УДК 631.243:621.565.048:536.24:664.002

В.В. Клименко, к.т.н., професор
Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка
О.В. Скрипник, к.т.н., доцент
Кіровоградський національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ СХЕМНИХ РІШЕНЬ ЗАГЛИБЛЕНИХ ПЛОДООВОЧЕСХОВИЩ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ПРИРОДНИЙ ХОЛОД

Проаналізовано особливості схемних рішень заглиблених плодоовочесховищ, які використовують природний холод, та їх основних елементів з урахуванням кліматичних умов України. Запропоновано схемне рішення сховища з системою активного вентилювання зовнішнім повітрям, оснащеного динамічною теплоізоляцією і газогідратним акумулятором природного холоду та наведено результати промислових випробовувань створеного за такою схемою кагату для зберігання цукрового буряка.

***Ключові слова*:** *заглиблені плодоовочесховища, бурт, траншея, природний холод, активне вентилювання, динамічна теплоізоляція, газогідратний холодоакумулятор.*

В.В. Клименко, к.т.н., профессор
Полтавский национальный технический университет им. Ю. Кондратюка
А.В. Скрипник, к.т.н., доцент
Кировоградский национальный технический университет

ОСОБЕННОСТИ СХЕМНЫХ РЕШЕНИЙ УГЛУБЛЕННЫХ ПЛОДООВОЩЕХРАНИЛИЩ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ЕСТЕСТВЕННЫЙ ХОЛОД

Проанализировано особенности схемных решений углубленных плодоовощехранилищ, использующих естественный холод, и их основных элементов с учетом климатических условий Украины. Предложено схемное решение хранилища с системой активного вентилирования внешним воздухом, оснащенного динамической теплоизоляцией и газогидратным аккумулятором естественного холода, приведены результаты промышленных испытаний созданного по такой схеме кагата для хранения сахарной свеклы.

***Ключевые слова:** углубленные плодоовощехранилища, бурт, траншея, естественный холод, активное вентилирование, динамическая теплоизоляция, газогидратный холодоаккумулятор.*

V.V. Klymenko, Ph.D.
Poltava national technical Yuriy Kondratyuk university
A.V Skrypnyk, Ph.D.
Kyrovogradskyy national technical university

FEATURES OF SCHEMATICS DEEPENING DEPOSITORY OF GARDEN-STUFFS AND VEGETABLES, THAT USE NATURAL COLD

The features of schematics of deepening depository of garden-stuffs and vegetables are analysed, that use a natural cold, and them basic elements taking into account the climatic terms of Ukraine. Scheme solution of depository is offered with the system active aeration by external air, equipped by dynamic heat-insulation and gas hydrates accumulator of natural cold and results over industrial tests of clamp created on such chart are brought for storage of sugar beet.

***Keywords:** depository of garden-stuffs and vegetables is deep, clamp, trench, natural cold, active aeration, dynamic heat-insulation, gas hydrates accumulator.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями. Використання відновлювальних і нетрадиційних джерел енергії при охолодженні та зберіганні плодоовочевої продукції сприяє заощадженню витрат електроенергії, зменшенню забруднення довкілля. Застосовування заглиблених плодоовочесховищ, які використовують природний холод, є одним з ефективних варіантів рішень в цьому напрямку [1 – 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання цієї проблеми. Заглиблені сховища для зберігання плодів та овочів у вигляді погребів, буртів, траншей використовуються здавна [4, 5].

Останнім часом суттєво збільшується кількість досліджень і публікацій, які направлені на нові конструктивні рішення заглиблених сховищ. Значна увага приділяється вдосконаленню окремих вузлів й елементів та їх впровадженню для підвищення ефективності використання природного холоду [6, 7].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Треба мати на увазі, що не завжди поєднання окремих ефективних вузлів у конкретному сховищі при зберіганні певної продукції в певних кліматичних умовах дозволить отримати позитивний результат. Тому при виборі схемного рішення заглиблених плодоовочесховищ, які використовують природний холод, треба враховувати не тільки технологічні вимоги та кліматичні умови, а й характеристики ґрунту, рівень підґрунтових вод.

Метою роботи є визначення на основі аналізу основних особливостей, які треба враховувати при виборі або розробленні конкретних схемних рішень заглиблених плодоовочесховищ, що використовують природний холод та розгляд запропонованого вдосконаленого схемного рішення сховища кагатного типу.

Виклад основного матеріалу досліджень. Плодоовочесховища призначено для зберігання насінної, продовольчої та фуражної продукції насипом або в тарі.

Сховища для зберігання плодів й овочів поділяють: за способом їх закладання – насипом чи у тарі; за тривалістю зберігання – тимчасові або сезонні, які часто називають польові (бурти і траншеї), та постійні (стаціонарні); за місткістю – великі (5 – 20 тис. т), середні (1 – 4 тис. т), невеликі (до 500 т). За способом влаштування сховища бувають: а) наземні (високий рівень підґрунтових вод і невисокі температури в період основного зберігання продукції; в цих сховищах найважче регулювати температурний режим); б) поглиблені (рівень підґрунтових вод невисокий; в цих сховищах більш стабільний температурний режим); в) заглиблені (будують у місцях низького залягання підґрунтових вод, а також там, де висока або дуже низька температура в період основного зберігання). Шар землі стабілізує температурний режим у сховищах: при високій температурі в обвалованому сховищі температура низька, а при великих морозах таке сховище менш інтенсивно охолоджується [8].

В поглиблених та заглиблених сховищах для підтримання тепловологісного режиму з використанням природного холоду застосовують способи природної, примусової або активної вентиляції [8].

Особливості польових сховищ. Польовим способом у буртах і траншеях, особливо в умовах середніх широт, зберігають близько 50% картоплі й овочів. Бурти і траншеї – тимчасові прості, досить дешеві сховища невеликої місткості, які закладають поряд із полями, поблизу тваринницьких ферм та ін. Збереженість бульб та інших плодів у буртах і траншеях залежить від фізичних властивостей ґрунту (теплоємності, теплопровідності), покривного матеріалу, а також процесів тепло- та газообміну в масі продукції.

До основних недоліків зберігання продукції польовим способом відносять такі: 1) незручно стежити за її якістю; 2) практично неможливо здійснювати частковий відбір продукції.

Через малу теплопровідність продукції й покрівного матеріалу може виникнути її самозігрівання, а при великій теплопровідності – і підмерзання. Однак при правильному влаштуванні буртів і траншей та закладанні та вкритті продукції втрати її мінімальні – не більше 3 – 5 % [4, 8].

Бурти, або кагати – це насипані під певним кутом нахилу довгі купи картоплі, коренеплодів, капусти, цибулі, вкриті гідро- й теплоізолюючим матеріалом (рис.1) [9]. Вони бувають *наземними, поглибленими* (позначка підлоги від позначки землі заглиблена менше, ніж на половину висоти будівлі) та *заглибленими* (позначка підлоги від позначки землі заглиблена не менше, ніж на половину висоти будівлі) [8].

Траншеї – це довгі канави, вириті в ґрунті на певну глибину і призначені для зберігання картоплі, коренеплодів і капусти (рис.2) [8]. Вони бувають глибокими і мілкими. У більш північних районах влаштовують широкі бурти і траншеї, в більш південних – вузькі. На півночі України бурти доцільно викопувати завширшки до 2 м, на півдні – до 1 м, траншеї – відповідно 1 і 0,6 – 0,7 м. Під бурти і траншеї вибирають ділянки переважно з легкими ґрунтами, невеликим схилом для стікання води та з рівнем залягання підґрунтових вод не вище 1 м. Для відводу надлишкових вод на ділянці треба передбачати канави.

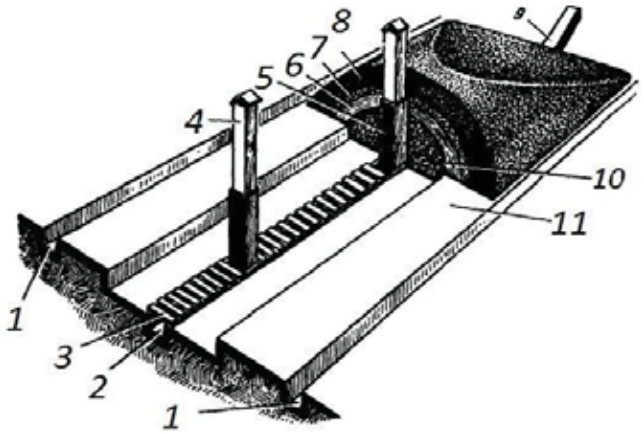

Рисунок 1 – Схема бурта: 1 – водовідвідна канава; 2 – припливний канал; 3 – грати; 4 – витяжні труби; 5 – продукція; 6 – солома; 7 – перший шар землі; 8 – остаточний шар землі; 9 – припливна труба; 10 – буртовий термометр; 11 – котлован бурта

Бурти і траншеї бувають глухі (з постійним газовим режимом) або з вентиляцією. Вентиляція у них може бути природною, примусовою чи активною. Розміри буртів і траншей залежать від характеристики сорту плодів, призначених для зберігання.

Вкриття має забезпечувати температуру в кагаті або траншеї на кілька градусів вищу за мінімальну (кріоскопічну) для цієї продукції, що дає змогу запобігти підмерзанню та забезпечити належну гідроізоляцію об'єктів зберігання.

Для вкриття кагатів використовують ґрунт, солому, торф, хмиз, сухий гній.

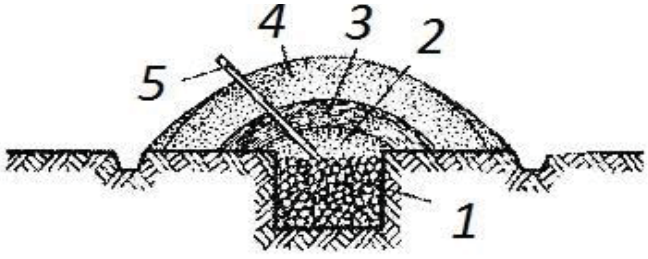

Рисунок 2 – Поперечний переріз траншеї: 1 – продукція; 2 – шар ґрунту; 3 – шар соломи; 4 – земляне укриття; 5 – термометр

Теплопровідність цих матеріалів значною мірою залежать від їх вологості: чим вони сухіші, тим нижче теплопровідність, тобто товщину вкриття зменшують. Вологіші матеріали мають більшу теплопровідність, що вимагає збільшення товщини вкриття. Товщиною вкриття регулюють тепло-волого-повітрообмін в буртах та траншеях, а її величина повинна узгоджуватися з числовим значенням питомої вентиляційної поверхні [11].

У північно-східних районах України, де можливе глибоке промерзання ґрунту, траншеї копають глибші і продукцію, особливо картоплю, вкладають на настил і вкривають двома шарами соломи та землі. Бурти і траншеї у південних областях України здебільшого влаштовують з охолоджуваними боками і дном. Восени вони мають вигляд канав, розміщених на відстані 0,5 – 0,6 м від стін бурта чи траншеї, через які охолоджується продукція, а з настанням морозів їх забивають соломою для захисту продукції від промерзання. Навесні з підвищенням інтенсивності дихання, тобто з настанням процесу проростання плодів, коли треба інтенсивніше охолоджувати їх у буртах і траншеях, бокові канави відкривають [8].

У великих господарствах, що спеціалізуються на вирощуванні картоплі та інших овочів, їх зберігають на постійних буртових майданчиках з активним вентилюванням (рис.3) [9].

Для кожного виду продукції використовують неоднакові проектні рішення через різні вимоги до температурно-вологісного та газового режимів. Спільними частинами всіх проектів є стаціонарна система вентилювання за допомогою вентилятора, який забезпечує питому подачу повітря до картоплі і коренеплодів 45 – 60, а до капусти 60 – 90 $м^3$/т за годину.

На всіх майданчиках у системі передбачена можливість вентилювання кількох буртів та відключення від системи закриттям заслінок решти розподільних каналів. Канали зроблено із цегли, а перекриття – з легких решітчастих (для розподільних каналів) чи суцільних (для центрального та бокових каналів) бетонних плит [8].

Особливості стаціонарних заглиблених сховищ. Заглиблені та поглиблені стаціонарні сховища можна будувати тільки на сухих і добре інфільтрованих ґрунтах.

В інших випадках треба передбачати спеціальні рішення, які запобігали б проникненню води в сховище, наприклад, такі, що пропонуються при захороненні відходів буріння та експлуатації нафтогазових свердловин [12]. Сховища повинні бути сухими та мати добру теплоізоляцію. В них не допускається поява крапельнорідкої води внаслідок конденсації або протікань, особливо через стелю.

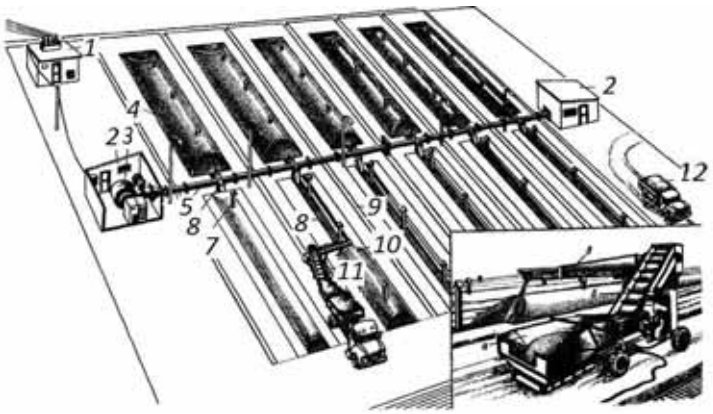

Рисунок 3 – Стаціонарний (постійний) буртовий майданчик: 1 – трансформаторна будка; 2 – вентиляційне приміщення; 3 – вентилятор; 4 – бурт; 5 – магістральний канал; 6 – розподільний канал; 7 – витяжна труба; 8 – припливний канал; 9 – водозбірна канава; 10 –насип продукції; 11 – транспортер-завантажувач ТЕК-30: а – приймальний бункер; б – подаючий транспортер; в –стріла; 12 – самосвал

Висота приміщень від підлоги до низу обладнання і комунікацій в усіх будівлях приймається не менше ніж 2 м у місцях регулярного проходу людей і не менше ніж 1,8 м в інших випадках. Будівлі проектують переважно каркасного типу із застосуванням місцевих будівельних матеріалів, збірних несівних і захисних конструкцій [10].

Покриття передбачають переважно вентильовані. Підлога може бути з асфальтобетонним покриттям, а у засіках – глинобитною або земляною. Підлогу розміщують не менше, ніж на 1,5 м вище за рівень грантових вод.

В'їзні ворота сховищ проектують двостулковими, розсувними або шторними (відповідно до типових рішень), їхні розміри у просвіті мають бути більші за розміри навантажених транспортних засобів за висотою більшою на 0,2 і за шириною на 0,6 м. Вони мають бути щільними, утепленими і подвійними. Мінімальні розміри воріт 3,6×3,6 м, у місцях без в'їзду транспорту – 2,4 × 2,3 м (ширина і висота).

У сховищах облаштовують підсобні приміщення, де перебирають, сортують, калібрують і пакують продукцію в період її основного зберігання. У підсобних приміщеннях установлюють відповідні машини, лінії для сортування, обладнують освітлення та опалення.

Для картопле- й овочесховищ із уніфікованих секцій характерним конструктивним рішенням є застосування неповного і повного несівних каркасів. За неповного влаштовують несівні стіни із цегли або природного каменю. Для повнозбірних сховищ передбачають самонесівні керамзитобетонні стінові панелі. Каркас будівлі виготовляють зі збірного залізобетону. Колони і балки покриттів проектують за серіями, як і для одноповерхових сільськогосподарських будівель. Покрівлю настилають рулонними матеріалами [10].

З урахуванням інфекційного навантаження місткість сховища вважається оптимальною: для зберігання картоплі – 1500 т, капусти – 750, коренеплодів – 300, цибулі – 200, яблук – 400 т. Крім того, місткість камер менше 200 т утруднює їх експлуатацію.

Сховища з природною вентиляцією повинні мати вентиляційні ходи у вигляді дверних прорізів, люків, які розміщують так, щоб у приміщеннях для зберігання можна було забезпечити восени перехресні протяги для запобігання застою повітря в окремих місцях. Крім того, сховища облаштовують спеціальними шахтами або трубами для забезпечення припливно-витяжної вентиляції [11].

Припливну вентиляцію у сховищах влаштовують унизу з торцевого боку, де вставляють дерев'яні утеплені труби із заслінками. Витяжні труби встановлюють по коньку перекриття так, щоб внутрішній їх обріз не виступав усередину й не перешкоджав виходу струменя повітря. Припливні труби розміщують так, щоб вони знизу підходили під продукцію. Якщо це зробити неможливо, то верхній кінець їх повинен знаходитися не вище на 0,5 м продукції.

Вентиляційні труби обладнують дефлекторами, щоб запобігти потраплянню опадів, і утеплюють, інакше по їх стінках стікатиме конденсаційна волога. Переріз припливних каналів у сховищах для зберігання картоплі становить 50 см^2, овочів 80 – 100 см^2.

На кожні 15 – 30 т картоплі встановлюють одну, а капусти – дві труби. Кількість витяжних труб, як правило, удвічі – тричі рази менша, ніж припливних (переріз останніх не менше 0,5 × 0,5 м). Швидкість руху повітря в системі природної вентиляції сховищ 0,2 – 0,4 м/с, тому необхідний температурний режим восени встановлюється дуже повільно – через 1,5 – 2 місяці. Це обґрунтовує доцільність додаткового тимчасового застосування для інтенсифікації витяжки в деяких випадках переносних вентиляторів [11].

Примусова вентиляція є більш досконалою і нею обладнують сховища великої і середньої місткості при зберіганні продукції у тарі. Повітря у сховище нагнітається вентиляторами, а видаляється через витяжні труби створеним тиском. Продуктивність вентиляторів розрахована на 20 – 30-разовий обмін повітря за годину. Цей спосіб

вентилювання дає змогу підтримувати бажаний режими зберігання продукції у північній частині України.

Для влаштування примусової вентиляції використовують відцентрові вентилятори середнього тиску. Через їх значні габарити вентиляторні будки встановлюють на покрівлі сховища. Повітропроводи розміщують під стелею та під підлогою. Недоліком такої вентиляції є те, що повітря проникає на глибину не більше 0,7 м, тому верхні шари продукції можуть переохолоджуватись, а середні – зігріватись [8].

Сховища з активною вентиляцією є найбільш перспективними для використання природного холоду при зберігання плодоовочевої продукції [3 - 7]. Під активним вентилюванням розуміють примусове рівномірне постійне або періодичне подання в масу продукції повітря з певною температурою, вологістю і швидкістю.

Схеми типових плодоовочесховищ для зберігання плодоовочевої продукції насипом або в контейнерах (штабелях) наведено на рис. 4а і рис. 4б [3, 5].

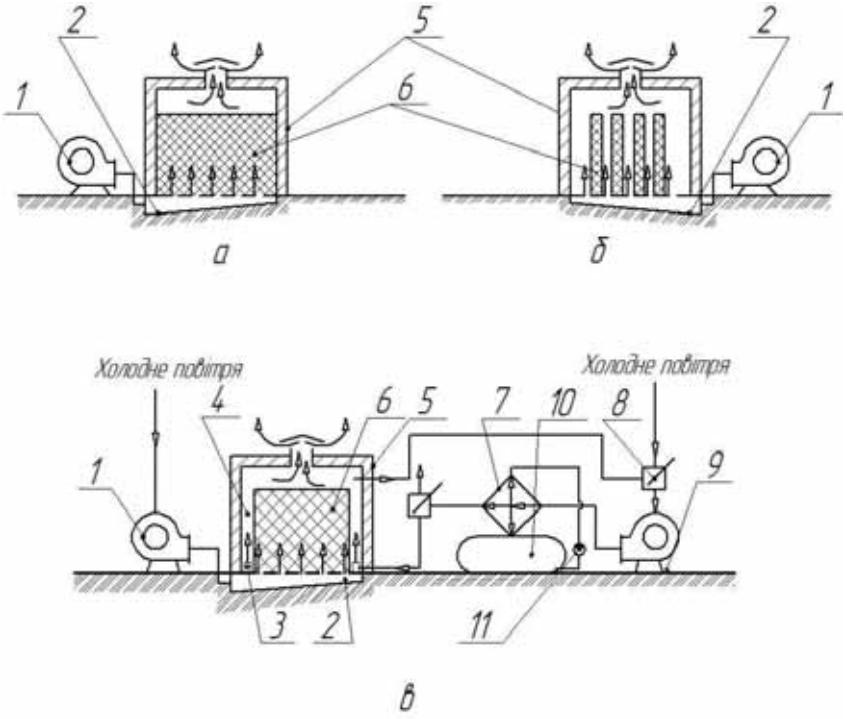

Рисунок 4 – Схеми сховищ плодоовочевої продукції з активним вентилюванням та: а) зберіганням продукції насипом; б) зберіганням продукції в контейнерах; в) з динамічною теплоізоляцією та газогідратним акумулятором природного холоду: 1, 9 – вентилятори; 2 – підпідлоговий повітропровід; 3 – надпідлоговий повітропровід; 4 – повітряний прошарок; 5 – огороджувальні конструкції; 6 – продукція; 7 – повітроохолоджувач; 8 – клапан-змішувач; 10 – газогідратний акумулятор природного холоду; 11 – насос

Вимоги до сховищ з активною вентиляцією в основному такі, як і до сховищ з природною конвекцією. Але вони суттєво відрізняються конструкцією систем вентиляції. Розповсюджені системи активної вентиляції досить складні. Вони зазвичай складаються з: 1) припливної шахти для забору повітря; 2) вентилятора; 3) рециркуляційного повітропроводу; 4) змішувальної камери; 5) магістрального повітропроводу; 6) розподільних каналів (рис.5) [6, 11].

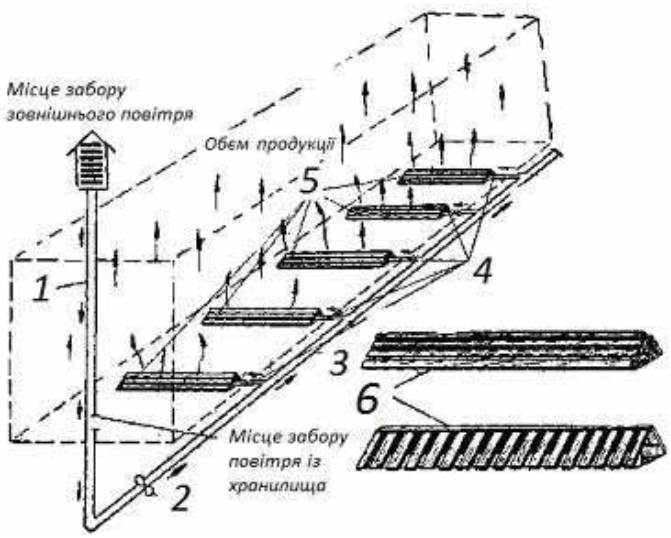

Рисунок 5 – Схема системи активної вентиляції в овоче-картоплесховищах: 1 – припливна шахта; 2 – вентилятор; 3 – магістральний канал; 4 – розподільні канали; 5 – гратований короб

Припливну шахту роблять із щільно підігнаних дощок, цегли або листової сталі, добре утеплюють, а зверху ставлять дефлектор, щоб запобігти потраплянню опадів. Повітря для вентилювання засмоктується через жалюзійні решітки, виготовлені з листової сталі.

Розрізняють системи активної вентиляції низького (гідравлічний опір 300 – 500 Па) та середнього тиску, в яких застосовують осьові вентилятори продуктивністю 50 – 100 тис. $м^3$/год. Вони невеликі за масою, що надає змогу розміщувати їх у вентиляційних шахтах чи підвішувати до будівельних конструкцій, встановлювати як горизонтально, так і вертикально.

Вентиляційну систему обов'язково герметизують. Подача повітря для вентилювання залежить від кліматичної зони, виду та відсортованості продукції, вмісту в ній домішок. Для підтримання більш рівномірного тиску повітря в магістральному каналі зменшують його переріз і довжину в міру віддалення від вентилятора. Здебільшого довжина його коливається від 30 до 35 м, залежно від потужності вентилятора [8].

У місцях відгалуження розподільних каналів від магістральних встановлюють засувки або шибери (при наявності автоматики) і передбачають можливість їх очищення та дезінфекції. Магістральні повітропроводи роблять переважно пристінними і таких розмірів, щоб висота і ширина їх давали змогу вільно проходити обслуговуючому персоналу.

Розподільні повітропроводи бувають підпідлоговими (прямокутні) чи надпідлоговими (округлої або трикутної форми). Довжина розподільних каналів 9 – 12 м, відстань між ними – до 2 м. Відстань розміщення розподільних каналів над продукцією має становити не більше 0,6 м від поверхні насипу.

Для рівномірної подачі повітря в продукцію слід дотримуватись таких правил: 1) площа всіх щілин решіток каналу завдовжки 12 м при подачі в нього повітря з торця не повинна перевищувати площу поперечного перерізу каналу більш як удвічі, а при подачі повітря посередині каналу може бути в 4 рази більшою; 2) якщо надпідлогові канали мають однаковий переріз, то при довжині їх від 12 до 36 м для рівномірності подачі повітря треба за допомогою плівки перекривати решітки так, щоб до кінця каналу залишалася вільною лише 1/3 його перерізу (так само регулюють подачу повітря

в заглиблених каналах); 3) канали знаходяться на відстані 0,6 – 0,9 м від стіни і на 0,5 – 0,7 м по торцях [8].

Припливно-змішувальна камера обладнана кількома заслінками або шиберами для подачі лише зовнішнього повітря, суміші зовнішнього і внутрішнього повітря та для обміну внутрішнього повітря в сильні морози.

Систему загальнообмінної вентиляції влаштовують з подачею знизу.

Стіни засік ущільнюють по всій висоті, щоб повітря проходило лише по насипу овочів і не розходилося по боках.

При активному вентилюванні завжди є небезпека втрати продукцією вологи. Тому, якщо вологість повітря нижча за 80 – 85%, треба використовувати зволожувачі повітря [8].

Одним із недоліків розглянутих стаціонарних сховищ, які використовують природний холод, є складність, а інколи і неможливість, восени при добовому перепаді температур зовнішнього повітря в 10...20 °С забезпечити при закладці плодів і овочів на збереження оптимальний темп охолодження 0,5...2 °С за добу. Це викликано значними теплопритоками через конструкції, що огороджують сховище, у денний час, які підсумовуються з суттєвими в цей же час тепловиділеннями від життєдіяльності продукції. Важко з тих же причин підтримувати оптимальний температурно-вологісний режим і в процесі збереження, особливо в осінньо-весняний період року [5].

Поліпшити теплотехнічні і технологічні характеристики плодоовочесховищ можна шляхом створення повітряного теплозахисту (динамічної теплоізоляції) і використанням акумулятора природного холоду [3].

Нами запропоноване схемне рішення сховища із системою активного вентилювання зовнішнім повітрям, оснащеного динамічною теплоізоляцією і газогідратним акумулятором природного холоду (рис. 4 в) [3, 13].

Промислові випробовування створеного за такою схемою кагату для зберігання цукрового буряка місткістю 980 т на постійному буртовому майданчику Первомайського цукрового заводу (рис. 6) підтвердили ефективність його використання [14].

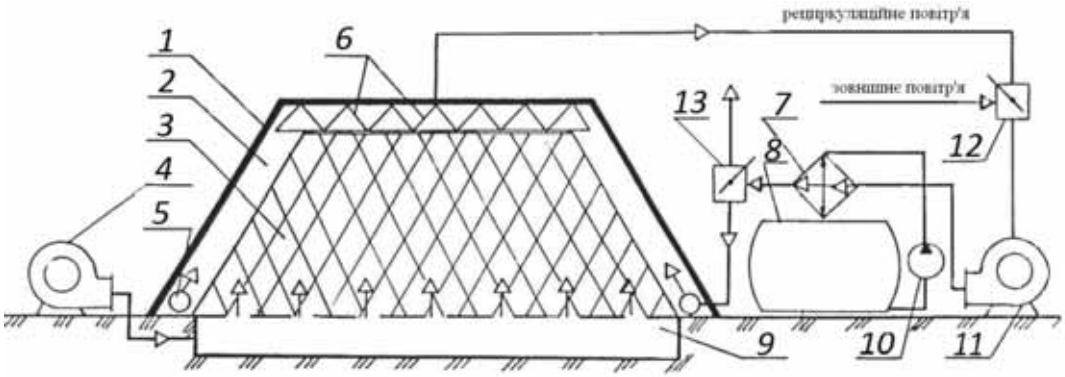

Рисунок 6 – Схема кагату цукрового буряка з динамічною теплоізоляцією та газогідратним акумулятором природного холоду: 1 – покриття з поліетиленової плівки; 2 – повітряний прошарок; 3 – буряк; 4 – вентилятор системи активного вентилювання; 5 – повітропровід для подачі повір'я з холодоакумулятора; 6 – каркас з металічних ферм; 7 – повітроохолоджувач; 8 – холодоакумулятор; 9 – повітропровід для активного вентилювання; 10 – насос гідратної води; 11 – вентилятор холодоакумулятора; 12, 13 – триходовий клапан

При початковій цукристості буряка 16,7 % після зберігання протягом 34 діб середня цукристість буряка в контрольному кагаті склала 16,02 % до загальної маси, а в запропонованому – 16,46 % і відповідно до втрати маси цукру 2,02 % та 1,86 %. В

цілому вихід цукру збільшився на 0,5 % відносно виходу цукру із сировини контрольного кагату [14].

Висновки. Проаналізовано особливості схемних рішень заглиблених плодоовочесховищ, які використовують природний холод. Розглянуто конструктивні рішення основних елементів таких сховищ з урахуванням кліматичних умов України. Запропоновано схемне рішення сховища з системою активного вентилювання зовнішнім повітрям, оснащеного динамічною теплоізоляцією і газогідратним акумулятором природного холоду. Результати промислових випробовувань створеного за такою схемою кагату для зберігання цукрового буряка місткістю 980 т на постійному буртовому майданчику Первомайського цукрового заводу підтвердили ефективність його використання.

Література

1. Критерий климатического районирования страны в целях использования естественного холода в картофеле- и овощехранилищах / В. З. Жадан, Н. Н. Рослов, Л. В. Мартынова, С. И. Кулаков // Холодильная техника. – 1986. – №6. – С. 16 – 21.

2. Клименко, В. В. Рациональное использование термической неравновесности наружного воздуха /В. В. Клименко, В. Н. Корниенко // Холодильная техника. −1989. − №6. − С. 25 − 30.

3. Клименко, В. В. Газогидратные аккумуляторы природного холода в системах активного вентилирования плодоовощехранилищ / В. В. Клименко, А. В. Скрипник, В. Н. Корниенко // Энерготехнологии и ресурсосбережение.− 2011. − №2. − С. 16 − 19.

4. Волкинд, И. Л. Промышленная технология хранения картофеля, овощей и плодов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.

5. Жадан, В. З. Теплофизические основы хранения сочного растительного сырья на пищевых предприятиях / В. З. Жадан.− М.: Пищевая промышленность, 1976 − 238 с.

6. Як довго зберігати картоплю й овочі: за матеріалами зарубіжних видань //Новини агротехніки. − 2007. − №6. − С. 30 − 31.

7. Чвак, Р. Технології зберігання овочів та плодів / Р. Чвак, О. Бахур, В. Яворів // Техніка і технології АПК. − 2012. − №6(33). − С. 10 − 12.

8. Зберігання і переробка продукції рослинництва: навч. посібник / Г. І. Подпрятов, Л. Ф. Скалецька, А. М. Сеньков, В. С. Хилевич. − К: Мета, 2002. − 495 с.

9. Плодоводство и овощеводство/В. А. Потапов, В. К. Родионов, Ю. Г. Скрипников и др.; под ред. проф. В. А. Потапова. − М.: Колос, 1997.− 431 с.

10. Хазін, В. І. Будівлі і споруди агропромислового комплексу: навч. Посібник / В.Й. Хазін. − 2-ге вид., допов. і переробл. − К.: Вища шк., 2006. − 255 с.

11. Холмквист, А. А. Хранение картофеля и овощей./ А. А. Холмквист. − Л.: Колос, 1972. − 280 с.

12. Зоценко, М. Л. Нові конструктивні рішення сховищ для захоронення токсичних відходів буріння та експлуатації нафтогазових свердловин / М. Л. Зоценко, К. А. Тимофєєва // Науковий журнал (Геологія. Гірництво. Нафтогазова справа). − 2012. − Вип. 2(2).− С. 48 − 53.

13. А. с. 1227132 СССР, МКИ[3] С27 J 25/00. Устройство для хранения растительной продукции / Клименко В. В., Ивахнов В. И., Корниенко В. Н. (СССР). – № 36309721/27-03; заявл. 10. 07. 84; опубл. 01.06. 86, Бюл. № 13

14. Клименко, В. В. Науково-технічні основи газогідратної технології (термодинаміка та кінетика процесів, схемні рішення): автореф. дис. доктора техн. наук / В.В. Клименко, Інститут газу НАНУ. − К., 2012 − 40 с.

Надійшла до редакції 17.09.2012

© В.В. Клименко, О.В. Скрипник