

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЖИТОМИРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики  
Кафедра механіки та інженерії  
агроекосистем

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

Заєць Олексій Олександрович

УДК 621.8

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

### РОЗРОБЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МОДУЛЯ МОБІЛЬНОГО СХОВИЩА ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

208 „Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня магістра

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

/О.О.Заєць/

Керівник роботи  
Б.А.Шелудченко  
К.т.н., професор

Житомир – 2020

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| Анотація .....   | 3  |
| Вступ .....  | 4  |
| Розділ I Зберігання та втрати збору врожаю цукрових буряків .....                                  | 6  |
| 1.1.Проблеми втрат при зборі цукрового буряка .....  | 6  |
| 1.2.Основні способи збирання коренеплодів .....  | 9  |
| 1.3.Зберігання коренеплодів в кагатах .....  | 14 |
| Розділ II Сучасний стан розвитку мобільних еластичних конструкцій в галузі будівель і споруд ..... | 16 |
| 2.1. Розвиток конструкцій і матеріалів .....   | 16 |
| 2.2. Актуальні пневматичні конструкції .....   | 18 |
| Розділ III Обґрунтування конструкції і параметрів мобільного сховища ...                           | 21 |
| Висновки .....   | 25 |
| Список використаних джерел .....   | 26 |

## АНОТАЦІЯ

Заєць О.О. **Розроблення конструкції модуля мобільного сховища для зберігання цукрових буряків.** – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – агроінженерія. – Житомирський національний агроекологічний університет, Житомир, 2020.

В роботі проаналізована конструкція і параметри сховища для зберігання цукрових буряків після збору урожаю в районі поля, де коренеплоди можуть зберігатися до вивозу їх на цукровий завод для переробки. Конструкція сховища передбачає його швидке встановлення, захист цукрового буряку від зовнішніх впливів, які призводять до втрати якості коренеплодів під час зберігання.

## SUMMARY

Zaiets O.O. " **Development of the design of the mobile storage module for storage of sugar beets** " - Manuscript.

Master's work for Master "Master" specialty 208 "Agroengineering". Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, 2020.

The paper analyzes the design and parameters of the storage for storage of sugar beets after harvest in the field, where the roots can be stored until they are taken to the sugar factory for processing. The design of the storage provides for its rapid installation, protection of sugar beet from external influences that lead to loss of root quality during storage.

## ВСТУП

Головним джерелом для виробництва цукру в Україні є цукрові буряки, вони являються життєво необхідним продуктом харчування. Ґрунтово-кліматичні умови в Україні є надзвичайно сприятливими для культивування цукрових буряків, і наша країна залишається однією із провідних країн світу за площею посівів, обсягами виробництва коренеплодів та виробництва із них цукру.

Період збирання буряку досить короткий. Більшість переробних заводів і приймальних пунктів працюють з повним навантаженням, але через обмежені потужності переробки не встигають прийняти зразу велику кількість зібраного врожаю.

Типовою ситуацією є те, що через негоду, недостатню кількість автотранспорту і з других причин певна кількість буряків на довгий час залишається на зберігання в полі. Для запобігання суттєвих втрат врожаю та зниженню якості сировини, господарства організовують оперативне зберігання цукрових буряків у польових кагатах близько від доріг.

За час зберігання в кагаті цукристість буряків знижується і в них накопичуються небажані інгредієнти, наприклад інвертний цукор, що серйозно позначається на якості переробки буряків на заводі.

*Актуальність роботи:* В роботі проаналізовано можливість застосування сучасних розробок – надувних будівель, для збереження врожаю при зберіганні його на полі. Добре захищені від зовнішніх впливів, надувні еластичні конструкції можливо швидко звести будь де (коло поля з буряками). Це дозволить певний час якісно зберігати коренеплоди без особливих втрат їх основних властивостей.

*Мета роботи:* Розробити конструкцію мобільного сховища для зберігання залишених на полі для подальшого вивозу цукрових буряків. Сховище повинно замінювати кагат та зберігати коренеплоди без істотних втрат маси та цукристості.

*Завдання досліджень:*

1. Дослідити можливість зберігання врожаю цукрових буряків на полі з допомогою надувного мобільного сховища.

2. Розробити конструкцію сховища, яке швидко встановлюється в необхідному місці та забезпечує захист коренеплодів від несприятливих погодних умов, а також оптимальні умови зберігання до вивезення буряків на заводи і приймальні пункти.

*Публікації:*

1. Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «Наукові читання – 2020», Житомир, ЖНАЕУ, с.46-47.

2. <http://www.intellectualarchive.com/?link=find#PNU>

*Zaiets Alexey Alexandrovich* Development of the design of the mobile storage module for storage of sugar beets.

*Структура та обсяг роботи.* Робота виконана на 28 сторінках друкованого тексту, містить вступ, 3 розділи, висновки, список використаної літератури із 23 джерел.

## РОЗДІЛ І

### ЗБЕРІГАННЯ ТА ВТРАТИ ЗБОРУ ВРОЖАЮ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

#### 1.1. Проблеми втрат при зборі цукрового буряка

На сьогодні збирання цукрових буряків в Україні має певні особливості. Велика кількість об'єму врожаю одразу з поля відправляється на цукрові заводи, але певна частина залишається на зберіганні та очікуванні своєї черги на переробку. Використовується два способи зберігання цукрових буряків - в кагатах і буртах. Використання буртів – це тимчасовий захід, при якому зберігаються цукрові буряки на краю поля та чекають своєї черги на переробку [16]. Бурти використовують по певних причинах. Перша – складна логістика. Цукрові буряки займають великий об'єм і при цьому мають високу масу та врожайність, тому для того щоб вивезти цю культуру з поля, потрібно використати більшу кількість транспортних засобів в порівнянні з іншими рослинною культурою. Тому, поки частина цукрових буряків вивозиться, інша частину залишають на зберігання в буртах. Друга причина – довгі черга на цукрових заводах [18]. Кожен рік господарства, які займаються вирощуванням цих коренеплодів зіштовхуються із проблемою здачі свого товару на підприємство для переробки. Потужності переробного підприємства не дозволяють одночасно прийняти весь об'єм цукрових буряків і утворюються довгі черги, що сильно вповільнює відвантаження коренеплодів з поля. Це є важливою причиною і може спонукати сільгоспвиробника зберігати свій врожай в кагатах на досить довгий час, щоб перечекаати ажіотаж та у зручний для себе час вивезти усе на приймальне підприємство по найкращих цінах. Головною причиною зимового зберігання цукрових буряків в господарствах, є ціна на прийом продукції. В сезон збору вона завжди значно нижча[2].

Коренеплід – це є живий організм, якому потрібно підтримувати нормальну життєдіяльність, тому що його особливістю є важлива властивість зберігати і проявляти стійкість до ураження мікроорганізмами. Під час зберігання в коренеплодах цукрових буряків проходять певні природні фізіологічні процеси,

одним з головних з яких є дихання. При несприятливих умовах зберігання в коренеплодах відбуваються негативні процеси, які призводять до втрат маси і якості та цукристості. Це такі процеси як: проростання, підмерзання, в'янення коренеплодів, а також зміни, які викликаються діяльністю патогенних мікроорганізмів (різноманітними пліснявими грибами, бактеріями), що в свою чергу призводять до фізіологічних розладів і хвороби коренеплодів цукрових буряків [20].

Головною умовою зберігання в буртах та кагатах є незараженість хворобами та відсутність механічних пошкоджень коренеплодів. Уражені або пошкоджені рослини для збереження врожаю необхідно одразу відсортувати та вивезти на завод. Зберігати уражені плоди не рекомендується, оскільки це обов'язково може призвести до пошкодження здорових коренеплодів, які будуть контактувати із ураженими чи пошкодженими буряками [18]. Пошкоджені коренеплоди містять в собі збудники хвороби, що із часом призведе до розвитку гнилі, і далі можуть заразити все сховище та знищити вагому частину врожаю. Пошкоджені плоди також більш уразливі для зараження патогенними організмами, тому їх необхідно вивезти з поля в першу чергу. Небезпечно закладати на зберігання



Рис 1.1. Зберігання буряків в буртах

підморожені та вологі коренеплоди. При зберіганні цукрових буряків необхідно подбати про ретельне укряття буртів подрібненою соломною або плівкою. Це вагомо зменшить втрати врожаю від заморозків і вологи. Бурти мають бути високими та широкими, з рівною поверхнею і зручним розташуванням для під'їзду технологічного транспорту.

Дихання це фізіологічний процес, який забезпечує життєдіяльність коренеплодів, їх стійкість до ураження мікроорганізмами. Одним з важливих показників цього процесу, який характеризує втрати вуглеводів в часі, являється його інтенсивність. На важливу інтенсивність дихання коренеплодів буряка впливають такі фактори: температура, відносна вологість та газовий склад навколишнього середовища, розміри плодів і питома площа їх поверхні для дихання, ступінь стиглості, фізичний стан коренеплодів, присутність механічних пошкоджень і домішок, хімічний склад коренеплодів, висота зрізу головки і інші чинники [20]. У таблиці 1.1 наведені значення середньодобових втрат сахарози, яка витрачається на дихання буряків при зберіганні залежно від температури зберігання в кагаті. Дані таблиці 1.1 показують, що зі збільшенням температури зберігання в кагату виростають втрати сахарози в коренеплодах цукрових буряків. Встановлено, що умови зберігання при температурі 1-2°C і відносній вологості повітря в кагаті в районі 90-95% найкращі і втрати сахарози на дихання мінімальні. Великі втрати вологи коренеплодами (3-7% до їх маси) відбуваються при зберіганні буряків в кагатах без захисту і укряття, особливо в теплу пору року – буряк інтенсивно в'яне [18].

Таблиця 1.1. [2]

Середньодобові втрати сахарози в залежності від температури зберігання в кагату, % до маси буряків

| Температура °С | 1    | 3     | 6    | 9    | 11    | 15   |
|----------------|------|-------|------|------|-------|------|
| Втрати, % маси | 0,01 | 0,014 | 0,02 | 0,03 | 0,038 | 0,05 |



Такий стан сприяє різкому збільшенню втрати маси вуглеводів при анаеробному диханні. Це вид дихання, який розвивається в поверхневому шарі підв'ялених коренеплодів на зберіганні та обумовлений порушенням стабільного стану ферментів в буряку через відсутність вологи і активізацією діяльності патогенів [3].

При зберіганні буряків на втрати сахарози негативно впливає їх проростання, яке характеризується відношенням маси паростків до маси кореня. Уже на 5-7 добу після збирання врожаю при високій температурі повітря і відносній вологості коренеплоди починають проростати. Це призводить до посилення дихання, значно збільшується виділення теплоти втрати сахарози. Чим вище така інтенсивність проростання, тим більші втрати сахарози під час зберіганні. Від температури та вологості, стиглості та сорту буряків, ступеня обрізання головок залежить швидкість проростання коренеплодів. Підморожений буряк також непридатний для зберігання, так як при підвищенні температури і відтаванні він швидко загниває і погано переробляється. Для зберігання викопаних цукрових буряків від підморожування рекомендується дотримуватися графіка збору і вивезення його на приймальні пункти, а буряк, що викопаний, но не вивезений в той же день з поля, обов'язково вкривати землею або бадиллям.

## 1.2. Основні способи збирання коренеплодів

За даними Інституту цукрових буряків УААН, восени цукрові буряки продовжують швидко рости і накопичувати цукор. За період приросту маси одного коренеплоду з 20 серпня по 20 вересня, який становить в середньому 96 г, вміст цукру збільшується майже на 3%. Виходячи з цього в основній зоні бурякосіяння України масове збирання цукрових буряків доцільно проводити в терміни з 20 вересня по 25 жовтня [16]. За багаторічними метеорологічними даними, в цей час кількість робочих та сприятливих днів для збирання становить 22 або 23. Тому, при умові забезпечення господарств належною кількістю придатних для збирання технічних засобів при середньому сезонному навантаженню на бурякозбиральному

комбайні 80–100 га і щоденної його продуктивністю 4–5 га, буряки з такої площі можна зібрати у зазначений термін.

Збирання врожаю цукрового буряку та його перевезення на цукрові підприємства або приймальні пункти повинно бути виконано в виключно зжаті терміни. Затягувати визначених термінів - це згуба врожаю цукрового буряку із можливим початком морозів [16].

Основні способи збирання буряку — потоковий та потоково-перевалочний. Потоковий спосіб забезпечує малі затрати праці та коштів, зменшує втрати і пошкодження коренеплодів, забезпечує високу якість цукрової сировини і збільшення валового збору коренеплодів на 2–3 т/га за рахунок безпосередньої доставки на цукрові заводи та відсутності тимчасового зберігання їх у польових умовах. Великої кількості транспортних засобів, значних витрат палива і зношення автотранспорту потребує застосування потокового способу. Також, при потоковому способі збирання знижується ефективність застосування вантажних автомобілів та автопоїздів. При застосування перевалочного способу підвищується ефективність використання автотранспорту, значно зменшується, порівняно з поточним, забрудненість цукрової сировини землею, завдяки чому знижуються обсяги нераціонального вивезення землі з полів у вигляді домішок, збільшується можливість транспортування буряків за важких погодних умов.

Одночасно при перевалочному способі значно зростають втрати сировини і, через збільшення пошкоджених коренеплодів під час їх складування в польові кагати і завантаження в транспортні засоби для вивезення, погіршується її якість. Тому на збиранні цукрових буряків необхідно застосовувати прогресивні форми організації праці на базі утворення збирально-транспортних загонів.

Більш раціональне використання збирально-транспортних машин у складі загонів забезпечується за змішаного потоково-перевалочного способу збирання. При такому способі частину зібраних коренеплодів вивозять на переробне підприємство, а решту складають у спеціалізовані польові кагати на спеціально підготовлених перевалочних площах.[16] Створений при такому способі запас коренеплодів дає можливість продуктивніше використовувати автотранспорт.

Групове використання техніки забезпечує розумне маневрування технічними засобами на час вимушених зупинок збиральних комплексів і буряконавантажувачів, і одночасно дає можливість організувати технічне обслуговування і ремонт техніки.[2] При збиранні цукрових буряків використовують як правило спеціальні шестирядні машини вітчизняного виробництва Тернопільського і Дніпропетровського комбайнових заводів: такі як гичкозбиральні агрегати типу БМ-6Б, очищувачі головок ОГД-6, а також коренезбиральні агрегати різних модифікацій: КС-6Б(В), РКС-6 (МКК-6-02), РКМ-6 та інших[19] зі змінними робочими органами, які дають можливість збирати коренеплоди в різноманітних ґрунтово - кліматичних умовах. Коренеплоди вантажать із польових кагатів навантажувачами типу СПС-4,2А.

В залежності від методу використання при збиранні буряків, застосовується і відповідна до нього організація вантажних робіт[13].

Потоковий метод. При цьому методі використовується безпосереднє перевантаження із бурякозбиральних комбайнів до автомобілів, що рухаються поруч. Перевагами такої технології є малі трудові затрати, навантаження при цьому виконують бурякозбиральні комбайни, забезпечуючи збирання коренів, їх попереднє очищення і навантаження рухомого складу на ходу. Транспортні засоби доставляють буряки на заводи та приймальні пункти – в цьому випадку буряк не затримується на ниві, що мінімізує можливі збитки від втрати вологи і втрати цукристості. До недоліків організації збирання буряків потоковим методом необхідно віднести рух транспортних засобів поряд із комбайном по ріллі, внаслідок чого унеможлиблюється застосування автомобілів вантажністю більше 5 т, а також причепів до них. Потоковий метод раціонально застосовувати при відстанях перевезень на приймальні пункти до 15 км [18].

Перевалочний метод. Бурякозбиральний комбайн під час збору врожаю на ходу навантажує буряки в транспортний засіб, що рухається поруч (автомобіль-самоскид або тракторний самоскидний поїзд), і вони доставляють коренеплоди на спеціально підготовлений майданчик (як правило розташований на краях ниви-загону, по якій пересувається комбайн). Після цього буряки вивантажують з

автомобіля або причепа трактора в польовий кагат на тимчасове зберігання, де вони зберігаються до відправки на цукрове підприємство. Навантаження буряків в автомобілі на майданчиках (кагатах) для вивезення на переробне підприємство здійснюється спеціалізованими навантажувачами. Основним недоліком перевалочного методу є значна втрата маси та цукристості бурякових коренів при їх тимчасовому зберіганні в таких умовах, а також додаткові витрати на проміжні перевантаження, що веде до можливості пошкодження коренів [18].

в) Потоково-перевалочний метод. При такому способі буряки частково вивозять на цукровий завод безпосередньо під час викопування, а частину закладають у тимчасові польові кагати. В такому випадку навантаження буряка в автомобілі при вивезенні з кагатів здійснюють також спеціалізованими навантажувачами. Потоково-перевалочний метод в меншій мірі має недоліки перевалочного способу, що описаний вище. Перевагою потоково-перевалочного методу є наступні можливості: ефективне маневрування відповідною технікою; використання значно меншої кількості транспортних засобів в порівнянні з потоковим методом; використання при перевезення буряка на цукрові заводи автомобілів великої вантажопідйомності [18].

При збирання буряків потоково-перевалочним способом частину коренеплодів складають на окремо підготовлені майданчики, які розташовуються на поворотних смугах або біля доріг із твердим покриттям. Площадки мають довжину не менше 40 м і ширину 6–8 м їх убирають від рослинних решток, вирівнюють і оброблюють дисковими або важкими зубовими боролами верхній шар ґрунту на глибину, яка не перевищує глибини ходу робочих органів навантажувача (4–5 см). Для переміщення транспорту під час кагатування коренеплодів та забезпечення прямолінійності кагату намічають посередині майданчика маркерну лінію. Під час укладання коренеплодів на підготовлені майданчики, а потім їх навантаженням втрати після навантажувача типу СПС-4,2А становлять 1,5%, у тому числі безповоротні — 1% [20].

Коренеплоди під час укладання на непідготовлену поверхню майданчика (звичайно після збирання) навантажувачами втрачають коренеплодів та їхніх

часток після СПС-4,2А до 4,3%, у тому числі неповернені — 2,2, або, відповідно, у 2,9 і 2,2 рази більше порівняно з навантаженням коренеплодів на підготовлених майданчиках [22].

У кагати коренеплоди складаються на малій швидкості трактора, що спрямовується по маркерній лінії при бічному розвантаженні причепа типу 2-ПТС-4-887Б без розриву між вивантажуванням або при зупинці агрегату. Розміри кагату за шириною основи не можуть перевищувати ширину робочого захвату живильника-навантажувача типу СПС-4,2А, це становить 3–3,5 м і у висоту 1–1,2 м [20].

Така схема дає змогу продуктивніше використовувати навантажувачі і зменшити втрати коренеплодів у 2–2,5 рази у порівнянні з навантаженням буряків, що укладені на непідготовлене поле в незформовані нерівні кагати без дотримання їх необхідних розмірів. Кожний навантажувач обслуговується двома робітниками, які мають стежити за якістю роботи й не допускати втрат коренеплодів [20].

Таким чином, пошуки шляхів зменшення витрат у процесі збирання і збереження технологічних якостей коренеплодів, зниження вартості їх збирання має базуватися на комплексному підході до вирішення цих питань, що пов'язані із збиранням, транспортуванням та переробкою цукрової сировини із застосуванням технологічних засобів вітчизняного виробництва. Вони значно дешевші зарубіжних аналогів, більш придатні до збирання буряків у ґрунтово-кліматичних умовах зон бурякосіяння країни маючи змінні робочі органи і відповідають вихідним вимогам до дотримання технологічних процесів збирання буряків [16].

Своєчасне і якісне проведення всього комплексу технологічних, агротехнічних і організаційно-господарських заходів, відповідне технологічне налаштування робочих органів агрегатів і високоефективне використання збиральних машин в умовах реальних режимів експлуатації, своєчасне вивезення буряків на приймальні пункти дасть змогу розумно зменшити втрати врожаю, підвищити валовий збір коренеплодів і зберегти їх технологічні якості, що значно підвищить вихід цукру під час переробки [16].

При транспортуванні збіжжя цукрового буряку від комбайнів на майданчики для її тимчасового зберігання може бути застосовуване пряме перевантаження коренеплодів з автомобілів вантажністю, що не перевищує 5 т в автомобілі великої вантажопідйомності та причепи, що дає ефект при перевезеннях на великі відстані [18].

### 1.3.Зберігання коренеплодів в кагатах

Осіньне та зимове зберігання коренеплодів у кагатах вимагає певної підготовки коренеплодів. Необхідно зрізати верхню частину коренеплоду із листям та обробити плід спеціальними біологічними препаратами, консервантами і фунгіцидами або гашеним вапном для покращення умов зберігання. Місце під кагат повинно знаходитись в зручному місці для можливості під'їзду у будь-яку погоду. Ділянку для кагату необхідно вичистити від залишків і коренів рослин, зміцнити та обробити гашеним вапном із розрахунку 200 грам вапна на один квадратний метр кагату. Напрямок орієнтації кагату вибирають з півночі на південь для того, щоб зменшити нагрів коренеплодів сонцем, що небезпечно і може призвести до їх проростання. Будь-яке проростання зменшує цукристість коренеплодів, тому необхідно максимально зменшити можливості для проростання при зберіганні буряку. Розміри кагатів повинні змінюватись в залежності від терміну зберігання. Як правило відношення висоти до ширини кагату складає 1:4. Таким чином, кагат для зберігання, на термін більше двох місяців, повинен мати висоту 5 метрів і ширину 18 метрів. Для середнього терміну зберігання, менше двох місяців, висота кагату буде 3 метри, а його ширина 12 метрів. Для недовгого зберігання, не більше 1 місяця допускається закладання кагату висотою 2 метри та шириною 10 метрів (Рис 1.2) [20].



Рис 1.2. Зберігання буряків в кагатах

Для зменшення втрат коренеплодів необхідно вкрити кагат подрібненою соломною чи спеціальною плівкою.

Таким чином зберігання цукрових буряків в кагатах має певні переваги і одночасно недоліки. До переваг можна віднести перш за все можливість зберігання врожаю майже на полі, не виконуючи зайвих перевезень до інших сховищ, що потребує коштів та приводять до пошкоджень і втрати цукристості [16].

До недоліків перш за все відносяться умови зберігання, які залежать від погоди, стану викопаних коренеплодів, додаткових перевантажень на морозі при вивозі на приймальні пункти.

В силу невизначених умов здачі врожаю, цінової політики, потужності цукропереробних заводів, кагатування залишається найбільш сприятливим для зберігання в усіх господарствах України [20].

## РОЗДІЛ II

### СУЧАСНИЙ СТАН РОЗВИТКУ МОБІЛЬНИХ ЕЛАСТИЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ В ГАЛУЗІ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

#### 2.1. Розвиток конструкцій і матеріалів

Тенденції сучасного розвитку техніки спрямовані на збільшення питомих навантажень, зменшення вагових та габаритних характеристик, розширення функціональних можливостей, покращення надійності продукції, що випускається на сучасних підприємствах. Завдяки створенню надміцних волоконних матеріалів стало можливим застосування нових підходів до вирішення актуальних питань інженерного проектування. Використання фізичних властивостей таких простих будівельних матеріалів як вода або повітря відкрили доступ к створенню нових проектів використовуючи досягнення фізики, хімії, механіки та кібернетики. Такими проектами стало використання попередньо напружених м'яких оболонок в тому числі і для будівельних конструкцій[1].

В результаті зміни напруги, надлишкового тиску і об'єму такі конструкції здатні протидіяти зовнішнім силовим навантаженням та іншим факторам впливу оточуючого середовища, а також виконувати механічну роботу.

Експлуатаційні властивості таких конструкцій залежать від виду робочого середовища (найбільш доступними є повітря або вода), можливостей конструкційного матеріалу, форми оболонки, габаритних розмірів. В процесі експлуатації такі оболонки піддаються механічним, фізичним, хімічним і біологічним навантаженням. Вони можуть використовуватись при короткочасних або тривалих зовнішніх впливах, в статичних, квазістатичних або динамічних режимах впливу, в умовах зосередженого чи розподіленого навантаження.

В основі таких конструкцій лежать м'які матеріали. М'якими вважаються матеріали, які мають незначну згинальну жорсткість та здатні опиратися тільки розтягуючим навантаженням. Такі матеріали не сприймають згину, кручення чи стискання.



Відповідальним за силові властивості м'яких конструкцій є пружне, текуче та заздалегідь напружене середовище (газ або рідина). Розривна міцність матеріалу обмежує величину робочого тиску середовища, який створюється в конструкції. За стійкість до агресивного впливу оточуючого середовища відповідають як правило полімерні покриття використовуваного матеріалу.

На сьогоднішній день матеріалом для таких конструкцій слугують різноманітні армовані еластичні плівки, гумові кордні або тканинні матеріали. В залежності від вимог експлуатації, типу матеріалу, виду навантаження використовують різноманітні технології виготовлення м'яких інженерних конструкцій.

Головним конструктивним елементом в таких конструкціях є еластичні оболонки, які наповнюються пружним (робочим) середовищем, яке під впливом внутрішніх або зовнішніх сил постійно і безперервно шукає умови енергетичної рівноваги чи рівно напруженого стану.

Пневматичні конструкції можуть бути використані практично в будь-яких умовах експлуатації. Галузями застосування таких конструкцій є енергетика, транспорт, будівельна індустрія, видобувна промисловість, сільське господарство, аварійно – рятувальне обладнання, індустрія розваг та відпочинку.

По умовам експлуатації еластичні конструкції поділяються на захисні, несучі, силові оболонки та м'які рушії. Ступінь захисту таких конструкцій повинна збільшуватись у міру накопичення факторів які на них впливають – механічних, фізичних, хімічних, біологічних та характеру

Напружені (резервуари, контейнери, тенти) та ненапружені (чохли) конструкції, які призначені для захисту або огородження від впливу оточуючого агресивного (по відношенню до об'єкту) середовища можна віднести до захисних конструкцій. В результаті попереднього натягу поверхні у еластичних конструкцій з'являється несуча властивість та опір до зовнішніх силових впливів. Такі несучі пневмоконструкції забезпечують стійку механічну і фізичну рівновагу під зовнішніми впливами.

Робоче середовище в пневматичних конструкціях призначене для попереднього натягу замкненої м'якої оболонки та надання їй зазначених геометричних форм. Показники та конструктивні особливості пневматичних конструкцій залежать від конкретних умов експлуатації, видів навантаження, характером виконуваної роботи, робочим тиском, часом експлуатації або зберігання. Експлуатаційні властивості даних конструкцій вибираються на стадії проектування та залежать від використовуваних матеріалів та способів збирання конструкції.

## 2.2. Актуальні пневматичні конструкції

Сучасні пневматичні конструкції поділять на три типові групи[4]:

- Повітрянопорні
- Пневмокаркасні
- Каркасно-тентові

Повітрянопорні будівлі (надувні повітрянопорні куполи) – це двошарові оболонки із армованої щільної тканини. В оболонку за допомогою компресора подається повітря, яке створює надлишковий тиск. В нормальному стані надлишковий тиск дуже невеликий і як правило не перевищує різниці тиску між висотою першого та восьмого поверхів. Правильно спроектовані та виготовлені з дотриманням технологій із якісних матеріалів повітрянопорні конструкції витримують високі снігові та вітрові навантаження. Можуть комплектуватися обладнанням для створення мікроклімату. Область застосування – невеликі промислові і сільськогосподарські склади, ангари, сховища тощо.

Каркасно-тентові конструкції (Рис 2.1) складаються як правило з металевого каркасу і оболонки з щільної водо відштовхуючої тканини, які дозволяють створювати будівлі різноманітної форми. Каркас може бути сталевим або алюмінієвим, тому тентові конструкції є легкими та довговічними. Поверхня тенту на відміну від повітрянопорних систем не знаходиться під тиском.

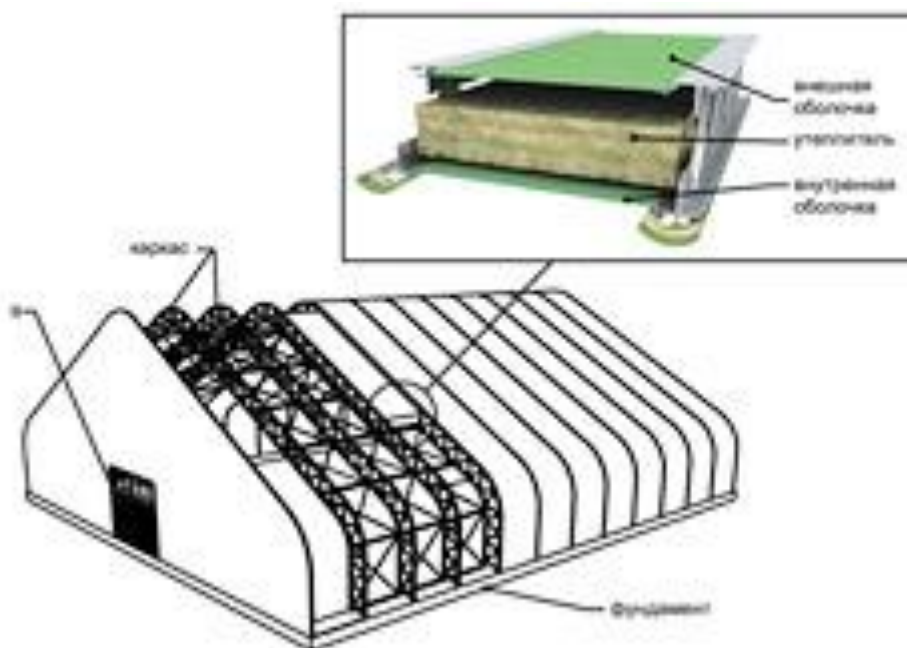


Рис 2.1. Приклад каркасно-тентової конструкції

Поверхня каркасно-тентових конструкцій не знаходиться під тиском і не критична до пошкоджень. До переваг належить можливість швидкої установки на будь-якій рівній площадці. Недоліками є не досить велика стійкість до зовнішніх впливів.

Пневмокаркасні споруди є найбільш складними і водночас міцними конструкціями, які є по суті надувними будинками. Вони поєднують обидві розглянуті вище системи і мають надувний каркас, як правило арочної форми. Такі конструкції адаптовані до експлуатації в різних кліматичних зонах, стійкі до сильного вітру і снігу. Для установки не потрібен фундамент.

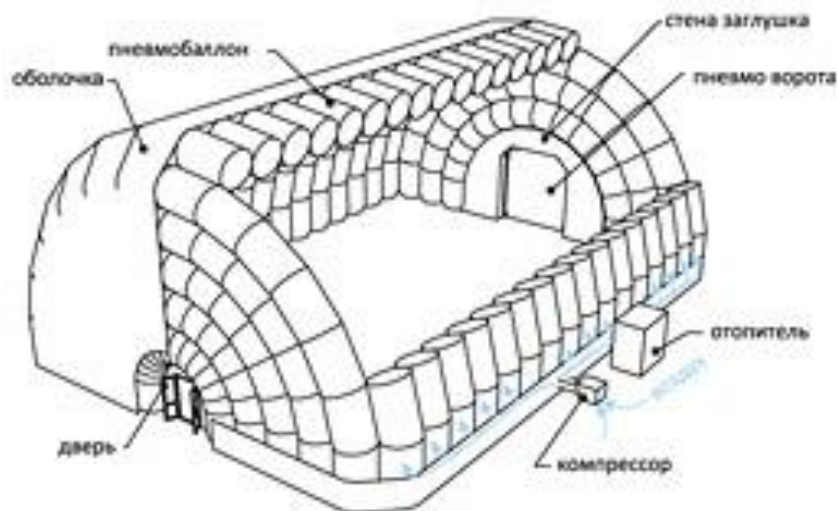


Рис 2.2. Приклад аркої пневмокаркасної конструкції

Наведений на Рис 2.2 приклад аркої пневмокаркасної конструкції показує, що дані конструкції є найбільш досконалими будівельними системами. Але міцність і складність має високу ціну – такі конструкції значно дорожче перших двох і потребують складних систем для підтримання свого стану.

З точки зору простоти, ціни та строків експлуатації для вирішення завдання сезонного зберігання коренеплодів цукрового буряка найбільш придатною є перша система – повітряноопорна.

### РОЗДІЛ III

## ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ І ПАРАМЕТРІВ МОБІЛЬНОГО СХОВИЩА

Мобільність сховища передбачає можливість швидкого розгортання в будь-якому місті господарства. Найбільш раціональним є розміщення його замість кагату або бурту на полі, де іде збирання врожаю. Це дозволить мінімізувати затрати на транспортні перевезення і зменшити фізичні пошкодження коренеплодів.

Отже, конструкція повинна бути недорогою і передбачати швидке розгортання на місці збирання врожаю. З розглянутих вище систем для вирішення задачі найбільше підходить повітряноопорна система. Дані конструкції швидко розгортаються, не потребуючи при цьому великих затрат, та також легко демонтуються після того, як цукровий буряк буде перевезено на переробні підприємства.

Вибір конструкції для довготривалого зберігання цукрових буряків залежить від багатьох факторів. Основні з них це:

- Геометричні розміри
- Планований час зберігання коренеплодів
- Погодні умови
- Наявність пристроїв штучного клімату

Найбільш важливим параметром при виборі даної конструкції є її розміри. Конструкція повинна вмещувати плановані обсяги коренеплодів та дозволяти їх складування, зберігання і навантаження на вантажний транспорт для вивозу.

Середня по Україні врожайність цукрового буряку складає від 37, 5 тон з гектару у приватних господарствах до 47 тон на полях великих сільгоспприємств. Одна тонна буряка займає умовно 2 м<sup>3</sup> об'єму. З урахуванням

об'єму повітря до стелі конструкції, для зберігання врожаю з одного гектару необхідно мінімум  $100 \text{ м}^3$ .

Отже, розрахунок параметрів будівлі залежить від того, яку частину врожаю планується залишити на зберігання.

При необхідності залишити 50% врожаю необхідно розраховувати на 20-25  $\text{м}^3$  об'єму для його зберігання з одного гектару.. Для поля в 50 га цукрового буряку мінімальний об'єм укриття становить  $1000 \text{ м}^3$ .

На рис 3.1 наведена схема сховища з основними системами його функціонування.

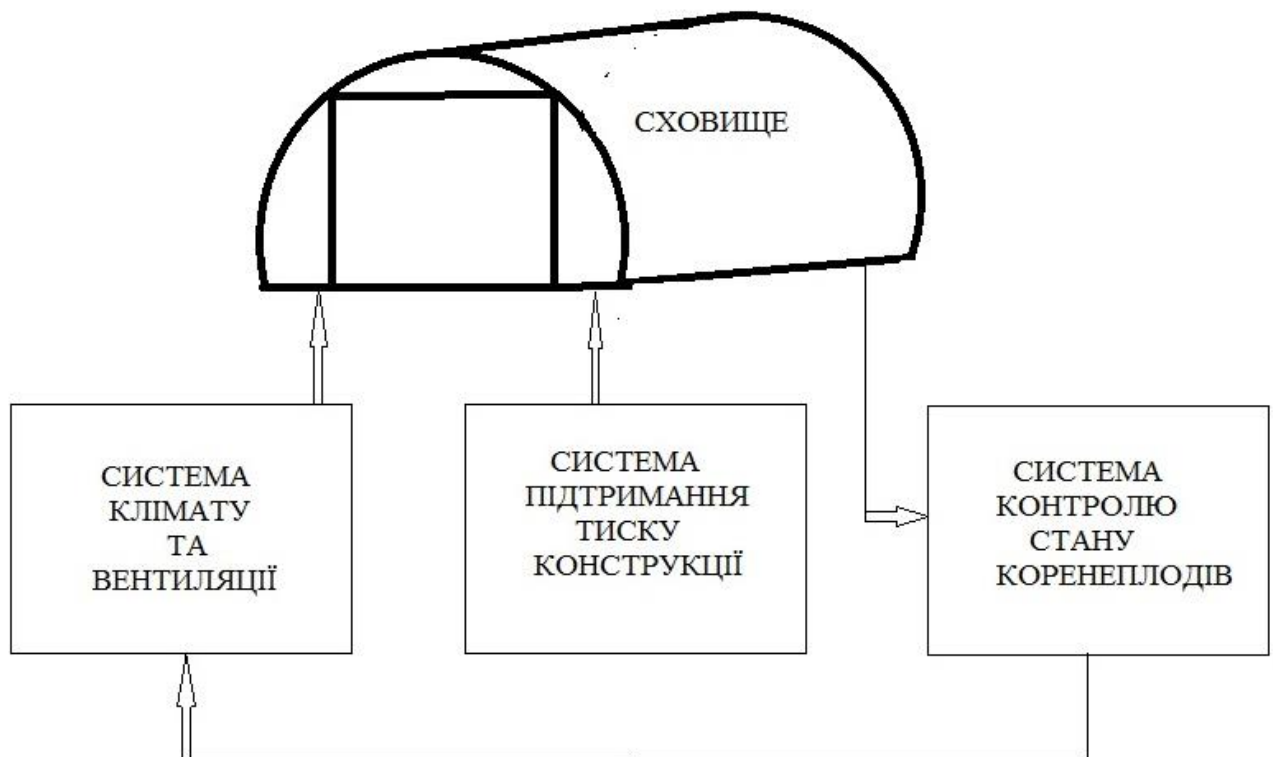


Рис 3.1. Сховище з системами забезпечення

З урахуванням можливості заїзду навантажувачів, раціональна ширина конструкції становить 7-10 метрів. Довжина може варіюватись і залежності від планованих обсягів закладання врожаю.

Важливою частиною вибору конструкції і обґрунтування параметрів є планований час зберігання коренеплодів, а також в яких погодно-кліматичних умовах знаходиться господарство.

Викопування коренеплодів відбується у вересні-жовтні, коли ще відносно теплі та сонячні погодні умови. В південних районах країни такі умови тримаються досить довго, а в більш північних, де досить рано можливе значне зниження температури, опади, інші не сприятливі погодні явища, для комфортного зберігання сховище потребує додаткових систем збереження.

В будь-якому випадку при закладанні врожаю треба розраховувати на 2-3 місяці його зберігання.

На рис 3.2 наведені мінімальні системи, які необхідні для такого зберігання врожаю

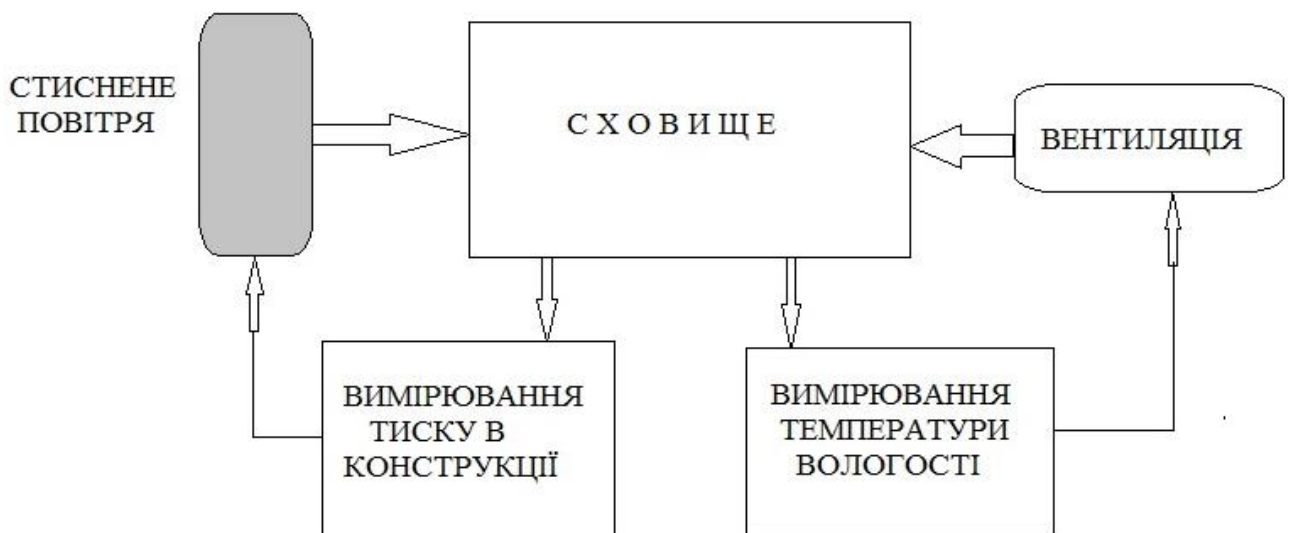


Рис 3.2. Сховище з системами забезпечення

Головною є система підтримання конструкції. За тривалий час еластична конструкція в будь-якому випадку буде втрачати певну кількість повітря, що призведе до втрати геометричних властивостей та пружної міцності. Тому надувна конструкція повинна передбачати датчики тиску в конструкції і резервуар

стисненого повітря, який буде підтримувати конструкцію протягом зберігання врожаю.

Другою важливою системою є система вентиляції, яка згідно вимірів температури і вологості буде просушувати (під час перепадів зовнішньої температури в сховищі утворюється велика кількість конденсату) та можливо підігрівати повітря, особливо в північних районах.

Таким чином господарство може використовувати недорогі пневмоопорні конструкції. Сховище можна швидко, без особливих затрат встановити в будь-якому зручному місці. Системи підтримання конструкції та стану коренеплодів дозволяють зберігати врожай цукрового буряка без великих втрат цукристості та якості, до зручного моменту вивозу його на переробне підприємство.



## ВИСНОВКИ

1. При зборі врожаю цукрового буряка в більшості випадків господарство не в змозі відразу перевезти всі коренеплоди на переробні підприємства. Це зумовлено транспортно-логістичними проблемами, а також обмеженістю приймальних пунктів переробних підприємств. Виникає проблема зберігання частини врожаю до сприятливих умов його здачі.

2. Традиційно врожай зберігається безпосередньо на полі у кагатах або буртах. За подальших несприятливих погодних умов таке зберігання призводить до значних втрат цукристості і якості буряку, часткового гниття або вимерзання, а за рахунок цього фінансових втрат господарства.

3. Сучасні легкі будівельні конструкції, які використовують еластичні матеріали і тиск повітря, дозволяють швидко, без великих затрат, фундаментів, будівельних бригад зводити легкі захисні конструкції в будь-якому зручному місці. Широко змінюються розміри і форми конструкції, що дозволяє планувати об'єм врожаю для зберігання.

4. Використання подібних сховищ замість бurtів і кагатів дозволить сільськогосподарському підприємству зберігати без значних втрат якості і цукристості коренеплодів частину врожаю до сприятливих фінансових і логістичних умов перевезення його на цукрові заводи.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шихирин В.Н., Ионова В.Ф., Шальнев О.В., Котляренко В.И. Эластичные механизмы и конструкции. Монография. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2006. – 286 с.
2. Філоненко С.В. Кочерга А.А. Ляшенко В.В. Буряківництво, навчальний посібник Полтава – 2007 – 218 с.
3. Анизотропная токопроводящая резина «зебра». MVS.BY. Microvideosystems co.Ltd, 2004.
4. Артоболевский И. И. Механизмы в современной технике: В 7 т. – М.: Наука, 1981.
5. Белицин М.Н. Текстильное материаловедение: Учеб. пособие. – М.: Изд-во ВЗМИ, 1983. – 82 с.
6. Берд У. У. Стеклоткань, покрытая тефлоном, - уникальный новый материал для тканевых сооружений. // Пневматические строительные конструкции / Под ред. В.В. Ермолова. – М.: Стройиздат, 1983.-С.239-261.
7. Богуславский Л.И., Винников А.В. Органические полупроводники и биополимеры. Электропроводность и физико-химические свойства.- М.: Наука, 1968. – 180 с.
8. Пропозиція 2008 №6
9. Бубнер Э. Материалы и конструктивные формы пневматических сооружений и их применение в ФРГ // Пневматические строительные конструкции / Под ред. В. В. Ермолова. – М.: Стройиздат, 1983 – С. 83 – 112.
10. Васильев В., Барынин В., Бунаков В., Марцыновский В., Резина. Композиты – материалы XXI века // Химия и рынок. – 2000. – №1. – С. 70 – 74.
11. Вознесенский С. Б., Полуян В. А. Совершенствование конструкций тентовых сооружений производственного назначения. // Совершенствование и оптимизация конструкций, изготавливаемых с применением мягких оболочек: Тез.

докл. Седьмая Дальневост. конф. по мягким оболочкам. ДВВИМУ. – Владивосток, 1983. – 190 с.

12. Воробьев-Обухов А., Сачков М. «Живой» пневмопривод. (<http://www2.zr.ru/zrmagazine/zr0101/58.htm>) .

13. Выгодский М. Я. Справочник по высшей математике. – М.: Наука.1977. – 871 с.

14. Газета «Труд». <http://www.trud.ru/030Foto/Foto15.htm> .

15. Гарднер М. Математические досуги. / Пер. с англ. М.: Мир, 1973. – 496 с.

16. Глеваський І.В. Буряківництво. – К.: Вища школа, – 1991.

17. Глуховський В.С. Комплексна механізація виробництва цукрових буряків. – К.: Урожай, – 1976.

18. Гоменюк В.О. Буряківництво. – Вінниця.: Континент-Прим, – 1999.

19. Даньков В.Я., Мацебера А.Г. Цукрові буряки. – Ужгород: Карпати, – 1988.

20. Довідник буряководи. За ред. В.Ф.Зубенка. – К.: Урожай, – 1986.

21. Зубенко В.Ф. Довідник буряківника. – Ужгород.: Карпати, – 1983.

22. Зубенко В.Ф., Шаповал М.П. Цукрові буряки. – К.: Урожай, – 1983.

23. Индустриальная технология производства сахарной свёклы. Под ред. Л.В.Погорелого. – К.: Урожай, – 1983.