.

Главным её достоинством является возможность использования в виде горячей воды или пара (в зависимости от их температуры):

- для нужд горячего водо- и теплоснабжения;
- для выработки электроэнергии либо одновременно для всех целей.

Кроме того следует отметить:

- её практическую неистощаемость;
- независимость от временных условий окружающей среды;
- её практически полную безопасность для окружающей среды.

Недостатки геотермальной энергии:

- необходимость обратной закачки воды в подземный горизонт;
- высокая минерализация воды на выходе из горизонта;
- вероятность наличия в воде токсичных соединений и металлов.

Эти недостатки, в большинстве случаев, исключает возможность сброса этих вод в расположенные на поверхности природные водные системы.

Рассмотренная технология имеет огромную перспективу в развитии. Она вмещает в себя огромный потенциал. Развитие технологий не стоит на месте, поэтому ее еще будут совершенствовать. Принимая во внимание, что транспорт высоковязкой нефти все больше используется, то в данной отрасли эта технология будет относительно дешевой и безопасной.

Информационные источники:

1. Коршак А.А. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов. Учебн. для вузов/А.А.Коршак, А.М.Нечваль.-СПб:Недра,2008.-488с.
2. Кологривов М.М., Андерсон А.Ю. Подогрев высоковязкой нефти геотермальной энергией./ Трубопроводный транспорт-2013: материалы IX межд.учебно-научно-практической конф.-Уфа:изд-во УГНТУ, 2013- С. .249-350.

3. Германович В., Турилин А., Альтернативные источники энергии и энергосбережение.- СПб.: Наука и техника, 2014.-320 с.

*научный руководитель: Кологривов М.М.,
к.т.н., доцент, ст.н.сн ОНАПТ*

УДК 664.7

ПИЛОУТВОРЕННЯ НА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ І ДЕЯКІ СПОСОБИ ОЧИСТКИ ПОВІТРЯ ВІД ПИЛУ

Ляшенко К.І., студентка, ОНАХТ, м. Одеса

Основними зернопереробними підприємствами є: елеватори, млини, крупозаводи, заводи з виробництва комбикормів, силосні сховища, підприємства, що готують насіння. Виробничі процеси пов'язані з обробкою зерна, а на комбикормових заводах і з переробкою відходів харчових виробництв: макухи, шротів, жому, кісткового борошна, кормових дрожжей, різних органічних і неорганічних домішок тощо.

Підвищена вологість і запиленість погіршують режим експлуатації і скорочують термін служби технологічного обладнання і будівельних конструкцій. Серйозною проблемою на підприємствах галузі є висока пожежо- і вибухонебезпечність, причинами якої становлять значні неорганізовані надходження пилу органічних горючих речовин і виникнення пожежо- вибухонебезпечних пилоповітряних сумішей.

Проте основною шкідливістю, що виділяється при переробці зерна, залишається органічний пил сировини, що використовується, проміжних продуктів і готової продукції.

На комбикормових заводах відбувається подрібнення різних органічних і мінеральних компонентів на молоткових дробарках і вальцових станках. Подрібнений продукт, переміщуючись по всіх технологічних лініях, утворює пилоповітряну суміш в обладнаннях, бункерах, тічках, пневмообладнаннях, відводах, яка через нещільності у корпусах апаратів вибивається назовні.

Кількісний і якісний склад пилу залежить від сировини, її вологості, типу технологічного обладнання і його технічного стану, а також від ефективності роботи вентиляційних систем. У таблиці приведені значення концентрації пилу у повітрі окремих виробничих приміщень зернопереробних підприємств.

Оскільки на зернопереробних підприємствах технологічні процеси супроводжуються значними виділеннями пилу, то без ефективних систем його уловлювання експлуатувати підприємства неможливо.

Вентиляційні установки відсмоктують повітря від технологічного і транспортного обладнання, тобто здійснюють так звану аспірацію, створюючи всередині робочих просторів або захисних кожухів машин розрідження. Воно перешкоджає виділенню пилу назовні і визиває надходження у ці простори зовнішнього повітря, яке уносить з собою надлишкове тепло і вологу, що виділяються при переробці зерна в борошно і крупу.

Вентиляційні установки на зернопереробних підприємствах [1] дозволяють при ефективній роботі:

- покращити і оздоровити умови праці, ліквідувати професійні захворювання працівників;
- створити необхідні гігієнічні передумови для підвищення продуктивності праці;
- підвищити продуктивність млинів, круп'яних і комбікормових заводів, завдяки підтриманню нормального ведення технологічного процесу;
- покращити якість продукції;
- краще виділяти пил з поверхні зерна і домішки із зернової маси;
- попередити самозгрівання зерна, знизити вологість і запобігти розвиток шкідників;
- зменшити втрати зерна, що виникають при переробці його в борошно і крупу внаслідок зменшення кількості сміття і розсіювання пиловидних продуктів;
- покращити санітарно-гігієнічний стан підприємства внаслідок запобігання можливості конденсації вологи на внутрішніх поверхнях машин, розвитку мікроорганізмів, а також шкідників зерна і продуктів його переробки всередині обладнання, що аспірується;
- попередити можливість виникнення вибухів пилу і пожеж.

Інформаційні джерела:

1. Вентиляционные установки зерноперерабатывающих предприятий. (Изд. 3-е, доп. и перераб.). Под ред. д-ра техн. наук, проф. А.М. Дзядзио. – М.: Колос, 1974. – 400с. (А.В. Панченко, А.М. Дзядзио, А.С. Кеммер, Л.И Котляр, Г.Ф. Костюк).

*науковий керівник: Зацерклянний М.М.,
к.т.н., доцент, ОНАХТ*

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПАРОПРОВОДА И ЕГО ИЗОЛЯЦИИ НА ПАО «ЭКСИМНЕФТЕПРОДУКТ»

Андерсон А.Ю., аспирант ОНАПТ, Юношев П.Н. главный инженер ПАО «ЭКСИМНЕФТЕПРОДУКТ» г. Одесса

Настоящая работа связана с проблемой подогрева тяжелых нефтепродуктов (мазут, вакуумный газойль) с высокой температурой застывания при помощи перегретого водяного пара.

На предприятии ПАО «ЭКСИМНЕФТЕПРОДУКТ» происходит перевалка тяжелых нефтепродуктов с температурой застывания от 10 до 38 °С. Хранение таких продуктов в резервуарах требует поддержания их температуры выше температуры застывания. Для этих целей на предприятии собственными котельными вырабатывается перегретый водяной пар, который в последующем транспортируется по паропроводам к потребителю.

Существующие паропроводы резервуарных блоков №3,4,5 представляли собой систему отдельных паропроводов, т.е. отдельный паропровод на каждый резервуарный блок (рисунок 1). Изоляция данных паропроводов находилась в неудовлетворительном состоянии, что вызывало большие тепловые потери в окружающую среду.

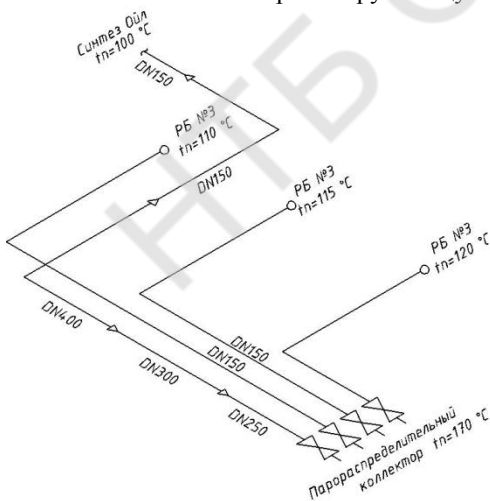


Рисунок 1 – Паропровод подогрева резервуарных блоков до реконструкции

Так как резервуарные блоки геометрически находятся в одном направлении от парораспределительного коллектора, главным инженером было принято решение реконструировать данные паропроводы и заменить их на магистральный паропровод большего диаметра с ответвлениями на каждый резервуарный блок. Такой подход позволяет уменьшить тепловые потери в окружающую среду за счет уменьшения площади поверхности паропровода, также уменьшается количество запорно-регулирующей арматуры и стоимость последующей изолировки паропровода.

Для нахождения оптимальных диаметров паропровода был проведен гидравлический расчет, исходными данными для которого являлись необходимое давление пара у потребителя и его массовый расход. Для определения необходимой толщины изоляции паропровода был проведен теплотехнический расчет. В качестве изоляции было принято использовать базальтовые цилиндры с оцинкованным покрытием, коэффициент теплопроводности 0,036 Вт/м·К. Принятая толщина изоляции магистрального паропровода составила 90мм, ответвлений 60мм. На основании расчетов был смонтирован и изолирован новый паропровод (рисунок 2).

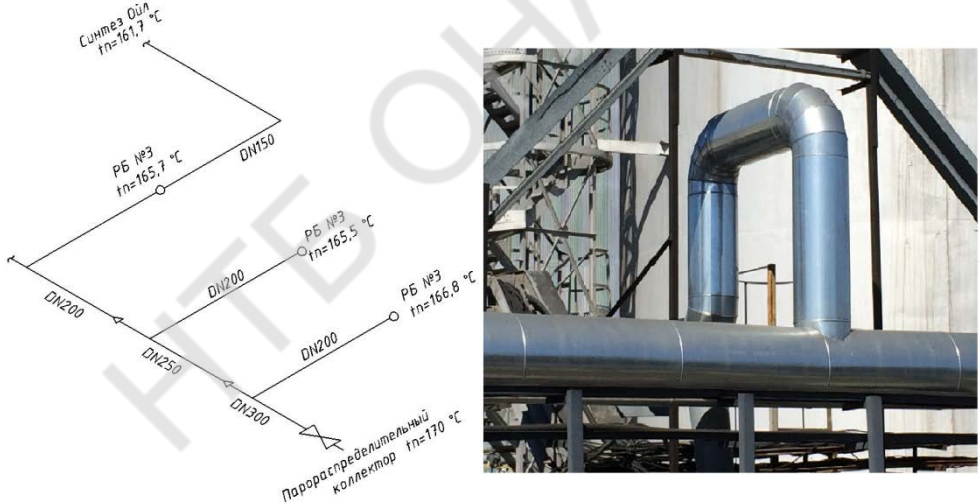


Рисунок 2 – Паропровод подогрева резервуарных блоков после реконструкции

После проведенной реконструкции был рассчитан экономический эффект (таблица 1). Экономия составляет порядка 2'750'000 грн/год.

Таблица 1 – Экономический эффект от реконструкции паропровода

№ п/п	Паропровод	Тепловые потери, ГДж/ч	Количество образовавшегося конденсата, кг/ч	Ежегодные тепловые потери, грн/год
1	До реконструкции	1,511	737,6	3'078'742,50
2	После	0,159	77,9	325'345,53

Информационные источники:

1. Тугунов П.И. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов / П.И. Тугунов, В.Ф. Новоселов. – Москва.: Недра, 1981. - 184с.

*научный руководитель: Кологривов М.М.,
к.т.н., доцент, ст.н.с., ОНАПТ*

УДК 66.092.997

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Шостік Д.І., аспірант, ОНАХТ, м. Одеса

Проблема переробки відходів характерна для всіх галузей промислового виробництва, у тому числі і для зернопереробних підприємств. Відходи виробництва поділяють на використовувані і невикористовувані. У зв'язку з цим виникає завдання поділу відходів на використовувані і невикористовувані і визначення ефективності використання та переробки використовуваних та утилізації невикористовуваних.

Використовувані відходи виробництва є частиною вторинних матеріальних ресурсів (ВМР), що залишаються після використання основної сировини та допоміжних виробничих матеріалів для отримання основної продукції даного виробництва. До ВМР крім відходів виробництва відносять також побічну і попутну продукцію, яка утворюється у процесі виробництва

паралельно із основною продукцією або в результаті додаткової промислової обробки відходів.

У цілому галузі харчової промисловості у господарський обіг останнім часом залучають не більше 45 млн. тонн ВМР, з яких промисловій переробці піддаються біля 10 млн. тонн. Спад обсягів утворення та переробки ВМР в умовах переходу до ринкової економіки, природно, пов'язаний із загальним спадом виробництва в усіх галузях АПК, з відсутністю на більшості підприємств обладнання для переробки вторинних ресурсів, недоліком і подорожчанням первинної сировини, бездіяльністю економічного механізму стимулювання переробки.

У даний час визначено такі основні напрямки в галузі мало- і безвідходних технологій:

- забезпечення комплексної переробки сировини;
- раціональне використання відходів виробництва безпосередньо у самому виробництві або в іншому технологічному процесі;
- забезпечення заходів і процесів щодо недопущення негативного впливу на навколишнє середовище. При цьому маловідходна технологія є проміжною стадією зі створення безвідходного виробництва.

Завдання дослідження стосовно до переробки зернопродуктів полягає у подальшому удосконаленні існуючої технології та впровадженні нових «екологічно чистих» технологій переробки відходів зернопереробної і комбікормової промисловості, у тому числі при виготовленні продуктів харчування підвищеної біологічної цінності на основі зернопродуктів та їх похідних.

Переважаючим напрямком переробки ВМР в АПК є отримання кормів для згодовування сільськогосподарським тваринам у природному вигляді. На ці цілі направляється 70% відходів. У той же час зернові продукти являють собою високоякісну сировину, яка може бути перероблена у харчові та кормові продукти підвищеної поживної якості, і це необхідно враховувати при пошуку ефективних шляхів переробки відходів.

При переробці ВМР галузі хлібопродуктів можна виділити наступні напрямки:

- вироблення додаткової продукції харчового, кормового і технічного призначення в якості компонентів (добавок) до неї;
- вироблення кормів для сільськогосподарських тварин та у вигляді добрив в нативному вигляді.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що завдання дослідження у галузі переробки ВМР та утилізації відходів галузі хлібопродуктів вимагає єдиного підходу для всіх підприємств галузі і полягає в удосконаленні існуючих технологій отримання основної продукції, направленої на зниження кількості відходів, та впровадженні нових

«екологічно чистих» технологій з переробки відходів. Оптимізація цих процесів повинна ґрунтуватися на комплексній оцінці ефективності по безвідходності технологічних процесів, глибини переробки сировини та екологічності виробництва.

Інформаційні джерела:

1. Касьянов Г.И. Современные технологии переработки вторичных ресурсов // Пищевая промышленность, №8, 1998.

2. Комаров В.И., Лебедев Е.И., Мануйлова Т.А., Проблема использования вторичных ресурсов отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности и их влияние на окружающую среду // Пищевая промышленность, №2, 1998.

*науковий керівник: Зацеркляний М.М.,
к.т.н., доцент, ОНАХТ*

УДК 664:661

КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Малухіна Д.С., Тарасюк Є.В., студенти, ОНАХТ, м. Одеса

Однією з галузей, що використовує воду для технологічних потреб і відповідно скидає її у каналізаційну мережу чи водойму є зернопереробна. Схеми очисних споруд, як правило, не досконалі, не забезпечують достатню якість очистки стічних вод і використовують крім того здебільшого прямоочні системи. Стічні води зернопереробних підприємств мають у своєму складі корисні компоненти, які не завжди використовуються.

Природа явищ, що відбувається при очищенні, вивчена недостатньо, процес очистки протікає в умовах постійних збуджень, а інформація стосовно перебігу процесу через тривалість аналізів, надходить з великим запізненням.

Існуючі системи управління не враховують особливості протікання явищ в очисних спорудах, а локальні задачі не завжди відповідають глобальним цілям управління. Це дає підстави вважати, що вдосконалення систем управління процесами очистки стічних вод зернопереробних підприємств є важливою проблемою, вирішення якої дозволить значно скоротити використання свіжої і скидання стічної води, виділяти цінні компоненти і підвищити показники ефективності роботи очисних споруд.

Метою роботи є розробка системи управління якістю очистки стічних вод зернопереробних підприємств, яка забезпечить підвищення ефективності роботи очисних споруд, зменшить витрати на очистку і дозволить повторно використати очищену воду.

Внаслідок виконаної роботи:

- виявлена загальна структура процесу очистки і рециркуляції очищених вод;
- визначені найбільш доцільні способи для оцінки і прогнозування якості очистки стічних вод;
- установлені основні способи збурення впливу і розроблені найбільш доцільні методи їх компенсації;
- визначені статичні і динамічні характеристики очисних споруд для конкретних об'єктів;
- синтезована універсальна структура системи управління якістю очистки і здійснено її інформаційне забезпечення.

Огляд технологічних схем очистки стічних вод зернопереробних підприємств показав необхідність вивчення особливостей процесу очистки. У пропонуваніх схемах не відображена специфіка виробництва борошна: спосіб подачі зерна на мийку, типи машин, що використовуються для мийки зерна, зміни витрат води, ступінь забруднення зерна тощо.

Установлено, що у зв'язку зі значним забрудненням очищену воду після мийки зерна можна повторно використовувати тільки при безперервному контролі, але для цього необхідно удосконалювати технологічну схему очисних споруд і автоматизувати основні функції контролю і управління.

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що взагалі недостатньо вивчені особливості процесів очистки стічних вод зернопереробних підприємств і це призводить до широкого діапазону зміни показників якості очистки. Показники якості очистки повинні визначатися категорією повторного чи послідовного використання очищених стоків. Величина рециркуляційного потоку може слугувати головним критерієм якості функціонування схем очисних споруд.

Установлено також, що одним із загальних недоліків розглянутих типів очисних споруд є досить недосконала система управління. Існуючі локальні системи автоматики функціонують роздільно і не погоджені загальною ціллю управління.

Якісні співвідношення між прямим, відвідним із системи і рециркуляційним багатоконпонентними потоками стічних вод визначали із системи рівнянь матеріального балансу. Із цієї системи рівнянь отримано залежність для визначення коефіцієнта рециркуляції.

Для підвищення стійкості досліджуваних об'єктів розроблена методика визначення інтервалу усереднення кількісних показників якості стічних вод, в основу якої покладені методи ступінчатої екстраполяції. Ці методи дозволяють прогнозувати величину параметра з заданим значенням похибки, яка у значній мірі визначається інтервалом дискретно вимірюваної величини.

Для вивчення закономірностей протікання процесів очистки стічних вод, складені математичні моделі відповідно до структурної схеми очистки і рециркуляції стічних вод млина (рис.).

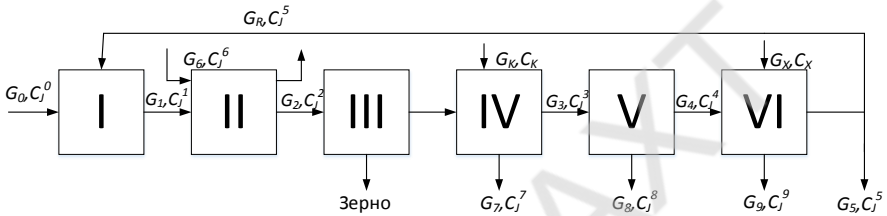


Рис. Структурна схема очистки і рециркуляції стічних вод млина
 I – змішувач; II – мийна машина; III – зерноуловлювач; IV – відстійник (фільтр); V – споруда біологічної очистки; VI – знезаражуючий пристрій

$$G_1 G_j^{(1)} = G_0 C_j^{(0)} + G_R C_j^{(5)}$$

1

$$G_2 C_j^{(2)} = G_1 C_j^{(1)} + G_6 C_j^{(6)}$$

2

$$G_3 C_j^{(3)} = G_2 C_j^{(2)} + G_7 C_j^{(7)} + G_K C_K$$

3

$$G_4 C_j^{(4)} = G_3 C_j^{(3)} - G_8 C_j^{(8)}$$

4

$$G_R C_j^{(5)} = G_4 C_j^{(4)} - G_6 C_j^{(9)} + G_X C_X - G' C_j^{(5)}$$

5

де G_0, G_R – витрати води відповідно із мережі і рециркуляційної;
 G_1, G_2, G_3, G_4 – витрати води відповідно після мийної машини і кожного з компонентів очистки;

G_6 – витрати зерна на мийку;

G_K, G_X – витрати відповідно коагулянту і знезаражуючого матеріалів;

G_7, G_8, G_9 – обсяги осаду в елементах очистки;

$C_j^{(0)}, C_j^{(2)}, C_j^{(3)}, C_j^{(4)}$ – концентрації j -го компонента води в i -му перетині структурної схеми ($i=1,2,\dots,5$);

C_k, C_x – концентрації відповідно коагулянту і знезаражуючого матеріалів;

$C_j^{(7)}, C_j^{(8)}, C_j^{(9)}$ – концентрації j -го компонента води в осаді відповідного пристрою для освітлення, споруди біологічної очистки і знезаражуючого пристрою.

Однією з кількісних оцінок ефективності очистки може слугувати величина коефіцієнту рециркуляції, яку визначали при рішенні систем рівнянь (1-5)

$$K_R = \frac{d_1(C_6^{(5)} + \Delta C_6^{(5)})}{d_2 \sqrt{C_6^{(5)} + \Delta C_6^{(5)}} - d_3(C_6^{(2)} + \Delta C_6^{(2)})}$$

де d_1, d_2, d_3 – постійні величини, що залежать від параметрів очисних споруд;

індекс b – біохімічне споживання кисню.

Експериментальне визначення цих постійних дозволить вирахувати значення коефіцієнта рециркуляції.

Рішення рівнянь (1-5) в приростах дає динамічні характеристики елементів схем очистки. Проведений аналіз динаміки очисних споруд на основі спільності рециркуляційних потоків дозволяє встановити принципову направленість підготовки схеми до управління, яка полягає у підвищенні їх стійкості до впливу основного збурення – нерівномірності концентрацій забруднення.

Для розрахунку усереднення якості стічних вод, яке забезпечує підвищення стійкості об'єкта збурення, запропонована методика, що базується на методах ступеневої екстраполяції. Для встановлення зв'язку між вхідними і вихідними усереднювача складено математичний опис.

Взагалі на основі аналізу існуючих методів очистки стічних вод, встановлено, що організація системи управління якістю є одним із ефективних способів удосконалення процесів очистки, який дозволяє покращити якість очищеної води, зменшити питомі витрати на очистку і повторно використати очищену воду. Аналіз структури технологічної схеми очистки стічних вод зернопереробного підприємства і характеристик потоків показав принципову можливість реалізації комплексної системи управління якістю очистки на основі упорядкування і скорочення інформації, а також стабілізації деяких кількісних характеристик потоків.

Для реалізації комплексної системи управління розроблена детальна система управління якості очистки, яка дозволяє вирішити обмежене число контролюючих параметрів на основі побудови алгоритму причинно-наслідкових зв'язків очистки, формалізації деяких функцій управління, розробки експресного вимірювання величини концентрації зважених речовин тощо.

Складені математичні моделі процесів, що відбуваються при очистці стічних вод дозволили задаючись величиною коефіцієнту рециркуляції визначити основні розміри елементів очистки, їх статичності і динамічні характеристики, які необхідні для реалізації запропонованої структури системи управління.

Інформаційні джерела:

1. Основы математического моделирования процессов пищевых производств [Текст]: [учебное пособие для вузов пищевой промышленности] / Н.В.Остапчук. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Выща школа, 1991 – 366с.

2. Остапчук Н.В., Дяченко Л.Я. Математическая модель процесса рециркуляции очищенных вод после мойки зерна. Сб. Пищевая промышленность, Киев, Техніка, 1973, вып. 17. - С. 34 - 39.

3. Остапчук Н.В., Дяченко Л.Я. Математическое описание динамики очистки и рециркуляции вод после мойки зерна. Известия вузов СССР. Пищевая технология, 1973, №3. - С.139 - 142.

*науковий керівник: Зацеркляний М.М.,
к.т.н., доцент, ОНАХТ*

УДК 621.499

ОТХОДЫ КАК ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

Янов А. С. , студент, ОНАПТ, г. Одесса

В настоящее время в городах проживает более половины населения планеты. Для большинства стран Европейского Союза этот показатель составляет около 70%, и, по оценкам, к 2030 г. может достичь 80%. В Украине численность городского населения превышает 68%, а в России достигает 72%.

При этом современный город с его мощной социально-экономической и инженерно-технической инфраструктурой, как ведущий потребитель всех видов ресурсов для обеспечения своей жизнедеятельности и производитель

экологических проблем, становится главным виновником деградации окружающей среды.

Города дают 80% всех выбросов в атмосферу и 3/4 общего объёма загрязнений. Все города мира ежегодно производят до 3 миллиардов тонн твёрдых отходов, (для сравнения - ежегодно в мире выплавляется около 1,5 миллиардов тонн стали, производится примерно 2 миллиарда тонн зерна). При этом загрязняющее воздействие больших городов и агломераций прослеживается на расстоянии 50 километров от них. Соответственно, они изменяют естественную среду, формируя антропогенный ландшафт обширных территорий.

В этом смысле наше будущее зависит от того, сможем ли мы преобразовать города так, чтобы они стали центрами устойчивого развития и естественной частью экосистемы, а не ее антиподом. Этим определяется необходимость перехода на новые стандарты обеспечения развития городов, основанные на знаниях, инновационных экологически дружественных технологиях.

С середины прошлого века начались поиски мер по борьбе с антропогенным загрязнением среды, и поиску новых подходов к решению проблемы утилизации твёрдых бытовых отходов.

Нетрадиционный взгляд на проблему, состоит в том, что гораздо проще контролировать то, что попадает на свалку, чем то, что попадает со свалки в окружающую среду. Основа подхода состоит в том, что бытовые отходы должны утилизироваться наиболее экономически и экологически приемлемыми способами. Фактически речь идёт об управлении отходами. Система управления отходами выстраивается в развитых странах уже более 40 лет.

В новой перспективной технологии плазменной переработки процесс преобразования твердых бытовых отходов в энергию и полезные побочные продукты, может быть разбит на четыре подсистемы: погрузочно-разгрузочные, тепловой трансформации или плазменной газификации, очистки газов и пара и производства электроэнергии и продуктов переработки. Этот процесс выгодно отличается от высокотемпературного сжигания отходов, поскольку в плазматроне органические материалы не горят, т.к. не хватает кислорода, а превращаются в газ, состоящий главным образом из окиси углерода, водорода и азота. Этот газ участвует в реакции, и может быть использован в самых различных процессах, в том числе и при производстве электрорознергии. Высокая температура превращает неорганическое сырьё (почва, металлы, стекло, и т.д.) в остеклованный шлак из которого отделяется металлическая фракция. Таким образом, отходы полностью превращаются в газ, расплав металлов и остеклованный шлак.

Последний (менее 1% от первоначального объема мусора) является единственным потенциальным материалом, который требует захоронения.

Другой способ переработки несортированного мусора в энергетических целях основана на технологии гидросепарации и получения различных компонентов: металл, пластик, неорганические остатки и органика. Из органических остатков получают биогаз, используемый для выработки электроэнергии, которая не только обеспечивает собственные энергопотребности установки, но около 50% её может продаваться. Важно, что по данной технологии перерабатывается 80-85% мусора. Конструкция установки модульная, начиная от 300 т мусора в день, можно наращивать производительность до 2000 т в сутки и более.

Для малых городов и небольших поселений решение вопроса утилизации отходов может заключаться в применении их в качестве топлива для получения энергии тепловой или электрической. Как правило, сортировку твердых бытовых отходов по принципу «сгораемое – несгораемое» в малых муниципальных образованиях организовать проще. Несгораемая часть твердые бытовые отходы (металл, стекло) сдается на переработку, а сгораемая используется как бесплатное топливо в установке, генерирующей тепловую энергию для нужд города, поселка или небольших производств. При этом остаток, подлежащий захоронению, составляет не более 3% от всего объема утилизируемых твердых бытовых отходов. По существу, бытовые отходы – это высококалорийное топливо, смесь органических веществ природного и искусственного происхождения, не уступающих по энергетике бурому углю.

Следует отметить, что по мере развития технологий, возможности использования отходов как альтернативного источника энергии, в практическом плане вполне реальны, а в экономическом – рано или поздно станут конкурентоспособными. Главное, что ресурсная база – неисчерпаема – появление отходов обусловлено процессами урбанизации и будущим развитием человечества. Таким образом, можно сказать, что наличие и доступность этого ресурса не зависит от географии, климата, конъюнктуры мировых энергетических рынков или колебаний курса доллара, в отличие от нефти и газа.

*научный руководитель: Лапардин Н. И.,
к.т.н., доцент, ОНАПТ*

СЛАНЦЕВИЙ ГАЗ - АЛЬТЕРНАТИВНЕ ПАЛИВО АБО ШЛЯХ ДО ЗБЫЛЬШЕННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ В МІСЦІ ВИДОБУТКУ?

Павлів Л.В., студент, ОНАХТ, м.Одеса

На сьогоднішній день завданням державного рівня є пошук і розробка технологій виробництва альтернативного палива та енергоресурсів. Як відомо, світова економіка на сьогодні не може обійтися без таких найцінніших ресурсів як нафта і природний газ, а запаси цієї сировини не безмежні. Великою проблемою для економіки багатьох країн є відсутність або невеликі запаси енергоресурсів. До таких країн належить і Україна, яка забезпечує себе нафтою з власних родовищ приблизно на 10 %, а природним газом приблизно на 20 %.

Одним з варіантів зниження залежності від імпортного природного газу є розробка сланцевих родовищ і видобуток так званого сланцевого газу. По суті - це природний газ, але добувається не з чисто газових родовищ, а з покладів сланців, де його істотно менше і він знаходиться в замкнених порожнинах, що і ускладнює його видобуток. Останнім часом питання видобутку сланцевого газу привертають увагу і все частіше зустрічаються висловлювання про небезпеку впровадження технології його видобутку в Україні.

Технології видобутку сланцевого газу вже розроблені та продовжують вдосконалюватися. В даний час видобуток ведеться компаніями Chesapeake Energy, Legs Resources, San Leon Energy, Cuadrilla Resources Ltd, Chevron в США, Польщі, Великобританії, Нідерландах, Німеччині, Румунії. Серед інших Європейських країн, які здійснюють кроки на шляху до видобутку сланцевого газу можна відзначити Данію, Іспанію та Туреччину. Зазвичай собівартість сланцевого газу вище газу чисто газових родовищ, тому щоб його виробництво було вигідним, варто розглядати його споживання в місці видобутку (без витрат на транспортування).

Основні екологічні проблеми пов'язані з видобутком:

- для технології гідророзриву при видобутку сланцевого газу використовуються хімічних речовини, які при порушенні технології, помилках можуть проникати у водоносні шари, річки та атмосферу;
- потенційну небезпеку для видобутку сланцевого газу становить також виснаження запасів прісних підземних і поверхневих вод, які забираються в процесі буріння і експлуатації свердловин;
- використання природного газу має негативний вплив на зміну клімату, оскільки метан (який є основним компонентом природного газу), а

також CO₂, який утворюється при його згорянні є потужними парниковими газами;

- великі обсяги транспортних перевезень, використання важкої техніки, обумовлених будівництвом свердловини та її подальшою експлуатацією, а також іншими процесами, що обов'язково проходять на самій свердловині та поруч з нею неминуче приводять до пошкодження ґрунту, зокрема, його родючого шару.

Але тут слід зазначити, що ці проблеми притаманні не тільки видобутку сланцевого газу, але і розробки родовищ традиційного природного газу. А метод гідророзриву пласта, без якого немислима видобуток сланцевого газу, все ширше і ширше використовується в традиційній нафтовидобутку для підвищення нафтовіддачі.

Зі сказаного можна зробити висновок, що в зв'язку з наявним дефіцитом природних ресурсів видобуток сланцевого газу можлива тільки при суворому дотриманні технології видобутку, при виконанні всіх необхідних заходів по охороні навколишнього середовища. Це можливо тільки за наявності суворого контролю спеціальних органів з боку держави.

науковий керівник доц. Хлісва О. Я.

УДК 621.1:532.59:532.66

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ ДИСИПАЦІЇ ЕНЕРГІЇ РІДИНИ ПРИ КАВІТАЦІЇ У КАПІЛЯРНОМУ КАНАЛІ

Нікітін І.В., студент, ОНАХТ, м.Одеса

В основі багатьох енергозберігаючих технологічних процесів є ультразвукова кавітація. Вона є ефективною при промочуванні пористо-капілярних тіл для надання їм нових властивостей. Дослідження кавітаційного процесу на перерізі капіляра в ультразвуковому полі свідчать про те, що під дією кавітації зменшується в'язкість рідини. Метою даної роботи є розробка алгоритму для визначення швидкості дисипації енергії у кавітаційно-збудженій рідині, щоб дати відповідь на питання, чи можуть дисипація спричинити «фоновий» розігрів рідини на перерізі капіляру.

У загальному випадку швидкість дисипації енергії рідині у потоці в'язкої рідини визначає інтеграл по об'єму

$$\frac{\partial E}{\partial t} = -\frac{\eta}{2} \cdot \int \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_k} + \frac{\partial u_k}{\partial x_i} \right)^2 dV, \quad (1)$$

у якому η – динамічна в'язкість рідини, u_i – компонента швидкості уздовж координати x_i [1]. Щоб визначити записані похідні необхідно у явному вигляді знати функції, що визначають поле швидкостей. Навіть для змикання одиночної кавітаційної порожнини це досить складна задача.

У запропонованому алгоритмі зроблені певні спрощення. Зростання порожнини від зародкового стану R_{min} до R_{max} протягом від'ємного півперіоду $T/2$ ультразвукової хвилі і її стиснення до R_{min} у додатний напівперіод розглядається як симетричний у часі процес, у якому фазова поверхня протягом півперіоду змикання рухається з постійною швидкістю $u_r = 2R_{max}/T$. Для проведення розрахунків процес змикання порожнини розбивається на 10 послідовних кроків, протягом кожного з них радіус фазової поверхні зменшується на величину $0,1 \cdot R_{max}$. На рис.1 показаний початковий стан процесу змикання, коли поточний радіус r_{10} дорівнює максимальному радіусу R_{max} . Шар рідини між поверхнями радіусу r_{11} (позначена пунктиром у заштрихованій області) і радіусу r_{10} має масу m_{10} і швидкість u_r , отже кінетична енергія рідини цього шару визначається як

$$E_{10} \cong \frac{m_{10}}{2} (u_r)^2. \quad (2)$$

На наступному кроці фазова границя зменшить радіус до r_9 , відповідно зменшиться маса шару рідини, обмеженого поверхнями радіусу r_{10} і r_9 . При цьому зменшується маса m_9 граничного шару, що рухається зі швидкістю u_r , решта рідини гальмується внаслідок в'язкості. Відповідно зменшується кінетична енергія на величину

$$\Delta E_i \cong (m_i - m_{i-1}) \cdot \frac{(u_r)^2}{2}. \quad (3)$$

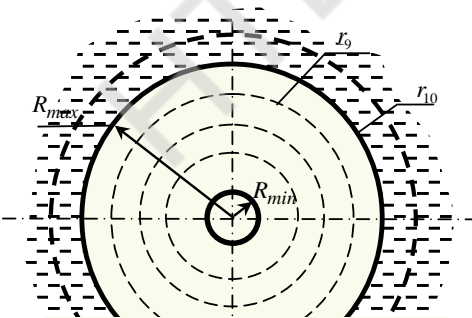


Рис.1

Останню формулу записали у загальному вигляді, маючи на увазі що при переході рідини з i -того шару на $(i-1)$ -й шар за рахунок зменшення маси рухомої рідини втрата кінетичної енергії становить ΔE_i . Зменшення кінетичної енергії рідини у такому наближенні еквівалентно кількості теп...

сферично-симетричного руху виділиться тепло

$$Q \cong \frac{(u_r)^2}{2} \cdot \sum_{i=2}^{10} (m_i - m_{i-1}) . \quad (4)$$

Очевидно, що слідом за поверхневим шаром буде рухатись шар, обмежений поверхнями r_{11} і r_{12} , за ним шар, обмежений поверхнями r_{12} і r_{13} , і так далі. Отже, алгоритм, представлений формулами (3-4) має бути застосований і до них. Але треба врахувати, що кожний старший (зовнішній) шар рідини рухається з меншою середньою швидкістю ніж u_r . Внаслідок сферично-симетричного розходження потоку рідини маємо послідовність

$$u_{10} = u_r; \quad u_{11} = \frac{u_r}{1,21}; \quad u_{12} = \frac{u_r}{1,44}; \quad u_{13} = \frac{u_r}{1,69}; \quad u_{14} = \frac{u_r}{1,96} \quad \dots \quad (5)$$

Результат розрахунків дисипації енергії для кавітаційної порожнини радіуса 0,55 мм у воді на частоті 20 кГц представлений у таблиці.

i	9	8	7	6	5	4	3	2	Q
$\Delta E_i \cdot 10^{12}, \text{ Дж}$	90,7	80,8	70,6	60,6	50,5	40,3	30,3	20,2	444,0

Враховуючи, що процес відбувається час $T/2$, на частоті 20 кГц отримаємо середню швидкість дисипації $2\Delta E_i/T=1,78 \cdot 10^{-5} \text{ Дж/с}$ в маленькій області, об'єм якої приблизно дорівнює об'єму однієї порожнини у стані максимального розширення.

Інформаційні джерела:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. – М.: Наука, 1986. – 733 с.

*науковий керівник: Розіна О.Ю.,
к.ф.-м.н., доцент, ОНАХТ*

УДК 664:768

ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ГАЛУЗІ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА

Карпишина В.А., студентка, ОНАХТ, м. Одеса

На зернопереробних підприємствах при підготовці зерна до переробки у борошно, крупу чи спеціальних комбікормів, утворюється різні види відходів. Відходи бувають здебільшого тверді, а при мокрому методі підготовки зерна і рідкі. Обсяги відходів залежать від якості зерна, що очищають, від ступені очистки, від продуктивності переробного

підприємства, від ефективності роботи зерноочисного обладнання тощо. Взагалі відходи це «...будь-які речовини, матеріали, і предмети, що утворюються у процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворенням чи виявлення та яких їх власник повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення» [2].

Відходи зернопереробних підприємств представляють собою легко відновлювальне дешеве і доступне джерело сировини для високоякісних кормів тваринництва після відповідної обробки, а також після ферментативної, мікробіологічної чи іншої біоконверсії для отримання енергетичного матеріалу.

Використання відходів у сучасному виробництві комбікормів забезпечить більш глибоку переробку зерна, зниження собівартості виробництва основної продукції за рахунок реалізації додаткової, розширить асортимент сучасної кормової бази, зробить зернопереробні підприємства більш екологічно безпечними.

У таблиці представлена номенклатура відходів зернопереробної галузі і найменування кормових продуктів із них.

Номенклатура вторинних сировинних ресурсів і кінцевої кормової продукції

	Вторинні сировинні ресурси і відходи	Найменування кормового продукту
1	Кормовий зернопродукт	Добавка до комбікорму, кормової суміші, корм у натуральному вигляді
2	Зернові відходи	Кормові суміші
3	Дрібне зерно	Кормові суміші, комбікорм
4	Висівки	Корм
5	Кормова дробинка	Кормові суміші у натуральному вигляді
6	Лузга	Кормові суміші, кормові дріжджі
7	Мучиця	Кормові суміші, комбікорм, корм у натуральному вигляді

Аспіраційні відходи, що утворюються у розмельному відділенні млина і уловлюються матерчатими фільтрами можуть бути використані як поліпшувач якості борошна вищих сортів, оскільки у своєму складі вони мають великий вміст білкових часточок [1].

Одним із мало використовуваних видів відходів зернопереробних підприємств є аспіраційний пил. На його долю приходить до 13% від загальної кількості відходів виробництва.

Пил зернопереробних підприємств утворюється на стадіях підготовки зерна до переробки (приймання, транспортування, розміщення зерна по силосах, попередня очистка зерна від домішок, очистка зерна на сепараторах, на трієрах тощо).

Одним із способів переробки аспіраційного пилу зернопереробних підприємств є гідроліз – процес перетворення полісахаридів у прості сахари. Гідролізму розпаду піддаються усі органічні компоненти пилу (вуглеводні, жири, білки).

Перспективним напрямком використання аспіраційних відходів зернопереробних підприємств є переведення їх у вторинні матеріальні ресурси у вигляді біомаси дріжджів.

Установлено [3], що дріжджова мікрофлора розвивається краще на поверхні поживного середовища. Тому, оскільки дріжджові мікроорганізми відносяться до аеробів, бажано процес здійснювати з використанням аераційних систем. Вихід біомаси залежить від складу аспіраційного пилу. При оптимальних параметрах ведення процесу, максимальний вихід біомаси настає після 20 – 24 годин перебування відходів у біореакторі.

Інформаційні джерела:

1. Айзикович Л.Е. Физико-химические основы производства муки [Текст] /Л.Е. Айзикович. – М.: Колос, 1975. – 239 с.
2. Закон України «Про відходи» від 5 березня 1998 р. № 1871 – ВР // Відомості Верховної Ради України. 1995. - № 27. – С. 198 (із змінами).
- 3.Карпова Г.В., Зайнугдинов Р.Р. Переработка аспирационных отходов зерноперерабатывающих предприятий в кормовые дрожжи // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. - №7. – С. 76 - 79.

*науковий керівник: Зацеклянний М.М.,
к.т.н., доцент, ОНАХТ*

УДК 621.592.2

THE WORKING FLUID COMPOSITION IMPACT ON THERMODYNAMIC EFFICIENCY OF THE INVERSE LINDE CYCLE

Rogut Michael, young scientist, ONAFT, Odessa

Generation of cold over a range of temperatures rather than at a steady temperature level is a distinctive feature of mixed refrigerant low-temperature refrigerating machines operating by both Linde-Hampson and auto-cascade cycles.

In conventional refrigerating systems, this feature could be considered as a disadvantage for inevitable increasing of irreversible losses in the systems' heat exchangers. However, the temperature glide in a refrigerating machine evaporators and internal heat exchangers could result in the losses reducing in cases where some dynamic flows of liquid or gases to be cooled down within a wide range of temperatures. From this perspective, the mixed refrigerant refrigerating systems look of sufficient promise for the tasks of natural gas liquefaction. Despite the fact that technical design of those systems has already been elaborated, a comprehensive methodology of the systems thermodynamic calculation to determine optimal values of the working mixture components and concentrations, operating hydraulic and temperature parameters is not available yet.

This paper represents an attempt to develop such a methodology. The object of the present study is a low-temperature refrigerating machine operating on the auto cascade cycle and capable of producing cold at two temperature levels simultaneously in a wide range of temperatures down to -195°C . A multi-component zeotropic mixture of refrigerants is used as the working fluid. A hermetic lubricated compressor, one phase separating unit, a triple-section internal recuperative heat exchanger and two evaporators make the main components of the refrigerator. Sophisticated correlations between the operating parameters of the refrigerator were revealed when analyzing the basic principles of the machine operation.

A comprehensive procedure of the auto-cascade cycle thermodynamic calculations considering peculiarities of the working fluid flow transformations through the loop was developed and reported. Building upon this procedure, an algorithm and computer program of full-scale numerical calculations to determine optimal values of such parameters as the working mixture component concentrations, operating temperatures and pressures considering the machine thermodynamic efficiency as a criterion function was implemented. To calculate thermodynamic and transport properties of multicomponent zeotropic mixtures of refrigerants the numerical procedures provided by NIST Standard Reference Database 23, v.9 and Database 4, v.3.2 (hydrocarbon mixtures database - SUPERTRAPP) were implemented into the program of the auto-cascade cycle optimization calculations. To demonstrate the program operability and potentials the design calculations of the refrigerator operating at the temperature level of -175°C were conducted and reported. The analysis of the results of calculations confirmed validity and particular relevance of the proposed approach implying the full-scale optimization of the system operating parameters.

*research supervisor: Rozhentsev A.V.,
Dr. of Sc., Prof., ONAFT*

РАЗРАБОТКА АБСОРБЦИОННЫХ БЫТОВЫХ ПРИБОРОВ С ТЕПЛОВЫМИ КАМЕРАМИ

*Казакина О.Н., аспирант, Козонова Ю.О., доцент, Волневич С.В.,
научный сотрудник, ОНАПТ, г. Одесса*

Перспективным, с точки зрения энергосбережения, направлением в современной технике является создание бытовых приборов, объединяющих функции холодильного хранения и тепловой обработки пищевых продуктов, полуфабрикатов и сельскохозяйственного сырья.

При проведении большинства бытовых технологических процессов температура не превышает 70 °С.

Из всех типов современного бытового холодильного оборудования таким температурным потенциалом обладают элементы абсорбционного холодильного агрегата (АХА) - дефлегматор и ректификатор.

Наиболее простой в конструктивном исполнении является схема с промежуточным теплопередающим устройством, которая предполагает минимум изменений в составе бытового комбинированного прибора и АХА.

Разработано и исследовано два типа таких бытовых приборов - с воздушной ТК и жидкостной ТК.

Расчет конструктивных параметров ТК был проведен по тепловой нагрузке на подъемном участке дефлегматора 19...22 Вт.

Толщины теплоизоляции боковых стенок, дна и крышки определены в результате математического моделирования нестационарных температурных полей. При этом учитывались: ориентация поверхностей камеры и ее тепловая связь с холодильной камерой; конструктивные особенности ТК (воздушная камера выполнена в виде шкафа, а жидкостная в виде ларя); коэффициент рабочего времени КРВ серийной модели бытового однокамерного абсорбционного холодильника «Кристалл-408» АШ -150 .

Опытные конструкции были изготовлены на Васильковском заводе холодильников. Во всех случаях наружные геометрические параметры ТК составляли: высота – 0,420 м; глубина – 0,540 м; ширина – 0,570 м; полезный объем – 35 дм³. Толщина теплоизоляции: боковых стенок – 0,080 м; дна – 0,075 м; крышки, задней и передней стенок – 0,10 м. В жидкостной ТК внутренний корпус был изготовлен в виде целостного короба. Материал короба - нержавеющая сталь. Толщина стенки – 0,001 м.

Внутренний корпус воздушной ТК изготовлен из пищевого алюминия.

Толщина стенки составляла – 0,001 м. Для обеспечения тепловой связи подъемного участка дефлегматора АХА с ТК использовался двухфазный термосифон (ДФТС) длиной 1,2 м и диаметром – 0,010 × 0,001 м. Материал корпуса ДФТС - нержавеющая сталь. Теплоноситель - этиловый спирт.

Крепление ДФТС к дефлегматору диаметром 0,016 × 0,0014 м осуществлялось при помощи медной обжимающей пластины, причем для снижения термического сопротивления в зоне контакта находился сжатый высокопористый ячеистый материал на основе меди, поры которого были заполнены теплопроводной пастой КТП-8.

Во всех случаях испарительный участок ДФТС крепился в нижней части подъемного участка дефлегматора и устанавливался параллельно ему.

Длина участка испарения ДФТС в исследованиях варьировалась путем изменения зоны тепловой связи с дефлегматором. Транспортная зона ДФТС закрывалась теплоизоляционным кожухом. Длина конденсационного участка ДФТС не изменялась и составляла – 0,3 м.

В связи с недостаточной величиной тепловой мощности дефлегматора для подогрева воды либо другой жидкости в ТК изучалась и работа аппарата в режиме термостатирования. В этом случае вода нагревалась до температуры 60 °С специальным электронагревателем, а после его отключения тепловые потери в окружающую среду компенсировались за счет подвода тепла от дефлегматора, что позволяло поддерживать температуру в ТК в диапазоне 55...65 °С.

С учетом результатов экспериментальных исследований проведен вариантный расчет толщины теплоизоляции ТК.

Рассмотрено два варианта теплоизоляции – пенополиуретан и стекловолокно, при этом зафиксирована наружная ширина (0,570 м) и глубина (0,54 м), в соответствии со стандартными размерами холодильного шкафа.

Выбор определенной конструкции ТК проводится с учетом располагаемой тепловой нагрузки подъемного участка дефлегматора с температурным уровнем 70 °С и выше, при этом варьируемыми параметрами являются: тип тепловой изоляции (стоимость); полезный объем ТК; высота ТК.

Выводы:

1. Установлено, что перспективным направлением энергосбережения в бытовой технике является разработка приборов, совмещающих функции холодильного хранения и тепловой обработки пищевых продуктов, полуфабрикатов и сельскохозяйственного сырья. В таких комбинированных приборах теплота, выделяющаяся при реализации холодильного цикла, не

отводится в окружающую среду, а передается в специальную ТК, температура воздуха в которой может достигать 70 °С.

2. Экспериментальные исследования бытовых комбинированных приборов абсорбционного типа, созданных на базе серийной модели ВЗХ “Кристалл – 408” АШ-150 показали, что введение в состав бытовых абсорбционных холодильников дополнительной ТК, связанной в тепловом отношении с подъемным участком дефлегматора АХА, не приводит к росту энергопотребления и не ухудшает эксплуатационные характеристики камер охлаждения.

3. Дальнейшие исследования и разработки в области комбинированных бытовых приборов целесообразно проводить для АХА, работающих на неэлектрических источниках тепловой энергии.

*научный руководитель: Титлов А.С.,
заведующий кафедрой ТТТЭ, д.т.н., профессор, ОНАПТ*

УДК 621.57:66.081.2:628.116

РОЗРОБКА МАЛИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ФЕРМЕРСЬКИХ І СЕЛЯНСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ НА ПОНОВЛЮВАНОМУ ДЖЕРЕЛІ ЕНЕРГІЇ

Карпетров В.С. молодий вчений, ОНАХТ, г. Одеса

Сучасні вимоги до холодильних апаратів передбачають екологічну безпеку робочого тіла, широкі функціональні можливості, низьке енергоспоживання і мінімальну вартість. У максимальній степені таким вимогам задовольняє холодильна техніка абсорбційного типу, особливо в сільській місцевості. Реалізація холодильного циклу відбувається в абсорбційному холодильному апараті (АХА) при змінних температурах у випарникові (від мінімальної на вході – до максимальної на виході). Ця особливість, а також можливість легко змінювати величину холодопродуктивності в широких межах, дозволяє використати АХА для отримання широкого спектру температур холодильного зберігання – від мінус 18 °С (тривале низькотемпературне зберігання заморожених продуктів) до 10...12 °С (зберігання овочів і фруктів).

В ОНАХТ розроблений абсорбційний холодильник що робить з поновлюваною тепловою енергією, яку виробляє газогенератор.

Газогенератор - апарат для термічної переробки твердих і рідких палив у пальні гази. Таку переробку здійснюють в присутності повітря, вільного чи зв'язаного кисню (водяної пари). Гази, які одержують у газогенераторі, називають генераторними.

Горіння твердого палива в газогенераторі на відміну від будь-якої топки здійснюється у великому шарі і характеризується надходженням кількості повітря, недостатньої для повного спалювання палива (наприклад, при роботі на пароповітряному дутті в газогенератор подається 33...35 % повітря від теоретично необхідного). Гази, що утворюються в газогенераторі, містять продукти повного згоряння палива (вуглекислий газ, вода) і продукти їхнього відновлення, неповного згоряння і пірогенетичного розкладання палива (чадний газ, водень, метан, вуглець). У генераторні гази переходить також азот повітря.

У сільській місцевості, як правило, мається велика кількість відходів деревини у вигляді тирси, тріски, кори, гілок, шматків дерева, побутового сміття і т.п. У цілому, ці відходи є коштовною енергетичною сировиною і можуть бути перероблені в газогенераторних установках у теплову енергію методом піролізного генерування газу.

Традиційні котли, призначені для спалювання перерахованих вище відходів, характеризуються низькою енергетичною ефективністю (40...50 %) і збільшеною емісією чадного газу і сажі. Газогенератор має енергетичну ефективність близько 90 %. Газ, отриманий у газогенераторі, пересилається в камеру згоряння і там спалюється до безпечних для навколишнього середовища газів: вуглекислого газу, азоту, водяної пари. Температура процесу генерування газу знаходиться в границях від 200 до 850 °С. У цих умовах з 1 тонни сухого дерева виробляється 2000 м³ пального газу. Енергетична цінність 1000 м³ газу - близько 1,4 МВт.

У газогенераторі можна використовувати низькокалорійні сорти деревини та її відходів з великим вмістом вологи (до 50 %). Висока енергетична ефективність газогенератора приводить до того, що, незважаючи на більш низьку енергетичну цінність деревних відходів у порівнянні з вугіллям, в остаточному підсумку 1 кг деревних відходів, які використано для генерування газу, замінюють спалювання 1 кг кам'яного вугілля в класичному котлі.

Техніко-економічний ефект від використання конструкції АДХМ, яка пропонується, полягає в тому, що на базі вузлів, які серійно випускаються на Васильківському заводі холодильників (Україна, Київська область), можна виготовити новий абсорбційний холодильник, що буде працювати з генераторним газом як джерелом теплового навантаження. Це особливо важливо для жителів районів з неякісною подачею електроенергії або в районах з відсутністю електрики.

Максимальний економічний ефект буде досягнутий при використанні в якості холодильних камер наявних господарських будівель (підвалів, льохів, сараїв, комор і т. ін.) після відповідної теплогідроізоляції огорожень. Найбільш перспективними можуть стати підземні спорудження (льохи, підвали), що характеризують мінімумом теплопритоків у теплий час року і високою тепловою інерційністю.

Найбільш економічно ефективним у такій конструкції є варіант із центральним газогенераторним пристроєм, з наступною роздачею генераторного газу по спеціальних теплоізольованих магістралях.

Абсорбційний холодильник з газогенератором може бути використаний і як транспортний холодильник, що особливо актуально для сільської місцевості, наприклад для первинної холодильної обробки фруктів (полуниці, винограду і т.д.) безпосередньо в місцях збору.

Одне з практичних застосувань розробок абсорбційного холодильника з газогенератором зв'язано зі ставковим і річковим рибництвом. Великою проблемою в рибницьких господарствах є збереження великих порід риб (білого амура, коропа, товстолобика) перед спуском ставків на зиму.

Пересувні платформи або причепи можуть бути обладнані абсорбційними холодильниками з газогенераторними пристроями і вирішувати задачі первинної холодильної обробки безпосередньо в місцях лову з наступною доставкою охолодженої продукції в місця стаціонарного збереження [5]. Слід зазначити і досвід практичного використання в СРСР у 1930-1940 роках газогенераторних установок у якості основного і допоміжного джерела палива двигунів легкових і вантажних автомобілів.

*научний керівник: Титлов А.С.,
заведуючий кафедрою ТТТЭ, д.т.н., професор, ОНАПТ*

УДК 663.93

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОФЕ

Козонова Ю.А., молодой ученый, доцент, ОНАПТ, г. Одесса

На предприятии по производству кофе «UkrCoffee» проводится проектирование системы кондиционирования воздуха (СКВ) для поддержания требуемых параметров воздушной среды в производственных и складских помещениях. Для проектирования СКВ необходима информация о теплопритоках в обрабатываемое помещение, в том числе и о теплопритоках, вносимых продуктами и сырьем [1], в частности с необжаренными зернами

кофе. Проведенный анализ научно-технической литературы и интернет-ресурсов [2, 3], показал полное отсутствие справочных данных о теплофизических свойствах кофе, которые необходимы для расчета его тепловых режимов – теплоемкости, теплопроводности и температуропроводности. Кроме этого отсутствуют данные о плотности как зерен (зерновки) кофе, так и природы зерна кофе (насыпной плотности зерна кофе).

Теоретический расчет теплофизических свойств не только насыпной плотности зерна кофе, но и самих зерновок, невозможно провести из-за большого количества неизвестных факторов – пористости зерновки, скважности слоя дисперсного материала, теплофизических компонентов составляющих зерна кофе. В связи с вышеизложенным, был выбран экспериментальный метод определения теплофизических характеристик кофе в виде зерновой массы.

Таким образом, задача данного исследования состоит в следующем:

а) в определении насыпной плотности зерна кофе; б) в разработке методики теплофизических исследований свойств зерновой массы кофе; в) в проведении теплофизических исследований и обработки их результатов.

Для проведения теплофизических исследований сотрудниками предприятия по производству кофе «UkrCoffee» были переданы образцы зерен кофе.

Натура или насыпная плотность зерна кофе определялась традиционным объемно-весовым методом [2, 3] с помощью лабораторного оборудования Одесской национальной академии пищевых технологий (ОНАПТ).

Получено значение насыпной плотности зерна кофе $\rho_{нас} = 674 \text{ кг/м}^3$ или удельный объем насыпной плотности зерна $\nu_{нас} = 1,484 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{кг}$.

Согласно рекомендациям [2], физическая плотность зерновки кофе определялась погружением зерновой массы в воду.

Получена истинная или физическая плотность зерновки кофе $\rho_{физ} = 1087 \text{ кг/м}^3$ и скважность (порозность) слоя дисперсного материала (зерновой массы), которая представляет собой отношение объема воздушных пор в слое к общему объему слоя $\mathcal{E} = 0,38$.

С учетом жестких ограничений по времени при выборе методов теплофизических исследований остановились на экспресс-методах [2, 5], которые позволяют оперативно провести исследования с достаточной для инженерных расчетов точностью.

Были выбран экспресс-метод, разработанный специалистами ОНАПТ [4], которые рассматривают зерновую массу как пористое тело.

Теоретическое обоснование метода следующее.

Принимаем, что тепловой поток в центральной части пластины перпендикулярный ее поверхности. Исследуемый массив считаем однородным. В начальный момент времени температура во всех точках одинакова (θ_0), за исключением той части, что занимает погруженная нагретая пластина (h – толщина пластины, T_0 – температура пластины).

Уравнение теплопроводности в одномерном случае при нестационарном режиме имеет вид

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = a \cdot \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2},$$

где $a = \frac{\lambda}{c \rho}$ – коэффициент температуропроводности, м²/с; c – массовая теплоемкость, Дж/(кг·К); ρ – плотность, кг/м³; θ – текущая температура шлама в точке x в момент времени τ , т.е. $\theta = f(x, \tau)$.

Экспериментальная установка засыпалась зерновой массой кофе, а затем в нее погружалась, предварительно нагретая до ~ 70 °С медная пластина.

Измерения температур в характерных точках проводили 1 раз в 30 с в начальный и конечный периоды.

Базовые данные экспериментальной установки:

а) расстояние от нагретой пластины до датчика температуры (термопары) в объеме зерновой массы $x = 0,021$ м; б) плотность материала пластины и теплоемкость, соответственно, $\rho_{пл} = 8890$ кг/м³; $C_{пл} = 385$ Дж/(кг·К); в) коэффициент $A_0 = 2900$.

По экспериментальным результатам определен промежуток времени прохождения температурной волны $\tau_{\max} = 540$ с.

Рассчитан коэффициент температуропроводности зерновой массы $a = 4,083 \cdot 10^{-7}$ м²/с.

Обработка результатов опыта проводилась по данным в трех точках: 780 с; 1020 с; 1260 с.

Осредненные данные опыта дают следующие результаты:

а) удельная массовая теплоемкость зерновой массы

$$C_{\text{зерн.массы}} = 2244 \text{ Дж/(кг·К)};$$

б) коэффициент теплопроводности зерновой массы

$$\lambda_{\text{зерн.массы}} = 0,159 \text{ Вт/(м·К)}.$$

В связи с отсутствием данных по теплофизическим свойствам зерновки кофе были проведены оценочные оценки на основе полученных экспериментальных данных.

Так, например, удельная массовая теплоемкость зерновки может быть получена из формулы

$$C_{\text{зерн.массы}} = C_{\text{воздуха}} \cdot \xi_{\text{воздуха}} + C_{\text{зерновки}} \cdot \xi_{\text{зерновки}},$$

где $C_{\text{воздуха}}, C_{\text{зерновки}}$ – удельная массовая теплоемкость, соответственно, воздуха в порах зерновой насыпи ($C_{\text{воздуха}} = 1005$ Дж/(кг·К)) и зерновки кофе, Дж/(кг·К);

$\xi_{\text{воздуха}}, \xi_{\text{зерновки}}$ – массовая доля, соответственно, воздуха в порах зерновой насыпи и зерновки кофе.

Расчеты показали, что $\xi_{\text{воздуха}} = 0,0022$, т.е. наличием воздушной среды можно пренебречь и удельную массовую теплоемкость зерновки кофе принять равной $C_{\text{зерн.массы}} = C_{\text{зерновки}} = 2244$ Дж/(кг·К).

Коэффициент теплопроводности зерновки можно определить из формулы для расчета эффективной теплопроводности пористого тела [5]:

$$\lambda_{\text{зерн.массы}} = \lambda_{\text{воздуха}} \cdot \varepsilon + \lambda_{\text{зерновки}} \cdot (1 - \varepsilon),$$

где $\lambda_{\text{воздуха}}, \lambda_{\text{зерновки}}$ – коэффициенты теплопроводности, соответственно, воздуха в порах зерновой насыпи ($C_{\text{воздуха}} = 0,0267$ Вт/(м·К)) и зерновки кофе, Вт/(м·К).

Из формулы (11) находим коэффициент теплопроводности зерновки кофе

$$\lambda_{\text{зерновки}} = \frac{\lambda_{\text{зерн.массы}} - \lambda_{\text{воздуха}} \cdot \varepsilon}{1 - \varepsilon} = 0,240 \text{ Вт/(м·К)}.$$

Выводы: В результате экспериментальных исследований и расчетов получены данные по теплофизическим свойствам зерновки кофе и зерновой массы кофе, в частности:

а) значение насыпной плотности зерна кофе $\rho_{\text{нас}} = 674$ кг/м³ или удельный объем насыпной плотности зерна $\nu_{\text{нас}} = 1,484 \cdot 10^{-4}$ м³/кг;

б) истинная или физическая плотность зерновки кофе $\rho_{\text{физ}} = 1087$ кг/м³ и скважность (порозность) слоя дисперсного материала (зерновой массы), которая представляет собой отношение объема воздушных пор в слое к общему объему слоя $\varepsilon = 0,38$;

в) коэффициент температуропроводности зерновой массы $a = 4,083 \cdot 10^{-7}$ м²/с;

г) удельная массовая теплоемкость зерновой массы,

$$C_{\text{зерн.массы}} = 2244 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К});$$

д) коэффициент теплопроводности зерновой массы

$$\lambda_{\text{зерн.массы}} = 0,159 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К});$$

е) удельная массовая теплоемкость зерновки кофе

$$C_{\text{зерновки}} = 2244 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К});$$

ж) коэффициент теплопроводности зерновки кофе

$$\lambda_{\text{зерновки}} = 0,240 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

Источники информации

1. Пеклов А.А., Степанова Т.А. Кондиционирование воздуха. – К.: Вища школа, 1978. – 328 с.

2. Гинзбург А.С., Громов М.А. Теплофизические свойства зерна, муки и крупы. – М.: Колос, 1984. – 304 с.

3. Чудновский А.Ф. Теплофизические характеристики дисперсных материалов. – М.: Госиздат. физ.-мат. лит.-ры, 1962. – 456 с.

4. Лыков А. В. Теплообмен: Справочник. – Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Энергия, 1978. – 480 с.

*научный руководитель: Титлов А.С.,
заведующий кафедрой ТТТЭ, д.т.н., профессор, ОНАПТ*

УДК 621.1

СИСТЕМА АВТОНОМНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ МНОГОПРОФИЛЬНОГО ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Минев А.Б., студент, ОНАПТ, г. Одесса

Возобновляемые источники энергии позволяют сельхозпредприятиям почти полностью отказаться от закупок энергоносителей и перейти к автономному энергоснабжению. Это направление развития можно рассматривать как магистральный путь повышения эффективности и экологичности таких хозяйств. Наиболее перспективными в этом направлении представляются использование биомассы, образующейся в хозяйствах в качестве отходов растениеводства, садоводства и животноводства, а также выработка тепла и электроэнергии в когенерационных установках, работающих на биогазе.

В данной работе предложена система автономного энергоснабжения для многопрофильного фермерского хозяйства, включающая разработанный

биогазогенератор и цех для производства топливных гранул (пелет). Основными этапами работы были анализ энергопотребления на объекте исследования, разработка системы энерго- и теплоснабжения объекта исследования, разработка биогазогенератора для предложенной энергосистемы, оценка эффективности использования предложенных систем.

В основе разработанной системы – производство биогаза из отходов животноводства с дальнейшим использованием этого биогаза в дизельной когенерационной установке для выработки тепла и электрической энергии. Разработанный биогазогенератор рассчитан на круглогодичный режим эксплуатации. Температурный уровень анаэробного брожения в биогазогенераторе – мезофильный (35 – 37 °С).

Выхлопные газы когенерационной установки направляются в теплицу для подогрева и обогащения атмосферы теплицы углекислым газом, что ускоряет рост растений и повышает их урожайность. Отходы теплицы направляются либо на выработку биогаза, либо на производство пелет. Для производства пелет также используется солома и другие отходы зернового хозяйства фермера. Кроме того источником биомассы для пелет является виноградная лоза, получаемая в результате ежегодной обрезки виноградников. Пелеты используются в самом хозяйстве для получения дополнительного тепла в твердотопливном котле, а остаток пелет может быть продан сторонним потребителем и служить дополнительным источником доходов фермерского хозяйства.

Разработанные методики и полученные результаты могут быть распространены на широкую группу больших фермерских хозяйств, которые занимаются одновременно растениеводством открытого и закрытого грунта и животноводством.

*научный руководитель: Бошков Л.З.,
к.т.н., доцент, ОНАПТ*

УДК 664:661

ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСІВ ОСАДЖЕННЯ І ФІЛЬТРУВАННЯ СТІЧНИХ ВОД ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Оренчук Є.А., студент, ОНАХТ, м. Одеса

Зернопереробні підприємства споживають відносно невелику кількість води, що використовується в технологічних і господарсько-побутових цілях. Існуючі до цього часу системи очистки стічних вод не є

достатньо ефективними. У зв'язку з цим стоки мають у своєму складі домішки, зокрема: зважені домішки, мінеральні і органічні розчинні й нерозчинні речовини в кількостях, у декілька разів перевищуючих гранично допустимі концентрації (ГДК), що не дозволяє скидати їх без попередньої очистки у каналізаційну мережу, водойму, чи використовувати повторно. Основною перешкодою для скидання стічних вод у каналізацію і водойму є вміст грубодисперсних домішок.

Через перевищення ГДК при скиданні стічних вод у каналізаційну мережу на зернопереробні підприємства накладають штрафи й інші санкції, навіть до призупинення діяльності підприємства чи його закриття. Тому розробка технологічних схем і режимів очистки стічних вод зернопереробних підприємств від грубодисперсних домішок при мінімальних затратах є актуальною науково-технічною задачею.

Внаслідок виконання роботи нами вирішувалися наступні задачі:

- уточнювався склад забруднень і обсяг виробничих стічних вод зернопереробних підприємств;

- встановлювалися кінетичні закономірності процесів осадження і фільтрування для різних способів очистки, видів відстійників і характеристик фільтрувальних матеріалів;

- визначалися режими процесів осадження і фільтрування, які забезпечують задану ступінь виділення зважених речовин.

Установлено, що при річному об'ємі витрат води на технологічні потреби, які становлять 0.3...3.0 тис. м³ – для мукомельних і круп'яних заводів, 20...200 м³ – для елеваторів і хлібоприймальних підприємств, стічні води насичені забрудненнями у десятки разів перевищуючими допустимий санітарними нормами рівень їх концентрації.

До складу забруднень стічних вод входять мінеральні частинки, приблизно 30%. Важко виділяючі частинки розміром менше 0.25 мм досягають 25% від загального обсягу забруднень. Окисляемість стічних вод значно більша величини БСК, що затрудняє використання біохімічних методів очистки.

На підставі аналізу використовуваних методів очистки стічних вод промислових підприємств виявлено відсутність ефективних методів очистки стічних вод зернопереробних підприємств, а також те, що існуючі методи для них є неприйнятними у зв'язку з експлуатаційною складністю, недостатньою надійністю і низькою ефективністю очистки.

У зв'язку з цим була розроблена низка пристроїв для відстоювання і фільтрування стічних вод зернопереробних підприємств [1, 2], які дозволяють виділяти плаваючі, зважені, грубодисперсні й тонучі домішки.

Аналіз теоретичних основ процесів фільтрування показав, що збільшення продуктивності фільтрів досягається підвищенням різниці тисків,

радіуса і кількості капілярів, зниженням в'язкості, зменшенням кривизни капілярів і товщини фільтраційного шару. Стосовно насипної фільтрувальної загрузки встановлено, що при виборі режимів фільтрування і характеристик фільтрувального шару, які забезпечують задану ступінь очистки, доцільно використовувати безрозмірні змінні процесу фільтрування $X = bx$ і $T = at$, що входять у рівняння для визначення захисної дії фільтра

$$\frac{d^2 y}{dx \cdot dt} + \frac{dY}{dX} + \frac{dY}{dT} = 0, \quad 1$$

де $Y=C/C_0$ - відношення даної концентрації до початкової;

t - час фільтрування;

x - висота шару фільтрувальної загрузки;

a і b - параметри фільтрування, які визначають швидкість відриву і прилипання часточок.

Крім значень X і T , необхідно визначати і гідралічний ухил

$$I = 5.2 \cdot 10^{-3} \mu v w^2 / n^2, \quad 2$$

де μ - в'язкість середовища Па* с;

v - швидкість фільтрування, м/год.;

w - сумарна поверхня стінок порових каналів у одиниці об'єму шару, м²;

n - пористість шару.

Показана необхідність установлення кількісної міри зв'язку між гідралічним ухилом у перетину замуленої загрузки, початковим гідралічним ухилом, початковою пористістю загрузки і питомим об'ємом осаду.

Важливим для розрахунку фільтрів є залежність втрат напору по висоті фільтру, яку можна визначити, використовуючи значення параметрів: a , b , A і величини гідралічного ухилу I в залежності від швидкості фільтрування і розмірів зерен фільтрувального шару. Величина $A = \Delta n_{np} / n_0$ являє собою гранично можливу у даних умовах насиченість парового простору відношенням гранично питомого об'єму осаду до початкової пористості чистої загрузки n_0 .

Швидкість осадження і фільтрування знаходяться у складній неоднозначній залежності з іншими довільно заданими характеристиками процесу, тому вибір режимів відстоювання і фільтрування має безліч рішень.

На підставі проведених експериментальних досліджень уточнено склад забруднень стічних вод зернопереробних підприємств і показано, що на 18...25% вони складаються з часток, які важко виділяються, розмірами менше ніж 0.25 мм, із загальною концентрацією зважених речовин більше 3000 мг/дм³, що у 6...10 разів перевищує гранично допустимі санітарні норми.

Зміни значень показників “зважені речовини”, “сухий залишок”, “мікроорганізми” досягають, відповідно, 62%, 93% і 63%, які необхідно враховувати при виборі способів і визначенні режимів очистки стічних вод.

Виявлені деякі характеристики основних етапів очистки стічних вод зернопереробних підприємств – процесів осадження і фільтрування (швидкість осадження частинок, швидкість потоку рідини, властивості фільтрувального шару, режими осадження і фільтрування).

Крім того експериментальними дослідженнями показана доцільність здійснення процесів осадження зважених речовин протягом 25...30 хвилин. При цьому вдається позбутися до 60...80% найбільш крупних домішок у діапазоні зміни параметрів: початкова концентрація – від 1000 до 9000 мг/дм³, температура – від 10 до 25°C, висота шару рідини – від 50 до 150 мм. Подальше збільшення тривалості відстоювання не значно впливає на збільшення ефективності.

Інформаційні джерела:

1. А. С. 1574243 СССР, МКИЗ В. 01 D 21/02, В04 С 5/103. Вертикальный тонкослойный отстойник. / М.М. Зацерклянный, В.О. Путинцев, Т.Б. Столевич, В.А. Квантидзе (СССР). - № 4353508/31-26; заявл. 31.12.87; опубл. 30.06.90. Бюл. №24.

2. А. С. 1369751 СССР, МКИЗ В 01 D 21/02. Аппарат для осветления шламовых вод. / Н.В. Остапчук, Т.Б. Столевич, М.М. Зацерклянный, В.А. Волянский и В.А. Квантидзе (СССР). - №4064788/31-26; заявл. 30.04.86; опубл. 30.01.88. Бюл. №4.

*науковий керівник: Зацерклянный М.М.,
к.т.н., доцент, ОНАХТ*

УДК 621.575:620.91:662.997

СРАВНЕНИЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ ПО СТЕПЕНИ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Осадчук Е.А., молодой ученый, ОНАПТ, г. Одесса

В последние годы общепризнанными критериями техногенного воздействия на окружающую среду систем холодильной техники являются потенциал глобального потепления и потенциал разрушения озонового слоя,

соответственно, GWP и ODP. При анализе, наряду с ограничениями по ODP, рассматриваются ограничения по их влиянию на парниковый эффект. Учет прямого и косвенного вкладов осуществляется при помощи критерия полного эквивалента глобального потепления) – TEWI:

$$TEWI = [(GWP)_X Ln] + [(GWP)_X m_1(1 - \alpha_R)] + [(GWP)_n m_2] + nE\beta, \quad (1)$$

где $(GWP)_X$ – параметры хладагента – рабочего тела; $(GWP)_n$ – параметры хладагента – вспенивателя теплоизоляции; L – масса утечек хладагента при эксплуатации, кг. n – установленный срок эксплуатации (для бытовой холодильной техники – 10 лет); m_1 , m_2 – масса хладагента, соответственно, рабочего тела и вспенивателя теплоизоляции, кг; α_R – коэффициент возврата использованного холодильного оборудования (в странах ЕЭС составляет 0,75, в странах СНГ равен нулю); E – годовое потребление электрической энергии при эксплуатации бытового холодильного прибора, кВт·ч/год; β – масса CO₂, выделяющаяся при производстве 1 кВт·ч электроэнергии на электростанциях, кгCO₂/кВт·ч.

Первое слагаемое в формуле (1) учитывает утечки хладагента при эксплуатации, второе – утечки хладагента при невозврате использованного холодильного оборудования, третье – утечки вспенивающего хладагента из теплоизоляционных конструкций, четвертое – выделение CO₂ при производстве электрической энергии на электростанциях. Первые три слагаемых представляют собой прямой вклад в TEWI, четвертое – косвенный вклад.

С учетом современных тенденций перехода компрессионной холодильной техники на R134a, в том числе и при использовании его в качестве вспенивателя теплоизоляции, а также того, что в бытовых аппаратах используются герметичные компрессора соотношение для TEWI будет иметь вид:

а) для компрессионных холодильников:

$$(TEWI)_{KM} = [(GWP)_X m_1(1 - a_R)] + [(GWP)_n m_2] + nE\beta, \quad (2)$$

б) для абсорбционных холодильников:

$$(TEWI)_A = [(GWP)_n m_2] + nE\beta, \quad (3)$$

где индекс "x" относится к R134a, применяемого в качестве вспенивателя теплоизоляции.

Для бытовых АХП, использующих в качестве источника энергии органическое топливо, выражение для TEWI:

$$(TEWI)'_A = [(GWP)_X m_2] + nB\gamma, \quad (4)$$

где B – годовой расход органического топлива в горелочном устройстве АХП, кг/год; γ – масса CO_2 , выделяющаяся при сгорании 1 кг органического топлива, $kgCO_2/kg$ топлива.

Сравнительный анализ абсорбционных и компрессионных систем проведен для современных моделей мирового уровня, представляющих различные типы бытового холодильного оборудования: а) однокамерные, в дальнейшем – (**); б) двухкамерные (температура в МК не выше минус 18 °С), в дальнейшем – (**); в) специализированные морозильные камеры с температурой – не выше минус 18 °С, в дальнейшем – морозильники (М).

В расчетах использовались приведенные к 1 dm^3 полезного объема энергетические характеристики:

а) суточное потребление электрической энергии, которое учитывает различие объемов НТО (МК) и ХК:

$$\bar{E}_C = \frac{E_C(1 - V'/V_\Sigma)}{V_\Sigma}, \quad (5)$$

V' , V_Σ – полезный объем НТО (МК) и полный объем, соответственно, dm^3 ;

б) суточный расход органического топлива в горелочном устройстве АХП:

$$\bar{B}_C = \frac{\bar{E}_C 3600}{\Delta H \eta}, \quad kg/(сут \cdot dm^3) \quad (6)$$

где ΔH – теплота сгорания органического топлива, kJ/kg ;

η – КПД горелочного устройства при работе на органическом топливе.

Результаты анализа позволили сделать вывод, что в сложившихся условиях в Украине эксплуатация абсорбционных моделей холодильников на органическом топливе будет оказывать соизмеримое или меньшее, по сравнению с компрессионными аналогами, техногенное воздействие на окружающую среду.

*научный руководитель: Титлов А.С.,
заведующий кафедрой ТТЭ, д.т.н., профессор, ОНАПТ*

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ, РАБОТАЮЩИХ С НЕСТАБИЛЬНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

*Озолин Н.Е., магистрант, Холодков А.О., аспирант, Ищенко И.Н.,
к.т.н., ассистент, ОНАПТ, г. Одесса*

Известные подходы к расчету АВХМ [1-3] для работы в системах с солнечным подогревом не могут быть использованы из-за не учета взаимной зависимости трех уровней температур: высшей в генераторе (греющего источника) – низшей в абсорбере (окружающей среды) – кипения в испарителе. Тогда как известно [4], что из этих трех температур только две могут быть выбраны относительно произвольно, а третья температура определяется однозначно.

Такой вывод был получен авторами [4] при анализе теплового коэффициента идеального цикла произвольной абсорбционной холодильной машины в котором:

- а) зона дегазации стремится к нулю и процессы в генераторе и в абсорбере протекают практически при постоянной температуре;
- б) абсорбент не обладает собственным парциальным давлением и теплота дефлегмации отсутствует.

Из теоретической зависимости теплового коэффициента идеального цикла такой машины

$$\eta_{теор} = \frac{\frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_h}}{\frac{1}{T_o} - \frac{1}{T_k}}$$

(1)

где T_a , T_h , T_o , T_k – температуры в процессах абсорбции, генерации, кипения и конденсации соответственно и последующего ее упрощения с учетом реального допущения

$$T_w = \frac{T_k + T_a}{2}$$

(2)

где T_w – температура охлаждающей среды, К,

$$\eta_{teor} = \frac{\frac{1}{T_w} - \frac{1}{T_h}}{\frac{1}{T_o} - \frac{1}{T_w}}$$

(3)

авторы [2] получили зависимость $T_h = f(T_o, T_w)$ для работы на водоаммиачном растворе (ВАР) при $\eta_{teor} = 1$

$$T_h = \frac{1}{\frac{2}{T_w} - \frac{1}{T_o}}$$

(4)

Очевидно, что реальные циклы АВХМ отличны от идеального, но какие либо сведения о зависимостях типа (4) для них отсутствуют.

Актуальность в определении зависимостей типа (4) связана и с активным продвижением на рынке отопительной техники и солнечных коллекторов. Наибольшее распространение получили модели, работающие с водой в качестве теплоносителя.

Недостаток их в комбинированной схеме “солнечный коллектор - АВХМ” связан с ограниченным уровнем температур греющего источника (порядка 100 °С).

На рынке солнечных коллекторов имеются и модели на органических теплоносителях с рабочим уровнем температур до 250 °С, но они имеют большую стоимость и выбор их должен быть обоснован.

Для анализа зависимостей $T_h = f(T_w, T_o)$ реальных АВХМ был составлен алгоритм расчета.

Рассмотрена традиционная простейшая схема АВХМ, включающая два регенеративных теплообменника – растворов и холодильного агента.

Исходными данными для анализа являлись:

а) перепад температур между греющей средой и слабым ВАР на генераторе АВХМ - $\Delta t_h = 10^\circ C$;

б) перепад температур между охлаждающей средой и крепким ВАР в абсорбере - $\Delta t_{wa} = 5^\circ C$;

в) перепад температур между охлаждающей средой и конденсатором (выходом дефлегматора) - $\Delta t_{wk} = 5^\circ C (\Delta t_{wD} = 5^\circ C)$;

г) перепад температур между испарителем и источником холода - $\Delta t_o = 5^\circ C$;

д) перепад температур между слабым и крепким ВАР на “холодном” конце регенеративного теплообменника растворов - $\Delta t_{TO} = 5^{\circ}C$;

е) перегрев пара аммиака в регенеративном теплообменнике $\Delta t_{PTO} = 5^{\circ}C$.

Для определения термодинамических теплофизических свойств ВАР использовались справочные данные [5]. Вирируемыми данными являлись:

а) температура греющей среды - t_h ;

б) температура окружающей среды - t_w ;

в) температура объекта охлаждения - t_o .

Во всех случаях определялись термодинамические параметры и состав рабочего тела в характерных точках цикла АВХМ. Основным показателем работоспособности АВХМ являлись кратность циркуляции ВАР

$$f = \frac{\xi_D - \xi_{сл}}{\xi_{кр} - \xi_{сл}},$$

(5)

где $\xi_D, \xi_{сл}, \xi_{кр}$ - массовая доля аммиака в паровой смеси, поступающей на вход дефлегматора, слабого ВАР на выходе генератора, крепкого ВАР на входе в генератор, соответственно.

Алгоритм поиска рабочих режимов АВХМ состоял в следующем.

На первом этапе задавались температуры объекта охлаждения $t_o =$ минус $30^{\circ}C$; минус $15^{\circ}C$; минус $5^{\circ}C$. Для каждого значения t_o проводился расчет с фиксированным значением t_w из диапазоном $25...43^{\circ}C$ с шагом в $1^{\circ}C$. Для заданных значений t_o и t_w проводился расчет кратности циркуляции по уравнению (5) с варьированием t_h с шагом в $1^{\circ}C$. В случае, если $f > 0$ делали вывод, что режим работы АВХМ может быть реализован, а в обратном случае, когда $f < 0$ - режим работы не существует.

Полученные зависимости представляют собой минимально необходимые значения температур греющей среды для условий работы реальных АВХМ.

Анализ этих результатов показывает, что АВХМ в системе с солнечным коллектором на воде в качестве теплоносителя может найти применение только в системах кондиционирования воздуха при температурах охлаждающей среды не выше $36...37^{\circ}C$.

Для работы в системах охлаждения с температурами до минус 30 °С необходима температура греющей среды 140...150 °С.

Выводы:

1. Разработан оригинальный алгоритм поиска минимально необходимой температуры греющей среды в зависимости от температур объекта охлаждения и охлаждающей среды для реальной АВХМ.

2. Сформулированы рекомендации для применения реальных АВХМ в комбинации с солнечными коллекторами.

3. В дальнейших исследованиях АВХМ, работающих с низкпотенциальными источниками тепловой энергии, целесообразно найти области рабочих параметров с максимальной энергетической эффективностью холодильного цикла.

Источники информации

1. Бамбушек Е.М., Бухарин Н.Н., Герасимов Е.Д., Явствиврев В.А., Ильин А.Я. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 423 с.

2. Галимова Л.В. Абсорбционные холодильные машины и тепловые насосы. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 1997. – 226 с.

3. Sathyabhama A., Ashok Babu T.P. Thermodynamic simulation of ammonia-water absorption refrigeration system // Thermal science. – 2008. – Vol.12. – № 3. – P. 45-53.

4. Бадылькес И.С., Данилов Р.Л. Абсорбционные холодильные машины. – М.: Пищевая пром-сть, 1966. – 356 с.

5. Богданов С.Н., Иванов О.П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Свойства веществ. Справочник. Изд. 3-е, перераб. и доп., М.: Агропромиздат, 1985. – 208 с.

*научный руководитель: Титлов А.С.,
заведующий кафедрой ТТТЭ, д.т.н., профессор, ОНАПТ*

УДК 621.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ЭЛЕВАТОРОВ

Парфенюк В.В., студент, ОНАПТ, г. Одесса

Использование возобновляемых источников энергии является одним из магистральных направлений повышения энергоэффективности и экологичности существующих технологий сушки зерна. Наиболее перспективными в этом направлении представляются сжигание биомассы в качестве альтернативного топлива для зерносушилок и применение солнечных подогревателей воздуха, направляемого в качестве окислителя в топку.

Биомасса в виде соломы, лузги и других отходов растениеводства является доступным источником энергии для большинства зерновых элеваторов. Проблемой является ее непосредственное сжигание в топках существующих котлов, рассчитанных на сжигание жидкого или газового топлива. Эта проблема решается путем применения процесса газификации биомассы. Показано, что использование газогенератора ЕКОД-1 на биомассе и присоединение его особым образом к зерносушилке ДСП-32 ОТ дает возможность существенной экономии жидкого топлива (свыше 70 %) без ухудшения качества обработки зерна.

Создание на базе существующего силоса солнечного подогревателя воздуха, который затем направляется непосредственно в топку, создает дополнительную возможность экономии ископаемого топлива до 8 %. При использовании пустующих земельных участков в качестве дополнительных солнечных коллекторов экономия может составить до 20 % топлива.

Разработана работоспособная конструкция модернизированной зерновой сушилки ДСП-32 ОТ для условий Любашовского элеватора.

Предложен ряд решений для солнечного воздухоподогревателя, отличающихся материалами и конструктивным исполнением абсорбера и изолирующего прозрачного покрытия. Принципиально новым элементом солнечного воздухоподогревателя является двустороннее омывание абсорбера потоком подогреваемого воздуха, что позволяет повысить эффективность отвода тепла от абсорбера и снизить температуру на стенке силоса.

Разработана методика расчета процессов теплообмена в солнечном воздухоподогревателе и проведены соответствующие поверочные и конструктивные расчеты. Новизна методики заключается в описании процесса теплообмена при двусторонней вынужденной конвекции в комбинации с двусторонним лучистым теплообменом в отличие от обычного случая комбинации свободной конвекции и лучистого теплообмена с одной стороны и теплопроводности с другой стороны абсорбера.

*научный руководитель: Бошков Л.З.,
к.т.н., доцент, ОНАИТ*

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ПРОЦЕССОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Суружий К.В., Сикорская О.В., студенты, ОНАПТ, г. Одесса

Вопросы энергосбережения являются для Украины важнейшими экономическими и экологическими проблемами на данном этапе развития. В качестве фактора, определяющего эти проблемы, нами рассмотрена полная эквивалентная эмиссия парниковых газов (ПЭЭПГ). Цель настоящей работы - адаптировать методику расчета ПЭЭПГ на полном жизненном цикле оборудования и производства для различных аппаратов пищевых предприятий. Для достижения указанных целей были поставлены следующие задачи (на примере хлебопекарного производства, реализованного с помощью печей различных типов):

- рассчитать ПЭЭПГ с возможно более полным учетом прямого и косвенного вкладов для хлебопекарных печей различных типов (ротационные, подовые, конвейерные, тупиковые), работающих как на газовом топливе, так и на электроэнергии, и на этой основе создать экоиндикаторы, характеризующие эколого-энергетическую эффективность технологического оборудования;

- проанализировать особенности работы хлебопекарных печей различных типов и определить характеристики их основных параметров с экологической точки зрения;

- рассчитать и проанализировать полную эквивалентную эмиссию парниковых газов на полном жизненном цикле оборудования хлебопекарного производства.

Методика расчета ПЭЭПГ, разработанная на кафедре ИТФ, адаптирована к эколого-энергетическому анализу коньячного и хлебопекарного производств и производства томатной пасты на полном жизненном цикле оборудования с учетом прямых и косвенных вкладов в конечный результат. Нами рассчитана и проанализирована полная эквивалентная эмиссия парниковых газов для процессов коньячного спиртокурения (аппараты шарантского и арманьячного типов) и хлебопекарного производства (ротационные, подовые, конвейерные и тупиковые хлебопекарные печи, работающих как на газовом топливе, так и на электроэнергии). Для анализа выбраны печи одного из ведущих производителей – Шебекинского машиностроительного завода. Расход потребляемых энергоресурсов определяли исходя из общего потребления в зависимости от производительности используемого оборудования и его

времени работы. Составлен материально-энергетический баланс хлебопекарных печей двух основных типов – туннельных и тупиковых, работающих с использованием природного газа и электричества. Расход потребляемых энергоресурсов определяли исходя из общего потребления в зависимости от производительности используемого оборудования и его времени работы.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что в процессе производства ПЭЭПГ для анализируемых аппаратов существенно отличается, что связано с отличиями в технологии и принципах работы оборудования. С точки зрения эмиссии парниковых газов в расчете на единицу количества выпускаемой продукции, некоторое преимущество имеют хлебопекарные печи тупикового типа, особенно при выпечке формового хлеба. Связано это с их относительно низкой стоимостью, меньшей занимаемой площадью и большей эффективностью использования топлива и рабочего пространства. Хлебопекарные печи с электрическим обогревом менее эффективны по сравнению с газовыми печами (эквивалентная эмиссия выше на 30-40%) и могут быть рекомендованы к использованию только в случае невозможности использования газовых печей по санитарным нормам.

Проведенный эколого-энергетический анализ позволил сформулировать экологические рекомендации для различных процессов пищевых производств и определить пути экономии топливно-энергетических ресурсов.

В последнее время технологическое развитие промышленности ориентировано на реализацию мер, направленных на экономию энергетических ресурсов и снижение антропогенной нагрузки на природу. Многие отрасли промышленности (в первую очередь – химическая и пищевая) для реализации технологических процессов совместно потребляют тепловую энергию и холод. На предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности работают весьма крупные централизованные холодильные установки, а также в течение года существует потребность в горячей воде. При этих условиях имеются все предпосылки для выгодного применения тепловых насосов (ТН). Тем не менее, из-за наличия большого количества ограничений с энерго-экономической точки зрения очень сложно на практике реализовать использование ТН для комбинированной выработки тепла и холода. В настоящее время использование тепловых насосов рассматривается как альтернатива другим способам отопления и горячего водоснабжения.

В настоящей работе поведена оценка эколого-энергетической целесообразности применения тепловых насосов в системах хладо- и теплоснабжения. Показано, что тепловые насосы имеют эколого-энергетическое преимущество в климатических условиях юга Украины. Наиболее экологически «чистым» процессом является применение тепловых

насосов при комбинированном производстве тепла и холода. Раздельное использование тепловых насосов для производства тепла и для производства холода увеличивает полный эквивалент глобального потепления на 60-62%. Основной вклад в эквивалентную эмиссию парниковых газов вносит потребление электричества компрессором теплового насоса и циркуляционными насосами. Применение тепловых насосов с использованием природных хладагентов оказывает меньшую антропогенную нагрузку на окружающую среду. Рассмотрены вопросы повышения экологической безопасности и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду путём применения новой серии хладагентов на основе гидрофторолефинов, которые обеспечивают экологически более “чистый” способ охлаждения.

*научный руководитель: Геллер В.З.,
д.т.н., профессор, ОНАПТ*

УДК 621.757:697.71

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОЛУЧЕНИЯ ХОЛОДА ЗА СЧЁТ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Радионова Т.А., студентка, ОНАПТ, г. Одесса

В настоящее время вопросам энергосбережения и экономии топливно-энергетических ресурсов уделяется большое внимание. Вместе с тем многие предприятия используют собственные теплоэнергетические установки, при этом только часть полученной энергии используется полезно и существенное количество тепла обычно выбрасывается в окружающую среду с продуктами сжигания топлива. Целью настоящей работы является исследование возможностей использования вторичных энергоресурсов для получения холода. Получение искусственного холода требуется как для реализации ряда технологий пищевых производств, так и для кондиционирования воздуха в производственных и офисных помещениях. Последнее особенно важно в связи с возросшими требованиями ВОЗ к качеству воздуха внутри помещений.

В настоящей работе рассматривается возможность производства искусственного холода за счёт вторичных энергоресурсов пищевых производств путём применения пароэжекторной холодильной машины (ПЭХМ). В отличие от парокомпрессионных холодильных машин, где затрачивается механическая энергия для привода компрессора, в ПЭХМ

подводится теплота от низкопотенциального источника, а сжатие происходит в струйном компрессоре - эжекторе. Эти машины просты по конструкции, надежны и безопасны в эксплуатации. Использование вторичных энергоресурсов в качестве источника тепла делает применение такой машины целесообразным и эффективным с эколого-энергетической точки зрения.

Эффективность работы холодильной машины, реализующей такой цикл, в большой мере зависит от выбора рабочего вещества. Такой холодильный агент должен обеспечивать кипение на уровне температур $0...-10^{\circ}\text{C}$ и конденсацию на уровне температур $30...40^{\circ}\text{C}$. Анализ показал, что в наибольшей степени указанным требованиям соответствуют хладоны R142b, R236fa, RC318 и R600a.

Для расчёта и анализа цикла ПЭХМ необходим набор данных по термодинамическим свойствам рабочих веществ. Для ряда хладонов экспериментально исследованы термодинамические свойства (давление насыщенных паров и плотность жидкости на линии насыщения). Такая экспериментальная информация является минимально необходимой для составления уравнения состояния. Уравнения состояния представлены в виде модифицированного уравнения Бенедикта – Вебба – Рубина (БВР), которое в настоящее время принято в качестве международного стандарта для описания свойств веществ. Эти уравнения использованы для расчёта термодинамических свойств и определения параметров в узловых точках цикла, что позволило рассчитать их основные тепловые и холодильные характеристики. Анализ показал, что хладон R142b по основным характеристикам может быть рекомендован для использования в качестве рабочего вещества пароэжекторной холодильной машины. Вместе с тем, молекулы R142b содержат атомы хлора, которые, как известно, разрушают молекулы озона в верхних слоях атмосферы. Это накладывает ограничения на применение этого вещества в реальных холодильных машинах.

Проанализированы также возможности применения в качестве рабочих веществ ПЭХМ хладонов R236fa, RC318 и R600a. Показано, что наиболее перспективными являются экологически безопасные хладагенты R600a и R236fa.

Целью настоящей работы является исследование возможностей использования вторичных энергоресурсов для получения холода с помощью пароэжекторной холодильной машины и теплового насоса, а также оценка эколого-энергетической целесообразности применения тепловых насосов в системах хладо- и теплоснабжения.

Для пароэжекторной холодильной машины выбраны рабочие вещества с термодинамическими свойствами, благоприятными с эколого-энергетической точки зрения (хладоны R142b и R245fa). Для них рассчитаны таблицы

термодинамических свойств, построены реальные диаграммы состояния и определены основные параметры в узловых точках цикла.

Обоснована целесообразность применения абсорбционной холодильной машины, использующей в качестве источника энергии вторичное тепло пищевых предприятий. Использование абсорбционных холодильных машин для кондиционирования и теплоснабжения даёт возможность осуществить их круглогодичную загрузку, упростить системы хладо - и теплоснабжения, создать экономичные, безопасные и малошумные машины. На основании проведённого анализа сделано заключение о том, что абсорбционные холодильные машины по ряду факторов являются более совершенными и могут быть признаны экономически и экологически перспективными.

Показано, что тепловые насосы имеют эколого-энергетическое преимущество при комбинированном производстве тепла и холода. Показано, что использование в тепловых насосах природных хладагентов R717 и R600a оказывает меньшую антропогенную нагрузку на окружающую среду.

С целью повышения экологической безопасности и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду рассмотрена возможность использования хладагентов серии Solstice на основе гидрофторолефинов (ГФО) HFO-1234yf (CF₃CF=CH₂: 2,3,3,3- тетрафторпропен) and HFO-1234ze(E) (CF₃CH=CHF: транс-1,3,3,3- тетрафторпропен). Эти вещества отличаются эффективностью, удобством использования и безопасностью и обеспечивают экологически более “чистый” способ охлаждения. Срок существования ГФО в атмосфере составляет от 11 до 18 дней (для сравнения: у R134a он составляет 14 лет), а потенциал глобального потепления за 100 лет равен 4 и 6, соответственно (для сравнения: у R134a он равен 1430). Хладагенты Solstice 1234yf и Solstice 1234ze прошли экспериментальную проверку и признаны не влияющими на разрушение озонового слоя.

*научный руководитель: Геллер В.З.,
д.т.н., профессор, ОНАПТ*

УДК 663.252.31

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ВИНОГРАДНОЇ МЕЗГИ

Король В.О., студентка 3 курсу ф-ту ТВКПіТ ОНАХТ, м. Одеса

Основні принципи технології переробки винограду за червоним способом полягають у екстрагуванні сушлом барвних речовин з мезги за

допомогою різних способів та апаратів [1]. Основна мета яких найбільш повне вилучення барвних і дубильних речовин зі шкірки та м'якоти винограду.

У виноробній галузі дуже актуальне питання максимального вилучення барвників з винограду для відповідного збільшення інтенсивності забарвлення червоних вин.

Таким чином, у технологічному процесі виробництва червоних вин існують дві актуальні проблеми, які потребують вирішення: витяг оптимальних для даного типу вина кількості барвників і дубильних речовин та забезпечення стабільності цих речовин у винах.

Підвищення вмісту антоціанів у червоних винах має значення не тільки для більшої привабливості забарвлення відповідно до складу і органолептичними особливостями червоних вин, але і для поліпшення якості вин під час зберігання, дозрівання і старіння.

Дослідження даного процесу [2] показують, що живі клітини тканин ягоди винограду утримують перебуваючі в них речовини та після дроблення антоціани виділяються тільки з розірваних клітин шкірки. Тому вина, отримані зброджуванням віджатою з цільних грон соку, дуже слабо пофарбовані. Навпаки, зруйновані клітини ягід, що легко віддають оточуючій їх рідині, що містяться в них речовини, причому антоціани легко проникають через їх оболонки.

При виробництві деяких типів вин (мандери, кагору, малаги) високотемпературна обробка, або витримка, є обов'язковим технологічним прийомом формування специфічних органолептичних властивостей виноматеріалів.

Процеси екстракції барвних і фенольних речовин з винограду найбільш інтенсивно відбуваються в інтервалі температур від 40 °С до 80 °С. Для вивчення впливу температури нагрівання мезги на зміну вмісту барвних речовин були виконані дослідження, результати яких представлені в таблиці 1.

Виробничий досвід [3] показує, що технологічним вимогам найбільшою мірою задовольняє спосіб, заснований на термічній обробці всієї мезги в умовах оптимальної температури. Для отримання добре пофарбованого суслу мезги достатньо нагрівати до температури 70 °С протягом 30 хвилин. Однак при такому режимі не завжди досягається необхідна повнота смаку у зв'язку з недоліком у вині дубильних речовин. Більш висока температура теплової обробки мезги небажана, оскільки вже при 80 °С в одержуваних столових винах виникають не властиві їм тони увареності і десертності. При температурі вище 80 °С відбувається теплова деградація барвних речовин винограду – антоціанів, в результаті чого кількість їх зменшується, а вміст фенольних речовин збільшується.

Ідеальним способом термічної обробки був би спосіб, при якому можна було б прогрівати тільки шкірку, але не всю ягоду. У цьому випадку

витрати тепла могли б бути зведені до мінімуму. Ферментні системи ягоди залишалися б не інактивованими, і після такої обробки не потрібно було б охолодження. Цим умовам відповідає короткочасна обробка винограду перегрітою парою або гарячим повітрям.

Таблиця 1

Зміна вмісту барвних речовин у суслі в залежності від температури мезги

Час аналізу	Барвні речовини, мг/л		
	35°C	45°C	60°C
Початковий вміст	210	214	287
2 години	404	428	406
4 години	466	602	384
6 годин	618	842	374

Аналіз отриманих даних показує, що процес екстракції найбільш інтенсивно протікає при температурі 45 °С і вже за 4 години можна отримати оптимальний вміст барвних речовин (620-640) мг/л. Гарні результати дає екстракція при температурі 35 °С і тривалості процесу 6 годин (610-630) мг/л з послідовним охолодженням до температури навколишнього середовища.

Перехід фарбувальних і фенольних речовин в сусло залежить від технологічного запасу їх в винограді. Технологічний запас антоціанів складає приблизно 32 % від загальної кількості їх у винограді, а у процесі бродіння у виноматеріал переходить (50-75) % (300-2000) мг/л фарбувальних речовин від усього технологічного запасу.

Досліди показали, що екстрагування при температурі 60 °С і більше недоцільно, оскільки при цьому в перші 2 години кількість барвних речовин у суслі збільшується, а потім значно зменшується.

Дотримання оптимальних температурних режимів обробки мезги дозволить отримувати високоякісні вина світового рівня.

Інформаційні джерела:

1. Зайчик, Ц.Р. Технологическое оборудование винодельческих предприятий [Текст] / Ц.Р. Зайчик. – М.: Агропромиздат, 1988. – 351 с.
2. Валуйко, Г.Г. Биохимия и технология красных вин [Текст] / Г.Г. Валуйко. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 296 с.
3. Иваненко, А.В. Переработка винограда и другого сырья [Текст] / А.В. Иваненко, К.М. Тенюх. – Одесса: Астропринт, 2002. – 312 с.

*науковий керівник: Волчок В.О.
к.т.н., зав. лабораторією, ОНАХТ*

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ПРИ ХРАНЕНИИ КРАСНЫХ СТОЛОВЫХ ВИН

Наумук А.В., студентка 3 курса ф-та ТВКПиТ ОНАПТ, г. Одесса

Обработка холодом сусла и вина составляет неотъемлемую часть технологии винодельческого производства. Охлаждение сусла и вина производится в трубчатых теплообменниках с применением холодильных установок [1].

Обработка вин холодом ускоряет их созревание, способствуя развитию вкусовых свойств в более короткие сроки, благоприятствует осветлению вин и повышению их устойчивости к заболеванию и помутнениям.

Известно, что понижение температуры помещения, в котором хранится вино, вызывает в нем осаждение виннокислых солей. Тот же эффект, но в более короткий срок, получается при искусственном охлаждении вина [2].

Для получения вин высокого качества в процессе брожения сусла или мезги необходимо поддерживать определенную температуру, не допуская ее повышения.

Потребность в холоде для бродящего сусла вычисляют, исходя из того, что при брожении одной грамм-молекулы сахара, равной 180 г, выделяется около 100 кДж тепла. Такое количество тепла может повысить температуру бродящей мезги на 20°C.

Охлаждение способствует выпадению солей, дубильных и красящих веществ и коагуляции белковых и пектиновых веществ.

Как известно, при понижении температуры жидкости растворимость газов в ней возрастает. Вино при низкой температуре абсорбирует кислород из воздуха, что оказывает влияние на качество вина. Поэтому, в технологическом процессе производства красных вин существует актуальный вопрос выбора оптимальной температуры хранения с целью сохранения стабильности красящих веществ в вине.

Кислород при низкой температуре окисляет соли закиси железа (виннокислые и фосфорнокислые) в соли окиси. Качественная реакция на присутствие солей железа в осадках после обработки вин холодом всегда дает положительные результаты. Таким образом, холод способствует удалению из вина избытка железных солей, являющихся весьма часто причиной почернения и помутнения вин.

Производственный опыт [3] показывает, что в результате понижения температуры винный камень и многие другие вещества превращаются в

нерастворимые частицы и оседают на дне. Но с повышением температуры они вновь становятся растворимыми. Чрезмерное переохлаждение негативно сказывается на качестве вина, так как вместе с нерастворимыми частицами осаждаются и красящие вещества, что приводит к осветлению вина.

Для решения проблемы стабилизации красных вин, в первую очередь, необходимо обладать надежными данными об изменениях антоцианов в процессе хранения вин, в том числе, о влиянии температурных режимов хранения на стойкость красящих веществ.

Для изучения влияния температуры хранения вина на изменение содержания красящих веществ был проведен ряд опытов, результаты которых представлены в таблице 1. Образцы хранились в анаэробных условиях при определенных постоянных температурах. Через 3, 6 и 12 месяцев определяли содержание красящих веществ в вине.

Таблица 1

Изменение содержания красящих веществ в вине

Периодичность анализа	Красящие вещества, мг/л					
	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
3 месяца	265	270	250	240	230	200
6 месяцев	360	315	280	250	225	205
12 месяцев	270	250	290	255	220	125

Анализ полученных данных показывает, что при хранении красного столового вина без доступа воздуха с повышением температуры до 30°C возрастает выпадение красящих веществ. Этот процесс наиболее интенсивен в первые 3 месяца. Именно на этот период хранения следует обращать особое внимание.

Наблюдения показали, что хранение вина при температурах от 5 °С до 15 °С не влечет заметного выпадения красящих веществ в первые 6 месяцев. Повышение температуры и сроков хранения приводит к выпадению красящих веществ из вина. Минимальное содержание красящих веществ через 12 месяцев наблюдалось в образцах, хранившихся при 30 °С. С целью сохранения стойкости красящих веществ в красном столовом вине температура хранения в анаэробных условиях не должна превышать 15 °С. Хранение при более высоких температурах приводит к снижению содержания красящих веществ.

Информационные источники:

1. Зайчик, Ц.Р. Технологическое оборудование винодельческих предприятий [Текст] / Ц.Р. Зайчик. – М.: Агропромиздат, 1988. – 351 с.

2. Валуйко, Г.Г. Биохимия и технология красных вин [Текст] / Г.Г. Валуйко. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 296 с.

3. Иваненко, А.В. Переработка винограда и другого сырья [Текст] / А.В. Иваненко, К.М. Тенюх. – Одесса: Астропринт, 2002. – 312 с.

4. Кишковский З.Н. Технология вина [Текст] / З.Н. Кишковский, А.А. Мержаниан. – М.: Легкая и пищевая пр-сть, 1984. – 504 с.

*науковий керівник: Волчок В.О.
к.т.н., зав. лабораторією, ОНАХТ*

УДК 532.13: 534.64

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СДВИГОВОЙ И ОБЪЕМНОЙ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ

Лукьянова А. С. молодой ученый, ОНАПТ, г. Одесса

Проблемы теории вязкости, механизмов ее проявлений, зависимости от внешних факторов и внутренних характеристик системы, являются до сих пор дискуссионными. Вязкость является структурочувствительным свойством, характеризующим как простую, так и сложную по составу систему. Различают коэффициенты сдвиговой и объемной вязкости. Сдвиговая вязкость, наиболее полно исследованная на настоящее время, характеризует свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению одного ее слоя относительно другого. Объемная вязкость характеризует свойства вещества необратимо превращать механическую энергию в тепло при неравновесной объемной деформации.

Современные теории сдвиговой вязкости зачастую носят эмпирический и полуэмпирический характер, в которых вязкость рассматривается как функция ряда параметров, таких как температура, мольный или удельный объем, энергия взаимодействия и пр. Первая модель течения вязкой жидкости описывается Ньютоном. В настоящее время эта модель усовершенствована С. Дартвелле, который учитывает не только полойное движение жидкости, но и перемещение молекул между слоями. Среди других моделей следует отметить теории возникновения вязкости Бачинского, Эйринга и Френкеля. В основе формулы Бачинского лежит представление о том, что вязкость жидкости определяется взаимодействием между молекулами. С увеличением межмолекулярного расстояния и сил межмолекулярного взаимодействия увеличивается вязкость. В основе теории Я.И. Френкеля лежит дырочная модель жидкости и представления

о тепловом движении ее молекул, положений равновесия и их скачков из одного положения равновесия в другое.

Объемная вязкость связана с релаксационным механизмом передачи энергии между внешними (поступательными) и внутренними (колебательными и вращательными) степенями свободы молекул. М. С. Крамер отмечает, что при достаточно низких температурах объемная вязкость возникает в результате перехода энергии только на вращательные степени свободы, и постепенно увеличивается с увеличением температуры. При достижении определенной температуры активируются колебательные степени свободы. С дальнейшим ростом температуры объемная вязкость постепенно уменьшается, так как молекулы оказывают меньшее влияние друг на друга. Таким образом, зависимость объемной вязкости от температуры будет иметь местный максимум (рисунок 1).

Однако в жидкости объемная вязкость связана не только с колебательной и вращательной релаксацией, также может происходить электронная релаксация, при которой возбуждаются электронные уровни молекул, и структурная, когда при изменении объема происходит перестройка внутренней структуры жидкости.

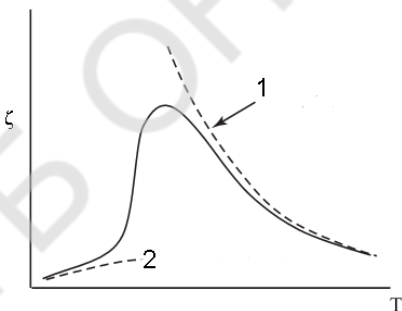


Рисунок 1 – Типичная зависимость объемной вязкости (ζ) от температуры [15]: 1 – асимптота Ландау–Тейлора; 2 – зависимость с учетом только вращательных степеней свободы.

Изучению вязкости уделяется большое внимание, однако вопросы разработки строгих количественных моделей остаются актуальными. Большинство теорий не способны описывать вязкость жидкость во всем диапазоне температур, что связано с отсутствием точной теории жидкого состояния вещества. В то же время, современный уровень развития науки и технологий, требует точных значений коэффициентов как объемной, так и сдвиговой вязкости. В частности, необходимость этих данных требуют

расчеты ударной волны при взрыве, моделирование реактивной струи самолетных и ракетных двигателей, моделировании фильтрации газожидкостных систем в пористой среде. Одним из способов оценки коэффициентов вязкости является использование косвенных методов, применение которых уже сейчас позволяет получить информацию о значении коэффициентов объемной вязкости.

Информационные источники:

1. Евдокимов И.Н., Елисеев Н.Ю. Молекулярные механизмы вязкости жидкости и газа. Ч.1 Основные понятия. – М.:РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2005. – 59 с.
2. Петров С.В., Сааков А.Г. Плазма продуктов сгорания в инженерии поверхности – К.: Топас, 2000. – 220 с.
3. **Dartevelle S.** All I wanna know 'bout Viscous Stress, электронный ресурс. Режим доступа http://www.granular.org/viscous_stress.html

*научный руководитель: Бошкова И.Л.,
к.т.н, доцент, ОНАПТ*

ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСІВ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ У ДИСКОВИХ БІОФІЛЬТРАХ

Юшкевич А.В., студент, ОНАХТ, м. Одеса

Стічні води зернопереробних підприємств, що пройшли попередню очистку методами проціджування, відстоювання і фільтрування, все ще мають у своєму складі достатню кількість зважених і особливо розчинених органічних і неорганічних речовин, які можуть бути виділені біологічним методом.

Основний спосіб очищення стічних вод, що містять забруднення органічного походження, полягає в мінералізації цих забруднень внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів. У процесі дихання мікробів органічні речовини окислюються і звільняється енергія, необхідна для життєвих функцій мікроорганізмів. Частина енергії йде на процеси синтезу клітинної речовини, на збільшення маси бактерій, кількості активного мулу та біологічної плівки в очисних спорудах.

У мінералізації органічних сполук стічних вод беруть участь бактерії, які по своєму відношенню до кисню розбиваються на 2 групи: аеробні та анаеробні. В аеробних окисних процесах органічні речовини мінералізуються до CO_2 і H_2O .

Для реалізації біологічного методу очистки стічних вод зернопереробних підприємств розроблено пристрій, що має у своєму складі диски, що обертаються, виконані перфорованими і порожнистими, а усередині дисків розміщено контактне середовище для іммобілізації мікроорганізмів[1].

Установлено, що мікроорганізми використовують розчинені і зважені речовини, для підтримання своєї життєдіяльності, яка, зокрема, полягає в безперервному вистроюванні свого середовища проживання – біоплівки на поверхні дисків.

Кінець розмноження мікроорганізмів визначається їх смертністю, відсутністю поживних компонентів або кисню, а також руйнуванням біоплівки. Рівень концентрації субстрату і кисню у біоплівці залежить від швидкості їх надходження із стічної води і повітря.

Біоплівка на дисках, що обертаються, зазнає руйнівну тангенціальну напругу, яка зростає із збільшенням відстані від вісі обертання. З іншого боку, збільшення лінійної швидкості, в міру зростання радіальної координати, інтенсифікує транспортування поживних речовин до мікроорганізмів.

Реакційна поверхня диску зростає в міру зростання ступеню занурення диска у воду, що очищається, але при цьому одночасно збільшується і кількість еродованої біоплівки.

На основі накопиченого досвіду в процесі експлуатації аеробних занурюваних дискових біофільтрів (АЗДБ), виконаних перфорованими і порожнистими, усередині яких розміщено контактне середовище для іммобілізації мікроорганізмів, рекомендується занурювати диски не більше ніж до їх вісі, що відповідає занурюванні дисків у воду приблизно на 45%.

Іншим важливим фактором для продуктивності АЗДБ є частота обертання дисків біофільтру. Збільшення частоти обертання дисків покращує масообмін між рідиною, що очищається і біоплівкою, але з іншого боку підвищує тангенціальну напругу, що діє на біоплівку з боку рідини.

Інформаційні джерела:

1. 7. А. С 1747395 СССР С02F3/06. Устройство для очистки сточных вод. / М.М. Зацерклянный, Т.Б. Столевич, Н.А. Сидоренко, В.О. Путинцев (СССР) - №4840547/26; заявл. 10.06.90; опубл. 15.07.92. Бюл. №26.

*науковий керівник: Зацерклянный М.М.,
к.т.н., доцент, ОНАХТ*

ПРОБЛЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Фундамент А.В., студентка, ОНАПТ, г. Одесса

Росту комфорта человеческого существования сопутствуют проблемы, которые обусловлены внедрением в современную жизнь новых технологий. К примеру, дешевизна одноразовых пластиковых упаковок дорого отражается на состоянии здоровья людей и окружающей среды. Загрязнение окружающей среды бытовыми отходами влияет на человека через воздух, воду, пищу растительного происхождения, выросшей на отравленной мусором почве. Поступающие в почву химические соединения накапливаются и приводят к постепенному изменению ее химических и физических свойств, снижают численность живых организмов, ухудшают плодородие. Вместе с загрязняющими веществами часто в почву попадают болезнетворные бактерии, яйца гельминтов и другие вредные организмы.

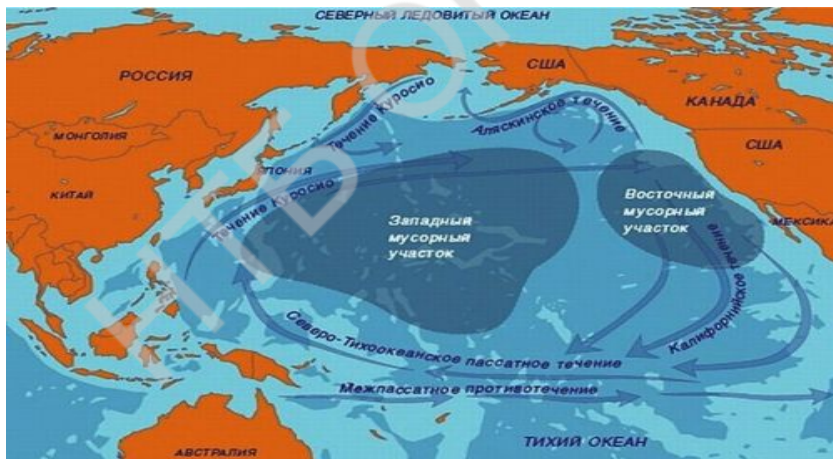


Рисунок 1 – Большое тихоокеанское мусорное пятно (Eastern Garbage Patch), 135-155° западной долготы, 35-42° северной широты

Человечеством изобретены соединения, которые не разлагаются. К ним относятся различные упаковочные материалы, емкости для хранения жидкостей, резина, лавсан, синтетические полимеры, моющие средства,

красители. Все они выделяют вредные для окружающей среды и людей вещества и накапливаются в окружающей среде.

В больших количествах мусор скапливается океане. Большое тихоокеаническое мусорное пятно занимает большой, относительно стабильный участок на севере Тихого океана, ограниченный Северо-тихоокеанской системой течений. Водоворот системы собирает мусор со всей северной части Тихого океана, в том числе из прибрежных вод Северной Америки и Японии. Отходы подхватываются поверхностными течениями и постепенно перемещаются к центру водоворота, который не выпускает мусор за свои пределы.

Точный размер области неизвестен. Приблизительные оценки площади варьируются от 700 тыс. до 15 млн км² и более, (от 0,41 % до 8,1 % общей площади Тихого Океана). Вероятно, на этом участке находится более ста миллионов тонн мусора.

В настоящее время вторичная переработка мусора становится традиционным явлением лишь в немногих странах, но важна необходимость ее более активного применения. Такие способы утилизации отходов, как размещение на свалках и сжигание, не являются безвредными. Мусорные свалки выделяют газ метан, который создает угрожающий нашей планете парниковый эффект, удерживая тепло в земной атмосфере.

Сжигание отходов также ведет к выбросу опасных газов, содержащих токсичные тяжелые металлы: кадмий, ртуть, свинец. Поступая в организм, они могут оказывать влияние на функцию кроветворения, вызывать изменения на состав крови, способствовать развитию канцерогенного, генетических и других отдаленных биологических эффектов. Повышенное выделение метана, кислорода, углекислого газа, способно вызывать удушье человека.

Проблемы сбора, хранения, вывоза и утилизации отходов производства и потребления являются одними из приоритетных направлений деятельности Управления Роспотребнадзора по Республике Марий Эл. Специалисты регулярно проводят исследования воздуха, воды и почвы на содержание вредных веществ, источником которых служат, в том числе, бытовые отходы.

Важно утилизировать предметы, содержащие тяжелые металлы, в специализированных местах и во избежание загрязнения воздуха вредными веществами ни в коем случае не сжигать этот мусор. Будет полезно ограничение использования одноразовой посуды, пластиковых пакетов и прочих современных удобств, которые вредят окружающей среде и здоровью людей.

*научный руководитель: Савченко А.С.,
ст. преподаватель, ОНАПТ*

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Толмаченко Г.О., студентка, ОНАПТ, г. Одесса

Одним из важных показателей качества пищевых продуктов является их безопасность для организма человека. Отечественные производители, стремящиеся выйти на зарубежные рынки и обеспечить безопасность пищевой продукции, часто сталкиваются с внедрением на предприятии системы НАССР (Hazard analysis and critical control points - анализ контрольных точек и рисков) [1]. Принципы и механизмы, заложенные в эту систему, в значительной степени снижают уровни риска возникновения опасностей для жизни и здоровья потребителей продукции.

Токсичность продуктов зависит от наличия недопустимых уровней микробиологических, химических или физических загрязнений в сырье или готовой продукции, наличия опасных предпосылок для роста или выживания микроорганизмов. Среди основных факторов, способных увеличить риск проявления опасного воздействия пищевых продуктов на организм человека, был выделен такой этап жизненного цикла товара, как хранение. В рамках исследовательской работы оценивались безопасность кисломолочных диетических напитков традиционных технологий производства в контрольной критической точке (ККТ). Оценка безвредности объектов проводилась методом биотестирования с использованием инфузорий *Colpoda steinii*.

Образцы кисломолочных напитков исследовались в начальный и конечный периоды хранения при регламентируемых условиях. Практически все молоко, неблагополучное по качеству и подозреваемое в загрязнении посторонними чужеродными веществами, используется зачастую на переработку. Более серьезной причиной наличия токсикантов в сырье является адсорбция молоком посторонних веществ химической природы. Негативное воздействие на качество молочных продуктов оказывает наличие в молоке таких химических веществ, как остатков удобрений и средств защиты растений, лечебных (для животных) препаратов, моющих средств и других опасных веществ [2]. Следствием наличия токсикантов в молоке является нарушение состава и технологических свойств молока, снижение степени использования его компонентов, усложнение утилизации вторичного сырья и сточных вод, зараженных экологически вредными продуктами, снижение эффективности производства в целом.

Проведенное исследование по определению степени безопасности кисломолочных напитков показало, что в процессе хранения наблюдается изменение параметров безопасности продукции (табл.1).

Таблица 1

Результат определения токсичности кисломолочных напитков биотестированием

Наименование продукта	Выживаемость инфузорий <i>Colpoda steinii</i> (при экспозиции 3 ч), %	
	исходное	В конце хранения
Кефир	89±0,3	69±0,5
Ацидофилин	92±0,5	84±0,3
Йогурт	90±0,6	72±0,2
Ряженка	86±0,3	67±0,4
Мацони	90±0,2	79±0,3

Среди основных факторов появления опасности является накопление продуктов окисления липидов и микотоксинов. К концу хранения все напитки попадали в градацию нетоксичных объектов [3]. Следовательно, при регламентированных условиях хранения данные кисломолочные продукты безопасны.

Информационные источники:

1. Шичкова, Н.А. Обеспечение безопасности пищевой продукции на основе принципов НАССР / Н.А. Шичкова, Е.М. Михеева // Пищевая пром. - 2004. - №2. - с.80-81.
2. Алексева, Н.Ю. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности: справочник / Н.Ю. Алексева, В.П. Аристова и др. - М.:Агропромиздат,1986. - 240 с.
3. Sz. Barna, Z. Szabo, Gy. Fleky, Cs. Dobolyi (2006). Ecotoxicological evaluation. *Trace Elements in the Food Chain*, 186-190.

*научный руководитель: Кондратенко И.П.,
ст. преподаватель, ОНАПТ, г. Одесса*

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ ЖИЛЫХ ДОМОВ – ПУТЬ К РАЦИОНАЛИЗАЦИИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Смолий В.А., студентка ф-та ПЭЭиНГТ, ОНАПТ, г. Одесса

Без энергии, воды, тепла жизнь человечества немыслима. Все мы привыкли использовать в качестве источников энергии органическое топливо – уголь, газ, нефть. Однако их запасы в природе, как известно, ограничены, да и стоимость на них в наше время велика. Рано или поздно наступит день, когда месторождения иссякнут. На вопрос «что делать в преддверии энергетического кризиса водного и теплового?» уже давно найден ответ: надо искать другие источники – альтернативные, нетрадиционные, возобновляемые и что не менее важно – экономически эффективные. Все это заботит как первых лиц мировой общественности в рамках жизнеобеспечения государства, так и рядовых граждан при строительстве и обустройстве собственного жилья.

Альтернативными способами, которые дают возможность эффективнее обустроить будущий дом в зависимости от климатических и географических особенностей местности, являются использование энергии ветра, солнца, автономные системы водоснабжения и теплоснабжения, система воздушного отопления, использование тепла от земли.

Ветроэнергетика — отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или в любую другую форму энергии, удобную для использования в народном хозяйстве. Такое преобразование может осуществляться такими агрегатами, как ветрогенератор (для получения электрической энергии), ветряная мельница (для преобразования в механическую энергию), парус (для использования в транспорте) и другими. Установка небольшого ветрогенератора в доме дело хоть и затратное, но оно может позволить полностью отказаться от закупки электричества у государства. Более того, избыток энергии можно даже продать. Поэтому можно с уверенностью сказать, что все вложения окупятся в считанный срок.

Солнечная энергетика — направление альтернативной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде. Солнечная энергетика использует неисчерпаемый источник энергии и является «экологически чистой», то есть

не производящей вредных отходов во время активной фазы использования. Использование солнечных батарей позволяет частично покрывать потребности в электроэнергии и перевести некоторые процессы в доме только на такую энергию (например, подогрев воды).

Автономное водоснабжение – это возможность осуществлять индивидуальный забор воды хорошего качества, вне зависимости от состояния системы общего водоснабжения.

Система воздушного отопления - система, в которой воздух нагревается внутри воздуховода, сочетает сразу несколько преимуществ: позволяет задавать свою температуру для каждой комнаты в доме, благодаря присоединенной к ней приточной вентиляции обеспечивает его свежим воздухом и отличается небольшим энергопотреблением.

Тепло от земли используют с помощью теплового насоса, принцип действия которого похож на принцип работы холодильника, с той разницей, что вырабатывает он не холод, а тепло. Тепловой насос забирает низкотемпературное тепло подземного источника, чтобы отдать его отопительной системе коттеджа. Из чего это тепло извлекать, для теплового насоса не имеет значения. Единственное требование: температура этого источника не должна круглый год опускаться ниже 1 °С.

Автономные системы теплоснабжения (автономные котельные) предназначены для отопления и горячего водоснабжения домов. Они имеют ряд преимуществ:

- отсутствуют дорогостоящие наружные тепловые сети;
- можно быстро реализовать монтаж и запуск в работу систем отопления и горячего водоснабжения;
- сокращается расход топлива за счет местного регулирования отпуска тепла и отсутствия потерь в тепловых сетях.

Важно подходить к вопросу рационализации своего дома комплексно, чтобы все примененные новинки индивидуального энергоснабжения стали эффективными. Поэтому необходимо обеспечить минимальные потери энергии. Материалами, которые могут помочь снизить энергопотери в доме, могут стать газобетон, керамический кирпич «паротерм», трубы, не пропускающие тепло, стеклопакеты, углепластик.

Таким образом, альтернатива традиционным источникам энергии – существует. И это вселяет надежду на то, что в будущем человечество сможет преодолеть энергетический кризис, водный и тепловой, связанный с истощением невозобновляемых источников энергии, а также снизить затраты на жизнеобеспечение своего жилья.

Информационные источники:

1. Геотермальная энергия – Электронный ресурс: <http://alternativenergy.ru/energiya/320-geotermalnaya-energiya.html>
2. Вершинский Н.В. Энергия океана. - М.: Наука, 1991. - 152 с.
3. Володин В., Хазановский П. Энергия, век двадцать первый. – М.: 1998. – 148 с.
4. Лаврус В.С. Источники энергии. - К: НиТ, 1997. - 24 с.

*научный руководитель: Русева Я.П.,
к.т.н., ОНАПТ*

УДК 662.6; 665.6; 536.24

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТАНКЕРОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ СПГ

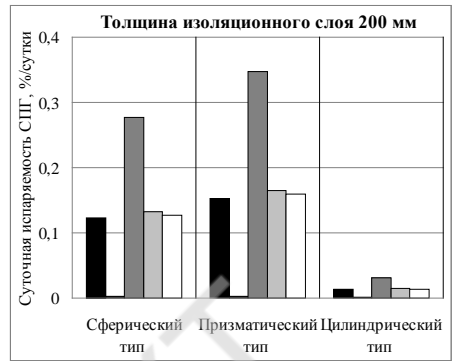
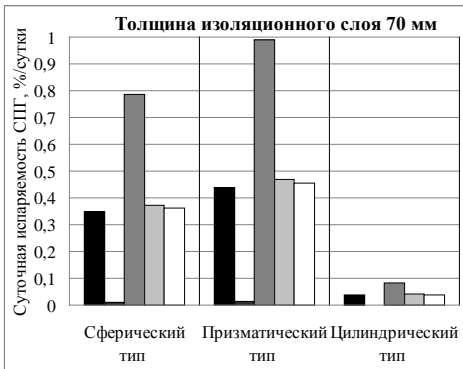
Колесник А.О., студент ОКР магистр, ОНАПТ, г. Одесса

Одним из основополагающих вопросов экономики Украины является вопрос об обеспечении ее энергоресурсами, в частности, природным газом.

В работе рассмотрен вариант поставок сжиженного природного газа специализированными емкостями (метановозами). Основные типы рефрижераторных метановозов: сферический; призматический; цилиндрический.

Были рассчитаны теплопритоки, суточная испаряемость (рис. 1) и металлоемкость (рис. 2) для двух толщин изоляции (70 и 200 мм) для следующих типов изоляции:

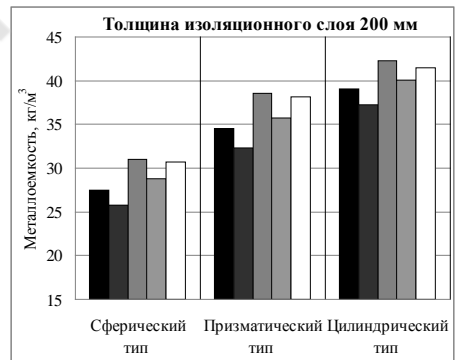
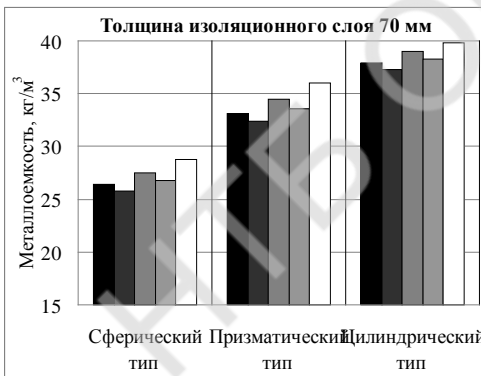
- порошково-вакуумная;
- экранно-вакуумная;
- пеностекло;
- пенополиуретановая;
- аэрогель-пенополиуретановая.



а

б

Рис. 1. Суточная испаряемость для различных типов изоляции толщиной 70 мм (а) и 200 мм (б): ■ – порошково-вакуумная изоляция; ■ – экранно-вакуумная изоляция; ■ – пеностекло; ■ – пенополиуретан; □ – аэрогель-пенополиуретан



а

б

Рис. 2. Металлоемкость для различных типов изоляции толщиной 70 мм (а) и 200 мм (б): ■ – порошково-вакуумная изоляция; ■ – экранно-вакуумная изоляция; ■ – пеностекло; ■ – пенополиуретан; □ – аэрогель-пенополиуретан

Из рис. 1 видно, что наименьший коэффициент суточной испаряемости у экранно-вакуумной изоляции. Однако такой тип изоляции отличается

дороговизной. Поэтому, как правило, применяют порошково-вакуумную изоляцию. Основным недостатком этого типа изоляции является значительное повышение коэффициента теплопроводности вследствие нарушения целостности наружной оболочки.

Нами предложена альтернатива такой изоляции – аэрогель-пенополиуретановая, которая имеет существенное преимущество – отсутствие вакуума в изоляционном пространстве. При этом показатели суточной испаряемости и металлоемкости практически такие же, как у порошково-вакуумной.

Информационные источники:

1. Вассерман А.А., Слынько А.Г. Способ морской перевозки сжиженных газов без рекондкнсации // Технические газы. – 2014. – № 1. – С. 48-51.
2. Рогачевский Б.С. Сжиженные углеводородные газы. – М.: Изд-во «НЕФТЬ и ГАЗ», 2009. – 640 с.
3. Герасимов В.Е., Кузьменко И.Ф., Предельский В.А., Дарбинян Р.В. Внедрение технологий и оборудования для производства, хранения, транспортирования и использования СПГ // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2004. – № 1. – С. 20-22.
4. Усюкин И.П. Техника низких температур. Атлас. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 244 с.

*научный руководитель: Дьяченко Т.В.,
к.т.н., доцент, ОНАПТ*

УДК 66.061.351

МІКРОХВИЛЬОВА УСТАНОВКА ДЛЯ ЕКСТРАГУВАННЯ З РОСЛИННИХ МАТЕРІАЛІВ

Георгієш К.В. молодий вчений, ОНАХТ, м Одеса

Застосування мікрохвильового методу відкриває широкі перспективи для отримання екстрактів з матеріалів рослинного походження, оскільки дозволяє значно прискорити процес, крім того, з'являється можливість отримання речовин з якісно новими властивостями.

Для відпрацювання технології досліджень режимів мікрохвильового екстрагування та властивостей одержаних екстрактів був розрахований і спроектований мікрохвильовий екстрактор безперервної дії (рис.1).

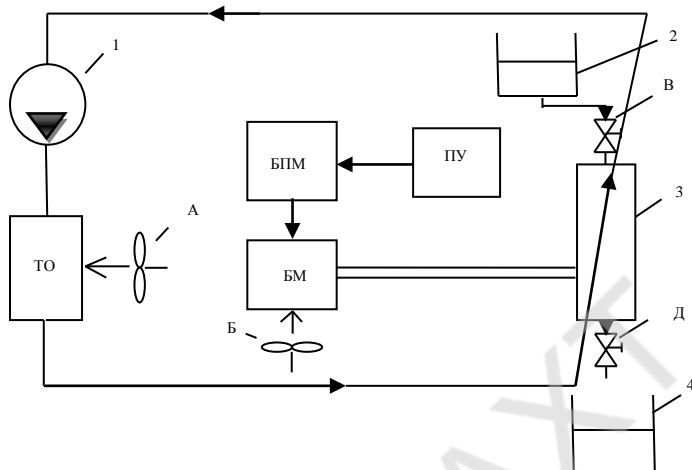


Рис.1 Блок - схема мікрохвильового екстрактора безперервної дії
 1 – насос; 2 – ємкість для подачі екстракту; 3 – робоча камера;
 4 – ємкість для збору екстракту; А, Б – вентилятор; В,Д –
 регулюючий вентиль;БМ – блок магнетрона;
 БЖМ - блок живлення магнетрона;ПУ - пульт управління.

Екстрактор призначений для роботи з різними видами рослинних матеріалів, цільові компоненти з яких мають різні обмеження по температурам. Конструкція екстрактора допускає витримку при заданих температурах дисперсного розчину, що включає екстрагент з подрібненим рослинним матеріалом, також регулюється тривалість обробки.

*науковий керівник: Бошко І.І.
 к.т.н., доцент, ОНАХТ*

УДК 536:2

К ВОПРОСУ О КОНЕЧНОЙ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛА В ТВЕРДОМ ТЕЛЕ

Колесниченко Н.А., аспирантка, ОНАИПТ, г. Одесса

В большинстве практических случаев перенос тепла с достаточной степенью точности описывается параболическим уравнением теплопроводности с соответствующими начальными и граничными

условиями. В основе этого уравнения лежит гипотеза Фурье о бесконечности скорости распространения тепла. Для современных технологий, которые связаны с одной стороны со сверхнизкими температурами, а с другой с высокими температурами и скоростями нагрева, имеет место нарушение гипотезы Фурье. Существуют различные модели теплового потока, которые учитывают конечность скорости распространения тепла. В данной работе используется релаксационная модель распространения тепла, которая предложена Вернотт (P. Vernotte) и Каттанио (C. Cattaneo) в [80, 81], и в одномерном случае для однородного тела имеет следующий вид:

$$q(y, \tau) = -k_r(T) \frac{\partial T}{\partial y} - \tau_r \frac{\partial q}{\partial \tau}, \quad (1)$$

где τ_r – время релаксации.

С учетом соотношения (2.1) уравнение теплопроводности принимает следующий вид:

$$C_v(T) \frac{\partial T}{\partial \tau} + \tau_r \frac{\partial}{\partial \tau} \left[C_v(T) \frac{\partial T}{\partial \tau} \right] = \frac{\partial}{\partial y} \left[k_r(T) \frac{\partial T}{\partial y} \right] \mp q_v \quad (2)$$

Одномерное гиперболическое уравнение теплопроводности (2) с соответствующими краевыми условиями описывает распространение тепла в однородном твердом теле с конечной скоростью. Обобщить его на перенос тепла в трехмерном случае не представляет особых трудностей.

Современные высокоинтенсивные технологические процессы (сварка методом взрыва, электронская и лазерная обработка материалов и др.) связаны с большими тепловыми потоками и скоростями нагрева. При реализации большинства из них имеет место унос массы с поверхности материала с огромными скоростями. Для таких процессов возникает необходимость в учете конечной скорости распространения тепла в материале. Используя (1) для одномерного случая стационарного разрушения материала (квазистационарный режим нагрева) под воздействием мощного постоянного теплового потока с учетом того, что в этом режиме:

$$x = y - V_w \tau \text{ и } \partial T / \partial \tau = -V_w (\partial T / \partial x), \quad \partial T / \partial y = \partial T / \partial x \quad (3)$$

из (2) получим следующее уравнение теплопроводности:

$$-V_w C_v(T) \frac{dT}{dx} + \tau_r \frac{d}{dx} \left[C_v(T) \frac{dT}{dx} \right] = \frac{d}{dx} \left[k_r(T) \frac{dT}{dx} \right] \mp q_v \quad (4)$$

На основе этих зависимостей получено решение гиперболического уравнения теплопроводности с учетом стоков (источников) тепла в квазистационарном режиме нагрева в неявном виде в интегральной форме:

$$x = \frac{\int_T^{T_w} \left(k_r(T) - \tau_r V_w^2 C_v(T) \right) dT}{\int_{T_0}^T \left[V_w C_v(T) \pm \sum_i f_i(T) \right] dT} \quad (5)$$

Если величина слагаемого $\tau_r V_w^2 C_v(T)$ незначительна по сравнению с $k_r(T)$, то соотношение (5) переходит в решение параболического уравнения теплопроводности при тех же граничных условиях:

$$x = \frac{\int_T^{T_w} k_\infty(T) dT}{\int_{T_0}^T \left[V_w C_v(T) \mp \sum_i f_i(T) \right] dT} \quad (6)$$

Сравнивая (5) с решением (6), получаем:

$$k_r(T, V_w) = k_r(T) - \tau_r V_w^2 C_v(T) \quad (7)$$

Равенство $k_r(T) = k_\infty(T)$ будет иметь место тогда, когда второй член уравнения (7) будет намного меньше первого. Это возможно при относительно небольших скоростях линейного уноса материала. Время релаксации – это физический параметр материала и $\tau_r \neq 0$. Его влияние сказывается при определенных условиях нагрева. Это время оценивалось разными авторами для различных типов материалов, и было найдено, что его значение лежит в пределах от 10^{-10} с для газов, до 10^{-14} с для металлов [1].

Таким образом, при расчете температурных полей в материалах при высокоинтенсивных нагревах можно использовать параболическое уравнение теплопроводности, коэффициент теплопроводности в котором должен быть функцией как температуры, так и скорости нагрева.

Информационные источники:

1. Ісаєв, К.Б. Теплофізичні характеристики композиційних матеріалів у широких діапазонах температур і швидкостей нагріву [Текст] : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / К.Б. Ісаєв. – Київ, 2006. – 44 с.

*научный руководитель: Бошкова И.Л.
к.т.н., доцент, ОНАПТ*

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ИХ ХРАНЕНИИ В РЕЗЕРВУАРАХ

Лабай А. Н., студентка, ОНАИПТ, г. Одесса

Общая тенденция при строительстве и эксплуатации резервуарных парков — повышение безопасности и сокращение потерь продуктов при минимальной их стоимости. По данным [1], потери от испарения углеводородов в атмосферу из резервуаров товарно-сырьевого парка нефтеперерабатывающего завода средней мощности составляют до 50 тыс. т. в год. Самым простым способом снижения испаряемости является тепловая защита резервуаров. В данную группу входят: окрашивание резервуаров, их тепловая изоляция (применение экранов), а также водяное орошение. Достоинством данной группы методов является сравнительно небольшие затраты. К недостаткам можно отнести отсутствие контроля за состоянием резервуара (в некоторых случаях), односторонность данной защиты. Способ сокращения потерь за счет специальной конструкции емкостей заключается в том, что в зависимости от оборачиваемости выбирается определенный тип емкости (капельный, с плавающей крышей, с дышащей крышей, под избыточным давлением), который является оптимальным для каждого случая и помогает сократить потери топлива при дыхании. Минусом данного способа является то, что эффективность достигается при малой оборачиваемости резервуаров. Сокращение потерь, используя метод газовой обвязки оптимален, при хранении одного типа нефтепродукта в различных резервуарах. Конструкционной особенностью данного метода является соединение трубопроводом газового пространства резервуаров, с последующей конденсацией паров в отдельном резервуаре. Несравненным плюсом данного метода является замкнутость системы резервуаров относительно окружающей среды. Однако данный метод требует использования только одного типа нефтепродуктов в данных резервуарах, а также большие капитальные вложения в строительство данной системы. Данный способ является достаточно эффективным, однако экономически не выгоден. Плавающие крыши и понтоны сокращают газовое пространство, что дает большой эффект при уменьшении испарений нефтепродуктов. При соблюдении температурных условий окупаемость плавающих крыш и понтонов составляет менее года, но главный ограничивающий климатический фактор не дает возможности их широкого использования. Использование микрополых шариков и защитных эмульсий также основано на уменьшении газового пространства. При использовании данного метода в нефтепродукт

вводятся либо микропопые шарики, либо защитная эмульсия, которая образует на поверхности нефтепродукта защитную пленку, что приводит к снижению потерь до 80 %. Широкого применения данный метод не получил, целостность пленки нарушается при интенсивном наполнении или выкачке резервуара, а также необходимо время для восстановления защитной пленки. Еще одним недостатком является возможность попадания микропопых шариков в трубопровод, что требует установки дополнительной защитной аппаратуры. Следующий способ заключается в использовании дисков-отражателей, которые превышают значение дыхательных клапанов в диаметре. Конструктивной особенностью данного способа заключается в том, что поступающий через клапан воздух отражается вверх, а не вглубь резервуарного пространства. Таким образом, уменьшается перемешивание паровоздушной смеси, наибольшая концентрация которой находится у поверхности резервуара. Применение диска-отражателя приводит к значительному снижению потерь нефтепродуктов при дыхании, а также является малозатратным решением. Однако использование данного способа целесообразно только в резервуарах большой вместимости. Одним из решений данной проблемы является использование адсорбентов. Сутью данного метода является адсорбция паров нефтепродуктов с их последующей десорбцией и конденсацией. Этот метод является целесообразным при перекачке, во время вытеснения из резервуаров большого количества паров нефтепродуктов. Недостатком адсорбентов является высокая горючесть некоторых из них, а также необходимость установки дополнительного оборудования для их десорбции.

Одной из возможностей снижения потерь нефтепродуктов является правильная организация технологических процессов. Для этого требуется рассматривать работу резервуарного парка в целом, в частности: свести число внутренних перекачек к минимуму, хранить нефтепродукты в полностью заполненных резервуарах (не распылять их по резервуарам), следить за исправностью запорной арматуры, обеспечивать герметизацию всех устройств и сооружений и т. д. Используя данный подход при работе на складе ГСМ можно избежать лишних потерь, связанных с нецелесообразным подходом к планированию работы склада. Таким образом, проанализировав способы сокращения потерь, следует, что наиболее эффективным, простым в эксплуатации, экономически выгодным, а также устойчивым к факторам окружающей среды является использование компрессионных систем.

Информационные источники:

1. Абузова Ф.Ф., Бронштейн И.С., Новоселов В.Ф. и др. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении. - М.: Недра, 1981. – 248с.

2. Кайзер Ю.Ф., Горбунова Л.Н., Лысянников А.В. Система дыхания резервуара РВС-3000 // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 1. – с. 4-9.

*научный руководитель: Бошкова И.Л.
к.т.н., доцент, ОНАПТ*

УДК 622.692.55

РЕКУПЕРАТИВНЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ С ДИСПЕРСНОЙ НАСАДКОЙ ДЛЯ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Солодкая А.В., аспирантка, ОНАПТ, г. Одесса

Анализ тепловых потерь в энергетических и теплотехнологических установках разного назначения показывает, что их значительную часть представляет теплота отходящих газов, использование которой должно быть направлено на повышение тепловой эффективности самих установок. В последние годы в разных областях промышленности все большее распространение получают регенеративные теплообменники, особенностью которых есть чередование периодов нагревания и охлаждения промежуточной насадки (матрицы) при периодическом перемещении ее через поток воздуха (или потоки теплоносителей должны чередоваться, проходя через насадку). Насадка регенеративных теплообменников обычно выбирается исходя из метода ее эксплуатации. Она может состоять из пластин (например, роторный теплообменник), набираться из проволочных сеток, выполняться в виде засыпки дисперсного материала (например, шариковая матрица). Эффективность насадок обусловлены такими свойствами, как развитая поверхность межфазного теплообмена, высокие коэффициенты теплоотдачи. Промежуточная дисперсная насадка должна быть изготовлена из термостойкого материала, который мало подвергается стиранию. Величина частиц обуславливается необходимыми скоростями газовых потоков, а также условиями обеспечения наиболее интенсивной теплоотдачи от пласта до поверхности теплообмена.

В данной работе изученный теплообменник-регенератор, предназначенный для высокотемпературного нагревания воздуха продуктами сгорания (рис.1.), в котором в качестве насадки используется дисперсный материал. Принцип работы данного аппарата состоит в следующем. Насадка (дисперсный материал) из верхнего бункера под действием гравитационных сил поступает в камеру, где нагревается отработанным воздухом или газом,

который продувается через жалюзи в горизонтальном направлении. Через запорный узел насадка поступает в нижнюю камеру, где охлаждается, нагревая воздух, который продувается сквозь слой. Из нижнего бункера через выпускное устройство насадка поступает в систему транспорта для возврата ее в верхний бункер. Таким образом, насадка, которая является промежуточным теплоносителем, циркулирует по замкнутому контуру. Запорный узел служит для предотвращения перетечек воздуха. Выпускное устройство обеспечивает движение насадки в виде плотного слоя и необходимый расход. Подобные нагретом фуражного зерна. теплообменники могут быть использованы на предприятиях различного рода деятельности, и, в зависимости от температурных режимов, возможно применение разных видов дисперсных материалов. Возможно также совмещение производств, к примеру, охлаждение воздуха в рабочем помещении совместить с предварительным (перед непосредственно сушкой)

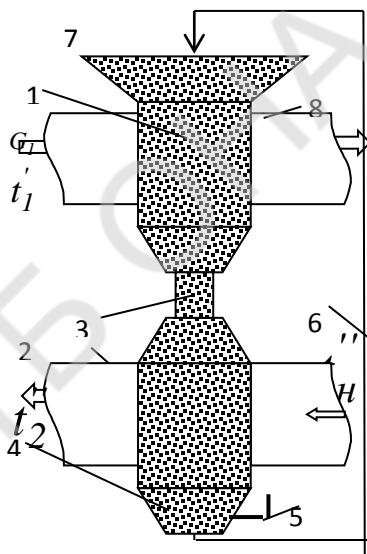


Рисунок 1 – Схема теплообменника-рекуператора с дисперсной насадкой для подогрева воздуха

1 – камера нагрева дисперсного теплоносителя; 2 – камера нагрева воздуха, 3 – запорный узел, 4 – нижний бункер, 5 – выпускное устройство, 6 – система транспорта насадки, 7 – верхний бункер, 8 – жалюзи.

Применение дисперсного материала в виде твердых частиц (металлических, каменных) для охлаждения воздуха, загрязненного

примесями, вполне приемлемо, если учесть возможность периодического отмывания насадки.

Существующие расчетные зависимости позволяют рассчитать теплообменник для широкого диапазона исходных данных (вид насадки, производительность, рабочие температуры). При проектировании устройства используют двухкомпонентные гомогенные модели, в которых слой рассматривается, как система, состоящая из двух квазисплошных компонентов, между которыми протекают межкомпонентные процессы тепло- и массообмена.

*научный руководитель: Бошкова И.Л.
к.т.н., доцент, ОНАПТ*

УДК 697.94.(075)

ВПЛИВ КОЕФІЦІЕНТА ТРАНСФОРМАЦІЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ НА ЕКСЕРГЕТИЧНИЙ ККД СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ОПЕРАЦІЙНИХ ЧИСТИХ КІМНАТ

Гарасим Д.І., аспірант, Нац. ун-т «Львівська політехніка», м. Львів

Нині під час експлуатації енерготехнологічних систем (ЕТС), до яких належать системи кондиціонування повітря (СКП), для забезпечення проведення певної технології [1] питання економії паливно-енергетичних ресурсів має першорядне значення. У сучасних технологіях, пов'язаних з перетворенням енергії, а саме у СКП, важливе місце займають обладнання і процеси, об'єктивна оцінка ступеня енергетичної досконалості яких може бути встановлена тільки на основі їх термодинамічного аналізу. В останні десятиріччя був розроблений ексергетичний метод аналізу [2]. Цей метод був обґрунтований у роботах Р.К. Клаузіуса, Дж.В. Гіббса, Ж. Гюї, А. Стодоли, Я. Шаргута та Р. Петели. Його основна ідея полягає у введенні поряд з загальним, фундаментальним поняттям енергії, додаткового показника – *ексергії*, який дозволяє врахувати той факт, що енергія залежно від зовнішніх умов може мати різну цінність для практичного використання. Ексергетичний баланс будь-якої ЕТС складають на основі її принципової схеми (рисунок 1).

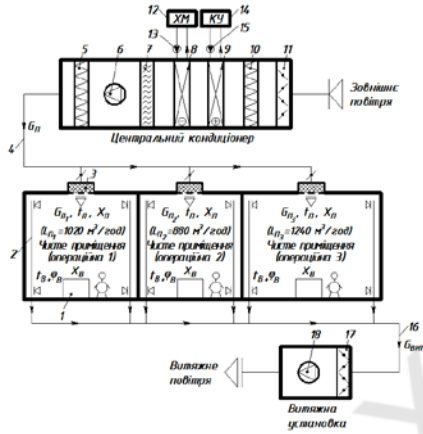


Рисунок 1 – Принципова схема впроваджені центральній прямотечній СКП для операційних чистих кімнат: 1 – технологічне обладнання; 2 – витяжні канали у приміщеннях; 3 – фільтри припливного повітря у приміщення; 4 – припливний повітропровід; 5 – фільтр припливного повітря у кондиціонері; 6 – вентиляторний агрегат кондиціонера; 7 – краплелловник кондиціонера; 8 – повітроохолодник кондиціонера; 9 – повітронагрівник кондиціонера; 10 – фільтр зовнішнього повітря у кондиціонері; 11 – клапан зовнішнього повітря у кондиціонері; 12 – холодильна машина ХМ; 13 – насос холодної води ХМ; 14 – котельня установка КУ; 15 – насос гарячої води; 16 – витяжний повітропровід; 17 – клапан витяжного повітря; 18 – вентиляторний агрегат витяжної установки

На основі досліджень, проведених нами на інноваційній математичній моделі для вказаної СКП, отримано залежність ексергетичного ККД η_e від коефіцієнта трансформації EER її холодильної машини за різних параметрів зовнішнього (t_3, ϕ_3) і внутрішнього (t_b, ϕ_b) повітря та різниці температур Δt_{Π} між внутрішнім і припливним повітрям, які подані на рисунку 2. Використана створена авторами інноваційна математична дослідницька модель впроваджені центральній прямотечній системи кондиціонування повітря операційних чистих кімнат, що дає можливість комп'ютерного оцінювання її енергоефективності на основі ексергетичного ККД η_e залежно від різних факторів, що впливають на її роботу, зокрема коефіцієнта трансформації EER її холодильної машини.

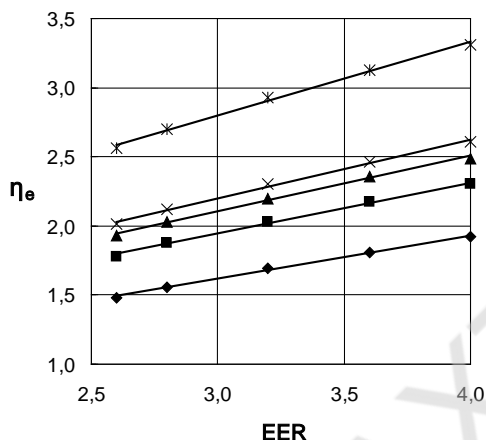


Рисунок 2– Залежність ексергетичного ККД η_e впровадженій центральній прямотечійній СКП операційних чистих кімнат від коефіцієнта трансформації EER ХМ і умов проведення досліджень:

- 1 ряд ◆ – $t_3=40^\circ\text{C}$; $\varphi_3=36\%$; $t_B=29^\circ\text{C}$; $\varphi_B=64\%$; $\Delta t_{II}=4,0^\circ\text{C}$; $\varphi_{II}=79\%$;
 2 ряд ■ – 38; 38; 28; 64; 5,0; 84%; 3 ряд ▲ – 35; 40; 27; 60; 6,0; 84%;
 4 ряд × – 38; 32; 28; 50; 5,0; 82%; 5 ряд ✱ – 42; 29; 30; 50; 6,0; 92%

Показано, що вибрану систему кондиціонування повітря бажано використовувати за вищого коефіцієнта трансформації EER холодильної машини кондиціонера та вищої різниці температур між внутрішнім і припливним повітрям Δt_{II} за різних температур зовнішнього повітря t_3 , що дасть можливість отримати найвищий ексергетичний ККД η_e , а значить отримати економічно найвигідніший варіант використання впровадженій системи кондиціонування повітря.

Информационные источники:

1. Федотов А.Е. Чистые помещения. Второе изд., перераб. и доп. – М.: АСИНКОМ, 2003. – 576 с.
2. Шаргут Я. Эксергия / Я. Шаргут, Р. Петела. – М.: Энергия, 1968. – 280 с.

науковий керівник: Лабай В. Й.,
 д.т.н., проф., НУ «ЛП»

ОТОПЛЕНИЕ ТЕПЛИЦЫ С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛООВОГО НАСОСА

Гай С.И., студентка, СибГАУ, г. Красноярск

Отопление теплицы с помощью теплового насоса является наиболее оптимальным способом создания и поддержания соответствующего микроклимата для выращивания овощей. Тепловые насосы для отопления могут черпать энергию из различных ресурсов окружающей среды. Тепловые насосы способны не только нагреть помещение, но и охладить [1]. В летнее время такая возможность будет дополнительным положительным фактором, который поднимет урожайность теплицы.

Отопление тепловыми насосами фермерских хозяйств достаточно выгодно и продуктивно [2]. Именно в фермерском хозяйстве источники тепла находятся буквально под ногами: это и вода, и воздух, и грунтовые воды. В качестве переносчика тепла применяют незамерзающие жидкости. Отопление тепловыми насосами теплиц не только экологично и экономично, но и практически безопасно.

Теплица будет полностью автоматизирована с автоматическим проветриванием, освещением и поливом. Это значительно снизит расходы и облегчит работу владельца. В теплице будет поддерживаться нужный микроклимат обеспечивающий своевременной работой автоматизированной системы, что создаст необходимые условия для выращивания овощей.

В ходе выполнения проекта был произведен расчет теплопритоков и теплопотерь с необходимыми параметрами внутреннего воздуха температурой 23 °С и относительной влажностью 70%. Теплица будет находиться в Красноярске. Материал теплицы поливинилхлорид.

Теплопритоки через стены $Q_1 = 70,66$ кВт.

Эксплуатационные теплопритоки $Q_2 = 3,89$ кВт.

Количество теплоты, которое помещение теряет:

$$\sum Q = 66,77 \text{ кВт.}$$

Информационные источники:

1. Отопление [Офф. сайт]. URL: <http://otoplenie-gid.ru/>(дата обращения: 04.02.2015).

2. Все о теплицах [Офиц. сайт]. URL: <http://vseoteplicah.ru/> (дата обращения: 04.02.2015).

*научный руководитель: Мелкозеров М. Г.,
к.т.н., доцент, СибГАУ*

УДК 621.651-181.4-629.786

ГИДРОДИНАМИКА ЗАКРУЧЕННОГО ДВУХФАЗНОГО ПОТОКА

Харитонов Ф.В., аспирант, СибГАУ, г. Красноярск

Механизм разделения газожидкостных сред в поле центробежных сил представляет собой весьма сложный процесс, зависящий от ряда физических, конструктивных и эксплуатационных факторов [1].

При тангенциальном вводе газожидкостного потока в камеру центробежного фазоразделителя жидкость отбрасывается центробежной силой к стенкам, а газ перемещается к осевой части камеры фазоразделителя.

Учитывая изложенное, следует подчеркнуть, что создание и разработка более совершенных методов расчёта и проектирования различных систем фазоразделения, является актуальной и практически значимой научно-технической задачей, что требует для своего решения дополнительных исследований течения двухфазного потока в камере фазоразделителя.

Основным выражением математической модели является уравнение потери динамического давления на шаге интегрирования по длине фазоразделителя Δl :

$$\Delta P_{\text{к}}^{\text{дин}} = \frac{2\pi\rho_{\text{ж}}\tau_{\alpha}\Delta l U_{\text{к}} R_{\text{к}}}{m_{\text{ж}}}, \quad (1)$$

где τ_{α} - напряжение трения на стенке в окружном направлении:

$$\tau_{\alpha} = 0,01256 \left(\frac{U_{\text{к}} \delta_{\alpha}^{**}}{\nu} \right)^{-0,25} \cdot \rho U^2; \quad (2)$$

δ_{α}^{**} - толщина потери импульса в окружном направлении:

$$\delta_{\alpha}^{**} = 0,0786 \cdot \left(\frac{v}{C}\right)^{0,2} R = 0,0786 \cdot \left(\frac{v}{U}\right)^{0,2} R^{0,8}. \quad (3)$$

По выражению (3) можно оценить толщину потери импульса и, следовательно, напряжение трения на цилиндрической стенке камеры фазоразделителя. Если по длине радиус камеры постоянен, значит, δ_{α}^{**} зависит от величины $C = UR$, которая уже не остаётся постоянной, поскольку окружная скорость уменьшается по длине из-за подтормаживания стенкой.

Целью проведённого экспериментального исследования является подтверждение математической модели для расчёта двухфазного потока, так как это позволит снизить затраты на проектирование и дальнейшие испытания камер фазоразделения.

Экспериментальные и теоретические исследования проводились в два последовательных этапа. На первом этапе исследовался закрученный жидкостный поток, с целью тестирования важнейшего элемента алгоритма, определяющего изменение окружной динамической составляющей напора по длине камеры, под действием вязкости в пограничном слое на стенке. Затем на визуализационном стенде исследовался газожидкостный поток, определялись основные зависимости между геометрическими и режимными параметрами [2].

В результате проведённых теоретических и экспериментальных исследований были сделаны следующие выводы:

1. На основе полученных выражений для толщины потери импульса и напряжения трения закрученного потока разработана математическая модель и алгоритм расчёта фазоразделённого закрученного потока в камере фазоразделителя.
2. Адекватность расчётной модели подтверждена результатами экспериментальных исследований.
4. Разработанные методики позволяют оценить взаимосвязь основных параметров закрученного однофазного и фазоразделённого потоков при тангенциальном подводе жидкости или газожидкостной смеси, определять влияние геометрии проточной части камеры фазоразделителя на основные параметры потока.

Разработана программа расчёта проточной части камеры фазоразделителя, позволяющая оценить геометрические и гидрогазодинамические параметры фазоразделённого закрученного потока в зависимости от геометрических и режимных параметров фазоразделителя, оценить диапазон изменения геометрических и режимных параметров устойчивого фазоразделения.

Информационные источники:

1. Краев М.В., Кишкин А.А., Сизых Д.Н. Гидродинамика малорасходных насосных агрегатов. Красноярск: САА, 1998.
2. Краев М.В., Кишкин А.А., Мелкозёров М.Г. Гидродинамика двухфазного потока в камере пассивного фазоразделителя. ИВУЗ «Авиационная техника», № 3, 2002 г., Казань, с. 22-26.

*научный руководитель: Мелкозеров М. Г.,
к.т.н., доцент, СибГАУ*

УДК 637.3

ВИБІР ЗАКВАШУВАЛЬНОЇ МІКРОФЛОРИ ДЛЯ ЗБАГАЧЕННЯ СИРУ ТЕРМОКИСЛОТНОГО

*Калмикова Г.Ф., н.с. ІПР, м. Київ, Україна
Орлюк Ю.Т., к.т.н., зав. лаб. ІПР, м. Київ, Україна*

На сьогодні виробництво свіжих сирів є перспективним. Вони можуть забезпечити споживачів недорогою, біологічно повноцінною і якісною продукцією. Одним із таких сирів є сир термокислотний, особливістю якого є зсідання білків молока за високих температур і високої кислотності. Однак, це призводить до знищення молочнокислої мікрофлори. Тому пошук збагачення цього сиру молочнокислою лактофлорою є актуальним.

Відомо, що молочнокисла лактофлора регулює рівень активної кислотності сирної маси, стимулює фізико-хімічні процеси під час виробництва сиру, сприяє прискоренню протеолітичних процесів та позитивно впливає на формування смакоароматичного букету та підвищує його біологічну цінність [1].

Збагачення термокислотної сирної маси проводили за рахунок сквашування сироватки, яка залишається після виробництва сиру. Відомо, що під час зсідання білків молока лактоза майже повністю переходить у сироватку і робить її поживним середовищем для розвитку молочнокислих бактерій [1]. З метою вивчення впливу заквашувальних мікроорганізмів на динаміку кислотоутворення були приготовані модельні зразки на основі молочної сироватки від виробництва сиру, отриманого способом термокислотного зсідання білків молока. Заквашування проводили чистими культурами *St.thermophilus*, *Lb.helveticus*, *Lb.acidophilus*. Температуру сквашування підбирали відповідно до заквашувальної лактофлори.

Порівняльний аналіз термофільних лактобацил видів *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus acidophilus* і *Streptococcus thermophilus* показав за показниками тривалості зсідання сироватки та її титрованої кислотності перевагу в застосуванні для проведення процесу збагачення молочнокислою мікрофлорою термокислотної сирної маси *Lactobacillus acidophilus* у кількості 3 % від об'єму сироватки.

Ефективність використання *L. acidophilus* підтверджується і тим, що він інтенсифікує ферменти сироватки, сприяє швидкому зростанню чисельності до $1,9 \cdot 10^8$ КУО/г за 7,5-8,5 годин та забезпечує високий рівень титрованої кислотності до 120°Т.

Інформаційні джерела:

1. Горбатова К.К., Гунькова П.И., Химия и физика молока и молочних продуктов. -СПб.: ГИОРД, 2012. – 366 с.

УДК 637. 136.3

ВПЛИВ ЗАКВАСКИ НА СМАКО-АРОМАТИЧНУ КОМПОЗИЦІЮ КИСЛОВЕРШКОВОГО СПРЕДУ

Боднарчук О.В., Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ, Україна

В умовах постійно зростаючої конкуренції та враховуючи дефіцит сировинних ресурсів, важливим є оновлення асортименту продуктів маслоробної галузі. Перспективним є виробництво кисловершкових спредів з використанням заквашувальних препаратів, що здатні підвищувати біологічну цінність ферментованих продуктів завдяки біосинтезу ферментів, вітамінів, вільних амінокислот. На відміну від солодковершкових спредів, в кисловершковому спреді «маскується» пустий смак немолочних жирів, продукт завдяки спеціальній заквасці збагачується смако-ароматичними речовинами та набуває кисломолочного смаку та аромату, подібного до натурального масла, що, значно поліпшує його якість. Окрім того, виробництво означеного продукту не потребує модернізації та реконструкції цехів маслоробства та є привабливим для вітчизняних молокопереробних підприємств і конкурентоздатним на споживчому ринку країни.

В Інституті продовольчих ресурсів було створено закваски для кисловершкових спредів, що містять молочнокислі бактерії виду *Lactococcus diacetilactis*, *Lactococcus lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactobacillus casei* з додаванням пропіоновокислих бактерій або без них.

Щоб оцінити їх ефективність та вплив на якість спреду, було вироблено кисловершкові спреди зі заміною 50% молочного жиру. Дослідні зразки отриманих свіжих продуктів було проаналізовано за основними біохімічними та органолептичними показниками. Зокрема, приділяли увагу вмісту летких органічних кислот та діацетилу, оскільки смакові якості залежать від вмісту саме цих речовин.

Як показали дослідження, внесення закваски у пласт спреду збагачує продукт смако-ароматичними компонентами. Так, вміст діацетилу та летких органічних кислот у порівнянні з солодковершковим спредом підвищувався, відповідно, у 1,9-2,3 та 2,7-3,3 рази.

Дегустування зразків кисловершкових спредів показали, що використання даних баккомпозицій забезпечують необхідний аромат та в міру виражений кисломолочний смак продуктам.

Отже, дані композиції можна розглядати як ротаційні варіанти і на їх основі опрацьовувати технології бактеріальних препаратів прямого внесення для виробництва кисловершкового спреду.

Інформаційні джерела

1. Боднарчук О.В., Кігель Н.Ф. Бактеріальні культури у виробництві кисловершкового масла. Продовольча індустрія АПК – №4. – 2013.

УДК 637.057, 637.148, 637.236

МОНІТОРИНГ СОЛОДКОВЕРШКОВОГО МАСЛА З РІЗНИМ ВМІСТОМ ЖИРОВОЇ ФАЗИ

С.С. Петрищенко, аспірант

Інститут продовольчих ресурсів НААН України, м. Київ

Масло вершкове залежно від масової частки жиру згідно ДСТУ 4399:2005 «Масло вершкове» поділяють на групи: вершкове масло екстра, вершкове масло селянське, вершкове масло бутербродне, топлене масло (молочний жир) [1]. Залежно від технологічних особливостей та органолептичних показників вершкове масло поділяють на види:

- солодковершкове та солоне солодковершкове;
- кисловершкове та солоне кисловершкове.

Дослідження якості вершкового масла є актуальною проблемою, оскільки, з одного боку, масло має високу біологічну цінність і є необхідним традиційним продуктом населення, а з іншого, його виробництво є складним багатоступінним процесом і має високу собівартість [2, 3].

Метою даною роботи було дослідження якості вершкового масла у комерційному продажу. Під час моніторингу випробуванням за основними фізико-хімічними показниками та вмістом ароматичних сполук було піддано 37 зразків солодковершкового масла та 7 зразків кисловершкового масла іноземного та вітчизняного виробництва.

Показано, що у 29 % дослідженої продукції виявлено відхилення: за мікробіологічними показниками (9%), наявність штучних ароматизаторів (27%) і замінників молочного жиру (14%), і вона не відповідає вимогам ДСТУ 4399:2005.

Результати моніторингу солодковершкового масла з різною масовою часткою жирової фази показали, що у маслі класу екстра та бутербродному варіювання масової частки вологи було у межах, які дозволено нормативною документацією. Найбільша кількість порушень -22 % від загальної кількості - було виявлено у маслі селянському, причому відхилення вмісту вологи були у межах від 2 до 8 %.

В межах однієї групи продукту (за масовою часткою жиру) показники вмісту СЗМЗ, масової частки азоту та лактози у маслі та плазмі варіювали у досить широких діапазонах. Це можна пояснити різними технологічними способами і режимами виробництва, відмінностями у складі вихідної сировини та ін. Показано, що найменші варіювання спостерігали у маслі екстра, яке крім того, суттєво відрізнялось за вищезазначеними показниками від двох інших груп масел.

У маслі селянському та бутербродному ці характеристики (СЗМЗ, масова частка білку в маслі, масова частка лактози, в плазмі) були дуже близькими і діапазони значень, деяких з них практично перекривались.

Узагальнююча оцінка масел показала, що зменшення масової частки жиру у продукті обумовило зниження вершкового аромату при одночасному збільшенні присмаку пастеризації і появі солодкуватості масла внаслідок збільшення кількості лактози.

Відзначено, що смакоароматичний букет масла селянського мав високу оцінку, близьку до масла екстра, що можна пояснити оптимальним співвідношенням жирової фази і молочної плазми масла, а також інших компонентів, що входять до їх складу.

З отриманих даних можна зробити висновок, що значення сумарного вмісту летких жирних кислот, кислотності жирової фази, перекисного числа не відображають істотної різниці між зразками вершкового масла різної жирності, придбані у комерційному продажу, причому їх граничні показники перекриваються. Найбільш широкий діапазон варіювань виявлено у маслі селянському, що свідчить про різні технологічні прийоми виробництва та різні види сировини.

Показано, що в окремих зразках продукції, які не відповідали вимогам нормативної документації, виготовленої за ДСТУ 4399, були виявлені штучні ароматизатори та замітники молочного жиру. Слід відзначити, що за ДСТУ 4399 нормуються лише кислотність жирової фази (норма не вище 2,5 °К) та титрована кислотність плазми (не більше ніж 23°Т), завдяки яким технологи виробництв оцінюють якість вершкового масла.

Однак результати дослідження масла, що пройшло органолептичну оцінку свідчить про необхідність більш докладного спектру параметрів, за якими необхідно визначати якість масла вершкового, а кількість виявлених порушень – про актуальність проведення незалежних моніторингів продукції.

Інформаційні джерела:

1. ДСТУ 4399:2005 Масло вершкове. Технічні умови.
2. Кустова Т.П., Вышемирский Ф.А., Панов В.П. Влияние тепловой обработки сливок на вкусовой букет сладкосливочного масла. // Сыроделие и маслоделие. – 2009. – № 6, С.46-48.
3. Кустова Т.П., Вышемирский Ф.А. Влияние метода производства на формирование вкусового букета сладкосливочного масла // Сыроделие и маслоделие – 2010. – № 2, С.49-51.

науковий керівник: Я.Ф. Жукова, к. б. н.,

Ц.О. Король, к. т. н.

Інститут продовольчих ресурсів НААН України

УДК 66.011:66.045.1

ТЕПЛООБМІН В ПЛАСТИНЧАСТИХ СКРЕБКОВИХ АПАРАТАХ

Єрошенко С.І. ст.н.с., Майборода Ю.В. ст.н.с., к.т.н.

Інститут продовольчих ресурсів НААН України, м. Київ

У виробництві масла та спредів теплову обробку вершків і комбінованих жирових сумішей, що мають підвищену в'язкість та містять білок, доцільно виконувати в теплообмінних апаратах з робочими органами, оснащеними скребками. На маслоробних підприємствах широко застосовуються маслоутворювачі Я5-ОМС та пастеризатори Я5-ОПС, Я5-ОВП, розроблені в Технологічному інституті молока та м'яса УААН (нині ІПР НААН). Технічне рішення пластинчастих скребкових теплообмінників спрямоване на запобігання утворенню ламінарного пристінного шару, забезпечення ефективної тонкошарової обробки потоку як в режимах

пастеризації так і в режимах маслоутворення, конструктивної простоти, компактності та безрозбірної мийки [4].

Відмінності у складі масла та комбінованих жирових сумішей передбачають також і відмінні режими процесів виробництва. Перемішування вимагає затрат потужності, які залежать від ряду факторів: фізичних властивостей оброблюваної речовини, конструкції робочих органів, швидкості їх обертання [1]. Показники фізичних властивостей рослинних жирів виходять за межі показників молочного жиру, а фізичні параметри молочно-рослинних жирових композицій не завжди підпорядковуються адитивному принципу, що негативно впливає на перебіг гідродинамічних та теплообмінних процесів. В результаті продуктивність та якість продукту знижується і, як наслідок, приводить до зайвих енергетичних і фінансових витрат.

Тому актуальними стали експериментальні дослідження процесів пастеризації та охолодження вершків і рослинно-молочних сумішей з різним вмістом жирової фази на експериментальній моделі пластинчастого скребкового теплообмінника. В дослідженнях застосовувався метод локального теплового моделювання за умов гідродинамічної подібності модельного та реального процесів.

В результаті встановлено вплив фізичних властивостей рідини, гідродинамічного режиму потоку, розмірів робочих органів, кількості скребків на витрати механічної енергії та інтенсивність теплопередачі.

Графічно точки апроксимуючих функцій $Nu/Pr^{0.43}z^{0.5} = f(Re)$ та $Eu/(zD/d)^{0.65} = f(Re)$, побудованих за методом найменших квадратів, представлені в логарифмічній системі координат на рис.1.

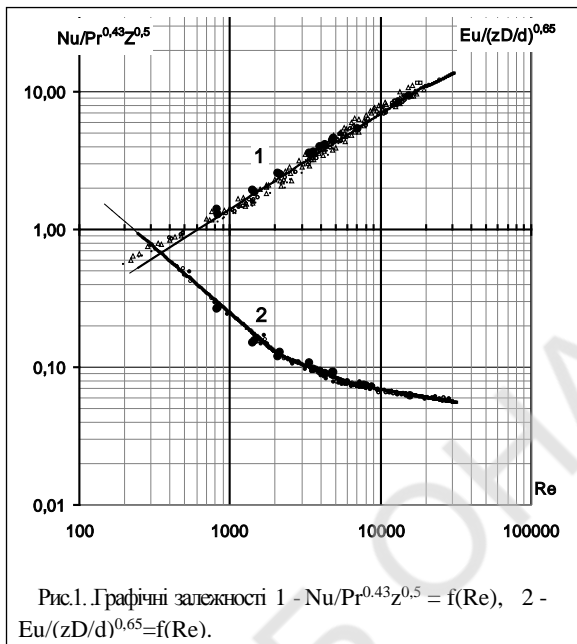
Критеріальні залежності інтенсивності тепловіддачі для ламінарного та турбулентного режимів мало відрізняються і в узагальненому вигляді можуть бути описані рівнянням

$$Nu = 0,012Re^{0.7}Pr^{0.43}z^{0.5}.$$

Критеріальні залежності для розрахунку витрат механічної енергії на обертання одного робочого органа описуються рівняннями для гідродинамічних режимів:

$$\begin{aligned} 80 < Re < 2000 & \quad Eu_M = 210(zD/d)^{0.65}Re^{-1}, \\ 2300 < Re < 6000 & \quad Eu_M = 6(zD/d)^{0.65}Re^{-0.5}, \\ 6000 < Re & \quad Eu_M = 0,65(zD/d)^{0.65}Re^{-0.25}. \end{aligned}$$

В визначених залежностях Pr, Nu, Re, Eu – критерії подібності
Прандтля, Нусельта, Рейнольдса, Ейлера;



D/d – коефіцієнт довжини скребка;

z – кількість скребків на одному робочому органі.

Отримані закономірності за характером добре погоджуються з літературним даним для теплообмінних апаратів [1,2] та отриманими нами раніше залежностями для промислових пастеризаторів [3]. Відповідність рівнянь підтверджена контрольними експериментами, які виконували у виробничих умовах на заміниках молочного жиру та вершках.

На основі отриманих критеріальних залежностей розроблено методику розрахунку теплообмінних апаратів даного типу за якою спроектовані високопродуктивні пастеризатори.

Інформаційні джерела:

1. Глаз М.Д., Павлушенко И.С. Затраты мощности на перемешивание неньютоновских жидкостей//Журнал прикладной химии.-1967, 40.- №7,с.1435-1490.
2. Ерьсько Г.А. Научное обоснование и разработка оборудования производства масла: Дис. д-ра.техн.наук:05.08.12.-К. 1987.-358с.
3. Г.Ерьсько, С.Ерошенко «Тепловые и энергетические характеристики пластинчатого скребкового пастеризатора»//«Молочная промышленность», №8, 2010 р.- с. 32-34.

4. Патент 19630 U Україна МПК F28D11/00 F28C3/00. Теплообмінний апарат/ Єресько Г.А., Єрошенко С.І., Кимачинський С.І.- Заявл. 17.07.2006; Опубл.15.12.2006 , Бюл. №12.

УДК 629.7

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИДКОСТНОГО КОНТУРА СИСТЕМЫ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ

Танасиенко Ф.В., Делков А.В., аспиранты, СибГАУ, Россия, г. Красноярск

Система терморегулирования предназначена для создания и поддержания заданных значений температур на борту космического аппарата в течение его срока активного существования.

Возможно несколько вариантов компоновки системы терморегулирования, отличающихся направлением осуществления термодинамического процесса, принципами передачи теплоты, включением в схему различных функциональных элементов. Задача проектирования рациональных систем включает в себя конструктивную оптимизацию системы обеспечения теплового режима. При этом необходимо проанализировать зависимости этих параметров от большого числа конструктивных и режимных вариантов исполнения системы с целью выбора оптимального их сочетания. Для решения задачи оптимизации необходимо создать эффективную расчетную модель.

В данной работе рассматриваются алгоритм и программа расчета характеристик простейшего жидкостного контура системы терморегулирования космического аппарата [1] с разбиением на северную и южную стороны. На каждой стороне контура присутствует охлаждаемый прибор, радиационная поверхность, которые имеют тепловую связь в виде жидкостного контура с движущимся теплоносителем (рис. 1).

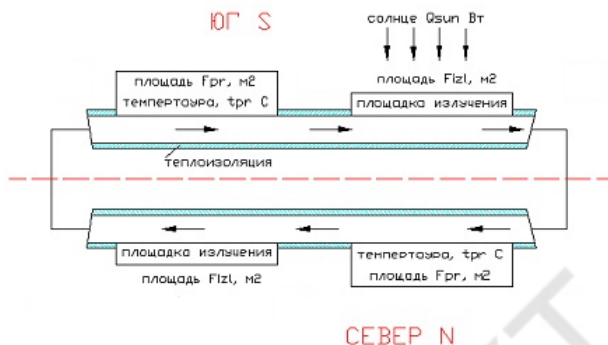


Рис. 1. Принципиальная схема жидкостного контура

В рассматриваемой системе присутствует несколько механизмов теплопередачи. При моделировании такой системы необходимо использовать следующие уравнения:

- тепловое излучение с поверхности радиаторов.
- теплопроводность через стенки радиаторов, труб контура.
- теплопередача от стенок труб в жидкостный контур.
- тепловой нагрев приборов и рабочего тела в контуре.

Данные уравнения легли в основу расчетного алгоритма. Т.к. при течении рабочего тела в контуре постоянно меняется его температура, а значит и теплофизические параметры, - расчет в алгоритме ведется по длине. Наличие замкнутого контура добавляет в систему уравнений условия энергетического баланса и уравнения неразрывности.

В данной постановке математической модели возможно получение характеристик системы при изменении массового расхода, геометрических и теплофизических параметров охлаждаемых приборов, площади поверхности излучения и т.д.

При расчете была получена характеристика изменения холодопроизводительности при регулировании расхода (рис. 2). Эта характеристика позволяет определить оптимальный расход в системе. В частности, для представленной задачи оптимальным является расход 0,1 кг/с, т.к. дальнейшее его увеличение не приводит к существенному изменению параметров системы.

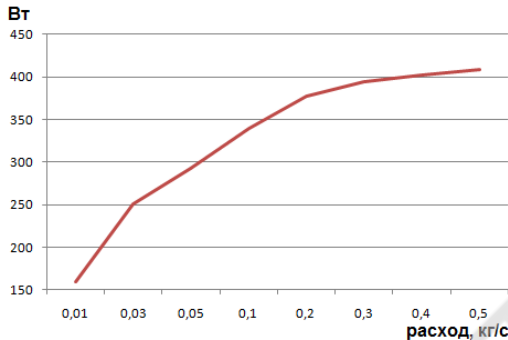


Рис. 2. Характеристики изменения холодопроизводительности и температуры прибора в системе при изменении массового расхода

Информационные источники:

1. Meseguer J., Perez-Grande I. Spacecraft Thermal Control Woodhead Publishing Limited, 2012. 413 p.

научный руководитель: Кишкин А. А., д.т.н., профессор, СибГАУ

УДК 536.24

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОПРЯЖЕННОГО РАДИАЦИОННО-КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА

Делков А.В., Ходенков А.А., аспиранты, СибГАУ, Россия, г. Красноярск

Одним из значимых элементов систем терморегулирования (СТР) космических аппаратов является радиатор-излучатель, предназначенный для отвода тепловой энергии в космическое пространство [1]. Расчет параметров такого радиатора-излучателя представляет собой задачу со сложным (сопряженным) теплообменом. Рассмотрим секцию радиатора-излучателя (рис. 1), которая конструктивно представляет собой трубу с теплоносителем, соединенную с радиационной панелью. С одной стороны секция контактирует с потоком теплоносителя, – соответственно идет теплоотдача от теплоносителя в стенку; другая сторона панели является радиационной, с которой тепловой поток сбрасывается в открытый космос. Секции группируются в панели радиаторов-излучателей. Геометрия секции может

быть разнообразной, в данной работе исследуется секция с параметрами, представленными на рис. 1.

Задача расчета сопряженного теплообмена в данном случае разбивается на две подзадачи: распределение температур в твердом теле (радиатор-излучатель) и распределение температур в жидком теплоносителе. Эти две подзадачи решаются совместно с общим граничным условием – конвективным теплообменом через стенку трубы.

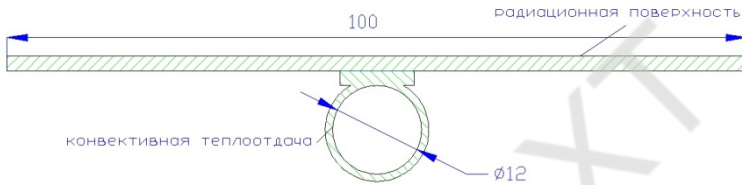


Рис. 1. Исследуемый профиль секции радиатора-излучателя

В рамках данной работы в качестве тестовой задачи решалась задача со следующими граничными условиями: рабочее тело – изооктан; материал радиатора – алюминий; температура теплоносителя на входе в секцию +60 С; труба с диаметрами 12 мм (внутренний) и 13 мм (наружный), длиной 0,5 м; размер радиационной площадки 0,5*0,1 м, толщина площадки 2 мм.

Коэффициент теплоотдачи определялся по критериальным уравнениям с использованием теплофизических и транспортных свойств изооктана.



Рис. 2. Характер распределения температуры по излучающей поверхности при скорости потока 0,05 м/с

Задача решалась численно. Для решения расчетная область делилась на подобласти твердого тела и жидкости. Для расчета использовались совместно пакеты Syrthes (тв. тело) [2] и Code_Saturne (жидкость). Подобласти

разбивались на конечные элементы: для жидкости 7000 элементов, для твердого тела 20000 элементов. Результаты расчета представлены на рис. 2.

Результаты численных исследований показали, что при увеличении расхода теплоносителя расчет и эффективность радиатора. Это связано с двумя факторами: рост коэффициента теплоотдачи при увеличении скорости потока и уменьшение перепада температур теплоносителя на входе и на выходе. Необходимо также отметить, что рост расхода теплоносителя в системе терморегулирования приводит к увеличению габаритов насосов и массы теплоносителя.

В целом результаты исследования показали возможность численного решения задачи сопряженного теплообмена для участка радиатора-излучателя. Однако стоит отметить, что даже для такого короткого участка время расчета одного случая составляет 15 минут. Для решения задачи оптимизации по нескольким параметрам (площадь панели, расход, геометрия) необходимо рассмотрение упрощенной задачи (например, 1-D теплообмен в области жидкости).

Информационные источники:

1. Расчет параметров жидкостного контура системы терморегулирования / Делков А.В., Танасиенко Ф.В., Ходенков А.А. // Решетневские чтения. 2014. Т. 1. № 18. С. 132-134.
2. SYRTHES - Software - EDF R&D [Электронный ресурс]. URL: <http://researchers.edf.com/software/syrthes-44340.html> (дата обращения: 12.04.2015).

*научный руководитель: Кишкин А. А.,
д.т.н., профессор, СибГАУ*

УДК 578.81

ЧУТЛИВІСТЬ ЛАКТОФАГІВ ДО ДІЇ ТЕМПЕРАТУРИ

*О.В.Науменко, канд.техн.наук, с.н.с.
Институт продовольчих ресурсів НААН України, м.Київ*

Відомо, що у випадку збереження інфекційності фаги здатні спричиняти лізис чутливих культур, що в свою чергу може призводити до порушень процесу молочнокислої ферментації і навіть до її призупинення [1]. Швидкість інактивації фагів залежить від багатьох параметрів: рН,

температури, наявності іонів, концентрації хелатуючих агентів [2]. Тому дослідження впливу підвищених температур на інфекційність бактеріофагів молочнокислих бактерій є актуальною задачею.

Проведено порівняльні дослідження термостійкості бактеріофагів різних таксонів, виділених на підприємствах молочної галузі України. У дослідах використовували видоспецифічні фаги щодо: 1) *L. lactis* f O₂₀ (фаг 936 виду, морфотип В1), Ф S₁ (с2 вид фагів, морфотип В2) та фаги *S. thermophilus* - S₆₁ та f O₁₅ (морфотип В1).

Зафіксовано поступове зниження інфекційності усіх фагів із підвищенням температури впливу. Однак було показано, що навіть після нагрівання бактеріофагів упродовж 60 хвилин за температури 72°C, віруси зберігали свою інфекційність. Хоча їхній титр і зменшувався на 29,2-59,8% - певна частина бактеріофагів все ж зберігала свою життєздатність.

Після витримування бактеріофагів у молоці за температури 90° С фаговий титр знижувався вже на 35,7-97,8%. Тобто така температура була доволі згубною для частини фагів, наприклад фаг fS₁ (с2 вид фагів) практично повністю інактивувався за такої обробки.

Отримані результати підтверджують неефективність пастеризації за температур 72-80° С у боротьбі з фаголізисом, тоді як термообробка за температури 90° С, дозволяє повністю очистити сировину лише від частини мезофільних бактеріофагів.

Отже, експериментальні данні вказують на значну резистентність бактеріофагів, як мезофільних так і термофільних молочнокислих бактерій з колекції ППР до дії високих температур, яка обумовлює їх небезпеку і необхідність пошуку додаткових або інших дієвіших факторів впливу на їхню життєздатність.

Информационные источники:

1. Biodiversity and Classification of Lactococcal Phages / H. Deveau, S. Labrie, M.-C. Chopin, S. Moineau // Applied and Environmental Microbiology. – 2006. – Vol. 72, № 6. – P. 4338–4346.
2. Marcy M. Bacteriophages and dairy fermentations / M. Marcy, S. Moineau, A. Quiberoni // Bacteriophage. – 2012. – Vol. 2, № 3. – P. 149-155.

УДК 637.3/579.67

ЧУТЛИВІСТЬ ЛАКТОБАЦИЛ ДО ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЦТВА СИРУ

*Шугай М.О., к.б.н., с.н.с.к, Чорна Н.А., н.с.,
Інститут продовольчих ресурсів НААН України, Київ*

При конструюванні заквашувальних композицій для виробництва молочних ферментованих продуктів, до культур молочнокислих бактерій (МКБ) висувається ряд вимог. Деякі з них обумовлені призначенням бактеріального препарату чи специфікою того чи іншого продукту. Якщо йдеться про селекцію культур до захисних бактеріальних препаратів, то найважливішими критеріями відбору штамів, окрім їх високої антагоністичної активності до технічно шкідливої мікрофлори і належних органолептичних характеристик, є стійкість до несприятливих для життєдіяльності МКБ технологічних факторів фізичної та хімічної природи.

Метою роботи було дослідити чутливість лактобацил-антагоністів сторонньої мікрофлори до впливу основних технологічних факторів, що мають місце під час виробництва сичужних сирів: високої температури та підвищених концентрацій хлориду натрію.

За результатами досліджень встановлено, що у відновленому знежиреному молоці за температури 55 °С та експозиції 60 хвилин (режим для сирів з високою температурою другого нагрівання) найстійкішим був штам *L. acidophilus* 11, рівень виживання клітин якого становив 63 %. Представники мезофільних лактобацил *L. casei* характеризувались значно нижчою терmostійкістю – 15-19 %.

Штами мезофільних лактобацил виявили порівняно високу стійкість до солі. Так, концентрація хлориду натрію до 4 % у рідкому середовищі MRS мало позначилась на розвитку цих культур, а суттєве зниження чисельності їх клітин – до 14-26 %, залежно від штаму, спостерігали при 6 % солі в середовищі. Тоді як культура ацидофільної палички навіть за наявності 2 % солі в ростовому середовищі зберігала лише 20 % вихідної популяції, а за 4 % – втрачала здатність до розвитку.

Після обробки молокозсідальним ферментом усі штами лактобацил-антагоністів зберігали життєздатність, а їх супернатанти – антагоністичну активність до тест-культур.

Таким чином, досліджені лактобацили виявили достатньо високу стійкість до фізико-хімічних факторів, що мають місце під час виробництва сиру і пригнічують життєдіяльність заквашувальних культур, а різна чутливість штамів до цих факторів пов'язана на самперед з їх видовими особливостями.

ЗАСТОСУВАННЯ АНТИАДГЕЗИЙНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ ОБРОБКИ МАСООБМІННОГО МОДУЛЯ СУШАРКИ.

Бурмістрова В.Г., студентка, ХДУХТ, м. Харків
(науковий керівник: Якушенко Євген Миколайович, к.т.н., доцент, ХДУХТ)

Одним з найбільш перспективних способів сушіння рослинної сировини є сушіння у масообмінних модулях з кондуктивним підведенням тепла, який розроблено в Харківському державному університеті харчування та торгівлі, що забезпечує одержання високопористого швидковідновлюваного продукту з малими енерговитратами. [1, 2].

Процес сушіння відбувається в масообмінних модулях (ММ), які є складовою установок для сушки харчових продуктів, що широко застосовуються на сучасних переробних підприємствах.

В теперішній час одним з факторів, який стримує зростання виробництва продуктів харчування за допомогою сушіння, є вивантаження продукції з ММ. Це викликано тим, що в процесі сушіння харчових продуктів, які містять цукор відбувається прилипання (карамелізація) до внутрішньої поверхні ММ, що призводить до утруднення вивантаження сухого продукту. Існують різноманітні способи надання робочим поверхням ММ антиадгезійних та гідрофобних властивостей – наприклад покриття внутрішньої поверхні ММ фторопластами, але використання в сушарках вище згаданих покриттів є не доцільним внаслідок дорожечі та слабкої механічної стійкості.

Застосування кремнійорганічних речовин на різних стадіях технологічних процесів у харчовій промисловості дає змогу удосконалити устаткування й оптимізувати виробництво сушених продуктів. Ці речовини є термічно стійкі, хімічно інертні до конструкційних матеріалів, нелеткі й абсолютно нешкідливі для людини й навколишнього середовища.

Дослідженнями встановлено перспективність використання кремнійорганічного лаку в якості антиадгезійного покриття для жарильних форм під хлібобулочні та м'ясні вироби. На основі одержаних експериментальних даних розроблено технологію та спосіб обробки внутрішньої поверхні жарильних форм для випікання та запікання кулінарних і кондитерських виробів [3].

Суттєвою проблемою сучасних переробних підприємств є зниження адгезії при сушінні рослинної сировини. Як правило, продукти, які піддаються сушінню мають високу адгезійну міцність, що приводить до втрат на стадії вивантаження готової продукції. На адгезійну взаємодію продукту з

контактуючою поверхнею MOM суттєво впливають різні фактори, в основному це рецептурно-технологічні особливості продукту та структурно – механічні властивості матеріалу робочої поверхні MOM.

Ретельний аналіз сучасних вітчизняних та зарубіжних розробок засвідчує, що кремнійорганічні речовини можна успішно використовувати для покриття внутрішньої поверхні масообмінних модулів, які є складовою установок для сушіння харчових продуктів. На сучасних переробних підприємствах, які займаються сушінням харчових продуктів внутрішня поверхня MOM не піддається спеціальній обробці для створення гідрофобного антиадгезійного покриття, що викликає ряд недоліків які суттєво погіршують якість готових виробів та негативно впливають на екологію.

Відсутність проміжного антиадгезійного гідрофобного покриття на внутрішній поверхні MOM не забезпечує якісного відділення готової продукції після закінчення процесу сушіння, спричиняє низьку якість готового виробу за рахунок підгару та карамелізації продуктів які підлягають сушінню, знижує продуктивність обладнання, за рахунок необхідності очищення MOM від продуктів підгару та карамелізації, що утворилися під час проведення процесу сушіння харчових продуктів, викликає утворення канцерогенних речовин в продукті при контакті з поверхнею тепломасообмінного модулю та призводить до забруднення повітря робочої зони MOM продуктами підгару. Застосування кремнійорганічних речовин дає змогу повністю виключити недоліки, які згадувалися вище, підвищити якість готової продукції, збільшити продуктивність обладнання і покращити умови праці на виробництвах.

Викладене дає підстави зробити висновок, що розроблена в ХДУХТ технологія та спосіб обробки внутрішньої поверхні MOM кремнійорганічним лаком в харчовій промисловості сприяє збільшенню продуктивності обладнання, поліпшенню якості готової продукції, а також умов праці на виробництвах, практично готова до широкомасштабного практичного впровадження в Україні з суттєвим очікуваним економічним і соціальним ефектом.

Інформаційні джерела:

1. *Потапов В.А.* Рациональные режимы сушки овощей смешанным теплоподводом: Дис... канд. техн. наук: 05.18.12.– Харьков, Одесса, 1994.– 190 с.
2. *Якушенко Є.М.* Підвищення енергоефективності процесу сушіння виноградних вичавок у масо обмінному модулі з кондуктивним підведенням теплоти: Дис... канд. техн. наук: 05.18.12.– Харків, 2014.– 156 с.

3. Білецький Е.В., Петренко О.В. Технологія нанесення кремнійорганічних покриттів на алюмінієві форми для теплової обробки харчових продуктів // Праці Міжнар. наук.-метод. конф., присвяченої 35-річчю ХДАТОХ «Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв і торгівлі». – Харків: ХДАТОХ. – 2002. – С.157-158.

УДК 637.5

ТЕХНОЛОГІЯ КОПЧЕНО-ВАРЕНИХ ВИРОБІВ ІЗ М'ЯСА ПТИЦІ

Сленець Ю.А., магістрант, НУХТ, м. Київ
А.-Х. Хайдер М. аспірант, НУХТ, м. Київ
Неводюк І.В., студентка 4 курсу, НУХТ, м. Київ
Духнич М.С., студентка 4 курсу, НУХТ, м. Київ
Піскун Д.Р. студентка 3 курсу, НУХТ, м. Київ
(науковий керівник: Пасічний В.М., д.т.н., проф., НУХТ)

Сьогодні споживання на душу населення м'яса птиці складає в середньому 42 кг і стоїть на другій сходинці після свинини. За останні 50 років інтенсивність виробництва збільшилася в 10 разів (в той час як свинини в 6) і досягла 93 млн. тон. Це пояснюється біологічною повноцінністю, дієтичними властивостями, доступною ціною та скороспілістю, технологічністю та зручністю переробки сировини [1, 2].

Серед широкого асортименту продукції, що виготовляється підприємствами харчової промисловості особливий статус мають вироби з м'яса птиці. Це пояснюється тим, що м'ясо птиці - продукт з підвищеним вмістом повноцінного білка. При постійному вживанні м'ясо птиці надає регулюючу дію на організм і здоров'я людини. Крім білка в склад м'яса птиці входять вітаміни, мінерали, жири, екстрактивні речовини. З корисних мінеральних сполук виділено залізо, фосфор, кальцій, магній, марганець, натрій, йод і цинк. В м'ясі птиці наявні в достатній кількості ПНЖК, які відносяться до есенціальних речовин.

На сьогодні лише птахівництво повністю задовольняє потребу галузі в даному виді сировини. Так згідно даних Державного комітету статистики України станом на 1 березня 2015 року кількість поголів'я ВРХ становить 4116,9 тис. голів, свиней – 7371,7 тис. голів, птиці – 199036,7 тис. голів, що вказує на перспективи розширення асортименту продукції в галузі на основі м'яса птиці.

Об'єктом досліджень була технологія копчено-варених виробів із м'яса птиці. Предметом досліджень – технологічні розсоли полі компонентного складу, біле та червоне м'ясо курчат-бройлерів та м'ясо перепелів на етапах виробництва копчено-варених виробів.

М'ясо курчат-бройлерів і перепелів славиться своїми дієтичними властивостями і унікальним хімічним складом. За кількістю отримання білка на одиницю кормів курятина є лідером, серед інших видів сировини тваринного походження.

Метою наших досліджень було удосконалення технології копчено-варених виробів із м'яса птиці та дослідження фізико-хімічних та функціонально-технологічних властивостей готових продуктів.

Згідно поставленої мети та завданням було підібрано рецептурні компоненти розсолів для шприцювання м'яса даних видів птиці, раціональні варіанти їх комбінування, вивчено зміни властивостей розсолів на етапах технологічного процесу і при зберіганні.

До складу розсолів входили такі компоненти: сіль кухонна, цукор-пісок, триполіфосфат, тваринний білок СканПро 95, пшенична клітковина Тефайбер, камідь гуару.

При комбінуванні рецептурних компонентів розсолу у таких співвідношеннях, % : сіль кухонна – 4,5...6,0; цукор-пісок – 1,0...1,5; триполіфосфат – 1,0...1,5; СканПро 95 – 0,5...1,5; Тефайбер – 0,5...2,5; камідь гуару – 0,5...1,0.

Виготовлені згідно варіантів копчено-варені вироби з білого і червоного м'яса курчат бройлерів і м'яса перепелів досліджувались до та після шприцювання і після реалізації технологічного процесу виробництва копчено-варених виробів за фізико-хімічними і функціонально-технологічними показниками.

В отриманих копчено-варених виробах на основі м'яса курчат бройлерів масова частка вологи за варіантами коливалась в межах 55...59,7 %, ВЗЗа – 86...87%, рН – 6,91...7,0, вихід – 108...112 %.

Для копчено-вареного м'яса перепелів: масова частка вологи коливалась в межах 67,0...68,0 %, ВЗЗа – 79,4...83,6 %, рН – 6,8...6,85, вихід – 83...103 %.

Порівняльна оцінка м'яса птиці різного за походженням виявила, що не зважаючи на суттєву особливість м'яса курчат бройлерів і м'яса перепелів в технології виробництва копчено-варених виробів на основі даних видів м'яса можливе розроблення високорентабельних композицій розсолів для підвищення ефективності використання м'яса птиці для копчено-варених виробів.

Отримані результати підтверджують ефективність використання м'ясо-кислого посолу для виготовлення копчено-варених виробів із м'яса птиці.

Подальші дослідження будуть направлені на визначення раціональних варіантів комбінування розсолів для збільшення виходу даної групи продуктів та покращенню смако-ароматичних показників копчено-варених продуктів на основі м'яса курчат бройлерів і перепелів.

Інформаційні джерела:

1. Буяров В.С. Состояние и перспективы развития мясного птицеводства / Буяров В.С., Буяров А.В., Клейменов И.С., Шалимова О.А. // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2012. – №1. – С. 49–61.

2. Прянишников В.В. Инновационные технологии производства мясных полуфабрикатов / В.В. Прянишников // Мясное дело. – 2013. – № 7. – С. 24–26.

УДК 502.31

АДАПТАЦІЯ УКРАЇНСЬКОГО ЗАКОНОДАВСТВА ДО ЗАКОНОДАВСТВА ЄС У НАПРЯМКУ ЗАЛУЧЕННЯ ГРОМАДСКОСТІ ДО ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ

Бабенко В.М., студентка, НТУ «ХПІ», м. Харків
Могилевська Г.І., студентка, НТУ «ХПІ»
(науковий керівник: Самойленко Наталія Миколаївна, к.т.н., професор,
НТУ «ХПІ»)

Законодавчі акти, прийняті в Україні, надають право громадянам на повну та достовірну інформацію про стан навколишнього середовища, а також право на участь у прийнятті рішень, які стосуються довкілля. Їх адаптація до правових актів ЄС передбачає використання єдиних критеріїв до вирішення тих чи інших екологічних проблем з точки зору директив ЄС.

Директива 2003/35/ЄС [1] і зміни до Директив Ради 85/337/ЄЕС та 96/61/ЄС розглядають участь громадськості у розробці деяких планів та програм, пов'язаних з довкіллям. Відповідно до них в законі України «Про охорону навколишнього середовища» [2] та підзаконних актах будуть вноситись зміни, що спрямовані на запровадження цих положень. Їх імплементація особливо важлива для громад урбанізованих територій, які зважаючи на досвід країн ЄС, можуть внести реальний внесок у екологічно сталий розвиток міст. Це стосується розробки планів по забудові їх територій,

програм по зменшенню викидів, що утворюються при згоранні органічного палива, а також різного рівня сфери поводження з побутовими відходами та ін. Але для того, щоб у теперішній час дані законодавчі ініціативи запроваджувались у повній мірі, необхідна зміна ставлення багатьох містян до участі в них. Зараз в Україні досить розвинена діяльність громадських екологічних організацій, які охоплюють природоохоронною діяльністю невелике коло активних мешканців міст і селищ. Для того, щоб громадськість відіграла помітну роль у процесах охорони довкілля, необхідне зростання активної діяльності мешканців міст і селищ, їх солідарності та усвідомлення значимості екологічного громадського руху. Такий процес може не тільки внести вагомий внесок у перехід до екологічно сталого розвитку міст, а й підвищить міжнародний імідж України як демократичної і соціально розвиненої країни.

Розширення участі громадськості у природоохоронні безпосередньо пов'язана з рівнем екологічної свідомості, екологічного виховання та загальної культури. Підвищення їх рівня – не тільки стратегічна, а й повсякденна задача. Вона повинна мати динаміку щодо постійного накопичення екологічних відомостей і знань загального характеру, а також відомостей відносно екологічної обстановки на території свого помешкання; оцінки місцевих програм і планів, які впливають на навколишнє середовище; знань та навичок щодо поводження з побутовими відходами. Для забезпечення такого процесу необхідний високий ступінь розповсюдження екологічної інформації, її актуалізація та достовірність. Очевидно, що головна роль у цьому належить державній інформаційній системі забезпечення екологічною інформацією. Разом з тим велике значення має робота по екологічній інформатизації суспільства громадськими радами, що функціонують при державних органах загальної і спеціальної компетенції у галузі охорони навколишнього середовища, та екологічними громадськими організаціями.

Як показує аналіз джерел інформації щодо питань, які становлять суспільну значимість для громадян міст, є:

- відновлення елементів навколишнього середовища, яким була завдана шкода господарчою діяльністю;
- роздільне збирання та переробка побутових відходів;
- збереження чистоти водних об'єктів, що знаходяться на урбанізованих територіях;
- заборона стоянок автотранспорту на прибудинкових територіях;
- збереження ландшафтних ділянок і відновлення зелених насаджень.

Окремо зазначається важливість вирішення питань, що стосуються житлових споруд. У теперішній час дуже актуальним стає в них

енергозбереження і енергоефективність та раціональне використання води у побуті.

Це дослідження було проведене при підтримці проекту CENEAST (реформування навчальних програм забудованого середовища у Східному сусідстві), який фінансується при підтримці Європейської комісії. Висновки та погляди, що представлені у цьому документі, відображають тільки точку зору авторів, і Комісія не може нести відповідальність за будь-яке використання інформації, яка міститься у ньому.

Інформаційні джерела:

2. Directive 2003/35/EC providing for public participation in respect of the drawing up of certain plans and programmes relating to the environment. [Електронний ресурс] / European Parliament, Council of the European Union.- Режим доступу: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32003L0035>
3. Закон України «Про охорону навколишнього середовища» [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Офіц. вид. - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>

УДК 621.565.93.95

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СИСТЕМ НЕПРЯМОГО ОХОЛОДЖЕННЯ

Бондаренко П.Ю., студент, ХДУХТ, м. Харків
(науковий керівник: Петренко Олена Володимирівна, к.т.н., доцент, ХДУХТ)

Висока енергоємність сучасної продукції вітчизняного виробництва пов'язана не лише з його порівняно низьким техніко-технологічним рівнем, але й з усією соціально-економічною організацією використання енергії. У зв'язку з цим необхідні такі інноваційні пропозиції, які б сприяли підвищенню якості продукції та загальної ефективності діяльності підприємств.

Схемні рішення станцій холодопостачання на основі водоохолоджуючих холодильних машин найбільш часто застосовують в системах непрямого охолодження підприємств молочної промисловості та системах централізованого кондиціонування повітря. Однак дані рішення, які використовують на підприємствах в цей час, мають ряд недоліків, зокрема, високі енергетичні та експлуатаційні витрати. Це пов'язано в першу чергу з тим, що дані системи розраховуються з великим запасом на покриття піка

теплонадходжень, при цьому лише 5-10 % загального часу роботи використовується повна потужність системи холодопостачання, і більшу частину часу холодильна станція завантажена не більш ніж наполовину потужності. Це приводить до невиправдано високих експлуатаційних витрат, що включають вартість холодильних машин, арматури, монтажу.

Дану проблему можливо вирішити шляхом включення в схему холодопостачання акумуляторів холоду. По перше використання акумуляторів холоду вирішує проблему асиміляції пікових денних навантажень від споживачів. Акумулятор холоду заряджається в нічний час і знімає пікове навантаження від споживачів удень. Це дозволяє знизити до 2 разів потужність холодильних машин і відповідно витрати енергоносіїв. По друге застосування акумулятора холоду дозволяє знизити грошові витрати на електроенергію при використанні багатотарифних лічильників. У нічний час тариф на електроенергію більш ніж в 3 рази нижче денного.

Сьогодні найбільше поширення одержали конструкції акумуляторів холоду компанії «Baltimore Aircoil» і «Cristopia».

Акумулятор холоду компанії «Baltimore Aircoil» конструктивно являє собою гладкостінний трубчастий змійовик, що занурюється в контейнер з водою. По трубках змійовика подається холодоносії (на основі етиленгліколю), на поверхні труб намерзає лід. При розрядці акумулятора холодоносії відбирає холод, розплавляючи лід.

Конструкція акумулятору холоду компанії «Cristopia» (енергозбережні системи STL) передбачає бак-резервуар, наповнений пластиковими кулями (капсулами-акумуляторами), заповненими рідким розчином кристалогідратів. У просторі між капсулами циркулює рідкий холодоносії (водяний розчин етиленгліколю) з температурою нижче 0°C, що викликає кристалізацію рідини всередині заповнювачів. Тим самим досягається акумулювання енергії у вигляді прихованої теплоти кристалізації в період фазового переходу з рідкого стану у твердий. При зарядці розчин в капсулах замерзає, а при розрядці плавиться, використовуючи теплоту теплоносія. Використовуючи різні рідини як для охолодження, так і для заповнення капсул, можна задавати температуру льодоутворення. Куляста форма капсул забезпечує велику площу теплообміну.

Цей виробник пропонує ряд баків-акумуляторів об'ємом від 2 до 100 м³ і капсули-заповнювачі (діаметром 96 мм для СКП і 77 мм для холодильних установок), здатні акумулювати теплову енергію при температурах від -33 до 27°C. Капсули-заповнювачі витримують не менше 10000 циклів (заморожування-розморожування), термін служби – не менш 20 років. Фірма «Cristopia» пропонує цілий ряд капсул-заповнювачів, розроблених для конкретних галузей.

Останнім часом на ринку з'явилася інноваційна конструкція акумулятора холоду, що за принципом роботи схожий з конструкцією

компанії «Baltimore Aircoil», але має ряд відмінностей. Акумулятор являє собою складальний теплообмінник із секцій-змійовиків, занурений у ємність, заповнену водою. Вода в цьому випадку є теплоакумуючим матеріалом. Теплообмінник складається з окремих паралельних одна до іншої секцій касет. Кожна секція є плоским змійовиком з тонкостінних гофрованих труб і змонтована на рамі зі сталеву сіткою. Рама із сіткою має подвійне призначення: задає просторову форму секції-касети та виконує функцію теплопровідних ребер в об'ємі води, прискорюючи процеси заморожування та танення. Секції теплообмінника об'єднані колектором, що подає та зворотним колектором, таким чином, щоб рух холодоносія в сусідніх секціях здійснюється в протилежні сторони по так званій біфілярній схемі. За рахунок цього наморозування та танення льоду відбувається рівномірно у всіх перетинах теплообмінника. Основне достоїнство акумулятора холоду на базі касетного теплообмінника – простота його виготовлення та легка масштабованість під потреби замовника.

Таким чином включення в схему холодопостачання акумуляторів холоду дасть змогу знизити холодопродуктивність установки за рахунок накопичення запасу крижаної води та льоду та підвищити енергоефективність системи непрямого охолодження в цілому.

Інформаційні джерела:

1. Бондарь Е. С. Энергосберегающие системы кондиционирования воздуха с аккумуляцией холода [Электронный ресурс] / Е. С. Бондарь, П. В. Калугин. – Режим доступа : <<http://www.sun-ice.com.ua/news/>>.
2. Сайт компании «Cristopia» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <<http://www.cristopia.com>>.

УДК 641.78:664

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ПІД ДІЄЮ ВИСОКОГО ТИСКУ

Дорошенко М.О., магістр, ХДУХТ, м. Харків
(науковий керівник: Потапов Володимир Олексійович, д.т.н., професор,
ХДУХТ)

Аналіз сучасних технологій сушіння показує, що найбільше використання в харчовій промисловості одержав конвективний метод

сушіння. У той же час питомі енерговитрати сучасних конвективних сушарок становлять 4000...9000 кДж/кг випаруваної вологи, що в 2...4 рази більше теоретичного мінімуму на випаровування 1 кг води. Причиною того є те, що 20...30% втрат енергії це втрати із сушильним агентом, що викидається в навколишнє середовище при підвищеній температурі. У зв'язку з цим вирішення завдання про зниження споживаної енергії в сушарках є актуальним [1].

Раніше нами був запропонований спосіб сушіння в тепло-масообмінному модулі (ТМОМ) при фільтрації сушильного агента крізь матеріал під дією підвищеного тиску [2]. Для практичного запровадження цього способу сушіння потрібно дослідження кінетики даного процесу. З цією метою були проведені експерименти по сушінню модельного колоїдного капілярно пористого тіла (ККПТ) у ТМОМ в конвективній сушарці та в сушарці під дією високого тиску. В першому випадку перфорований ТМОМ у формі циліндру обдувався повітрям з температурою від 60 до 100 °С, в другому він розміщувався в герметичному контейнері, в якому створювався надлишковий тиск компресором і регулювався дроселем. За рахунок стиснення у компресорі температура на вході в ТМОМ була в межах від 60 до 100 °С, що відповідало надлишковому тиску від 1 до 5 атм.

В експериментах визначалась маса ТМОМ з матеріалом шляхом безпосереднього зважування на електронних вагах. На рис.1 наведено відповідні криві сушіння. Як показав статистичний аналіз кінетика конвективного сушіння добре описується експоненціальним законом, тоді як кінетика сушіння під дію високого тиску – лінійним законом. На відміну від кривих конвективного сушіння, які мають періоди постійної та падаючої швидкості сушіння, кінетика маси при сушінні під дією високого тиску проходить практично з постійною швидкістю. Це на нашу думку пояснюється тим, що при малій витраті повітря, що подається компресором до ТМОМ, поглинальна здатність сушильного агенту недостатня для забезпечення засвоєння всієї вологи, що вільно випаровується.

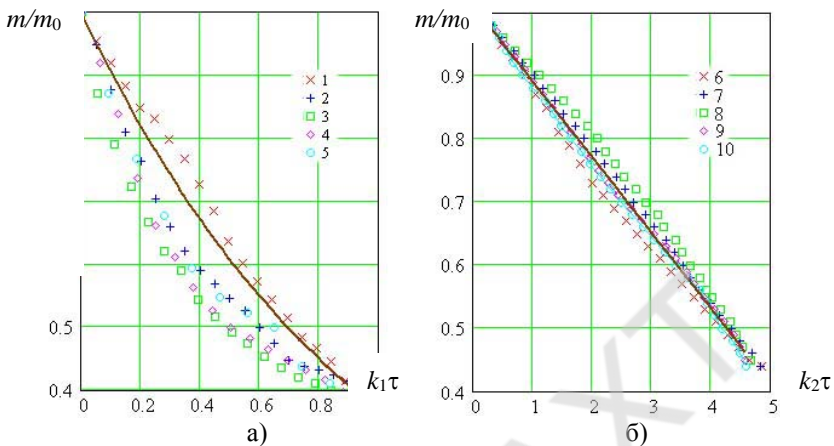


Рисунок 1 – Узагалювана кінетика сушіння моделі ККПТ: а) - конвективне сушіння, б) - сушіння під тиском. 1- 60°C; 2- 70°C; 3- 80°C; 4- 90°C; 5- 100°C; 6- 1 атм (90°C); 7- 2 атм (74°C); 8- 3 атм (78°C); 9- 4 атм (90°C); 10 - 5 атм (90°C).

Сушильний агент повністю насичується вологою на невеликій ділянці ТМОМ, а далі просувається крізь пори матеріалу у вигляді паро-рідинної суміші і виводиться через дросель зовні при температурі навколишнього середовища. В цьому випадку зона сушіння просувається від входу в ТМОМ до виходу, тому протягом всього періоду сушіння в ТМОМ перебуває певна частина вільної води, яка випаровується за постійної швидкості сушіння. Зазначимо, що такий режим сушіння можливий, якщо довжина ТМОМ за напрямком руху сушильного агента узгоджена з витратами повітря через компресор.

Таким чином в даному способі сушіння можливо ліквідувати основний недолік конвективного сушіння – викиди сушильного агента в навколишнє середовище при підвищеній температурі, що є основною причиною перевитрат енергії.

Інформаційні джерела:

4. Kudra, T. Energy aspects in drying// Drying Technology.2004.Vol.22, №5.P. 917-932.
5. Потапов В.А. Гриценко О.Ю, Пономаренко Ю.О. Дослідження процесу сушіння в масообмінних модулях під дією підвищеного тиску // Прогресивні техніка та технологія харчових виробництв ресторанного

УДК 664.782.7

КІНЕТИКА ТЕМПЕРАТУРИ СИРОВИНИ ПІД ЧАС ЗТП-СУШІННЯ

Лой В. В., студент, ХДУХТ, м. Харків
(научний керівник: Жеребкін Максим Васильович, к.т.н., асист.,
ХДУХТ,
Пак Андрій Олегович, к.т.н., доц., ХДУХТ)

В ХДУХТ працює наукова школа, яка займається проблемами сушіння сировини тваринного і рослинного походження, а саме сушіння способом змішаного теплопідводу (ЗТП-сушіння) [1]. ЗТП-сушіння відрізняється від традиційних способів організацією та механізмами процесу зневоднення, що дозволяє його віднести до дійсно штучних способів. Однією із особливостей даного способу зневоднення є характер кінетики температури сировини в процесі сушіння. Кінетика температури під час ЗТП-сушіння відрізняється від інших способів S-подібним характером. Для температури під час даного способу сушіння спостерігаються два екстремуми: локальний максимум при середніх значеннях вологовмісту зразка та мінімум в області гігроскопічного стану (Рис.1).

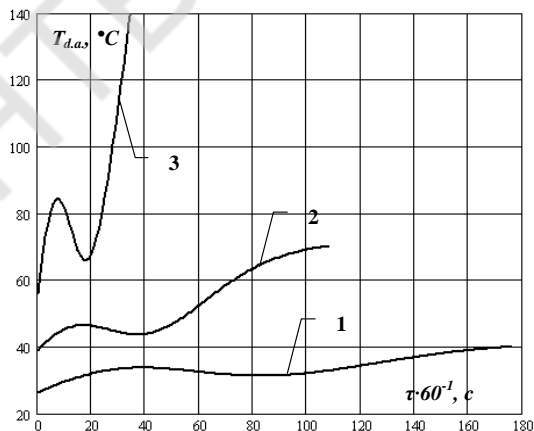


Рисунок 1 – Кінетика температури сировини під час ЗТП-сушіння за різної температури сушильного агента, °С: 1 – 40; 2 – 70; 3 – 140

В класичній літературі з теорії сушіння, зокрема в «Теорії сушіння» О. В. Ликова, кінетика температури сировини в процесі зневоднення описується емпіричним рівнянням виду:

$$f_1(\tau) = a_1 \cdot (1 - \exp(-b_1 \tau^{c_1})), \quad (1)$$

де a_1 , b_1 та c_1 – емпіричні коефіцієнти.

Через особливості кінетики температури сировини під час ЗТП-сушіння (рис.1) не представляється можливим описати зміну температури з часом в даному процесі тільки рівнянням (1). Характерні локальні максимуми та мінімуми кінетики температури під час ЗТП-сушіння можна описати, якщо доповнити рівняння (1) функцією виду [2]:

$$f_2(\tau) = a_2 \cdot \exp\left(-\frac{(\tau - b_2)^2}{c_2}\right), \quad (2)$$

де a_2 , b_2 та c_2 – емпіричні коефіцієнти.

Використовуючи для описання зміни температури сировини з часом під час ЗТП-сушіння функцію, яка представляє собою суму функцій (1) та (2) (Рис.2), отримано емпіричні функції для кінетики температури за різної температури сушильного агента.

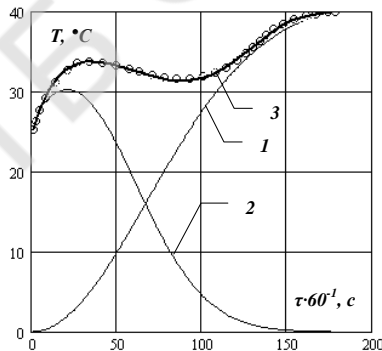


Рисунок 2 – Апроксимація експериментальних даних: 1 – функція виду (1); 2 – функція виду (2); 3 – функція виду (3)

Апроксимаційні функції для кінетики температури сировини за різної температури сушильного агента мають однаковий вид, але різні значення апроксимаційних коефіцієнтів.

Таким чином, отримано аналітичну функцію, що описує з достатнім ступенем точності температуру сировини в ФЄ в залежності від тривалості сушіння способом змішаного теплопідводу.

Інформаційні джерела:

6. Погожих М. І. Сушіння плодово-ягідної сировини способом змішаного теплопідводу зі штучним пороутворенням : монографія / М. І. Погожих, А. О. Пак, М. М. Цуркан. – Харків : ХДУХТ, 2009. – 102 с.
7. Гідротермічна обробка круп із використанням принципів сушіння змішаним теплопідводом : монографія / М. І. Погожих [та ін.]. – Х. : ХДУХТ, 2014. – 170 с.

УДК 621.565.93.95

СУЧАСНИЙ ІНЖЕНЕРНИЙ ПІДХІД ПРИ ВИБОРІ СХЕМИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

Маммедов Т.Д., студент, ХДУХТ, м. Харків

(наукові керівники: Петренко Олена Володимирівна, к.т.н., доцент, ХДУХТ;
Семенюк Дмитро Павлович, к.т.н., доцент, ХДУХТ)

Розробники холодильних компонентів постійно вдосконалюють техніку, створюючи усе більш надійні та ефективні компресори, теплообмінне обладнання, автоматику. На даний час накопичено величезний досвід створення надійних холодильних установок різних схем і призначень, у яких робота всіх компонентів максимально оптимізована та ефективна [1, 2]. Виробниками розроблюються та впроваджуються зручні комп'ютерні програми, що дозволяють не тільки підбирати та розраховувати холодильну техніку, але й моделювати її роботу залежно від різних режимів експлуатації.

Однак при всьому різноманітті сучасної техніки та технічної підтримки дуже важливим моментом при впровадженні холодильних систем є кінцеве інженерне рішення, при якому повинно грамотно використовуватися знання техніки та творчо застосовуватися наукові принципи проектування. Прикладом необхідності застосування грамотного інженерного підходу є проектування об'єктів з великою кількістю споживачів штучного холоду. Як правило, для таких об'єктів проектується централізована система холодопостачання де ключовим моментом є вибір схеми, за якою до споживачів буде подаватися холодоносій [2].

Це може бути DX-схема безпосереднього кипіння холодоагенту у випарниках пристроїв, що охолоджують, кожного зі споживачів. Циркуляція холодоагенту по системі трубопроводів здійснюється холодильними компресорами. Головний недолік такого технічного рішення – великі магістральні втрати, що знижують ККД системи та проблематика з «віднесенням» і «заляганням» мастила, що пов'язано з великою довжиною хладонових магістралей [3].

Знизити магістральні втрати можливо шляхом збільшення діаметрів трубопроводів, але це у свою чергу спричинить подорожчання системи. Залягання мастила призводить до більш серйозних проблем: по перше – знижується ефективність роботи теплообмінного обладнання; по друге – віднесення мастила з компресорів викликає їхню періодичну зупинку по аварії («відсутність мастила») і приводить до серйозних пошкоджень внутрішніх тертьових елементів. Таким чином, дані холодильні системи повинні оснащуватися складними системами контролю та повернення мастила в компресори. Це відомі традиційні рішення – включення в схему контролерів рівня мастила, мастиловіддільників, мастильних ресиверів, мастилопідйомних петель а також правильно розрахованою додатковою заправкою мастила в систему.

Альтернативним рішенням системам з безпосереднім кипінням холодоагенту, особливо при великій довжині магістралей (більше 100м), є системи холодопостачання з насосною подачею холодоагенту. У цьому випадку зникає проблема втрат у магістральних трубопроводах і зниження ККД холодильної установки.

Більш простим рішенням є застосування систем з насосною подачею проміжного холодоносія, що виключає втрату продуктивності компресорів. Як джерело холоду використовують моноблочні чіллери повної заводської готовності. Охолоджений холодоносіє, як правило, водяний розчин гліколю, циркулює завдяки насосам по системі сталевих або пластикових трубопроводів між чіллером і внутрішніми приладами охолодження. Найбільше часто подібні системи («чіллер – фенкойл») можна зустріти в супермаркетах, великих офісах і готельних комплексах.

Незважаючи на те, що, на перший погляд, застосування схеми із проміжним холодоносієм повинне бути більше енергоємним, за рахунок енергоспоживання насосів і додаткового перепаду температур на теплообміннику «холодоагент – холодоносіє», застосування сучасних чіллерів дозволяє істотно заощаджувати електроенергію в порівнянні з іншими схемами [3]. Це відбувається з наступних причин: магістральні втрати в схемі безпосереднього кипіння холодоагенту знижують розрахункову температуру кипіння; застосування в «чіллерах» холодоагентів R407C, R410a, які мають більш високу ефективність у середньотемпературних

режимах, порівняно з традиційно низькотемпературними R404a, R507a; застосування систем частотного регулювання роботи насосів, компресорів і вентиляторів конденсатора; застосування електронних ТРВ, що дозволяє точно регулювати ступінь заповнення випарника чіллера холодоагентом.

Основна тенденція сучасного проектування промислових холодильних систем: вибір високоефективного холодоагенту та оптимального холодоносія, проектування системи з мінімальним обсягом заправлення холодоагентом, транспортування холодоносія до споживачів насосами. Завдяки цьому, завжди можна прогнозувати отримання істотної економії як капітальних витрат так і експлуатаційних.

Інформаційні джерела:

1. Холодильні установки / І. Г. Чумак, В. П. Чепурненко, С. Ю. Лар'яновський [та ін.]; за ред. І. Г. Чумака. 6-е вид., перероб. та доп. – Одеса: Пальміра, 2006. – 552 с.
2. Брайдерт Г. Й. Проектирование холодильных установок . Расчёты, параметры, примеры / Г. Й. Брайдерт. – М. : Техносфера, 2006. – 336 с.
3. Выбор схемы централизованного холодоснабжения [Электронный ресурс] Режим доступа : <<http://kriofor.com.ua/stati/26-vybor-skhemy-tsentralizovannogo-kholodosnabzheniya.html>>.

УДК 621. 565.93/95

АНАЛИЗ СИСТЕМ УТИЛИЗАЦИИ СБРОСНОЙ ТЕПЛОТЫ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Мольський О.С., студент, ХДУХТ, м. Харків
(науковий керівник: Потапов Володимир Олексійович, д.т.н., професор,
ХДУХТ)

На сегодняшний день рациональное использование вторичных энергетических ресурсов (сбросной теплоты) энергоемких промышленных предприятий является одной из стратегических задач национальных экономик промышленно развитых стран [1]. Предприятия химической, нефтехимического комплекса и пищевой промышленности потребляют около 20% энергоресурсов производимых в мире. При этом полезный расход энергии составляет лишь 15-20%, а остальные 80-85% сбрасываются в окружающую среду, что вызывает так называемое тепловое загрязнение окружающей среды и способствует эффекту глобального потепления.

Поэтому одним из перспективных направлений экономии энергоресурсов и защиты окружающей среды является рациональное использование вторичных энергетических ресурсов (сбросной теплоты) теплового оборудования. К таким аппаратам, которые широко применяются в пищевой промышленности, сфере торговли и ресторанного бизнеса, относятся, в частности, холодильные установки.

К основным способам утилизации следует отнести отбор теплого воздуха из машинных отделений, подогрев приточного воздуха в теплообменниках передконденсаторах, нагрев внутреннего воздуха производственных помещений в воздушно-отопительных агрегатах. При этом, чем больше установленная мощность холодильных машин, тем больше величина утилизированной теплоты.

Наибольший эффект от утилизации достигается в летний период, так как существенно облегчается работа воздушных конденсаторов холодильных установок, повышается холодопроизводительность при экстремально высоких температурах окружающей среды. Так, например, этим теплом можно получать горячую воду. При большом потреблении горячей воды можно осуществлять ее предварительный нагрев до 35...40° С, при этом степень утилизации может достигать до 100%. При степени утилизации до 20 % можно получать более горячую воду с температурой 55...60° С.

Если горячая вода не нужна для технических нужд, ее можно использовать для нужд теплоснабжения объектов которым подходит низкопотенциальное тепло, например, обогрев полов под низкотемпературной камерой для защиты от промерзания, теплоснабжение приточных установок, панельное отопление, оттайка испарителей, теплоснабжение камер дефростации и сушки.

Рассмотрим способы утилизации сбросной теплоты для нагрева воздуха в помещениях. Существуют следующие схемы утилизации: отбор теплого воздуха из машинных отделений и отдельных агрегатированных холодильных установок, подогрев приточного воздуха, нагрев внутреннего воздуха в воздушно-отопительных агрегатах, использование тепла скороморозильных установок в воздушно-отопительных установках для теплоснабжения всего производства; использование сбросной теплоты в воздушных завесах, отсекающих поступление холодного воздуха в зону кассовых мест в супермаркетах;

При этом, чем крупнее холодильное хозяйство, тем больше величина утилизируемой теплоты холодильных машин. При определенных условиях эта теплота может компенсировать все теплопотери предприятия, включая потребление тепла на горячее водоснабжение. Наибольший интерес представляют системы централизованной утилизации тепла. Данное решение эффективно решает проблему увязки холодильных установок, выделяющих

тепло и объектов, потребляющих тепло, находящихся на большом расстоянии друг от друга.

Наиболее эффективная реализация проектов использования сбросной теплоты холодильных машин может быть только при полном энергоаудите инженерных систем всего объекта, который должен учитывать: потребности объекта в теплоте, основные потребители теплоты, сезонное потребление тепла по каждому потребителю, часовой график максимального потребления тепла каждым потребителем, часовой график минимального потребления теплоты каждым потребителем, перспективы расширения холодильного производства, характеристики существующей приточной вентиляции (объемы воздуха, температурные режимы, система разводки воздухопроводов), характеристики теплоносителя системы отопления и теплоснабжения и т.д..

Таким образом, проблемы, связанные с внедрением систем утилизации сбросной теплоты холодильных машин, следует разделить на научные, технические и экономические. К первой относится термодинамическое обоснование выбора холодильных циклов или их участков, генерирующих наибольшее количество низкопотенциальной или высокопотенциальной теплоты, ко второй поиск наиболее эффективных хладагентов и теплообменных устройств, к третьей комплексный энергоменеджмент при проектировании инженерных систем всего объекта, на котором планируется введение систем утилизации сбросной теплоты холодильных машин.

Информационные источники:

8. 1. Рей Д. Экономия энергии в промышленности: Справочное пособие для инженерно-технических работников. Пер. с англ. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 208 с.

УДК 637.5

КОЛАГЕНОВИЙ ТВАРИННИЙ БЛОК «БІЛКОЗИН» В М'ЯСНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Полумбрик М. М., студентка магістратури, НУХТ, м. Київ

Неводюк І.В., студентка 4 курс, НУХТ, м. Київ

Духнич М.С., студентка 4 курс, НУХТ, м. Київ

(науковий керівник: Пасічний Василь Миколайович, д.т.н., професор, НУХТ)

Високофункціональний колагеновий яловичий білок «Білкозин» виготовляють з спилків яловичих шкур, що пройшли ретельний ветеринарний контроль і відповідають всім вимогам безпеки. Завдяки спеціальній обробці

відбувається розволокнення колагенових волокон із збереженням їх просторової нативної триланцюгової структури. В результаті цього утворюються вільні зв'язку колагену, які активно утримують вологу, емульгують жир і реагують один з одним і з міофібрилярними білками, утворюючи міцний просторовий каркас в готовому виробі. Важливою властивістю «Білкозина» є його багатоцільове призначення, простота у використанні, стабільність якості при тривалому зберіганні, можливість забезпечити за рахунок його застосування в складі композицій з гідроколоїдами збільшення виходу готової продукції. Завдяки своєму хімічному складу і функціональним якостям, тваринний білок є альтернативою соєвим ізольованим білкам і може використовуватися при виробництві м'ясних продуктів з метою поліпшення органолептичних показників та зниження собівартості м'ясних продуктів.

Білок «Білкозин» має унікальні функціонально-технологічні властивості, будучи стабілізатором, емульгатором і гелеутворювачем. Високофункціональність даного білка дозволяє широко використовувати його при виробництві різних емульгованих і грубоподрібнених м'ясопродуктів, значно поліпшити реологічні показники якості харчових продуктів, насамперед їх консистенцію. Нами було визначено, що даний вид білка володіє високими функціонально-технологічними показниками (вологоутримуюча, емульгуюча здатність, термостійкість). Отримані результати дозволяють рекомендувати використання білка «Білкозин» для виробництва м'ясних і м'ясомістких продуктів на основі фаршевих емульсій.

Інформаційні джерела:

1. Базарнова Ю.Г. Применение натуральных гидроколлоидов для стабилизации пищевых продуктов/Ю.Г. Базарнова // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2005. - № 2. – С. 84-87.
2. Кочеткова А.А. Пищевые гидроколлоиды: теоретические заметки // Пищевые ингредиенты: Сырье и добавки. - №1, 2000. – С. 10-11.

УДК 637.5

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ М'ЯСО-РИБНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Степаненко І.О., магістрант, НУХТ, м. Київ
Мишук М.Ю., студентка 4 курс, НУХТ, м. Київ

Макарчук М.Р., студентка 4 курс, НУХТ, м. Київ
Вишнівенко С.В., студентка 4 курс, НУХТ, м. Київ
Петрусь О.С., спеціаліст, НУХТ, м. Київ
(науковий керівник Пасічний В.М., д.т.н., проф., НУХТ)

Для розширення асортименту якісної продукції вітчизняними і зарубіжними вченими ведуться дослідження щодо застосування нетрадиційної сировини, створення та удосконалення науково обґрунтованих технологій повноцінних продуктів харчування.

Метою досліджень було розроблення нових комбінованих м'ясо-рибних напівфабрикатів з високими СМВ і технологічними показниками.

В якості об'єкта досліджень була технологія м'ясо-рибних напівфабрикатів (бургерів) на основі м'яса курчат бройлерів, скумбрії, камбали і текстуро формуючих наповнювачів.

Для харчових продуктів відповідної консистенції застосовують харчові добавки та білоквімісні наповнювачі, які модифікують і стабілізують їх структурно-механічні властивості (СМВ). Це достатньо велика група речовин, які мають різну хімічну природу і походження. Найпоширеніший з класів харчових добавок, що використовується для покращення СМВ є комбіновані стабілізаційні системи: білкової природи (желатин, казеїнати, альбуміни); витяжки з рослин (гуміарабік, гхати, карайя, трагакантова камедь); камеді з насіння (рожкове дерево, гуар, псиліум); крохмаль і його модифіковані види; камеді мікробного походження (ксантан); екстракти водоростей (агар, альгінати, карагінан); пектини (низькомолекулярний і високомолекулярний метоксил); целюлози (карбоксиметилцелюлоза натрію, мікрокристалічна целюлоза, гідроксипропілцелюлоза та гідроксипропілметилцелюлоза).

М'ясо з риби є важливим джерелом повноцінних білків, які необхідні для побудови клітин організму людини (альбумінів — розчинних у воді; глобулінів — розчинних у слабких розчинах солей і кислот та деяких складних білків, що містять фосфор). Білки риби засвоюються легше, ніж білки м'яса. М'язова тканина риби порівняно з м'ясом м'якша і ніжніша, оскільки колаген (білок сполучної тканини риби) менш стійкий проти нагрівання і швидше переходить у глютин.

До основних властивостей гідроколоїдних стабілізаторів відносять: здатність до гелеутворення; збільшення в'язкості продуктів і зниження ризику виникнення синерезису; структурування і ущільнення харчових сумішей, поліпшення їх органолептичних показників; підвищення вологов'язуючої здатності харчових сумішей (ВЗЗа); підвищення харчової цінності продуктів і зниження калорійності; збільшення тривалості їх

зберігання; збільшення обсягів виходу готових виробів зі зниженням витрат сировини, а отже зниження собівартості готової продукції.

Технологія виробництва структурованих харчових продуктів ґрунтується на реалізації функціональних властивостей інгредієнтів сировини, які в технологічному потоці здатні до утворення структурованих систем.

Нами досліджувались м'ясо-рибні напівфабрикати на основі, скумбрії, білого і червоного м'яса курчат бройлерів і вареної картоплі, рибного гелю на основі функціональної суміші нуба Ф/Б, яка містить альгінат натрія В 401, натрія В 450.

Проведені дослідження щодо розроблення нових видів м'ясо-рибних напівфабрикатів дозволили розробити нові рецептури м'ясо-рибних бургерів та технологію їх виробництва з використанням рибного гелю на основі комбінованого гідроколоїда на основі альгілату натрію - Нуба Ф/Б.

Визначено, що раціональна частка рибного гелю в рецептурі м'ясо-рибного напівфабрикатів повинна складати 10-20%, а загальна частка в складі рецептури рибної сировини – 10-17%, що дозволяє досягти високих структурно-механічних і функціонально-технологічних показників м'ясо-рибних півфабрикатів.

Інформаційні джерела:

1. Абрамова Л. С. Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья / Абрамова Л. С. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 175с.
2. Будниченко В. А. Рыболовство и производство аквакультуры в Украине и перспективы их развития / В. А. Будниченко // Рыбное хозяйство Украины. – 2011. - №5. С. 56-61.
3. Віннов О.С. Статистична обробка експериментальних результатів досліджень. Методичні вказівки / О.С. Віннов. – К.: НУБіП України, 2010. – 15с.
4. Пасічний В.М. Дослідження структурно-механічних властивостей гелів альгінатів для виробництва м'ясних та м'ясомістких продуктів / Василь Пасічний, Юлія Ястреба // Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького. – 2013. – Т. 15. – №1 (55), Ч. 3. – С.125-129.
5. Пасичный В.Н. Кулинарные полуфабрикаты из мяса птицы повышенной пищевой ценности / В.Н. Пасичный, А.М. Герעדчук, Г.А. Симахина, В.В. Задорожный // Вестник Алматинского технологического университета. – 2014. - №3 - С. 14-18.

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ШВИДКОГО ЗАМОРОЖУВАННЯ

Халімов А.В., студент, ХДУХТ, м. Харків
(наукові керівники:

Потапов Володимир Олексійович, д.т.н., професор, ХДУХТ
Семенюк Дмитро Павлович, к.т.н., доцент, ХДУХТ)

Швидкість заморожування надає досить значний вплив на якість харчових продуктів. Від швидкості заморожування залежить розмір кристалів, що в свою чергу впливає на ступінь пошкодження тканин продукту, а також втрати маси та корисних речовин. Проте існуючі рекомендації щодо технологічних розрахунків процесу заморожування не приймають до уваги швидкість цього процесу, а ґрунтуються виключно на визначенні лише часу заморожування.

Багато авторів займалось дослідженням даного питання і існують практичні рекомендації стосовно швидкості заморожування харчових продуктів. Авторами було поставлено завдання визначення режимів процесу заморожування харчових продуктів, які відповідають швидкому заморожуванню.

Базовою для розрахунку тривалості процесу заморожування було взято відому формулу Планка, яка досить повно описує тривалість просування фронту заморожування від поверхні до центру продукту. Однак для умов швидкого заморожування ця формула не досить підходить, бо вона не враховує подальшого охолодження замороженого шару продукту. Із даної формули було виведено формулу, яка враховує кінцеву теплоємність замороженої частини продукту та коефіцієнт форми тіла

В дану формулу введено коефіцієнт, який враховує форму харчового продукту, який заморожується.

Зважаючи на те, що запроваджений таким чином коефіцієнт форми не є цілком адекватним, отримано формулу для тривалості заморожування, що враховує зазначений коефіцієнт форми та теплоємність замороженого шару тіла.

Як і у випадку отримання рівняння Планка, беремо ті самі допущення, але скористаємося для цього інтегральним рівнянням збереження і перенесення енергії, у процесах з фазовими переходами для довільного об'єму, який включає в собі фронт заморожування та шар замерзлого продукту.

В отриманому рівнянні перший член описує теплоту, яка йде на охолодження замерзлого шару продукту, другий – внутрішнє джерело теплоти

кристалізації вологи, а третій - тепловий потік, що відводиться від об'єму продукту через його поверхню.

Отримане рівняння не вирішується для тіл довільної форми, тому спростимо його.

В результаті проведених перетворень отримуємо рівняння теплового балансу.

Це рівняння за зовнішнім виглядом таке саме, як і рівняння Планка, і відрізняється лише тим, як визначається коефіцієнт Γ форми та характерний розмір R_x . Для тіл простої геометричної форми нескінченна пластина, нескінченний циліндр, сфера рівняння Планка та отримане є тотожні, бо $\Phi=1/\Gamma$ та $R=R_x$. Проте для інших тіл вони різняться: як уже зазначалось, для куба та сфери $\Phi=1/3$, але $1/\Gamma_{\text{куба}}=1/2,7=0,37$, а $1/\Gamma_{\text{сфери}}=1/3$, що відповідає більшій швидкості заморожування сфери порівняно з кубом.

Ураховуючи ці розрахунки, зазначимо, що існує максимальний характерний розмір продукту, для якого можлива реалізація режиму швидкого заморожування. За типового значення температурного напору у швидкокомрозильних апаратах, визначено характерний розмір продукту. У разі збільшення температурного напору збільшується й максимальний характерний розмір продукту, для якого можливе застосування швидкого заморожування.

Побудувавши графіки залежності коефіцієнта тепловіддачі, який забезпечує для заданого характерного розміру продукту швидкість заморожування 5 см/год для типових значень теплофізичних характеристик харчових продуктів на лінії заморожування, було отримано раціональні параметри характеристик апаратів для реалізації режиму швидкого заморожування.

Таким чином, методика технологічного розрахунку тривалості швидкого заморожування має складатися з двох етапів. На першому визначають умови, за яких можливе швидке заморожування, тобто розраховують потрібний коефіцієнт тепловіддачі для заданого розміру продукту, а на другому етапі – безпосередньо загальну тривалість процесу заморожування з урахуванням часу на охолодження та доморожування.

У ході дослідження отримано метод розрахунку режимів швидкого заморожування, який базується на обчисленні процесних чинників: коефіцієнта тепловіддачі, температурного напору, розмірів та форми зразка, його теплофізичних характеристик, що забезпечують задану лінійну швидкість заморожування.

Інформаційні джерела:

1. Алмаши Э. Быстрое замораживание пищевых продуктов / Э. Алмаши, Л. Эрдели, Т. Шарой ; пер. с венг. О. А. Воронова ; под ред.

Э. Алмаши, А. Ф. Наместникова. – М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 407 с.

2. Консервирование пищевых продуктов холодом (Теплофизические основы) / И. А. Рогов, В. Е. Куцакова, В. И. Филиппов, С. В. Фролов. – М. : Колос, 1999. - 176 с.

УДК 637.5.04/07: 637.52

ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КАРОТИНОВМІСНИХ БІЛКОВО-ЖИРОВИХ ЕМУЛЬСІЙ В ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСОМІСТКИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Гердчук А.М., аспірантка НУХТ, м. Київ.
(науковий керівник: Пасічний Василь Миколайович, д. т. н., професор НУХТ)

Нераціональне харчування, психо-емоційне перевантаженнями, шкідливі звички та екологічна забрудненість призвели до зниження імунітету і, як наслідок, збільшення кількості хронічних захворювань. Тому необхідним стає виробництво оздоровчих продуктів масового споживання, таких як м'ясомісткі напівфабрикати, функціональні інгредієнти яких здатні коригувати функції організму. Одними з найперспективніших збагачувачів являються каротиноїди, оскільки вони являються потужними антиоксидантами та проявляють антиканцерогенні, кардіопротекторні та антиатерогенні, фотозахисні та адаптогенні властивості [1].

Уводити каротиновмісну сировину доцільно до складу білково-жирових емульсій, які є найефективнішою формою збагачувачів для продуктів оздоровчого спрямування, оскільки саме така модифікація дає можливість створення оптимального хімічного складу та забезпечення високого ступеня засвоюваності. Використання багатоконпонентних структурованих емульсій в технології м'ясних та м'ясомістких продуктів на сьогодні є особливо актуальним та пріоритетним.

У результаті досліджень змодельовано рецептури емульсій з оптимальними функціонально-технологічними характеристиками, до складу яких було включено: гарбуз подрібнений мускатного сорту (20...40%), молоко, олію рослинну, в якості текстуроформуючих та білоквмісних добавок курячу шкірку бланшовану або сухий білковий препарат СканПро, а також нанокмполит кремнезем (А 300), що володіє бактеріостатичними властивостями і забезпечує кращі реологічні характеристики виробів [2].

Проведені реологічні дослідження показали, що змодельовані каротиновмісні білково-жирові емульсії характеризуються високою стабільністю та в'язкістю, однорідною структурою, пластичною текстурою, соковитістю та еластичністю. Внесення гарбузової пасти суттєво не впливає на структурно-механічні характеристики емульсій.

Розроблені каротиновмісні білково-жирові емульсії використовувалися в технології м'ясомістких кулінарних напівфабрикатів на основі м'яса птиці промислової відгодівлі – крокетів, які є популярними делікатесами в закладах ресторанного господарства. В ході експериментальних досліджень встановлено, що внесення емульсій покращувало функціонально-технологічні характеристики комбінованих фаршевих систем. Так, зразки з емульсіями краще утримували вологу (вологозв'язуюча здатність знаходилася в діапазоні 81...97 %), за рахунок чого покращилась пластичність та збільшився вихід готових виробів на 8...12 %.

Таблиця

Фізико-хімічні та структурно-механічні показники крокетів

Зразок	pH	Волога, %	V33 _a , %	Пластичність, см ² -г/кг	Вихід продукту, %
Контроль	6,25	66,7 ± 2,3	76,2 ± 0,48	6,3 ± 0,16	96 ± 1,88
1	6,20	69,0 ± 2,8	91,5 ± 0,60	7,0 ± 0,15	103,8 ± 2,0
2	6,15	73,7 ± 3,2	86,5 ± 0,55	8,3 ± 0,19	108,4 ± 2,3
3	6,10	74,9 ± 3,4	89,7 ± 0,45	10,9 ± 0,16	102,1 ± 2,2
4	6,20	77,5 ± 2,9	81,8 ± 0,61	9,7 ± 0,20	105,9 ± 2,6
5	6,15	74,5 ± 2,8	82,3 ± 0,58	6,8 ± 0,18	104,6 ± 2,4
6	6,10	73,4 ± 3,3	97,0 ± 0,61	7,8 ± 0,16	102,2 ± 2,3
7	6,20	68,8 ± 3,6	85,5 ± 0,59	7,8 ± 0,18	104,9 ± 2,7
8	6,00	73,7 ± 3,1	80,5 ± 0,60	9,1 ± 0,20	104,1 ± 2,4

Фізико-хімічні та реологічні показники удосконалених крокетів свідчать, що додавання розроблених КБЖЕ в кількості 20...40 % покращує технологічні характеристики, забезпечує стабільність в термінах зберігання. Вироби мали відмінні смакові властивості, збалансований хімічний склад, високу біологічну (поліпшився амінокислотний склад) та вітамінну цінність (вміст бета-каротину складав 1...2,67 мг/100 г, що становить 20–50 % добової потреби).

Отже, використання розроблених каротиновмісних білково-жирових емульсій в технології м'ясомістких кулінарних напівфабрикатів є перспективним, оскільки суттєво покращуються структурно-механічні та фізико-хімічні показники, підвищується харчова та біологічна цінність.

Внесения каротиноvmісних збагачувачів у м'ясні та м'ясомісткі продукти сприяє кращому засвоєнню каротину в організмі людини.

Літературні джерела:

1. Дейнека В.И. Каротиноиды: строение, биологические функции и перспективы применения / В.И. Дейнека, А.А. Шапошников, Л.А. Дейнека [и др.] // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2008. – № 6. – С. 19–25.
2. Кулинарные полуфабрикаты из мяса птицы повышенной пищевой ценности / В.Н. Пасичный, А.М. Гередчук, Г.А. Симахина, В.В. Задорожный // Вестник Алматинского технологического университета. – Алматы, 2014. - №3 (104). – С. 14-18.

УДК 621.433:621.57

**ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА ОХЛАЖДЕНИЯ
ВОЗДУХА НА ВХОДЕ В ТУРБОКОМПРЕССОР ГАЗОВОГО
ДВИГАТЕЛЯ ТРИГЕНЕРАЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
УСТАНОВКИ**

Грич А.В., аспирант, НУК им. адм. Макарова, г. Николаев
(научный руководитель: Радченко Николай Иванович, д.т.н., профессор, НУК
им. адм. Макарова)

Топливная экономичность газовых двигателей (ГД) зависит от температуры воздуха на входе в турбокомпрессор и снижается с ее повышением. Температура воздуха в машинном отделении (МО), откуда воздух поступает в ГД, обычно поддерживается системой вентиляции или теплоиспользующей системой охлаждения приточного воздуха в центральном кондиционере с использованием холодной воды, поступающей от абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины, утилизирующей сбросную теплоту ГД. Из-за больших объемов МО охлаждение приточного воздуха связано со значительными энергозатратами.

С целью снизить энергозатраты на охлаждения воздуха в МО и повысить эффективность работы ГД был проведен анализ данных мониторинга работы когенерационной установки. В ходе анализа машинное отделение рассматривалось как единый энергетический комплекс, где каждый элемент системы влияет на эффективность работы системы в целом. Анализ показал, что теплоиспользующая система кондиционирования МО работает не эффективно, что приводит к увеличению удельного расхода

топлива в ГД, снижению вырабатываемой электрической мощности и дефициту холода для технологического процесса. Чтобы снизить вероятность возникновения данных негативных явлений, были предложены и обоснованы решения по повышению эффективности системы теплоиспользующего кондиционирования МО.

В ходе расчетов был получен оптимальный расход приточного воздуха, который практически вдвое меньше первоначальной. Расхода воздуха 9 кг/с достаточно для всех потребителей (турбокомпрессор ГД, генератора, блока цилиндров), но при этом глубина охлаждения воздуха в воздухоохладителе $\Delta t_{\text{во}}$ при температуре наружного воздуха $t_{\text{нв}} = 36 \text{ }^\circ\text{C}$ возросла с $11 \text{ }^\circ\text{C}$ до $21 \text{ }^\circ\text{C}$. При этом затраты холода сократились на 20...40 %.

Для того чтобы поддержать напор воздуха при сокращении его расхода, будет рациональным распределять охлажденный воздух с помощью отдельного изолированного воздуховода в места наибольшего тепловыделения. Также данный способ позволяет подавать охлажденный воздух из кондиционера непосредственно на вход в турбокомпрессор ГД изолируя его от воздействия избыточного тепла МО и для подачи наружного воздуха в ночное время при отключенном воздухоохладителе.

Вышеперечисленные решения могут быть применены для повышения эффективности теплоиспользующей системы кондиционирования МО без внесения существенных изменений в ее конструкцию. Но для более глубокого охлаждения и снижения температуры воздуха на входе в турбокомпрессор ГД до рекомендованных фирмой производителем $10 \text{ }^\circ\text{C}$, необходимо внести дополнения в систему кондиционирования.

Чтобы понизить температуру воздуха на выходе ВО, можно использование двухступенчатые системы охлаждения воздуха – с подачей в первую (высокотемпературную) ступень охлаждающей воды с температурой $t_{\text{вх.вод}} = 7 \text{ }^\circ\text{C}$ (от АБХМ), а во вторую (низкотемпературную) ступень воды с температурой $t_{\text{вх.вод}} = 4 \text{ }^\circ\text{C}$, дополнительно охлажденной в электронной холодильной машине. Данное решение является более сложным и дорогостоящим, так как, требует установки дополнительного воздухоохладителя и холодильной машины, но оно позволяет существенно повысить глубину охлаждения и получить температуру на входе в ГД в пределах $10...13 \text{ }^\circ\text{C}$, что позволяет создать условия для работы ГД с оптимальными параметрами тепловой эффективности.

Также возможен вариант с использованием каскадной холодильной машины (на базе эжекторной и бромистолитиевой холодильной машин) и более глубокого воздухоохладителя (восьмирядного по сравнению с трехрядным в базовом варианте). Данный способ является более дорогостоящим по сравнению со всеми вышеперечисленными, но он дает

возможность понизить температуру на входе в турбокомпрессор ГД до значения 8...10 °С (по сравнению с 18...27°С в базовом варианте), что является лучшим результатом.

Информационные источники:

9. Радченко, А.В. Коновалов, Л.А. Остапенко, Согласование работы когенерационного модуля газового двигателя и абсорбционного термотрансформатора / А.Н. // Газотурбинные технологии: Рыбинск, Россия. – 2013. – № 4 (115). – С. 30–33.
10. Радченко Р. Н., Грич А. В. Двухступенчатое охлаждение приточного воздуха газовых двигателей тригенерационной установки // Авиационно-космическая техника и технология. – 2014. – № 6 (113). – с. 103-107.
11. Радченко А.Н., Коновалов А.В., Остапенко А.В., Манилов А.С. Согласование работы абсорбционного термотрансформатора с когенерационным газопоршневым модулем установки автономного энергообеспечения // Вестник двигателестроения. – 2012. – № 2. – С.65–69.

УДК 621.438.13:621.57

ДВУХСТУПЕНЧАТАЯ АБСОРБЦИОННО-ЭЖЕКТОРНАЯ СИСТЕМА ТРАНСФОРМАЦИИ СБРОСНОЙ ТЕПЛОТЫ ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Остапенко А. В., аспирант, НУК им. ад. Макарова, г. Николаев
(научный руководитель: Радченко Николай Иванович, профессор, д.т.н., НУК им. ад. Макарова)

Топливная эффективность тепловых двигателей, в том числе газотурбинных (ГТД) и газопоршневых (ГД), зависит от температуры наружного воздуха $t_{\text{нв}}$ на входе. Так, для ГТД типа ДН и ДЖ производства ГП НПКГ "Зоря"- "Машпроект" с повышением температуры $t_{\text{нв}}$ на 1 °С удельный расход топлива b_e возрастает на 0,7...0,8 г/(кВт·ч). Повысить топливную эффективность ГТД и ГД можно путем охлаждения воздуха на входе теплоиспользующими холодильными машинами (ТХМ), утилизирующими сбросную теплоту.

Эффективность трансформации сбросной теплоты в холод

характеризуется тепловым коэффициентом ζ , представляющим собой отношение полученного холода (холодопроизводительности) к затраченной на его производство теплоте: $\zeta = Q_0 / Q_T$.

В высокоэффективных абсорбционных бромистолитиевых (АБХМ) холодильных машинах ($\zeta_A = 0,7...0,8$) воздух можно охладить до температуры $t_{B2} = 15^\circ\text{C}$ и выше (температура холодной воды $t_x \approx 7^\circ\text{C}$), а в эжекторных хладоновых (ЭХМ) с $\zeta_3 = 0,1...0,3$ – до $t_{B2} = 10^\circ\text{C}$ и ниже ($t_x = 2...3^\circ\text{C}$).

Из-за дефицита пресной воды для охлаждения конденсаторов ТХМ применяют системы оборотного охлаждения с промежуточным водяным контуром, от которого теплота конденсации паров хладагента (в АБТТ – это вода, в ЭТТ – хладон) отводится градирней в атмосферу. При высоких $t_{нв}$ теплоотвод сокращается, и тепловой коэффициент ТХМ ζ снижается, что остро ставит проблему повышения эффективности трансформации сбросной теплоты в холод и, соответственно, охлаждения воздуха на входе двигателей. Вполне логично охлаждение воздуха от текущих $t_{нв}$ до $t_{B2} = 15^\circ\text{C}$ производить в АБХМ с высоким тепловым коэффициентом ζ_A , а его доохлаждение до более низких $t_{B2} = 10^\circ\text{C}$ и ниже – в ЭХМ с низким ζ_3 , т.е. применять ступенчатую трансформацию теплоты в холод.

Тепловой коэффициент системы двухступенчатой абсорбционно-эжекторной трансформации теплоты выпускных газов регенеративного ГТД в АЭТТ с АБТТ в качестве высокотемпературной ступени и ЭТТ как низкотемпературной ступени с охлаждением воздуха на входе равен:

$$\zeta_{САЭХМ} = (t_1 - t_3) / [(t_1 - t_2) / \zeta_A + (t_2 - t_3) / \zeta_3],$$

где t_1 и t_2 – температуры воздуха на входе и выходе воздухоохладителя АХМ (на входе воздухоохладитель ЭХМ), t_3 – температура воздуха на выходе воздухоохладителя ЭХМ.

В результате эффективности охлаждения воздуха на входе ГТД до $t_{B2} = 10^\circ\text{C}$ в САЭХМ по сравнению с его охлаждением до $t_{B2} = 15^\circ\text{C}$ в АБХМ значительно растет. Тепловой коэффициент САЭХМ составляет 0,6, по сравнению с 0,8 АБХМ, зато уменьшение удельного расхода топлива Δb_e в для САЭХМ составляет 15 г/(кВт·ч) по сравнению с 10 г/(кВт·ч) в ЭХМ или 7 г/(кВт·ч) в АБХМ для ГТК-10-4 мощностью $N_e = 10$ МВт (с. Любашевка, Николаевская обл.).

Использование двухступенчатой абсорбционно-эжекторной трансформации теплоты позволяет сократить потери теплоты горячей воды в установках автономного электро-, тепло- и холодообеспечения.

Тригенерационная установка ООО "Сандора"–"Pepsico Ukraine" (г. Николаев, Украина) включает 2 когенерационных ГД JMS 420 GS-N.LC GE Jenbacher (электрическая мощность одного ГД 1400 кВт, тепловая мощность 1500 кВт).

Теплота выпускных газов, наддувочной газозвушной смеси, охлаждающей рубашку двигателя воды и смазочного масла используется для нагрева воды до температуры 90 °С, теплота которой трансформируется в АБХМ в холод для охлаждения воздуха на входе ГД и технологических нужды .

При этом температура обратной воды на выходе из АБХМ 75...80 °С, что выше ее спецификационного значения 70 °С на входе в ГД, обеспечивающего оптимальное тепловое состояние ГД. Поэтому в базовом варианте часть обратной воды после АБХМ охлаждается путем отвода избыточной теплоты в атмосферу градирней. Как показали результаты мониторинга, потери теплоты составляют 30...40 %. Их можно исключить, трансформируя эту теплоту в холод в ЭХМ.

Информационные источники:

1. Campanary, S. Technical and tariff scenarios effect on microturbine trigenerative applications [Text] / S. Campanary, E. Macchi // ASME paper GT-2003-38275. – 10 p.
2. Nixdorf, M. Thermo-economic analysis of inlet air conditioning methods of a cogeneration gas turbine plant [Text] / M. Nixdorf, A. Preliceanu, D. Hein // Proceedings of ASME TURBO EXPO 2002. – Paper GT-2002-30561. – 10 p.

УДК 536.24

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КИПЕНИИ СМЕСЕВЫХ ОЗОНОБЕЗОПАСНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ НА ОРЕБРЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

Макеева Е. Н., аспирант, ГГТУ им. П. О. Сухого, г. Гомель
(научный руководитель: Овсянник Анатолий Васильевич, к.т.н., доцент,
ГГТУ им. П. О. Сухого)

Повышение интенсивности теплообмена при кипении может быть достигнуто либо увеличением температурного напора между хладагентом и хладоносителем, либо изменением поверхностных условий процесса. Первый

способ ограничен параметрами оптимального режима работы аппарата. Следовательно, основным и самым эффективным методом интенсификации теплообмена является создание благоприятных поверхностных условий для возникновения и роста паровых пузырей – развитие теплоотдающей поверхности: повышение шероховатости поверхности, применение оребрения с определенными геометрическими параметрами, нанесение на поверхность различного рода покрытий. В связи с этим возникает необходимость в выборе способа развития теплоотдающей поверхности применительно к конкретным условиям работы теплообменного аппарата [1].

В данной работе приведены результаты экспериментального исследования теплообмена при пузырьковом кипении хладагентов R404a, R407c и R410a на оребренной трубе. Эксперименты проводились при температурах насыщения 13-28,5 °С.

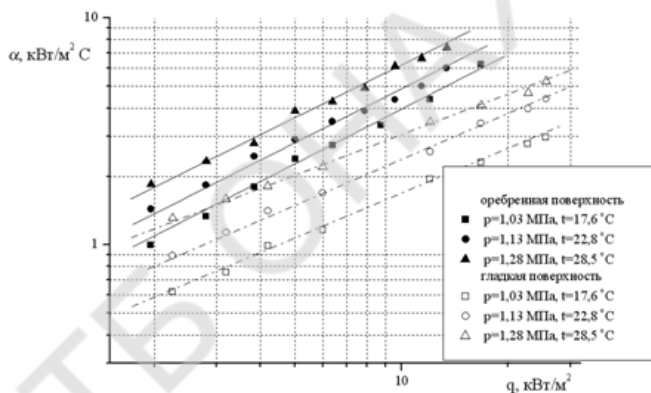


Рисунок 1 - Сравнение интенсивности теплообмена при кипении фреона R407c на оребренной и гладкой поверхностях

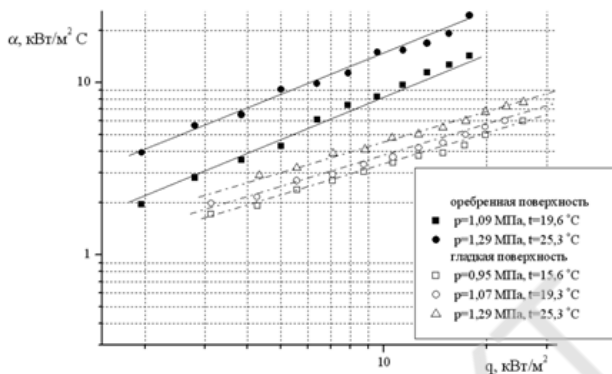


Рисунок 2 - Сравнение интенсивности теплообмена при кипении фреона R404a на оребренной и гладкой поверхностях

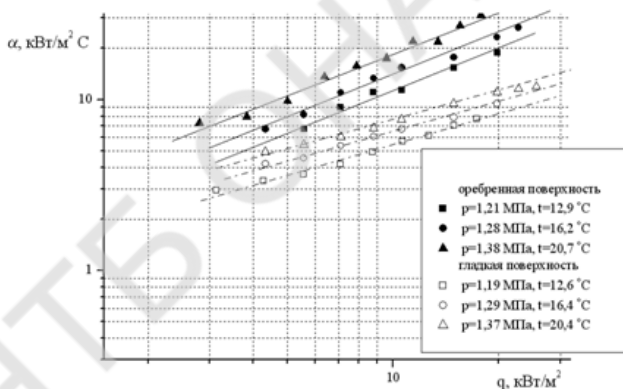


Рисунок 3 - Сравнение интенсивности теплообмена при кипении фреона R410a на оребренной и гладкой поверхностях

Таким образом, представленные на рисунках экспериментальные зависимости подтвердили высокую эффективность оребренных поверхностей. Наличие оребрения приводит к интенсификации теплоотдачи в основном за счет развития поверхности теплообмена и улучшения условий зарождения и роста паровых пузырей.

Информационные источники:

1. Овсянник, А.В. Теплообмен при кипении на развитых поверхностях / А.В. Овсянник. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2004. – 371 с.

УДК 661.42:661.833.66

НАХОЖДЕНИЕ ЛИМИТИРУЮЩИХ СТАДИЙ ПЕРЕНОСА ТЕПЛОТЫ ПРИ ИСПАРИТЕЛЬНОМ ОХЛАЖДЕНИИ РАСТВОРА

Балабин А. М., студент НТУ «ХПИ», г. Харьков
(научный руководитель: Райко Валентина Федоровна, к.т.н., проф, НТУ «ХПИ»)

Конструкции современных градирен, используемых в водооборотных системах охлаждения воды, малопригодны для концентрирования технологические растворов – процесса, для которого они, собственно, и были первоначально разработаны. Для испарительного охлаждения и концентрирования растворов представляет интерес градирня [1] со ступенчатым контактом фаз, снабженная провальными тарелками, имеющими большое свободное сечение и крупные (50-100 мм) отверстия. Доклад посвящен выявлению лимитирующих стадий процесса испарительного концентрирования раствора на таких тарелках.

В теории испарительного охлаждения [2] различают «сухой» и «мокрый» теплообмен. Первый обусловлен разностью температур контактирующих фаз, второй – тепловым эффектом испарения (конденсации) воды. Оба эти вида теплообмена находятся в тесной взаимосвязи, что в значительной степени осложняет расчет градирни с использованием традиционных уравнений тепло- и массообмена. Для упрощения расчетов было предложено (см., например, [3]) рассматривать перенос теплоты за счет обоих механизмов, как единый процесс, движущей силой которого является разность фактической энтальпии воздуха, контактирующего с охлаждаемой жидкостью, и воздуха, равновесного с этой жидкостью. С точки зрения этого метода общее сопротивление переносу энтальпии является суммой двух слагаемых, первое из которых определяет сопротивление в газовой, а второе – в жидкой фазе.

Для выявления того, какое из этих сопротивлений является лимитирующим, нами было выполнено экспериментальное исследование испарительного охлаждения раствора хлорида натрия с использованием провальных тарелок. Ожидалось, что поскольку на долю процесса испарения приходится основная часть передаваемой от жидкости к воздуху теплоты, то

сопротивление в газовой фазе должно быть лимитирующим. Однако исследования насадок для традиционных градирен [4] показывают, что сопротивление со стороны жидкости составляет от 27 до 46 % общего сопротивления переносу энтальпии. Выявившееся в наших опытах существенное влияние температура на коэффициент переноса энтальпии указывало на то, что сопротивление переносу энтальпии со стороны жидкости составляет значительную долю общего сопротивления и для провальных тарелок.

Для раздельного определения коэффициентов массоотдачи в газе и теплоотдачи в жидкости была разработана методика, идея которой основана на том, что, проведя несколько опытов при одинаковых расходах воздуха и раствора и различных температурах, можно вычислить коэффициенты массоотдачи в газе и теплоотдачи в жидкости в отдельности. Это вытекает из уравнения кинетика переноса теплоты между контактирующими фазами

$$1/k_H = a_0 + a_1 (dH/dt), \quad (1),$$

где $a_0 = 1/k_g$; $a_1 = 1/\alpha$; H – энтальпия воздуха; k_H – коэффициент передачи энтальпии; k_g – коэффициент массоотдачи в газе; α – коэффициент теплоотдачи со стороны жидкости; t – температура жидкости;

Пользуясь этой методикой было установлено, что доля сопротивления со стороны жидкости в общем сопротивлении переносу энтальпии в исследованном температурном интервале меняется от 18 % при 29 °С до 40 % при 53 °С.

Из приведенных данных видно, что сопротивление переносу теплоты со стороны жидкости в процессе испарительного охлаждения достаточно велико, из чего, в частности, следует, что попытка интенсификации охлаждения только за счет увеличения коэффициента массоотдачи в газе, например, путем увеличения скорости воздуха, не будет иметь большого эффекта, в особенности, при высоких температурах охлаждаемого раствора. Результат может быть достигнут только при одновременной турбулизации, как газовой, так и жидкой фазы.

Методика раздельного определения коэффициентов k_g и α позволяет изучить влияние основных факторов процесса переноса энтальпии на каждый из этих коэффициентов в отдельности, что может быть интересно, как с точки зрения изучения механизма процесса переноса энтальпии, так и для разработки методики расчета аппарата для водоиспарительного концентрирования раствора.

Информационные источники

1. А.с. 1281860 (СССР). Градирия / Кичанов В.П., Суханов А.М., Штерле Э.Г., Смоляк В.Д., Лукьяненко Т.Н., Скрынник Ю.Н. – Оpubл. в Б.И., № 1, 1987.

2. Андреев Е.Н. Расчет тепло и массообменных контактных аппаратов. – Л.: Энергоатомиздат, 1985.– 192 с
3. Шервуд Т., Пигфорд Р., Уилки Ч. Массопередача. – М.: Химия, 1982. – 696 с.
4. Mc'Adams W.H., Pohlens J.B., John R.C. Transfer of heat and mass between air and water // Chem. Eng. Progr.– 1949.–v.45.– p. 241-259.

УДК 661.42:661.833.66

ДЕСОРБЦИЯ ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ АДИАБАТИЧЕСКОМ ИСПАРЕНИИ СУСПЕНЗИЙ

Бередух М. В. студент НТУ «ХПИ», г. Харьков
(научный руководитель: Цейтлин Михаил Абрамович, д.т.н., проф, НТУ «ХПИ»)

Одним из перспективных путей использования теплоты жидкостей и суспензий, образующих отложения на теплообменных поверхностях, является их адиабатическое испарение в каскаде испарителей, работающих под вакуумом. Образующийся пар конденсируется в поверхностных конденсаторах, где в качестве хладагента используется подходящая технологическая жидкость. Такие установки эксплуатируются, в частности, на предприятиях, производящих кальцинированную соду, для утилизации теплоты жидкого стока, так называемой дистиллерной жидкости. Последняя представляет собой солевой раствор, содержащий до 5 моль/м³ аммиака и до 40 кг/м³ твердых веществ, включающих гипс.

Целью настоящей работы являлось получение математических моделей процессов десорбции аммиака и пенообразования при адиабатическом испарении дистиллерной жидкости содового производства. В основу математического моделирования были положены результаты исследования на лабораторной установке периодического действия. Результаты расчета по полученным при этом уравнениям были проверены в непрерывном режиме работы в лабораторной установке, в которой моделировались условия в промышленном испарителе.

Для расчета десорбции аммиака получено следующее уравнение:

$$g_{NH_3} = 0,212 \cdot \Delta t \cdot H_{NH_3} / (0,0198 \cdot \Delta t + 1), \quad (1)$$

где g_{NH_3} – удельное количество десорбированного аммиака, мг/кг суспензии; H_{NH_3} – концентрация аммиака, моль/м³; Δt – изменение температуры суспензии за счет испарения, °С.

Высота пенного слоя может быть рассчитана по следующей формуле:

$$h_x = a \cdot (2H_{NH_3})^b + 0,166 \cdot w^{0,604}, \quad (2)$$

где $a = 10^{-4} \cdot (3,682 + 0,036v_{H_2O})$; $b = 2,058 - 14,7v_{H_2O}$; h_x – высота пенного слоя, м; v_{H_2O} – объем пара испарившегося из 1 кг раствора, м³/кг; H_{NH_3} – концентрация аммиака, н.д.; w – скорость газового потока, м/с.

Полученные уравнения использованы при расчете промышленной установки утилизации теплоты дистиллерной жидкости для нагрева химически очищенной воды перед подачей в деаэратор.

УДК 628.543

ПЕРСПЕКТИВЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ДООЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Мамедова О. О., студентка, НТУ «ХПИ», г. Харьков
(научный руководитель: Шестопалов Алексей Валерьевич, к.т.н., доцент,
НТУ «ХПИ»)

Нефтяные отходы являются одними из наиболее опасных веществ, загрязняющих окружающую среду. Основными источниками загрязнения окружающей среды в настоящее время являются предприятия по добыче и переработке нефти. На их долю приходится около 48% выбросов вредных веществ в атмосферу, 27% сброса загрязненных сточных вод, свыше 30% твердых отходов. В то же время, сегодня нефтепродукты обнаруживаются в стоках практически всех промышленных предприятий, а также поверхностном стоке с территории промплощадок, дорог, городских улиц, загрязнение которых нефтепродуктами связано с протечками топлива, моторного и трансмиссионного масла, смазочных материалов из различных систем автомобиля. По данным [1] удельный вынос нефтепродуктов с дождевым стоком с территории города составляет 40 кг/(га·год)

На современном этапе существует проблема глубокой очистки сточных вод промышленных предприятий, загрязненных нефтепродуктами, в связи с малыми значениями их ПДК (0,01 – 0,05 мг/л для водоемов рыбохозяйственного и 0,3 мг/л – культурно-бытового и хозяйственно-

питьевого назначения). В результате загрязнения нефтепродуктами водоемов не только нарушается газообмен с атмосферой, но и изменяется содержание растворенного в воде кислорода, в результате чего жизнедеятельность обитателей водоема угнетается, вплоть до их гибели. Так, при концентрации нефтепродуктов в водоеме 0,05-0,1 мг/дм³ погибают икра и молодь рыб, при концентрации 0,1-1 мг/дм³ – планктон (простейшие организмы, обитающие в водоеме и являющиеся пищей для рыб), а концентрация 10-15 мг/дм³ – смертельна для взрослых особей рыб. Кроме прямого токсического воздействия нефтепродукты, попавшие в водоем, при концентрации 0,05-0,5 мг/дм³ придают воде и рыбе неприятный «керосиновый» запах. Всего лишь 1 грамм любого нефтепродукта делает непригодным для употребления 2000 л (дм³) воды.

В настоящее время в мировой практике для доочистки стоков от нефтепродуктов широко применяются сорбционные методы с использованием активированных углей, цеолитов, торфа и т.д. [1]. Их общим недостатком является стоимость сорбента и необходимость регенерации.

Перспективным является использование биологического метода, основанного на использовании высокоактивных микроорганизмов-деструкторов, в качестве доочистки нефтесодержащих сточных вод, что значительно повышает эффективность очистки при минимальных затратах.

Целью нашего исследования была оценка эффективности биологического метода очистки окружающей среды от нефтяных углеводородов с применением углеводородоокисляющих микроорганизмов.

Известно, что на эффективность и скорость деструкции нефти и нефтепродуктов влияют состав и виды микроорганизмов, с которыми они контактируют. Степень окисления нефтепродуктов максимальна при участии большего количества смешанных видов нефтеокисляющих бактерий, относящихся к родам: *Pseudomonas*, *Acetobacterium*, *Corinebacterium*, *Micrococcus*, *Rhodococcus*, *Brevibacterium*, *Bacillus*, *Nocardia*, *Sarcina* [2].

В ходе проведенных исследований, было выявлено, что в присутствии поликультуры, с использованием консорциума штаммов микроорганизмов: *Rhodococcus erythropolis*, *Pseudomonas stutzeri*, *Candida lipolytica*, степень окисления увеличивается, а в среде с монокультурой она минимальна. Эффективность биоокисления нефти и её производных зависит также от концентрации углеводородов в сточной воде. Было установлено, что максимальное биоокисление углеводородов стока достигается при начальной концентрации 20 мг/дм³ и температуре – 28°C. Оптимальная температура среды для роста и развития указанных микроорганизмов составляет 26°C-29°C. Отклонения от этой температуры, как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения замедляет процесс деструкции нефтепродуктов.

Необходимо отметить, что так же одним из ключевых факторов в процессах микробиологического разложения нефтепродуктов является содержание кислорода. Процесс аэрации ускоряет рост численности микроорганизмов, что отражается на эффективности деструкции нефтепродуктов.

На основании проведенных экспериментальных исследований была предложена комплексная установка доочистки нефтезагрязненных сточных вод, описанная в [2]. Разработка опытного образца биофильтра с движущейся загрузкой и его испытание в промышленных условиях при различных режимах является целью наших дальнейших исследований.

Информационные источники:

12. Водоотведение и очистка поверхностного стока на торфяных фильтрах: монография / Михайлов А. В. и др; [под общ. ред. А. В. Михайлова]. – Санкт-Петербург : Сборка, 2014. – 133 с.
13. Научные основы экобиотехнологии / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова // Учебное пособие для студентов. – М.: Мир, 2006. – 504 с.
14. Мамедова О. О., Шестопалов А. В. Оценка эффективности биологического метода очистки нефтесодержащих сточных вод и повышение деструктивной активности углеводородокисляющих микроорганизмов // Экология и промышленность. – Харьков: «УкрНТЦ «Энергосталь», 2014. – №2. – с. 69 – 74.

УДК 621.577

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ В ВЫПАРНЫХ УСТАНОВКАХ

Трошев Д.С., аспирант, ГГТУ им. П. О. Сухого, г. Гомель
(научный руководитель: Овсянник Анатолий Васильевич, к.т.н., доцент,
ГГТУ им. П. О. Сухого)

В выпарных установках значительное количество теплоты рассеивается в окружающую среду через конденсатор. Температура охлаждающей воды в конденсатре выпарной установки достигает 40 °С. Теплоту, отводимую в конденсаторе можно использовать для различных целей, предварительно повысив ее потенциал (например для подогрева исходного раствора, на отопление или горячее водоснабжение, иных технологических операций). Тепловые насосы также могут использоваться для утилизации теплоты дистиллята от адиабатных выпарных установок.

Температурный уровень дистиллята зависит от давления в последнем корпусе. При расходе условного топлива на выработку электроэнергии на Лукомской ГРЭС 311,5 г у.т./кВт·ч), потери в электросетях 10,5% и расходе условного топлива на выработку тепловой энергии 155 кг у.т./Гкал ПТН энергетически целесообразен при КОП > 1,9. Если же принять расходы условного топлива как при оценке энергосберегающих мероприятий (280 г у.т./кВт·ч) и 175 кг у.т./Гкал), то ПТН энергетически целесообразен при КОП > 1,4. Для повышения температуры теплоносителя до 95 °С необходимо применять двухступенчатую схему ПТН с промежуточным сосудом и переохладителем. В качестве хладагента рассмотрим R600a (изобутан), так как он имеет критическую точку с температурой 130 °С, что позволяет нагревать теплоноситель до 95 °С. Рассчитаем коэффициент преобразования данного ТН. Двухступенчатая схема с промежуточным сосудом позволяет наиболее простым и надежным способом обеспечить высокотемпературный нагрев сетевой воды системы теплоснабжения [1].

Для расчета коэффициента трансформации определим параметры точек по lg(p)-h диаграмме.

$h_1 = 585$ кДж/кг, $h_{2s} = 630$ кДж/кг, $h_7 = h_8 = 435$ кДж/кг, $h_9 = 315$ кДж/кг.

При расчете двухступенчатого теплового насоса с промежуточным сосудом и двухступенчатым дросселированием расходы хладагента в контурах низкого G_L и высокого давления G_H определяются из энергетического баланса для промежуточного сосуда в адиабатных условиях:

$$G_H \cdot (h_4 - h_8) = G_L \cdot (h_4 - h_9)$$

Откуда вытекает отношение расхода хладагента в контуре высокого давления G_H к расходу в контуре низкого давления G_L [2]:

$$\frac{G_H}{G_L} = \frac{(h_4 - h_9)}{(h_4 - h_8)} = \frac{1 + \delta}{1} = 1,64$$

где δ – доля пара из промежуточного сосуда по отношению к пару из 1-ой ступени компрессора, тогда $1 + \delta$ – расход пара во 2-ой ступени компрессора. Получаем $\delta = 0,64$.

В расчетах процессов сжатия в ступенях компрессора при определении удельных энтальпий h_2 и h_5 изэнтропный КПД принимался равным 0,75:

$$h_2 = h_1 + \frac{(h_{2s} - h_1)}{0,75} = 645 \text{ кДж/кг}$$

Энтальпия пара в точке 3, поступающего во 2-ую ступень компрессора высокого давления, определяется из уравнения смешения пара,

выходящего из промежуточного сосуда (точка 4) и из 1-ой ступени компрессора низкого давления (точка 2) [3]:

$$h_3 = \frac{h_4 \cdot \delta + h_2}{1 + \delta} = 640 \text{ кДж/кг}; \quad h_5 = h_3 + \frac{(h_{5s} - h_3)}{0,75} = 794 \text{ кДж/кг}$$

Определяем удельные характеристики цикла:

а) работа компрессора: $l_k = (h_2 - h_1) + (h_5 - h_3) = 114 \text{ кДж/кг};$

б) теплота полученная в конденсаторе: $q_k = h_5 - h_7 = 359 \text{ кДж/кг};$

в) теплота, забранная в испарителе: $q_0 = h_1 - h_{10} = 270 \text{ кДж/кг};$

г) коэффициент преобразования теплоты: $\mu_{\text{тпн}} = \frac{q_k}{l_k} = \frac{359}{114} = 3,15.$

Согласно расчету можно сделать вывод, что пароконденсационный тепловой насос имеет высокий КОП даже при нагреве теплоносителя до 95 °С. Срок окупаемости и годовая экономия топлива будет зависеть от числа часов использования установленной мощности.

Информационные источники:

1. Потапова А. А., Султангузин И. А. Применение тепловых насосов в системе теплоснабжения промышленного предприятия и города // *Металлург*. 2010. № 9.

2. Тепловые насосы для российских городов И. А. Султангузин, доктор техн. наук, профессор А. А. Потапова, А. В. Говорин, А. В. Албул, Институт проблем энергетической эффективности (ИПЭЭФ), Московский энергетический институт (Технический университет) ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ №1'2011

3. Холодильные компрессоры. Справочник / Бежанишвили Э.М., Быков А.В., Гуревич Е.С. и др. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 280 с.

УДК 637.057, 637.148, 637.236

МОНІТОРИНГ СОЛОДКОВЕРШКОВОГО МАСЛА З РІЗНИМ ВМІСТОМ ЖИРОВОЇ ФАЗИ

*Я.Ф. Жукова, к. б. н.,
Ц.О. Король, к. т. н.,*

Масло вершкове залежно від масової частки жиру згідно ДСТУ 4399:2005 «Масло вершкове» поділяють на групи: вершкове масло екстра, вершкове масло селянське, вершкове масло бутербродне, топлене масло (молочний жир) [1]. Залежно від технологічних особливостей та органолептичних показників вершкове масло поділяють на види:

- солодковершкове та солоне солодковершкове;
- кисловершкове та солоне кисловершкове.

Дослідження якості вершкового масла є актуальною проблемою, оскільки, з одного боку, масло має високу біологічну цінність і є необхідним традиційним продуктом населення, а з іншого, його виробництво є складним багатоступінним процесом і має високу собівартість [2, 3].

Метою даною роботи було дослідження якості вершкового масла у комерційному продажу. Під час моніторингу випробуванням за основними фізико-хімічними показниками та вмістом ароматичних сполук було піддано 37 зразків солодковершкового масла та 7 зразків кисловершкового масла іноземного та вітчизняного виробництва.

Показано, що у 29 % дослідженої продукції виявлено відхилення: за мікробіологічними показниками (9%), наявність штучних ароматизаторів (27%) і замінників молочного жиру (14%), і вона не відповідає вимогам ДСТУ 4399:2005.

Результати моніторингу солодковершкового масла з різною масовою часткою жирової фази показали, що у маслі класу екстра та бутербродному варіювання масової частки вологи було у межах, які дозволено нормативною документацією. Найбільша кількість порушень -22 % від загальної кількості - було виявлено у маслі селянському, причому відхилення вмісту вологи були у межах від 2 до 8 %.

В межах однієї групи продукту (за масовою часткою жиру) показники вмісту СЗМЗ, масової частки азоту та лактози у маслі та плазмі варіювали у досить широких діапазонах. Це можна пояснити різними технологічними способами і режимами виробництва, відмінностями у складі вихідної сировини та ін. Показано, що найменші варіювання спостерігали у маслі екстра, яке крім того, суттєво відрізнялось за вищезазначеними показниками від двох інших груп масел.

У маслі селянському та бутербродному ці характеристики (СЗМЗ, масова частка білку в маслі, масова частка лактози, в плазмі) були дуже близькими і діапазони значень, деяких з них практично перекривались.

Узагальнююча оцінка масел показала, що зменшення масової частки жиру у продукті обумовило зниження вершкового аромату при одночасному

збільшенні присмаку пастеризації і появи солодкуватості масла внаслідок збільшення кількості лактози.

Відзначено, що смакоароматичний букет масла селянського мав високу оцінку, близьку до масла екстра, що можна пояснити оптимальним співвідношенням жирової фази і молочної плазми масла, а також інших компонентів, що входять до їх складу.

З отриманих даних можна зробити висновок, що значення сумарного вмісту летких жирних кислот, кислотності жирової фази, перекисного числа не відображають істотної різниці між зразками вершкового масла різної жирності, придбані у комерційному продажу, причому їх граничні показники перекриваються. Найбільш широкий діапазон варіювань виявлено у маслі селянському, що свідчить про різні технологічні прийоми виробництва та різні види сировини.

Показано, що в окремих зразках продукції, які не відповідали вимогам нормативної документації, виготовленої за ДСТУ 4399, були виявлені штучні ароматизатори та замітники молочного жиру. Слід відзначити, що за ДСТУ 4399 нормуються лише кислотність жирової фази (норма не вище 2,5 °К) та титрована кислотність плазми (не більше ніж 23°Т), завдяки яким технологи виробництв оцінюють якість вершкового масла.

Однак результати дослідження масла, що пройшло органолептичну оцінку свідчить про необхідність більш докладного спектру параметрів, за якими необхідно визначати якість масла вершкового, а кількість виявлених порушень – про актуальність проведення незалежних моніторинрів продукції.

Інформаційні джерела:

4. ДСТУ 4399:2005 Масло вершкове. Технічні умови.
5. Кустова Т.П., Вышемирский Ф.А., Панов В.П. Влияние тепловой обработки сливок на вкусовой букет сладкосливочного масла. // Сыроделие и маслоделие. – 2009. – № 6, С.46-48.
6. Кустова Т.П., Вышемирский Ф.А. Влияние метода производства на формирование вкусового букета сладкосливочного масла // Сыроделие и маслоделие – 2010. – № 2, С.49-51.

УДК 622.692.55

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ИХ ХРАНЕНИИ В РЕЗЕРВУАРАХ

Лабай А. Н., студентка, ОНАПТ, г. Одесса
(научный руководитель: Бошкова Ирина Леонидовна, к.т.н., доцент, ОНАПТ)

Общая тенденция при строительстве и эксплуатации резервуарных парков — повышение безопасности и сокращение потерь продуктов при минимальной их стоимости. По данным [1], потери от испарения углеводородов в атмосферу из резервуаров товарно-сырьевого парка нефтеперерабатывающего завода средней мощности составляют до 50 тыс. т. в год. Самым простым способом снижения испаряемости является тепловая защита резервуаров. В данную группу входят: окрашивание резервуаров, их тепловая изоляция (применение экранов), а также водяное орошение. Достоинством данной группы методов является сравнительно небольшие затраты. К недостаткам можно отнести отсутствие контроля за состоянием резервуара (в некоторых случаях), односторонность данной защиты. Способ сокращения потерь за счет специальной конструкции емкостей заключается в том, что в зависимости от оборачиваемости выбирается определенный тип емкости (капельный, с плавающей крышей, с дышащей крышей, под избыточным давлением), который является оптимальным для каждого случая и помогает сократить потери топлива при дыхании. Минусом данного способа является то, что эффективность достигается при малой оборачиваемости резервуаров. Сокращение потерь, используя метод газовой обвязки оптимален, при хранении одного типа нефтепродукта в различных резервуарах. Конструктивной особенностью данного метода является соединение трубопроводом газового пространства резервуаров, с последующей конденсацией паров в отдельном резервуаре. Несравненным плюсом данного метода является замкнутость системы резервуаров относительно окружающей среды. Однако данный метод требует использования только одного типа нефтепродуктов в данных резервуарах, а также большие капитальные вложения в строительство данной системы. Данный способ является достаточно эффективным, однако экономически не выгоден. Плавающие крыши и понтоны сокращают газовое пространство, что дает большой эффект при уменьшении испарений нефтепродуктов. При соблюдении температурных условий окупаемость плавающих крыш и понтонов составляет менее года, но главный ограничивающий климатический фактор не дает возможности их широкого использования. Использование микрополых шариков и защитных эмульсий также основано на уменьшении газового пространства. При использовании данного метода в нефтепродукт вводятся либо микрополые шарики, либо защитная эмульсия, которая образует на поверхности нефтепродукта защитную пленку, что приводит к снижению потерь до 80 %. Широкого применения данный метод не получил, целостность пленки нарушается при интенсивном наполнении или выкачке резервуара, а также необходимо время для восстановления защитной пленки. Еще одним недостатком является возможность попадания микрополых шариков в трубопровод, что требует установки дополнительной защитной

аппаратуры. Следующий способ заключается в использовании дисков-отражателей, которые превышают значение дыхательных клапанов в диаметре. Конструктивной особенностью данного способа заключается в том, что поступающий через клапан воздух отражается вверх, а не вглубь резервуарного пространства. Таким образом, уменьшается перемешивание паровоздушной смеси, наибольшая концентрация которой находится у поверхности резервуара. Применение диска-отражателя приводит к значительному снижению потерь нефтепродуктов при дыхании, а также является малозатратным решением. Однако использование данного способа целесообразно только в резервуарах большой вместимости. Одним из решений данной проблемы является использование адсорбентов. Сутью данного метода является адсорбция паров нефтепродуктов с их последующей десорбцией и конденсацией. Этот метод является целесообразным при перекачке, во время вытеснения из резервуаров большого количества паров нефтепродуктов. Недостатком адсорбентов является высокая горючесть некоторых из них, а также необходимость установки дополнительного оборудования для их десорбции.

Одной из возможностей снижения потерь нефтепродуктов является правильная организация технологических процессов. Для этого требуется рассматривать работу резервуарного парка в целом, в частности: свести число внутренних перекачек к минимуму, хранить нефтепродукты в полностью заполненных резервуарах (не распылять их по резервуарам), следить за исправностью запорной арматуры, обеспечивать герметизацию всех устройств и сооружений и т. д. Используя данный подход при работе на складе ГСМ можно избежать лишних потерь, связанных с нецелесообразным подходом к планированию работы склада. Таким образом, проанализировав способы сокращения потерь, следует, что наиболее эффективным, простым в эксплуатации, экономически выгодным, а также устойчивым к факторам окружающей среды является использование компрессионных систем.

Информационные источники:

15. Абузова Ф.Ф., Бронштейн И.С., Новоселов В.Ф. и др. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении. - М.: Недра, 1981. – 248с.
16. Кайзер Ю.Ф., Горбунова Л.Н., Лысянников А.В. Система дыхания резервуара РВС-3000 // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 1. – с. 4-9.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ОВОЩЕХРАНИЛИЩАХ

Цой А.П., к.т.н., Грановский А.С., магистрант,
Алматинский технологический университет, г. Алматы;
Цой Д.А., магистрант, Санкт-Петербургский НИУ ИТМО

Для сохранения плодоовощной продукции необходимо поддержание определенной температуры в хранилище. Если температура в хранилище выше оптимальной, увеличиваются потери продукции, сокращается срок её хранения [1]. Для поддержания температурного режима в камерах хранения используют парокомпрессионные холодильные машины. Данное оборудование создает возможность поддерживать необходимую температуру. Однако при этом оно требует дополнительных относительно высоких финансовых инвестиций. В связи с этим в значительной части существующих овощехранилищ такое оборудование не установлено. В них имеется в лучшем случае лишь система вентилирования без возможности искусственного понижения температуры. Потери при использовании таких хранилищ могут достигать в отдельных случаях 35–40% от заготовленного объема продукции [2].

Известен способ охлаждения за счет эффективного излучения Земли – теплового излучения, уходящего в ночное время через атмосферу в космическое пространство [3]. Установлено, что за счет эффективного излучения можно получить температуру на 5...10°C ниже температуры окружающего воздуха [4,5].

Для охлаждения овощехранилищ за счет эффективного излучения можно использовать охлаждающие устройства (радиаторы), изготовленные из перфорированного металлического листа, которые не требуют больших финансовых вложений [6].

На эти листы с верхней стороны наносится слой селективного покрытия с высокой излучательной способностью в инфракрасной части спектра. Таким покрытием может быть краситель с высоким содержанием диоксида титана (к примеру, ПФ-115 по ГОСТ 6465-76).

Радиаторы закрепляются горизонтально поверх крыши овощехранилища. Между поверхностью крыши и радиаторами образуется канал для транспортирования воздуха. В ночное время, через отверстия в радиаторе сверху засасывается окружающий воздух. Сам радиатор при этом охлаждается за счет эффективного излучения. При прохождении через

радиатор, воздух отдает ему часть своего тепла и охлаждается. По экспериментальным данным возможно снижение температуры воздуха на $4,7^{\circ}\text{C}$ при расходе в $0,33 \text{ м}^3/\text{с}$ через 1 м^2 поверхности радиатора [6].

В ночное время, воздух будет вначале охлаждаться в радиаторах, а уже затем поступать в камеру хранения. Таким образом, в те дни, когда ночная температура воздуха находится в диапазоне от 1 до 6°C , его можно использовать для охлаждения камер. К примеру, в городе Павлодар (Казахстан) такие условия наблюдаются около 60 дней за осень и весну. При этом необходимость включения обыкновенной холодильной машины в такие дни отсутствует. Дополнительно листы радиаторов и воздушная прослойка под ними будут снижать теплоприток от солнечной радиации в камеру в дневное время.

Описанная выше система охлаждения может быть дополнена системой аккумулирования холода, представляющую собой емкость, заполненную пластиковыми капсулами с водой [7]. В ночное время, в случае избытка холодопроизводительности радиаторов, воздух из них можно подавать не только в камеру, но и в аккумулятор холода. При прохождении через пространство между капсулами, воздух забирает теплоту. Вода в капсулах при этом охлаждается. В дневное время воздух из камеры хранения можно пропускать через аккумулятор холода и охлаждать его.

Предлагаемая система охлаждения не сможет поддерживать требуемую температуру в течение всего периода хранения. Однако её использование может снизить потери продукции, а также общий уровень энергопотребления за счет уменьшения часов работы холодильной машины в овощехранилище и соответственно увеличить рентабельность хранилища.

Информационные источники:

1. Применение холода в пищевой промышленности. Холод в рыбной и пищевой промышленности: Справочник / под ред. А.В. Быкова. – Москва: Пищевая промышленность, 1979. – 153 с.
2. Предварительное технико-экономическое обоснование «Строительство овощехранилищ для различных видов плодоовощной продукции» / Акционерное общество «КазАгроФинанс». – Астана, 2009. – 85 с.
3. Kimball B. Cooling performance and efficiency of night sky radiators // Sol. energy. – 1985. – Vol. 34, № 1. – P. 19–33.
4. Цой А.П., Грановский А.С., Цой Д.А. Применение холодильных систем, использующих эффективное излучение в космическое пространство в кондиционировании // Известия научно-технического общества «Кахак». – 2013. – № 3 (42). – P. 77–82.

5. Цой А.П., Бараненко А.В., Эглит А.Я. Использование эффективного излучения в холодильной системе открытого катка // Вестник Международной Академии Холода. – 2012. – № 4. – С. 8–11.
6. Hollick J. Nocturnal Radiation Cooling Tests // Energy Procedia. Elsevier B.V. – 2012. – Vol. 30. – P. 930–936.
7. Ice Spray system [Electronic resource] // Cryogel. – 2015. – URL: <http://www.airclima-research.com/ice-spray> (accessed: 07.05.2015).

НТБ ОНАХТ

ГЛОСАРІЙ

<i>Rogit Michael</i>	101	<i>Иценко И.Н.</i>	27, 118
<i>А.-Х. Хайдер М.</i>	171	<i>Казакіна О.Н.</i>	102
<i>Аль Исса Сухіл</i>	18	<i>Калмікова Г.О.</i>	155
<i>Андерсон А.Ю.</i>	84	<i>Карайван О.К.</i>	18
<i>Артъоменкова І.В.</i>	57	<i>Каранетров</i>	11
<i>Балабан І.О.</i>	3	<i>Каранетров В.С.</i>	105
<i>Балабин А. М.</i>	201	<i>Карпишина В.А.</i>	99
<i>Бабенко В.М.</i>	173	<i>Козонова Ю.О.</i>	102, 107
<i>Бередух М. В.</i>	203	<i>Колесник А.О.</i>	144
<i>Бондаренко П.Ю.</i>	175	<i>Колесниченко Н.А.</i>	147
<i>Боднарчук О.В.</i>	156	<i>Король В.О.</i>	128
<i>Бутнару В.В.</i>	57	<i>Король Ц.О.</i>	208
<i>Бурмістрова В.Г.</i>	169	<i>Лабай А. Н.</i>	210
<i>Вишинивенко С.В.</i>	187	<i>Лой В. В.</i>	180
<i>Волневич С.В.</i>	102	<i>Лукьянова А. С.</i>	133
<i>Вороненко Ю.Е.</i>	75	<i>Ляшенко К.І.</i>	82
<i>Галюров І.П.</i>	79	<i>Мазуренко С.Ю.</i>	6, 38, 68
<i>Гай С.І.</i>	152	<i>Майборода Ю.В.</i>	159
<i>Гарасим Д.І.</i>	149	<i>Макарчук М.Р.</i>	187
<i>Гередчук А.М.</i>	192	<i>Макеева Е. Н.</i>	198
<i>Георгієш К.В.</i>	146	<i>Малухіна Д.С.</i>	88
<i>Грановский А.С.</i>	213	<i>Маммедов Т.Д.</i>	182
<i>Грич А.В.</i>	194	<i>Мамедова О. О.</i>	204
<i>Гетманченко В.В.</i>	4	<i>Міщук М.Ю.</i>	187
<i>Гожелов Д.П.</i>	6,11	<i>Минев А.Б.</i>	111
<i>Гончаренко В. А.</i>	45	<i>Могилевська Г.І.</i>	173
<i>Духнич М.С.</i>	171,186	<i>Моисеев К.В.</i>	25
<i>Делков А.В</i>	164,162	<i>Мольський О.С.</i>	184
<i>Дорошенко М.О.</i>	177	<i>Мохаммед Мусса</i>	48
<i>Єленець Ю.А.</i>	171	<i>Наурук А.В.</i>	131
<i>Єрошенко С.І</i>	159	<i>Науменко О.В.</i>	166
<i>Жукова Я.Ф.</i>	208	<i>Неводюк І.В.</i>	171,186
<i>Іванов В.В.</i>	16	<i>Нитуда В.М.</i>	23
<i>Ігнатова Т.Ю.</i>	33	<i>Нікітін І.В.</i>	96

<i>Озолин Н.Е.</i>	27, 118	<i>Цой Д.А.</i>	213
<i>Ольбішевська О.М.</i>	32	<i>Чернишова О.О.</i>	20
<i>Оренчук Є.А.</i>	113	<i>Чорна Н.А.</i>	167
<i>Орлюк Ю.Т.</i>	155	<i>Шимчук Н.А.</i>	51
<i>Осадчук Е.А.</i>	38,116	<i>Шостік Д.І.</i>	86
<i>Остапенко А. В.</i>	196	<i>Шумиловская В.</i>	45
<i>Павлів Л.В.</i>	95	<i>Шугай М.О.</i>	167
<i>Петрусь О.С.</i>	187	<i>Юшкевич А.В.</i>	135
<i>Піскун Д.Р.</i>	171	<i>Янов А. С.</i>	92
<i>Петрищенко С.С.</i>	157, 208	<i>Яссер Алназхан</i>	59
<i>Полумбрик М. М.</i>	186		
<i>Пустойтенко С.В.</i>	33		
<i>Радионова Т.А.</i>	126		
<i>Саввова К. О.</i>	77		
<i>Сикорская О.В.</i>	123		
<i>Смолий В.А.</i>	142		
<i>Соколова І.Ф.</i>	35		
<i>Солодка А.В.</i>	152		
<i>Степаненко І.О.</i>	186		
<i>Стойловська Е.С.</i>	42		
<i>Суружий К.В.</i>	123		
<i>Тарасюк Є.В.</i>	88		
<i>Танасиенко Ф.В.</i>	162		
<i>Тимофеев И.В.</i>	11		
<i>Тиндюк С.О.</i>	55		
<i>Толмаченко Г.О.</i>	139		
<i>Тополчан А.І.</i>	63		
<i>Трошев Д.С.</i>	206		
<i>Туровцева К.Є.</i>	65		
<i>Фундамент А.В.</i>	137		
<i>Халімов А.В.</i>	190		
<i>Харитонов Ф.В.</i>	153		
<i>Холодков А.О.</i>	68, 73,118		
<i>Ходенков А.А.</i>	164		
<i>Цой А.П.</i>	213		

ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ

XV ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ УЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ (14 квітня 2015 р)

Збірник наукових праць

Підписано до друку 10.04.2015 р. Формат 60×84 1/16.

Умовн. друк. Арк12,5 Наклад 70 прим.

Надруковано видавничьким центром ОНАХТ.

65082, Одеса, вул. Дворянська, 1/3