

Винахід відноситься до холодильної техніки і може бути використаний на розподільчих холодильниках, холодильниках плодопереробної промисловості і фермерських господарствах.

Відомі способи заморожування плодів та овочів та пристрої їх здійснення [див. Холодильная техника. Справочник. Применение холода в пищевой промышленности.//Москва. Пищевая промышленность. 1979].

Вказані способи заморожування і скороморозильні пристрої є малоефективними, матеріалоємними і енергоємними. Найбільш близьким аналогом є "Спосіб заморожування плодів та овочів та пристрій для його здійснення" [див. Патент Росії №2036396 та патент України №19809]. По вказаному способові плоди та овочі спочатку підморожуються в флюїдизаційному шарі в під'ємному потоці повітря з чергуванням по довжині транспортера зон зі струменями підвищеного тиску повітря з зонами без таких струменів, а доморожування проводиться при розміщенні продукту на стрічці транспортера в щільному шарі в падаючому потоці повітря при його швидкості вище критичної швидкості початку флюїдизації.

Скороморозильний апарат включає теплоізольовану камеру з завантажуючим і розвантажуючим пристроями, повітроохолоджувачі для охолодження повітря з вентиляторами, сітчатий транспортер, привід транспортера, поперечну перегородку камери, систему повітророзподілення з чарунками.

Для приведених "Способів заморожування плодів та овочів та пристроїв для їх здійснення" характерні наступні недоліки.

Підморожування у флюїдизаційному шарі з під'ємним потоком повітря нарівні з підвищеними енергоспратами в порівнянні з пильним шаром має менші коефіцієнт ісплодіддачі, що також Лийшує енергію етичні витрати і термін процесу заморожування і як слідство цього збільшення габаритних і масових характеристик апарата. Також сприяє збільшенню енерговитрат на охолодження плодоовочевої сировини повітрям з порівняно низькою температурою ($t_n \approx -25 \div -30^\circ\text{C}$, такою як і для заморожування) на початкової ділянці підморожування, де сировина охолоджується від початкової температури рівної температурі навколишнього середовища (в літній час ця температура може бути рівною $t_n \approx 30^\circ\text{C}$) до температури начала заморожування (кріоскопічної температури, и залежності от виду сировини, ріпної $t_{кр} \approx -1.5 \div 5^\circ\text{C}$).

Такий великий перепад температур на початкової ділянці підморожування $\Delta t = 30^\circ\text{C} - (-30^\circ\text{C}) = 60^\circ\text{C}$ приводить до великих енерговитрат на компресор, для якого дійсний холодильний коефіцієнт при температурі конденсації холодильного агента $t_{конд} = 35^\circ\text{C}$ і температурі кипіння холодильного агента $t_0 \approx -40^\circ\text{C}$

$$\varepsilon = \frac{Q_0}{N_{дйсн}} \approx 1,0$$

дорівнює, де Q_0 - холодовидатність холодильної машини в кВт і $N_{дйсн}$ - дійсна потужність електродвигуна компресора в кВт. Крім того, буває трудно відділити воду з поверхні плодів та овочів, котрі перед заморожуванням піддають підготовчим технологічним операціям (бланширования, мийка, інспекція і т.п.).

Діючі методи і пристрої для відділення вологи не виключають її знаходження на поверхні продукту. Ця непотрібна волога потребує витрат енергії для її заморожування на поверхні продукту і сприяє змерзання частинки та примерзання їх до сітки транспортера, що принаймні небажано, так як це створює труднощі при скасуванні замороженого продукту в споживчу тару. Розрахунки показують, що для заморожування вологи на поверхні продукту (зелений горох) може безкорисно витрачатися до 5% холодовидатності холодильної машини.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення "Способу заморожування плодів та овочів та пристрою для його здійснення".

Поставлена задача вирішується так, що в "Способі заморожування плодів та овочів та пристрої для його здійснення", включаючи теплоізольовану камеру, сітчастий транспортер, повітроохолоджувачі, вентилятори, завантажувач бункер і розвантажувач лоток, перемішувачі продукту, поперечну та повздовжню перегородки камери, згідно винаходу процеси відділення вологи з поверхні продукту і його охолодження перед заморожуванням здійснюються одночасово на одній і той же початкової ділянці транспортера. Продукт попередньо охолоджується від початкової температури $t_n \approx 15 \div 30^\circ\text{C}$ до кінцевої температури охолодження $t_{к.охл} \approx 2,0 \div 4^\circ\text{C}$ на початкової ділянці транспортера повітрям з середньою температурою рівною $t_n \approx -10 \div -6^\circ\text{C}$ в щільному шарі з палаючим потоком повітря.

В цьому випадку падаючий потік повітря (рухаючись зверху вниз) здуває лишню вологу з поверхні продукту і виводи її із шару, одночасно охолоджує і підсушує його. Поєднання цих процесів значно зменшує загальну довжину транспортерів порівняно з існуючими технологічними лініями.

Підсушений на поверхні і охолоджений продукт надходить в низькотемпературну камеру апарата з температурою повітря $t_n = -20^\circ\text{C} \div -35^\circ\text{C}$, де підморожується також в щільному шарі в падаючому потоці повітря на хвилястому другій похилій початкової ділянці з кутом похилу до горизонту $\alpha = 9^\circ \div 20^\circ$, виконаному в вигляді гаснучої хвилі з періодом коливач $T = 600 \div 500\text{мм}$, амплітудою коливач на початку $A_1 = 100 \div 160\text{мм}$ і в кінці $A_2 = 0 \div 100\text{мм}$. Відношення довжини транспортера L до періоду коливач T прийнято рівним $L/T \approx 1.5 \div 4$. Крім того, на хвильовій похилій ділянці транспортера встановлені в напрямі руху перемішувачі продукту I, II, III і IV з загнутими кінцями паралельно поверхні сітки і заглиблені в шар, I на 0,25 товщини шару, II на 0,5 товщини шару, III на 0,75 товщини шару, IV на 1,0 товщини шару. Так як під час руху і по довжині транспортера шар продукту заморожується нерівномірно, спочатку заморожується верхня частина шару, котру омиває найбільш холодний потік повітря, а потім наступуючі шари, то для руйнування зв'язків між підмороженими і змерзшими частками необхідно проводити перемішування послідовно, з урахуванням віддалі і глибини шару. Віддаль між початком і кінцем зігнутої частини перемішувача вибрано з урахуванням можливого найменшого її розміру і приблизно дорівнює $1 \leq 5\text{мм}$. Кут між віссю вигнутого кінця перемішувача і напрямом руху транспортера, з урахуванням заморожуваного продукту, приймається рівним $\beta = 20^\circ \div 60^\circ\text{C}$.

Перемішувачі виконані поворотними з противагами, що дозволяє уникнути їх поломки при зупинці транспортера і вмерзання їх в шар продукту. Після включення транспортера перемішувачі повертаються і піднімаються над шаром пропускаючи змерзлу частину продукту і потім під дією протитяги знову заглиблюються в шар.

Проходжуючи другу хвилясту частину транспортера відбувається безперервне зближення і віддалення

між частками продукту із-за деформації шару по його висоті (шар безперервно ламається) в результаті чого утрачаються зв'язки між підмороженими частками і продукт стає сипучим. Потім сипучий продукт доморожується на третій прямолінійній ділянці сітчаного транспортера і щільному шарі в падаючому потоці повітря. Все це сприяє зменшенню енерговитрат, спрощенню конструкції скороморозильного апарата із-за заморожування тільки в щільному шарі, спрощенню повітря-розподілення і подрібненню шару продукту на хвильовій другій ділянці транспортера.

На Фіг.1 показаний повздовжній розріз скороморозильного апарата.

На Фіг.2 показаний поперечний розріз скороморозильного апарата.

На Фіг.3 показаний підморожувальній ділянці хвильової транспортерної стрічки з розміщенням перемішувачів продукту.

На Фіг.4 показаний розріз транспортерної стрічки з перемішувачами в кінці ділянці остаточного підморожування продукту.

На Фіг.5 показана ділянка транспортера в плані з розміщенням перемішувачів.

Пристрій включає теплоізольовану камеру 1, транспортер з хвильовою ділянкою 2, продукт 3, борт транспортера 4, завантажувач бункер 5, розвантажувач лоток 6, поперечну перегородку камери 7, повздовжню перегородку камери 8, повітроохолоджувачі 9 і 10, вентилятори 11, привідні барабани 12, перемішувачі 13, встановлені на вісях 14, а вісі в підшипниках 15. До вісей прикріплені протипади 16.

Спосіб заморожування плодів та овочів та пристрій для його здійснення працюють по наступній схемі. Плоди та овочі завантажуються в бункер 5 і поступають на першу ділянку транспортера 2, де охолоджуються на поверхні до температури не нижче 2°C потоком повітря з температурою $t_{\text{в}} \approx -8^{\circ}\text{C} \div -12^{\circ}\text{C}$ при температурі кипіння холодильного агента $t_0 \approx -20^{\circ}\text{C}$.

При охолодженні продукту одночасно здійснюється здув потоком повітря вологи з його поверхні і підсушування в результаті тепло і масообміну між ним і охолоджуючим повітрям. Повітря охолоджується в повітроохолоджувачі 10. Циркуляція повітря на першій ділянці охолодження продукту забезпечується вентилятором 11. Потім, охолоджений продукт, проходячи проходом в перегородці 7, відділяючи ділянку охолодження від ділянці підморожування, поступає на другу хвильову ділянку підморожування з температурою охолоджуючого повітря $t_{\text{в}1} \approx -20^{\circ}\text{C} \div -35^{\circ}\text{C}$.

Підморожування також здійснюється в падаючому потоці повітря в щільному шарі, це значно зменшує енергетичні витрати на вентилятори і холодильну машину. Для запобігання приморозання продукту сітчастий транспортер здійснює хвилюобразний рух на похилій поверхні, в результаті чого відбувається безперервна деформація шару продукту. Так на гребні хвилі (верхня частина хвилі) верхні шари продукту розширюються, що допомагає роз'єднанню частинок, тоді як в впадинах хвилі верхні шари продукту стискаються. Таким чином, при хвилюобразному русі частки в шарі продукту знаходяться в безперервному русі, відносно одна однієї, що запобігає їх змерзанню. Підморожені частки в верхній частині шару, одночасно зазнають додаткового перемішування перемішувачем 13-I, з загнутими кінцями, паралельними площі транспортерної стрічки.

Підморожені і вже сухі частинки на похилій частині хвилі транспортера сиплюються вниз в впадину хвилі, тим самим оголюють нижні ще не підморожені частинки і сприяють їх посиленому підморожуванню більш холодним потоком повітря, яке виходить із повітроохолоджувача.

Причому, через цю частину шару продукту із-за зменшення його товщини і меншою гідравлічного опору проходить більший потік повітря і з більшою швидкістю. Потім підморожений рухаючись продукт перемішується перемішувачем 13-II, а після нього перемішувачами 13-III і 13-IV.

Перемішувач 13-I заглиблен в шар на 0.25 частини його висоти, перемішувач 13-II - на 0,5 частини його висоти, перемішувач 13-III - на 0.75 частини його висоти і перемішувач 13-IV, безпосередньо торкається сітки - для перемішування продукту, лежачого безпосередньо на ній.

Після хвильової ділянки транспортер переходить на прямолінійну третю ділянку, де остаточно продукт заморожується.

Через лоток 6 заморожений продукт зсипається назовні, де фасується в споживчу тару (на кресленні не показано).

Охолодження повітря в зоні підморожування і доморожування проводиться повітроохолоджувачами 9, а циркуляція повітря проводиться вентиляторами 11. Весь пристрій розміщується в теплоізольованій камері 1. Транспортер 2 має борт 4, а в камері, крім поперечної перегородки 7 маємо повздовжню перегородку 8, яка діли камеру на зону пониженого і підвищеного тиску.

Потік повітря в камері переміщується із зони підвищеного тиску в зону пониженого тиску так як це показано на Фіг.2. На стрічці транспортера розміщується продукт 3.

Перемішувачі 13, приварені до вісів 14, а вісі розміщуються в підшипниках 15. До вісів 14 приварені протипади 16, які піддержують перемішувачі в вертикальному положенні і не дають їм можливості вийти із шару продукту при його русі.

Виконана третя ділянка транспортера в вигляді гаснучої хвилі сприяє більш плавному переходу від хвилюподібного руху транспортера до третьої прямолінійної ділянки заморожування плодів та овочів.

Запропонований "Спосіб заморожування плодів та овочів та пристрій для його здійснення" сприяє прискореному заморожуванню плодів та овочів, зменшенню займаних виробничих площ і зменшенню масових та енергетичних характеристик.

