

загальному випадку, зустрічає значні труднощі у зв'язку з суттєвою нелінійністю гідродинамічних рівнянь, що використовуються.

А отже, доцільно використати ряд основних припущень, які широко застосовують в інженерній практиці і які дозволяють значно спростити рівняння гідродинамічної течії та отримати результати, які придатні для практичного застосування. Так, для розрахунку параметрів повітряного прошарку, будемо припускати, що рух повітря в прошарку є ламінарним; всі процеси, що протікають в пористому середовищі та повітряному прошарку є ізотермічними; коефіцієнт в'язкості μ є постійною величиною; стискання повітря не враховується; силами інерції повітряного потоку нехтуємо, внаслідок малих швидкостей руху; градієнт тиску в повітряному прошарку в напрямку, перпендикулярному пористій поверхні, дорівнює нулю.

Таким чином, дані припущення дозволять описати процеси, що протікають в пористому середовищі та повітряному прошарку з достатньою точністю, та дозволять надати рекомендації щодо оптимальних режимів формування (пресування) заготовок з тіста, а саме розрахунку таких параметрів, як товщина повітряного прошарку, витрата повітря, що подається через пористу поверхню, розподіл тиску по довжині прошарку тощо.

О.В. Петренко, канд. техн. наук, доц. (ХДУХТ, Харків)

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ БЕЗМАШИННИХ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ

На підприємствах торгівлі, холодильному автотранспорті, контейнерних перевезеннях, а також у побуті застосовують акумуляторні системи, що використовують теплоту плавлення евтектичних розчинів – евтектичні холодильні системи (ЕХС).

Евтектичний лід виготовляють шляхом заморожування водних розчинів солей кріогідратної концентрації, органічних речовин та їхніх сплавів і сумішей у закритих металевих або пластмасових ємностях. Заморожені евтектичні розчини мають низьку постійну температуру плавлення – нижче 0°C (до мінус 80°C).

Прикладом перспективного застосування ЕХС є безмашинне охолодження із застосуванням акумуляторів холоду (АХ) в ізотермічному холодильному транспорті для внутрішньоміських перевезень.

За кордоном цей вид охолодження широко розповсюджений, перш за все завдяки екологічній чистоті, зокрема фірма «Carrier Transicold» (Франція) пропонує серію установок з машинно-

акумуляційним охолодженням «Vatna» для ізотермічних автофургонів об'ємом від 4 до 23 м³ із температурою замерзання евтектичного розчину мінус 32° С. Установки призначені для перевезення морозива та швидкозаморожених продуктів і розраховані на 14 годин безперервної роботи при температурі навколишнього повітря 30° С. Світовий лідер у виробництві евтектичних плит – фірма «FIT s.p.a.» з Італії – пропонує серію евтектичних плит моделей EBS і EFR.

Слід відзначити, що для евтектичних плит ізотермічних автофургонів найчастіше використовують евтектичні розчини етиленгліколю та пропіленгліколю, які у випадку потраплення до харчових продуктів можуть викликати отруєння.

Тому для енергоефективного практичного застосування ЕХС необхідні екологічно безпечні АХ із більш широким діапазоном температур. Проведений огляд показав, що перспективним є застосування водно-солевих систем неорганічних солей як робочих речовин, яким притаманна висока теплота фазового перетворення, відносно невелика вартість, екологічна чистота.

Останнім часом ученими активно проводяться роботи з пошуку таких речовин. Але обмеженість важливих фізико-хімічних характеристик (характер плавлення та кристалізації, оборотність та стабільність температури плавлення та кристалізації при багаторазових фазових переходах) для багатьох водно-солевих систем виключає можливість використання їх як АХ без додаткових досліджень. Властивості водно-солевих систем досліджувались у багатьох працях, однак відомості про використання їх у ролі АХ недостатні. Світові тенденції в розробці матеріалів, що акумулюють холод на основі водно-солевих систем, можна простежити за патентами Японії, США, Франції та Великобританії.

Дослідженнями вчених встановлено, що багато водно-солевих систем переохолоджуються більш ніж на 30...50° С, а деякі з них узагалі не кристалізуються та переходять у склоподібний стан, деякі системи розшаровуються. Ці явища ускладнюють використання їх як АХ, бо порушуються оборотність і стабільність температури початку кристалізації таких систем, витрачається велика кількість енергії та часу. Для запобігання розшаруванню розчинів була доведена необхідність вводити в них згущувачі. Найчастіше як згущувач використовують карбоксиметилцелюлозу (КМЦ).

Найбільш перспективними речовинами для АХ виявилися водяні розчини кристалогідратів: хлоридів натрію, калію, магнію, амонію, стронцію, бікарбонату натрію, бромідів натрію, стронцію, нітратів нікелю, магнію, цинку, роданіду амонію.

Новинкою в системах ЕХС стало застосування як робочої речовини модифікованих полімер-кристалів кремнію (силікону), підбраного таким чином, щоб мати температуру фазового переходу із

твердого стану в рідкий ледве вище 0° С. При цьому теплопоглинання у процесі танення, внаслідок значних енерговитрат на руйнування молекулярних зв'язків у полімер-кристалах кремнію, а також відсутності конвекційного руху густої рідини, набагато перевищує теплоємність води або сольових розчинів під час аналогічного процесу. Це дозволяє втримувати протягом тривалого часу температуру на рівні +3...+5° С, тобто, як у побутовому холодильнику. АХ із робочою речовиною на основі силікону можна використовувати необмежену кількість циклів заморожування без втрат теплопоглинаючих властивостей.

Перспективним напрямом енергоефективного застосування ЕХС є пошук речовин, які можна використовувати як АХ, здатні працювати в широкому температурному режимі. Найбільш придатними є суміші різних кристалогідратів, а також підбір добавок до них, що зменшують ступінь переохолодження, запобігають швидкому викиду теплоти за рахунок підривної кристалізації, що знижує ефект випаровування кристалізаційної води, тим самим сприяючи тривалості використання АХ у результаті багаторазової термоциклічності та ін.

В.М. Поздняков, канд. техн. наук, доц. (БГАТУ, Минск, Беларусь)
А.И. Ермаков, канд. техн. наук, доц. (БНТУ, Минск, Беларусь)

ПРОЦЕСС ОБЖАРКИ КАРАМЕЛЬНОГО СОЛОДА

В настоящее время в Западной Европе достаточно успешно развиваются небольшие частные пивоваренные производства, продукция которых пользуются высоким спросом, как у местного населения, так и у туристов. В Республике Беларусь также наметилась устойчивая тенденция к развитию подобных производств.

Одним из наиболее важных этапов в процессе производства карамельного солода является этап обжарки. Следует также отметить, что существующие аппараты для обжарки солода имеют высокую энергоёмкость и производитель, поэтому не могут использоваться в условиях небольших частных производств.

В связи с этим была предложена новая конструкция аппарата для обжарки солода. Отличительной особенностью новой конструкции обжарочного аппарата является то, что вал барабана выполнен в виде шнека, а направляющие – в виде винтовой линии с противоположным шнеку направлением витков, при этом площадь нормального сечения канавки шнека равна площади нормального сечения канавки направляющих.