

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерної механіки
Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

ОС «Бакалавр»

Тема „ Удосконалення технологічного процесу та розробка установки для вирощування гідропонного зеленого корму у товаристві з обмеженою відповідальністю «Козацька долина» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області»”

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство
Спеціальність 208 Агроінженерія

Шифр ДПАІ 22.05.00.00.000 ПЗ

Студент гр. АІс-19-2

Свистун О.І

Керівник роботи

к.т.н., доц. Борис М.М.

Нормоконтролер

к.т.н, доц. Лук'янюк М.В.

До захисту допускаю:

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

Завідувач кафедри ГМ та АІ _____ 2022 р.

Хмельницький, 2022р.

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ.....	55
5.1 Розрахунок об'ємів переробки ГЗК.....	55
5.2 Розрахунок основних економічних показників проекту.....	55
5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат.....	56
Висновки та пропозиції.....	58
Список використаної літератури.....	59
Додатки.....	62

					<i>ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

Гідропонний зелений корм (ГЗК) являє собою «килим» з молодих проростків, пророщених протягом 6...12 дн. із шару насіння зернофуражних культур, розташованих на плоскій або гофрованій вегетаційній поверхнях в умовах захищеного ґрунту.

Товщина шару насіння, що пророщується, визначається нормою висіву (у межах 2...10 кг зерна на 1,0 м² поверхні вирощування) залежно від виду насіння. До моменту збирання висота рослин досягає 20...25 см.

Для виробництва ГЗК найбільш широко застосовують зерно ячменю, застосовують також овес, жито, кукурудзу й інші культури. Для згодовування тваринам використовують всю товщину гідропонного "килиму" з молодих, багатих вітамінами, зелених проростків і кореневого шару (основи "килиму"), що складається із залишків зерна, переплетених корінням.

Гідропонний зелений корм вводять у кормові раціони або в якості зеленої вітамінної добавки (5...7 кг на 1 гол. великої рогатої худоби; 0,5...1 кг на 1 гол. дрібної рогатої худоби й птаха в добу), або як основний корм (витрата ГЗК зростає до 30...50 кг на 1 гол. ВРХ в добу). Цей корм згодовують тварині в подрібненому або цілому виді безпосередньо після збирання, без проміжного зберігання.

При використанні ГЗК з'являється можливість спеціалізації польового рослинництва на інтенсивному виробництві зернофуражних культур, з яких можна цілий рік одержувати високопоживний, свіжий, багатий на вітаміни корм для ВРХ. При цьому різко скорочуються втрати поживних речовин при зберіганні вихідної біомаси й підвищується стабільність постачання тварин кормами. На цьому шляху можливі рішення, що дозволяють підвищити продуктивність ведення господарства .

					<i>ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4
Прибуток, грн.			
на 1 га с.г. угідь	189	-9,8	-12
на 1 середньорічного працівника	2247	-150	-168
Рівень рентабельності, %			

Як видно з таблиці ефективність виробництва в господарстві з кожним роком знижується. Така тенденція спостерігається майже в усіх господарствах району. Тому в структурі ведення господарства необхідні кардинальні зміни, зокрема, створення внутрішньогосподарських переробних підприємств.

Актуальними питаннями, які стоять перед керівництвом господарства є покращення якості продукції, збільшення асортименту, зростання обсягів виробництва.

Структура посівних площ в господарстві наведена у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Структура посівних площ в гектарах

Назва	2019 р.	2020 р.	2021 р.
Зернові всього	555,65	562	562
Озима пшениця	215,65	232	237
Озиме жито	40	40,65	40
Яра пшениця	80	80	70
Ячмінь	360	354	345
Кукурудза на зерно	50	40	40
Цукрові буряки	80	74	80
Картопля	10	10	10
Овочі в т. ч.	35	35	40
Кукурудза на силос і зелений корм	90	92	102,65
Однорічні трави	77	80	72

З таблиці 1.3 видно, що провідними культурами в господарстві є озима пшениця, ячмінь, цукрові буряки, кукурудза на силос та соняшник.

В таблиці 1.4 приведено урожайність основних сільськогосподарських культур.

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Таблиця 1.4 –Динаміка урожайності основних культур т/га.

Назва	Роки		
	2019 р.	2020р.	2021р.
Озима пшениця, т/га	3,17	2,84	3,55
Ячмінь, т/га	3,1	2,9	3,2
Цукрові буряки, т/га	27,13	25,95	28,68
Кукурудза на силос і зелений корм, т/га	22,375	31,246	21,056

З даної таблиці можна зробити висновок що урожайність основних сільськогосподарських культур змінюється з роками. Це в основному залежить від погодно-кліматичних умов. Зменшення собівартості продукції збільшує розміри грошових надходжень, дає можливість знизити закупівельні і здавальні ціни і тим самим зменшити затрати держави на заготівлю сільськогосподарських продуктів. Собівартість окремих видів продукції рослинництва, що виробляється у господарстві розглянемо з допомогою таблиці 1.5.

Таблиця 1.5– Собівартість виробництва продукції рослинництва, грн./т

Назва культур	Роки		
	2019р.	2020р.	2021р.
Озима пшениця	4320	5390	4850
Цукрові буряки	3157	3021	3292
Кукурудза на силос і зелений корм	2301	2756	2722
Ячмінь	4707	4073	5695

З таблиці 1.5 видно що собівартість за три останні роки зросла по кожній культурі. Так, наприклад, собівартість озимої пшениці зросла на 36 грн./т, а собівартість цукрових буряків зросла на 184 грн./т.

Структуру затрат праці по окремих видах продукції рослинництва за останні роки розглянемо за даними таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Затрати праці на виробництво 1 т продукції, люд. год

Назва культур	Роки		
	2019р.	2020р.	2021р.
Озима пшениця	65	58,4	83,4
Цукрові буряки	101,8	92,1	105,4
Кукурудза на силос і зелений корм	23,1	22,6	22,2
Ячмінь	49,7	60,7	56,9

Як бачимо з таблиці 1.6 найбільше затрат праці приходить на вирощування цукрових буряків. Зменшились затрати праці по кукурудзі на силос і зелений корм.

1.4 Аналіз матеріально-технічної бази господарства

Наявність тракторного парку ТзОВ “Берестянський” приведено в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Наявність тракторного парку.

Марка трактора	Кількість, шт		
	2019 рік	2020 рік	2021 рік
Трактори загального призначення із них:	8	7	6
Т – 150	3	2	2
ДТ – 75М	2	2	1
Т – 100	1	1	1
Колісні:			
Т – 150К	2	2	2
Універсальні просапні із них:			
Колісні:			
МТЗ – 80	8	6	5
ЮМЗ – 6Л	3	2	2
МТЗ – 82	1	1	1
Т – 40АМ	1	1	-
Т – 25	1	1	1
Т – 16М	2	2	1
Спеціальні:			
ЕО – 2621	2	2	1
ПЕ – 0,8П	1	1	1

З таблиці 1.7 можна зробити аналіз, що господарство добре забезпечене тракторами, але тракторний парк за останні роки зовсім не поповнюється, а

Навіпаки зменшується.					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

типове устаткування для зберігання кормів. Наприклад, для зберігання запасу зерна можуть бути використані бункери БСК-10 або БСК-25, а для зберігання субстрату - елементи типового обладнання для обробки стеблових кормів, подрібнювачі типу ИРТ, транспортери ТС-40 й ін.

Основною вимогою до цього устаткування є достатня ємність сховищ. На підставі аналізу мінімальна ємність бункерів повинна забезпечувати 3...5-добовий запас вихідної біомаси, щоб у випадку виникнення аварійної ситуації з доставкою необхідних компонентів, підтримувати протягом цього періоду виробництво свіжого гідропонного корму.

Будинок для розміщення набору гідропонного устаткування повинен забезпечувати високий ступінь теплоізоляції огорожуваних конструкцій. Це дозволить знизити амортизаційні відрахування й скоротити частку витрат, що припадають на підтримку мікроклімату повітряного середовища.

Поряд із новим будівництвом мають перспективу будинки з легких будівельних конструкцій, такі як ангари, склади торговельних підприємств і т.п. Так само можливе використання вже наявних у господарстві будинків, розміщених у безпосередній близькості від тваринницьких приміщень.

Це можуть бути старі будинки кормоцехів, телятники, технологічні проходи на фермах, які при реконструкції пристосовують для виробництва ГЗК. У цьому випадку собівартість виробництва ГЗК мінімальна.

Устаткування для керування повітряним середовищем призначено для підтримки заданих параметрів повітря в зоні вегетаційної поверхні. У більшості гідропонних установок для цієї мети використовують звичайні кондиціонери або вентиляційні системи.

Дане устаткування відноситься до будівельної частини приміщення, призначеного для вирощування ГЗК, і в складі набору гідропонного устаткування не розглядається. Основними вимогами при його виборі або розробці є мінімальна вартість і можливість підтримки постійної температури 18...23 °С усередині приміщення з певним коефіцієнтом тепловтрат через конструкції, що огорожують, при заданих розрахункових

					<i>ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

параметрах зовнішнього повітря. Варто мати на увазі, що для більшості районів із помірним кліматом і південними посушливими районами найбільші труднощі складає підтримка зазначеної температури в літню пору, що пов'язано зі складністю охолодження повітря в порівнянні з його нагріванням.

Устаткування для підготовки живильного розчину застосовують для одержання водяного розчину мінеральних солей необхідної кінцентрації. Вихідними компонентами для готування живильного розчину служать вода й суміші мінеральних добрив. Максимальна концентрація солей у розчині становить 5...6 г/л, середня концентрація - 1...2 г/л. У наборах гідропонного устаткування першого покоління використали спеціально розроблені системи для готування живильного розчину, що входили до складу технологічного обладнання для гідропонних теплиць БАП-2000, ОТУТ-20, АБТ-4, ОБВ-6 й ін. У цей час добрива розчиняють у воді, або вручну, або за допомогою типового устаткування, аналогічного агрегатам-змішувачам мелясси й карбаміду, машинам для готування робочих рідин при захисті рослин або системам для підготовки поливної води й розчинів ядохімікатів у теплицях. Так само, як й устаткування для керування повітряним середовищем, системи для підготовки живильного розчину в складі гідропонного устаткування, як правило, не розглядають.

Перераховані елементи структурної схеми набору гідропонного устаткування є як би "загальносистемними", що обслуговують у цілому технічні засоби, що безпосередньо беруть участь у вирощуванні ГЗК. Їх можна віднести до інфраструктури гідропонних установок, недооцінка значення якої на першому етапі розвитку гідропонної техніки приводила до конфліктних проблем при впровадженні цих установок у практику сільського господарства. Вегетаційна поверхня призначена для розміщення й утримання посівів ГЗК у просторі культиваційного споруд.

З агротехнічної точки зору головним завданням вегетаційної поверхні є забезпечення необхідних водноповітряних параметрів кореневого шару

					<i>ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

ГЗК, особливо його дренажу. Організаційно-технічна структура вегетаційної поверхні, що забезпечує безперервність вирощування корму й ефективна взаємодія пристрою збирання, закладки, зволоження й освітлення.

Прикладом виконання вегетаційної поверхні може бути установка [патент США № 3327425 (НКИ 47-1,2)], у котрій використана зв'язана єдиним конструктивним елементом поверхня. Цей елемент утворений вертикально замкнутими тяговими ланцюгами підвісного конвеєра, розміщеного на єдиній несучій рамній конструкції. Розмір кожної ділянки залежить від загальної довжини конвеєра, що визначається необхідною добовою продуктивністю установки.

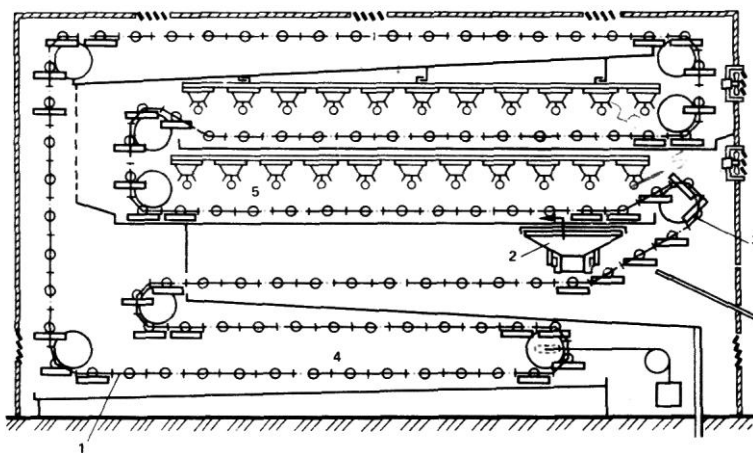


Рисунок 2.2 - Приклад виконання вегетаційної поверхні в цілому, розміщеної на єдиній несучій конструкції, з умовним поділом на ділянки (по патенту США № 3327425) :

- 1 - вертикально замкнутий транспортер з підвісками; 2 – пристрій закладки; 3- пристрій збирання; 4 - зона пророщування посівного матеріалу; 5 - зона вирощування ГЗК.

Тут стрічковий транспортер кожного ярусу установки являє собою ділянку поверхні, не пов'язану з іншими ділянками конструктивними елементами. Всі яруси розміщені на загальній несучій конструкції. Необхідно відзначити, що в даних установках, у відповідності із запропонованою мінімізованою узагальненою структурною схемою

комплекту гідропонного устаткування, відсутні пристрої для попереднього пророщення посівного матеріалу. Ця операція виробляється на вегетаційній поверхні і є частиною єдиного періоду вирощування ГЗК Одним із прикладів використання одноярусної вегетаційної поверхні може бути досить оригінальна установка по патенту США №3579907 (МКИ А01 С 31/02, НКИ 47-17). Тут, у горизонтально замкнутому трубопроводі, на поверхні води, залитої до висоти, менше половини діаметра труби, розміщені круглі плоскі плаваючі піддони, на яких і проходить вирощування зеленого корму (рисунок 2.4).

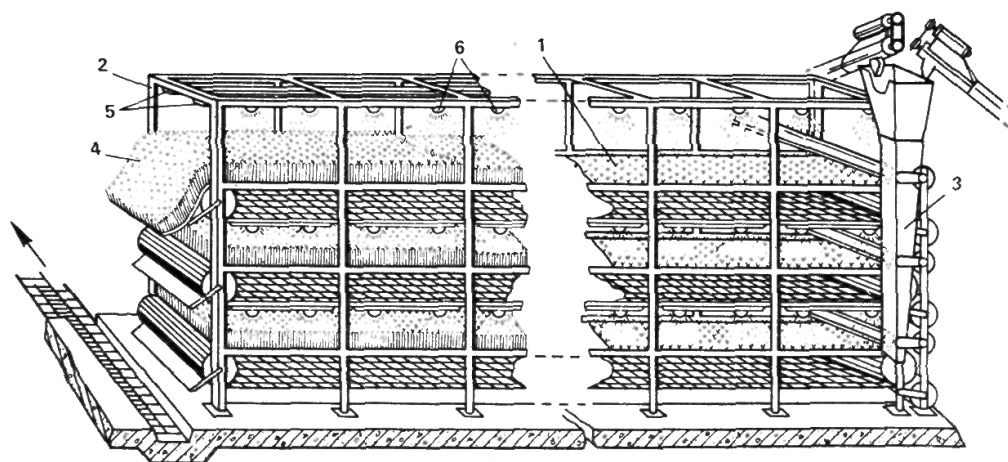


Рисунок 2.3 - . Приклад виконання вегетаційної поверхні в цілому із конструктивно розділених ділянок, розміщених на загальній несучій конструкції (по патенту США № 3284948) :

- 1 – ділянка вегетаційної поверхні; 2 - единая несущая конструкция;
 3 - пристрій закладки; 4 – пристрій збирання; 5- пристрій освітлення; 6 - пристрій зрошування.

Пристрій зволоження призначений для підтримки вологості кореневої зони посівів ГЗК на рівні 80...90 % і постачання рослин хімічними живильними елементами. При вирощуванні ГЗК використовують три різних методи подачі живильного розчину: підтоплення (субірригація), дощування, зрошення за допомогою постійного рівня розчину.

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

- стаціонарна мережа рівномірно розподілених над вегетаційною поверхнею нерухомих форсунок;
- рівномірне переміщення штанги з форсунками по всій вегетаційній поверхні;
- рівномірне переміщення вегетаційної поверхні через зону дії нерухомої штанги з форсунками.

Порівнюючи ефективність варіантів пристроїв зволоження для виробництва ГЗК можна відзначити, що більш економічними є пристрої

дощування, у яких питомий обсяг резервуарів для живильного розчину, що доводиться на одиницю продуктивності установки, становить 1,0...1,3 м³/т у порівнянні з величиною 2,0...2,5 м³/т для пристроїв підтоплення. Однак стаціонарні пристрої дощування з більшою кількістю розпилюючих форсунок мають низьку експлуатаційну надійність. У складі набору гідропонного устаткування пристрою зволоження працюють два три рази на добу й кожного разу обслуговують всю площу вегетаційної поверхні.

Пристрій освітлення призначений для забезпечення фотосинтезу в посівах ГЗК, створення певної величини освітленості й тривалості світлового дня.

В установках для виробництва ГЗК пристрої освітлення виконують з використанням штучних електричних джерел світла чи природного сонячного освітлення. В останньому випадку гідропонні установки розміщують у культивацийних спорудах із світлопроникним склом (теплиці, спеціальні будинки). Основними труднощами використання природного сонячного світла для освітлення посівів ГЗК, особливо при їхньому багатоярусному розміщенні, є необхідність рівномірного розподілу світла по площі вегетаційної поверхні.

Слід зазначити, що операція освітлення в технологічному процесі вирощування ГЗК є найбільш дорогою у зв'язку з великою витратою електроенергії. Тому при виборі пристрою освітлення з електричними джерелами світла перевагу треба віддавати пристроям з найменшою величиною встановленої потужності світильників, тому що практичний досвід показує, що

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

необхідна норма освітленості досягається загальним освітленням. Так, наприклад, у сучасних установках моделей FPU-1000 (Іспанія) і Landsaver (Великобританія) питома добова витрата електроенергії на освітлення становить 0,3 квт · год на 1 м² вегетаційній поверхні.

Пристрій закладання вихідної біомаси призначений для розподілу посівного матеріалу (і субстрату) по вегетаційній поверхні. Безперервність вирощування ГЗК досягається щоденним закладанням вихідної біомаси тільки на частині площі поверхні.

У відомих конструкціях гідропонних установок закладання посівного матеріалу на пророщення здійснюється вручну або механізованим способом. При механізованій закладці для виконання цієї операції необхідно забезпечити відносне переміщення висіваючого робочого органу. Так, наприклад, у патенті. Франції № 2502899 для висіву вихідної біомаси використане переміщення бункера із зерном над нерухомою ділянкою поверхні (Рисунок 1.5)

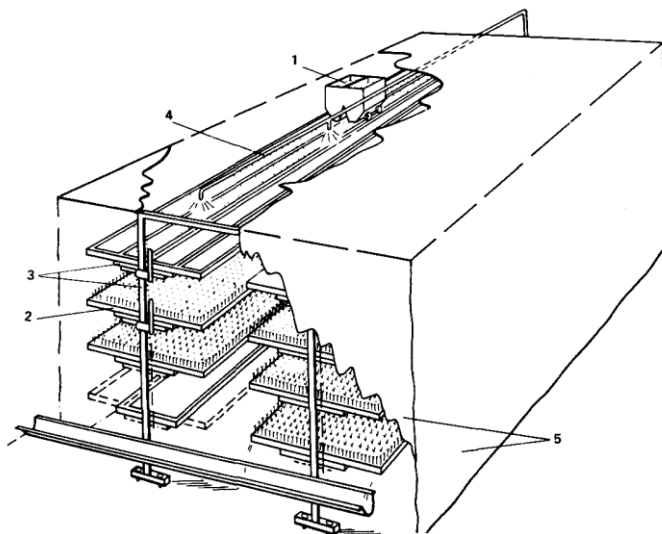


Рисунок 2.5 – Приклад виконання способу закладки вихідної біомаси шляхом переміщення висіваючого робочого органу (по патенту Франції № 2502899):

1- переміщувальний бункер; 2 – нерухомі ділянки вегетаційної поверхні; 3–несуча конструкція; 4 - пристрій зволоження;

5– світлопроникне плівкове покриття.

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Оригінальний пристрій закладки використаний в установці по патенту Франції № 2501462. Тут кореневі шари чотирьохденного віку, попередньо пророщені на піддонах послідовно подаються на вхід пристрою закладки, що автоматично знімає кореневий шар з кожного піддону й переміщує його до підвіски вертикально замкнutoї конвеєрної системи, де шар підхоплюється підвіскою й зависає на ній .

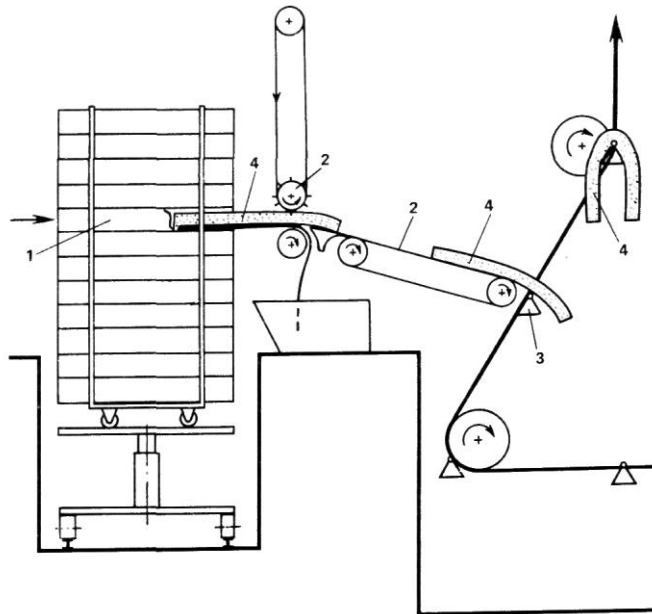


Рисунок 2.6- Пристрій закладки вихідної біомаси, використаний в установці по патенту Франції № 2501462:

1 - транспортний візок з піддонами; 2 - транспортери, що подають;
3 – підвіска переклада площадки вегетаційної поверхні у вигляді вертикально замкнutoї конвеєрної системи; 4 - кореневий шар із проростками ГЗК.

2.3 Сучасний технічний стан обладнання для виробництва ГЗК

Розглянуті в попередніх главах приклади комплектів гідропонного устаткування і їхніх окремих елементів показують, що існує безліч варіантів конструктивно - технологічного виконання устаткування для виробництва ГЗК, як реалізованих у випущених моделях техніки, так і тих які містяться в патентній і науково-технічній літературі.

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Вивчення динаміки появи моделей установок на ринку показує, що основна гама зразків була випущена в період 1980... 1985 р. (64 %), причому кожна з аналізованих країн розробила в середньому по 2...3 моделі. Однак на відміну від західних країн вітчизняна промисловість в цей час не випускає серійної моделі гідропонної техніки для вирощування ГЗК.

Активно ведеться науково-дослідна робота із створення наборів технічних засобів для спеціалізованих сільськогосподарських підприємств, заснованих на нових технологічних принципах. В рамках цієї роботи розробляється агрокомплекс зернофуражно-молочного напрямку, у якому виробництво молока базується на годівлі корів високопродуктивним кормовим раціоном на основі ГЗК, який вирощений з ячменю на субстраті з соломи .

Виробництво ГЗК на цьому підприємстві буде здійснюватися за допомогою оригінального роботизованого устаткування.

Можна чекати появи як великомасштабних механізованих цехів з високою добовою продуктивністю (близько 10 т/сут для великих державних тваринницьких господарств), так і маленьких простих установок для індивідуальних споживачів й особистих підсобних господарств. Подальший розвиток вітчизняних зразків гідропонної техніки буде залежати від принципів формування внутрішнього ринку зерна.

Вивчення технічних засобів для вирощування ГЗК і пов'язаних із цим агробіологічних питань показує, що гідропонний зелений корм є коштовним кормовим засобом. У його сухій речовині утримується близько 20% протеїну, 1,5...3% жиру, 3...5 % золи і багато інших коштовних кормових компонентів. Енергетична цінність ГЗК становить 12...13 МДж/кг сухої речовини, а поживність сирої маси корму - 0,15...0,17 корм. од. Свіжий зелений корм може бути використаний у вигляді вітамінної добавки для всіх сільськогосподарських тварин і птиці. Особливо ефективно його використання, як основного компоненту кормового раціону для великої рогатої худоби. У цьому випадку спрощується заготівля кормових засобів за

					<i>ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

рахунок переходу до оброблення тільки зернофуражних культур, знижуються трудозатрати на виробництво кормів, скорочуються втрати живильних речовин при зберіганні й стабілізується поживність щоденного раціону.

Є багато прикладів успішної годівлі тварин гідропонним кормом, здійснених у різних кліматичних зонах нашої планети.

Провідними країнами в галузі виробництва гідропонного устаткування є Великобританія, Австрія й Іспанія, які вживають певних заходів для оволодіння ринком збуту своєї техніки аж до поставки споживачам пересувних комплектних заводів з виробництва гідропонних установок.

Збільшене вивчення кон'юнктури ринку гідропонного устаткування для вирощування ГЗК показало, що розвинені країни Європи й Америки роблять цей вид техніки, в основному, для продажу в країни Азії, Африки й Латинської Америки, розташовані в кліматичних зонах з недостатнім зволоженням. Там ці установки рекомендується використати для гарантованого виробництва свіжих кормів, одержуючи основний економічний вигравш за рахунок зниження витрат на меліорацію й зрошення земель. Іншою сферою ринку є густо населені регіони з невеликою кількістю сільськогосподарських угідь, де застосування таких установок веде до істотної економії земельних площ.

Аналіз гідропонного устаткування, що випускається, для вирощування ГЗК показав дві основні лінії розвитку його конструкції:

- окремі стелажні багатоярусні установки із продуктивністю до 1000 кг зеленої маси в добу;
- багатокомпонентні складні системи із продуктивністю 3...10 т зеленого корму в добу.

Достоїнствами першої групи устаткування є простота конструкції, високий коефіцієнт використання обсягу вегетаційного приміщення, мала металоємність і відносно низька вартість. Основний недолік - відсутність механізації посівних і збиральних операцій. Переваги багатоярусних стелажних установок проявляються тільки при їхньому автономному

					<i>ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

використанні для одержання невеликої добової кількості ГЗК. При блокуванні декількох установок з метою забезпечення більше високої продуктивності по зеленому кормі різко зростають трудозатрати й загальна вартість гідропонної системи, що ставить під сумнів можливість її експлуатації з високим рівнем рентабельності.

Застосування подібних установок доцільне, на наш погляд у невеликих господарствах при використанні ГЗК тільки в якості зеленівітамінної добавки. Можливою областю застосування невеликих стелажних установок можуть стати особисті підсобні господарства, де ГЗК буде використатися як основний корм для 1...2 молочних корів або птиці. Таке застосування установок досить ефективне. За даними фірми Hydrodan собівартість добового раціону на основі ГЗК для однієї молочної корови продуктивністю 20...25 л молока в день, одержуваного на установці Landsaver HD-1000, становить 80...90 % вартості традиційного раціону.

Складні високопродуктивні промислові цехи обладнані, як правило, засобами механізації основних операцій й, як наслідок до цього, більше металоємкі, громіздкі й дорогі. Їхнє застосування найбільш ефективно при використанні одержуваного ГЗК у якості основного кормового компонента раціонів великої рогатої худоби на більших фермах і комплексах. За даними фірми Andritz кормовий раціон, одержуваний за допомогою устаткування цеху моделі GF-10, має вартість на 30 % нижче, ніж при традиційних кормах. При цьому збільшується молочна продуктивність корів і на період господарського використання. Витрати корму на літр молока знижуються також на 30%.

					<i>ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

2 МЕХАНІЗАЦІЯ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА НА ГІДРОПОННИЙ ЗЕЛЕНИЙ КОРМ В ГОСПОДАРСТВІ

3.1 Машинно-апаратурна схема для виробництва гідропонного зеленого корму в господарстві

Приготування ГЗК є складним технологічним процесом, що включає очищення, сортування, замочування, пророщування зерна і оброблення отриманого ГЗК. Тому технологічне обладнання для виробництва ГЗК різноманітне, як за конструкцією і принципом дії, так і за технологічними ознаками.

Машино-апаратурна схема для приготування ГЗК подана на рис. 3.1 і включає бункери 1, з яких зерно через розподільники потоків 2 направляється в проміжну ємність 3, з якої після зважування на вагах 4 зерно первинно очищається у повітряно-ситовому сепараторі 5. Попередньо очищене зерно зважується на вагах 6 і поступає в силос 7, з якого забирається елеватором 8.

Наступне очищення зерна передбачає повітряно-ситову сепарацію його в зерноочисній калібрувальній машині 9. Фракції зерна I і II-го сортів зважуються на вагах 10, потім збираються в бункерах 11 і направляються на наступні технологічні операції, а фракція III-го сорту збирається в бункері 12 і направляється на харчування тваринам.

Очищене і відсортоване зерно через розподільники потоків 13 і дозатор 14 поступає в мішалку 15, де змішується з водою, і насосом 16 подається в замочувальний чан 17, де відмивається, обробляється дезинфікуючим розчином і зволожується до 40-42%.

Вимите і продезинфіковане зерно насосом 18 направляється в установку для вирощування ГЗК 19. Де зерно продувається повітрям з відносною вологістю 36-38%, температурою 12 °С і, при необхідності, збризкується водою такої ж температури. При цьому температура зерна підтримується в межах 15-18°С.

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

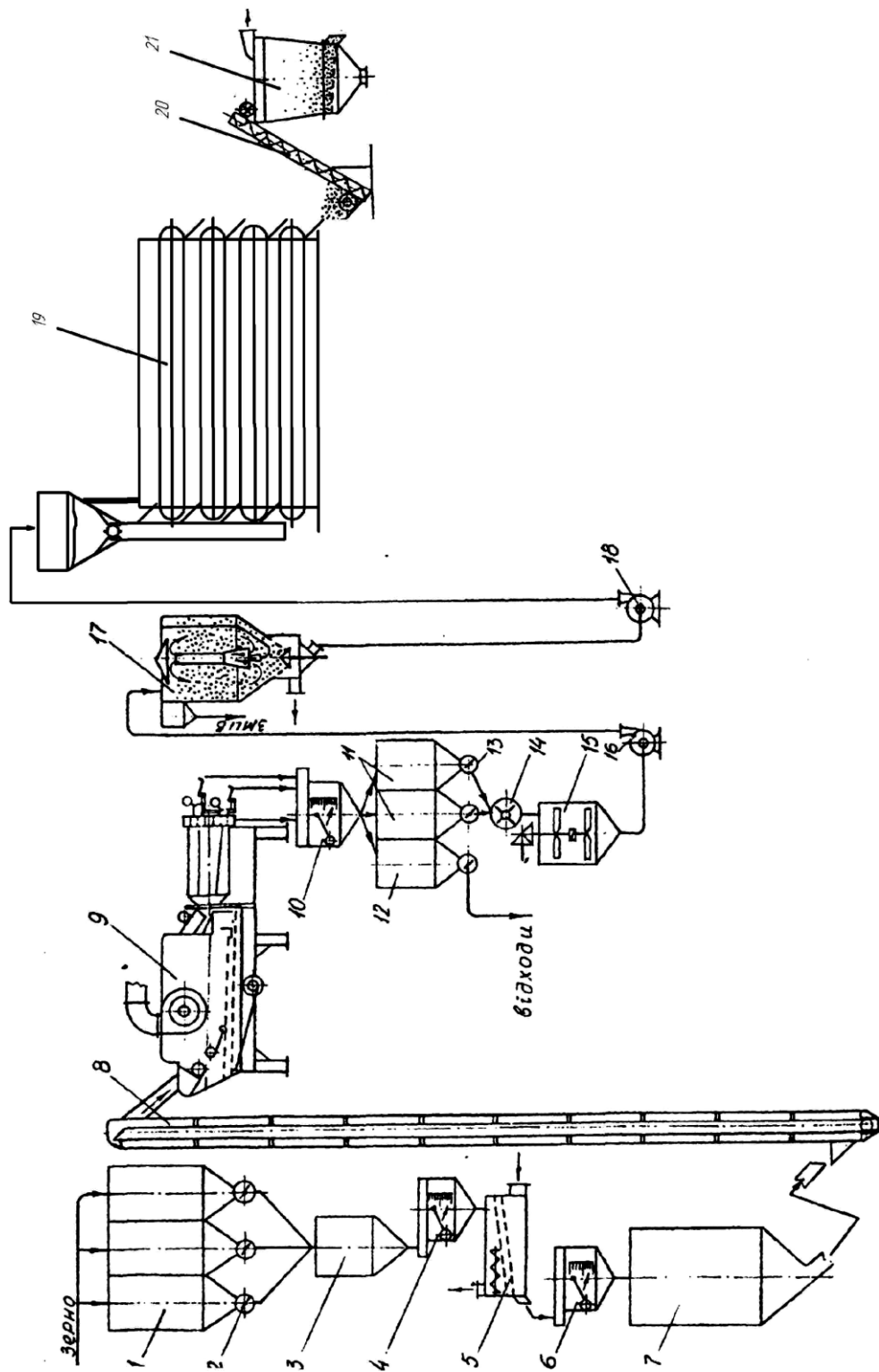


Рисунок 3.1 - Машинно-апаратурна схема виробництва ГЗК

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ

Арк.

30

З установки ГЗК пророщене зерно поступає зразу на корм ВРХ або в камеру підв'ялення, а потім транспортним пристроєм 20 подається в сушильні установки 21. Температура повітря повинна бути в межах 80-85°C, а термін сушіння 24-36 год. залежно від конструкції сушарки.

3.2. Проектування та розрахунок обладнання лінії

Замочування зерна проводиться повітряно-водяним, розприсковим, повітряно-розприсковим або суміщеним способом. При замочуванні проходить миття і дезинфекція зерна, розпад деяких компонентів його оболонки і починаються хімічні і біологічні процеси, які свідчать про його проростання.

У промисловості в основному застосовуються вертикальні циліндрично-конічні апарати, конструктивна схема яких подана на рисунку 3.2. Апарат включає корпус 1, в центральній частині якого розміщена труба 2 з розширеною нижньою частиною, куди введена трубка 3 для подачі стисненого повітря. У верхній частині корпусу над трубкою 2 закріплений відбивний зонт 4 і розміщена сплавна коробка 5 для збирання і відводу некондиційного зерна, а в нижній конічній частині закріплена фільтрувальна решітка 6 для затримування зерна при відділенні води.

3.2.1. Розрахунок замочувального апарата

Ємність замочувального апарата розраховується залежно від кількості вихідного зерна і збільшення об'єму його до кінця замочування, що складає 40-45%. Щоб передбачити викидання зерна з апарата, повну ємність його пропонується збільшувати на 10-15% порівняно з об'ємом сухого зерна.

У практичних умовах період миття і дезинфекції зерна складає $\tau_m=6$ год, а термін замочування його $\tau_z=50-70$ год.

Ємність замочувального апарата вираховується з формули

$$V = 1.5 \frac{G}{\rho} \quad (3.1)$$

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

де 1,5 - коефіцієнт збільшення об'єму зерна з врахуванням заповнення ємності при замочуванні;

G - маса замочувального зерна, кг;

$\rho=650-750 \text{ кг/м}^3$ - насипна густина зерна.

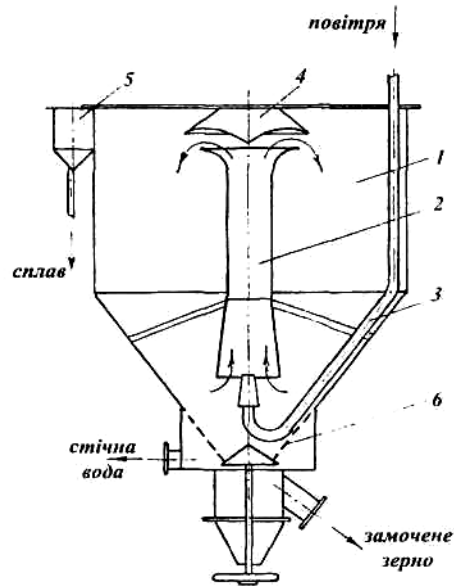


Рисунок 3.2 - Апарат для миття і замочування зерна

При використанні декількох замочувальних апаратів, об'єм одного з них вираховується з формули:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \left(H + \frac{h}{3} \right), \text{м}^3, \quad (3.2)$$

де D - діаметр апарата, м;

$H=0,4D$ - висота циліндричної частини, м;

$h=0,5D$ - висота конічної частини, м.

Кут твірної конуса апарата приймається рівним $\alpha = 45^\circ$, тоді об'єм його складає:

$$V = 0,14\pi \cdot D^3, \text{м}^3, \quad (3.3)$$

звідки

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$V = \sqrt{2.275 \cdot V}, \text{ м.} \quad (3.4)$$

Кількість замочувальних апаратів розраховується залежно від терміну замочування

$$n = \frac{\tau_m + \tau_z}{24 + k}, \quad (3.5)$$

де τ_m - термін миття зерна, год;

τ_z - термін замочування зерна, год;

k - кількість дублюючих апаратів на період профілактичних ремонтів.

Витрати води на замочування зерна залежать від способу замочування, температури води, забрудненості зерна та інших факторів.

Загальні витрати води складаються з витрат їх на промивання зерна і перше замочування ($W_1 = 0,0015-0,002 \text{ м}^3$ води на 1 кг зерна) і затрат води при змінах її в період замочування (W_2

$= 0,0008-0,001$ м з води на 1 кг зерна). Залежно від технології замочування зерна воду міняють від 5 до 10 разів.

Тоді загальні годинні витрати води вираховуються з формули:

$$W_s = \frac{G_3(W_1 + mW_2)}{24}, \text{ м}^3 / \text{год}, \quad (3.6)$$

де G_3 - маса очищеного зерна, кг/за добу;

m - кількість разів заміни води в замочувальному апараті.

Витрати стисненого повітря на 1 кг зерна при митті і замочуванні складають $G_n = (0,04-0,06) \text{ м}^3 / (\text{кг} \cdot \text{год})$. Розрахунок загальної годинної витрати стисненого повітря при робочому тиску ведеться в перерахунку на нормальний тиск з формули:

$$M = G_3(M_1 + M_2) \frac{\rho_p}{\rho_n}, \text{ м}^3 / \text{год}, \quad (3.7)$$

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

де M_1 - витрати стисненого повітря на 1 кг зерна при його митті, $\text{м}^3/(\text{кг}\cdot\text{ГОД})$;

M_2 - витрати стисненого повітря на 1 кг зерна при замочуванні, $\text{м}^3/(\text{кг}\cdot\text{ГОД})$;

ρ_p - густина повітря при робочому тиску, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$\rho_n=1,23 \text{ кг}/\text{м}^3$ - густина повітря при нормальному тиску.

У нашому випадку об'єм і кількість замочувальних апаратів, їх розміри, а також витрати води і стисненого повітря для виробництва $C=10000 \text{ т}/\text{ГЗК}$ за рік, коли термін миття зерна складає $T_m=6 \text{ год}$, термін замочування $T_3=48 \text{ год}$, кількість разів зміни води при замочуванні $m=4$.

1. Визначаємо кількість очищеного зерна за добу

$$G_3 = k \frac{G}{n}, \text{ кг},$$

де $k=1,26$ - коефіцієнт, що враховує очищення і сортування зерна;

$n=330$ - кількість робочих днів солодоростильного відділення за рік при цілодобовій роботі.

$$G_3 = 1,26 \frac{100}{330} = 382 \text{ кг}$$

2. Загальна добова ємність замочувальних апаратів вираховується з формули

$$V = 1,5 \frac{G}{\rho}$$

де $\rho=650 \text{ кг}/\text{м}^3$ - густина очищеного сухого зерна.

$$V = 1,5 \frac{382}{650} = 0,88 \text{ м}^3$$

Для встановлення, згідно із стандартом, вибираємо замочувальний апарат об'ємом $V=0,5 \text{ м}^3$. Кількість таких апаратів з урахуванням

					<i>ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

двохдобового замочування визначається з формули

$$n = \frac{\tau_m + \tau_3}{24 + k}$$

$$n = \frac{6 + 48}{24 + 1} = 3,25$$

Приймаємо для встановлення 3 апарати. Визначаємо об'єм одного замочувального апарата:

$$V = \frac{V}{n}$$

$$V = \frac{0,88}{3} = 0,29 \text{ м}^3$$

Конструкційні розміри замочувального апарата вираховуються з емпіричних залежностей:

$$\text{діаметр } D = \sqrt[3]{2,3V_1}$$

$$D = \sqrt[3]{2,3 \cdot 0,29} = 1,52 \text{ м}$$

висота циліндричної частини $H = 0,4D$

$$H = 0,4 \cdot 1,52 = 0,6 \text{ м};$$

висота конічної частини $h = 0,5D$,

$$h = 0,5 \cdot 1,52 = 0,76 \text{ м}.$$

Витрати води на миття і замочування зерна визначаються з формули

$$W_3 = \frac{382(0,0018 + 4 \cdot 0,0018)}{24} = 0,105 \text{ м}^3 / \text{год},$$

Витрати стисненого повітря складають:

$$M = Q_3(M_1 + M_2) \frac{\rho_p}{\rho_n}, \text{ м}^3 / \text{год},$$

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Теплота, що вноситься із замоченим зерном

$$Q_1 = G_3 c_3 t_2, \text{ кДж,}$$

Теплота, що виділяється при вирощуванні

$$Q_2 = G \cdot q \cdot s,$$

Ентальпія при завантаженні зерна

$$Q_3 = G_a c_a t_2,$$

Теплота, що вноситься з кондиційним повітрям

$$Q_4 = IL,$$

Теплота, що виноситься з ГЗК при розвантаженні

$$Q_5 = G_c c_c t_3,$$

Теплота, що виноситься з відпрацьованим повітрям

$$Q_6 = I_2 L ,$$

Ентальпія при розвантаженні зерна

$$Q_7 = G_a c_a t_3,$$

Втрати теплоти в навколишнє середовище

$$Q_8 = \alpha \cdot F \cdot \Delta t \cdot \tau.$$

У наведених виразах: G , G_3 , G_c , G_a - маса відповідно очищеного зерна, замоченого зерна, свіжопророщеного ГЗК і ГЗК при завантаженні в установку і розвантаженні з неї, кг;

c_3 , c_c , c_a - питома теплоємність відповідно зерна, ГЗК і матеріалу стінок, кДж;

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

i_2, t_3 - температура замоченого зерна при завантаженні і свіжопророщеного ГЗК при розвантаженні, °С;

$q = 17382$ кДж/кг - питома кількість теплоти, що виділяється при пророщуванні зерна на 1 кг втрат сухих речовин; 5 - втрати сухих речовин ;

L_1, L_2 - питома ентальпія кондиційного і відпрацьованого повітря, кДж/кг;

L - витрати повітря на провітрювання ГЗК, кг;

$\alpha = 25,12$ кДж/ (м² г К) - коефіцієнт тепловіддачі від поверхні ГЗК навколишньому середовищу;

F - площа поверхні, що займає ГЗК в апараті, м²;

Δt - різниця температур між середньою температурою і температурою у приміщенні, °С;

τ - період пророщення, год;

Приймається при вологості замоченого зерна $W_3 = 45\%$, $G_3 = 1,51G$, а при вологості свіжопророщеного ГЗК $W_c = 43\%$

$$G_c = 1,42G$$

Рівняння теплового балансу запишеться у вигляді:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8 \quad (3.8)$$

У зв'язку з тим, що кількість теплоти Q_7 , що віддає апарат при розвантаженні ГЗК, мало відрізняється за величиною від кількості теплоти Q_3 , що виділяється апаратом при завантаженні замоченого зерна, то рівняння теплового балансу буде мати такий вигляд:

$$Q_1 + Q_2 + \Pi L = Q_5 + I_2 L + Q_8 \quad (3.9)$$

звідки витрати повітря на провітрювання ГЗК

$$L = \frac{Q_1 - Q_2 - Q_3 - Q_4 - Q_5}{I_2 - I_1}, \text{ кг} \quad (3.10)$$

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

діб, рошення ГЗК $\tau=8$ діб, коли в кожну стрічку завантажується $G = 150$ кг очищеного зерна. Площа поверхні стрічки $F = 20$ м. Параметри повітря наступні: кондиційне повітря при $t_1=12^\circ\text{C}$ - $\varphi_1 = 38, d_1 = 0,0083$ кг/кг і відпрацьоване повітря при $t_2 = 16^\circ\text{C}$ - $\varphi_2 = 86\%$, $d_2 = 0,01153$ кг/кг. Втрати сухих речовин при вирощуванні на 1 кг зерна складають $s = 0,045$ кг.

Питомі теплоємності вологих продуктів розраховуються як середньо-зважена величина питомих теплоємностей сухих речовин C_0 і води $C_6-C_0=1,423$ кДж/(кг/кг).

Тоді питома теплоємність зерна

$$C_3 = \frac{C_0(100-W_3) + C_6W_3}{100}, \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)},$$

$$C_3 = \frac{1.423(100-45) + 4.19 \cdot 45}{100} = 2.667 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$$

Питома теплоємність ГЗК

$$C_c = \frac{C_0(100-W_c) + C_6W_c}{100}, \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)},$$

$$C_c = \frac{1.423(100-43) + 4.19 \cdot 43}{100} = 2.611 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$$

Приймаємо температуру замоченого зерна при завантаженні $t_2 = 11^\circ\text{C}$, а свіжопропорощеного ГЗК при розвантаженні $t_3 = 16^\circ\text{C}$ і знаходимо відповідні кількості теплоти:

$$Q_1 = 1.51 \cdot G \cdot c_3 \cdot t_2, \text{ кДж},$$

$$Q_1 = 1.51 \cdot 150 \cdot 2.667 \cdot 11 = 6644,83 \text{ кДж};$$

$$Q_5 = 1.42 \cdot G \cdot c_c \cdot t_3, \text{ кДж},$$

$$Q_5 = 1.42 \cdot 150 \cdot 2,611 \cdot 16 = 8898,29 \text{ кДж}$$

$$Q_2 = G \cdot q \cdot s, \text{ кДж},$$

$$Q_2 = 150 \cdot 7982 \cdot 0.045 = 123137,50 \text{ кДж}.$$

					<i>ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

З втрат теплоти в навколишнє середовище враховуються тільки втрати з поверхні ГЗК, тому, що втрати теплоти через стінки ящика через малий перепад температури є незначними. Середню температуру ГЗК в ящику за весь час пророщування приймаємо рівною $t_c = 15^\circ\text{C}$, а в приміщенні де знаходиться установка $t_n = 13^\circ\text{C}$, тоді втрати теплоти:

$$Q_8 = \alpha \cdot F \cdot \Delta t \cdot \tau = \alpha \cdot F (t_c - t_n) \cdot \tau, \text{кДж},$$

$$Q_8 = 25,12 \cdot 20(15 - 13)24 \cdot 8 = 1929,216 \text{кДж}.$$

де $\tau = 24 \cdot 8 = 1324$.

Ентальпія кондиційного повітря

$$I_1 = c_1 \cdot t_1 + c_2 \cdot t_1 \cdot d_1 \cdot \varphi_1 + r_0 \cdot d_2 \cdot \varphi_2, \text{кДж/кг},$$

$$I_1 = 1,005 \cdot 12 + 1,88 \cdot 12 \cdot 0,0089 \cdot 0,98 + 2500 \cdot 0,0089 \cdot 0,98 = 34,06 \text{кДж/кг}$$

Ентальпія відпрацьованого повітря

$$I_2 = c_1 \cdot t_1 + c_2 \cdot t_2 \cdot d_2 \cdot \varphi_2 + r_0 \cdot d_2 \cdot \varphi_2, \text{кДж/кг},$$

$$I_2 = 1,005 \cdot 16 + 1,88 \cdot 16 \cdot 0,01159 \cdot 0,86 + 2500 \cdot 0,01159 \cdot 0,86 = 41,3 \text{кДж/кг}.$$

У зв'язку з тим, що різниця ентальпій має найбільший вплив на витрати повітря, то приймаємо для оптимальної витрати повітря

$$\Delta I = I_2 - I_1,$$

де $\Delta I = 6,5 \text{кДж/кг}$.

Якщо $I_2 - I_1 < \Delta I$, то температуру кондиційного повітря знижують і розрахунок повторюють.

Масові витрати повітря за весь період рощення ГЗК

$$L = \frac{Q_1 + Q_2 - Q_5 - Q_8}{I_2 - I_1}, \text{кг},$$

$$L = \frac{664483 + 12137850 - 889829 - 1929,216}{41,3 - 34,06} = 1777679 \text{кг}.$$

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Об'ємна годинна витрата повітря:

$$V = \frac{L \cdot k}{24 \cdot \tau_{np} \cdot \rho_n}, \text{ м}^3 / \text{год},$$

$$V = \frac{1777679 \cdot 1,1}{24 \cdot 6,5 \cdot 1,29} = 9716 \text{ м}^3 / \text{год},$$

де $K = 1,1$ - коефіцієнт нерівномірності при індивідуальній установці вентилятора на кожному ящику.

Питома витрата кондиційного повітря на 1 кг виробленого ГЗК

$$V_n = \frac{V}{G}, \text{ м}^3 / \text{кг} \cdot \text{год},$$

$$V_n = \frac{9716}{150} = 64 \text{ м}^3 / \text{кг} \cdot \text{год}.$$

					<i>ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

4 КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗРАХУНОК

4.1 Вихідні параметри для проектування установки

Установку для вирощування гідропонного зеленого корму (ГЗК) проектуємо для потреб невеликого фермерського господарства, у якого поголів'я ВРХ складає 25...100 голів.

При використанні ГЗК в якості основного корму для поголів'я ВРХ кількістю 25 голів необхідно 1000 кг ГЗК кожного дня. В якості зеленої вітамінної добавки така кількість ГЗК може забезпечити 90 голів ВРХ. Тому ми проектуємо установку для виробництва ГЗК продуктивністю 1000 кг/добу.

Цикл вирощування триває 8 днів і на останній день циклу ми отримуємо готовий до подальшого використання урожай ГЗК.

Загальна площа необхідна для забезпечення восьмиденного циклу вирощування ГЗК (при врожайності 50 кг/м²) становить 160 м². Площа, з якої збирається щоденний врожай – 20 м².

4.2 Розрахунок геометричних параметрів установки

Площа необхідна для вирощування ГЗК на одній стрічці транспортера

$$F = \frac{F_{\text{заг}}}{c}, \text{ м}^2, \quad (4.1)$$

де $F_{\text{заг}}$ - загальна площа необхідна для забезпечення вирощування ГЗК,
 $F_{\text{заг}} = 160 \text{ м}^2$;

c – кількість стрічок, $c = 8$.

Розміри зони для вирощування ГЗК на стрічці транспортера

Приймаємо ширину зони вирощування $a = 2 \text{ м}$

Довжина

$$b = \frac{F}{a}, \text{ м}^2, \quad (4.2)$$

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$b = \frac{20}{2} = 10 \text{ м}^2$$

Розрахунок параметрів барабана.

Діаметр барабана [...с. 28]

$$D = (100...150) \cdot n, \text{ м}, \quad (4.3)$$

де n – кількість прокладок в стрічці [...с. 28], $n = 5$

$$D = (100...150) \cdot 5 = 500...750 \text{ мм}$$

Приймаємо $D = 500$ мм

Довжина барабана [...с. 28]

$$L = a + 2 \cdot c, \text{ м}, \quad (4.4)$$

де $c = 60...75$ мм

$$L = 2 + 2 \cdot (50...75) = 2,12...2,150 \text{ м}$$

Приймаємо $L = 2,14$ м

Висота установки

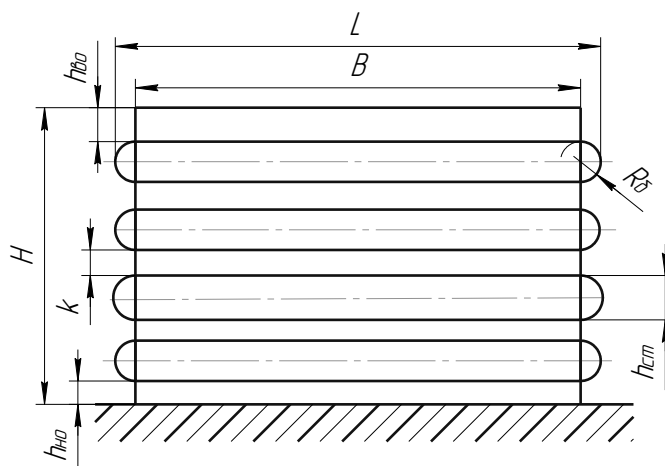


Рисунок 4.1 – Розрахункова схема до визначення висоти установки

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$H = h_{но} + 4 \cdot h_{см} + 3 \cdot k + h_{во}, \text{ м,} \quad (4.5)$$

де $h_{но}$ – висота від основи до нижньої частини стрічки. Вибираємо $h_{но}$, так щоб була можливість розвантаження найнижчого із транспортерів $h_{но} = 0,5$ м;

$h_{см}$ – висота одного стрічкового транспортера

$$h_{см} = D + 2 \cdot t_{см}, \text{ м,} \quad (4.6)$$

де $t_{см}$ – товщина стрічки

$$t_{см} = t_{сп} + t_x + 5 \cdot \delta, \text{ м,} \quad (4.7)$$

де $t_{сп}$ – товщина гуми на робочому боці стрічки [...с. 28], $t_{сп} = 0,004$ м;

t_x – товщина гуми на холостому боці стрічки [...с. 28], $t_x = 0,0015$ м;

δ – товщина однієї прокладки [...с. 28], $\delta = 0,002$ м.

$$t_{см} = 0,004 + 0,0015 + 5 \cdot 0,002 = 0,0155 \text{ м}$$

$$h_{см} = 0,5 + 2 \cdot 0,0155 = 0,531 \text{ м}$$

k – відстань між стрічковими транспортерами по вертикалі

$$k = h_{зк} + h_3 + h_{оп}, \text{ м,} \quad (4.8)$$

де $h_{зк}$ – висота корму в кінці вирощування, $h_{зк} = 0,3$ м;

h_3 – відстань від вершини рослин до приладів освітлення та зрошування, $h_3 = 0,1$ м;

$h_{оп}$ – відстань для розміщення приладів освітлення та зрошування, $h_{оп} = 0,08$ м;

$$k = 0,3 + 0,1 + 0,08 = 0,48 \text{ м}$$

$h_{во}$ – відстань від вершини установки, $h_{во} = k$.

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$H = 0,5 + 4 \cdot 0,531 + 3 \cdot 0,48 + 0,48 = 4,531 \text{ м}$$

Маса висіяного насіння на стрічку транспортера

$$m = F \cdot H, \text{ кг}, \quad (4.9)$$

де F – площа зони вирощування ГЗК на стрічці транспортера, $F=20 \text{ м}^2$;

H – норма висіву зерна на 1 м^2 , $H=7,2 \text{ кг/м}^2$.

$$m = 20 \cdot 7,2 = 144 \text{ кг}$$

Об'єм висіяного насіння на стрічку транспортера

$$V = \frac{m}{\rho}, \text{ м}^3, \quad (4.10)$$

де ρ – густина зерна, $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$.

$$V = \frac{144}{800} = 0,18 \text{ м}^3$$

Висота шару насіння на стрічці

$$h = \frac{V}{F}, \text{ м}, \quad (4.11)$$

$$h = \frac{0,18}{20} = 0,009 \text{ м}$$

Потужність необхідна для приводу стрічкового транспортера [... с. 29]

$$N = 0,736 \cdot k_2 \left(\frac{7,4 \cdot k_1 \cdot L \cdot V}{10000} + \frac{2 \cdot G \cdot L}{10000} + \frac{37 \cdot G}{10000} \right), \text{ кВт}, \quad (4.12)$$

де G – продуктивність стрічкового конвеєра при переміщенні сипучих матеріалів [...с. 28].

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$G = 3600f \cdot V \cdot \rho, \text{ т/год}, \quad (4.13)$$

де f – площа поперечного перерізу матеріалу на стрічці

$$f = a \cdot h = 2 \cdot 0.009 = 0.018 \text{ м}^2$$

V – швидкість руху стрічки, $V=0,18$ м/с

ρ – насипна маса матеріалу, $\rho=0,8$ т/м³

$$G = 3600 \cdot 0,018 \cdot 0,18 \cdot 0,8 = 93,28 \text{ т/год}$$

L – загальна довжина транспортера, $L=10$ м

k_1 - коефіцієнт, що залежить від ширини стрічки [18], $k_1=47$

k_2 - коефіцієнт, що залежить від довжини транспортера [18], $k_2=1,25$

4.3 Розрахунок ланцюгової передачі для приводу стрічки

Передаточне число ланцюгової передачі $U=4$, частоту обертання ведучої зірочки $n_1 = 42 \text{ хв.}^{-1}$, потужність $N_1 = 0,5$ кВт і крутний момент $M_1 = 9,51$ Н·м на ведучій зірочці.

Визначаємо кількість зубів ведучої зірочки :

$$Z_1 = 31 - 2 \cdot U = 31 - 2 \cdot 4,06 = 22,88 \quad (4.14)$$

Приймаємо $Z_1 = 13$ - непарне число зубів зірочки для більш рівномірного зносу ланцюга.

Через передаточне число визначаємо кількість зубів веденої зірочки:

$$Z_2 = Z_1 \cdot U = 13 \cdot 4 = 52 \quad (4.15)$$

Приймаємо $Z_2 = 52$

Визначаємо коефіцієнт експлуатації передачі :

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$K_e = k_{\partial} \cdot k_a \cdot k_H \cdot k_p \cdot k_{3M} \cdot k_n \quad (4.16)$$

$$K_e = 1,25 \cdot 1,25 \cdot 1,25 \cdot 1,3 \cdot 1,5 = 3,8$$

де k_{∂} - динамічний коефіцієнт, що враховує характер навантаження: при спокійному навантаженні $k_{\partial} = 1$; k_a - враховує вплив міжосьової відстані: при $a = (30-50)t$ $k_a = 1$; k_H враховує вплив нахилу ланцюга: при нахилі до 60° $k_H = 1$; k_p враховує спосіб регулювання натягу ланцюга: при періодичному регулюванні $k_p = 1,25$; k_{3M} враховує спосіб змащення: при періодичному змащенні $k_{3M} = 1,3 \dots 1,5$; k_n враховує періодичність роботи: при однозмінній роботі $k_n = 1$; при двозмінній $k_n = 1,25$; при тризмінній $k_n = 1,50$.

Визначаємо крок ланцюга і приймаємо найближче більше значення по ГОСТ 13568-75 .

$$t \geq 2,8 \cdot 3 \sqrt{\frac{M_1 \cdot K_e}{Z_1 \cdot [p] \cdot m}} \quad (4.17)$$

$$t \geq 2,8 \cdot 3 \sqrt{\frac{9,51 \cdot 10^3 \cdot 3,8}{13 \cdot 25 \cdot 1}} = 13,24 \text{ мм} \quad (4.18)$$

де M_1 – обертовий момент на валу меншої зірочки, Н·мм;

Z_1 – число зубів тієї ж зірочки;

$[p]$ - допустимий тиск, що припадає на одиницю проекції опорної поверхні шарніра, МПа (чисельно рівний Н/мм^2), для проектного розрахунку приймаємо $[p] = 20 \dots 30 \text{ Н/мм}^2$; m – число рядів ланцюга.

Приймаємо $t = 15,875$ мм

Вибираємо ланцюг і виписуємо необхідні параметри: крок $t = 15,875$ мм,

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

проекцію опорної поверхні шарніра $A_{оп}=39,6 \text{ мм}^2$, масу одного метра довжини ланцюга $q=0,75 \text{ кг/м}$, руйнівне навантаження $Q=18,2 \text{ кН}$.

Перевіряємо вибраний ланцюг по допустимій частоті обертання малої зірочки:

$$[n_1]=1250 \text{ об/хв.} \geq 42 \text{ об/хв} \quad (4.19)$$

Визначаємо колову швидкість ланцюга :

$$V = \frac{Z_1 \cdot t \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \quad (4.20)$$

$$V = \frac{13 \cdot 15,8 \cdot 42}{60 \cdot 1000} = 0,14 \text{ м/с}$$

Визначаємо колову силу в передачі :

Колова сила:

$$F_t = \frac{N_1}{V} = \frac{500}{0,14} = 3571 \text{ Н} \quad (4.21)$$

де F_t – в Н ;

N_1 – потужність що передається, Вт;

V – колова швидкість, м/с.

Визначаємо робочий тиск в шарнірі:

$$p = \frac{F_t \cdot K_e}{A_{оп}} = \frac{3571 \cdot 3,8}{39,6} = 342 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \quad (4.22)$$

Уточнюємо допустимий питомий тиск в шарнірі

$$p=342 < [p_{42}]=400$$

Перевіряємо ланцюг на зносостійкість шарнірів порівнявши p і $[p]$.

Довговічність ланцюга достатня.

Визначаємо геометричні параметри ланцюгової передачі:

Приймаємо міжосьову відстань у кількості кроків :

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$a = (30 \div 50) \cdot t = 508 \text{ мм} \quad (4.23)$$

де t – крок ланцюга.

Визначаємо кількість ланок ланцюга, округляємо до цілого, бажано парного, числа

$$L_t = 2 \cdot a_t + 0,5 \cdot Z_\Sigma + \frac{\Delta^2}{a_t} \quad (4.24)$$

$$L_t = 2 \cdot 40 + 0,5 \cdot 116 + \frac{11,14^2}{40} = 140$$

де $a_t = \frac{a}{t} = 40 \text{ мм}$

$$z_\Sigma = z_1 + z_2 = 116$$

$$\Delta = \frac{z_2 - z_1}{2\pi} = 11,14$$

Уточнюємо міжосьову відстань передачі :

$$a = 0,25 \cdot t \cdot \left[L_t - 0,5 \cdot Z_\Sigma + \sqrt{(L_t - 0,5 \cdot Z_\Sigma)^2 - 8 \cdot \Delta^2} \right] \quad (4.25)$$

$$a = 0,25 \cdot 12,7 \cdot \left[141 - 0,5 \cdot 116 + \sqrt{(141 - 0,5 \cdot 116)^2 - 8 \cdot 11,14^2} \right] = 513,7 \text{ мм}$$

Визначаємо діаметри ділительних кіл зірочок :

$$d_{D1} = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{Z_1}} = \frac{12,7}{\sin \frac{180^\circ}{13}} = 57 \text{ мм} \quad (4.26)$$

$$d_{D2} = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{Z_2}} = \frac{12,7}{\sin \frac{180^\circ}{52}} = 211 \text{ мм}$$

Визначаємо діаметри зовнішніх кіл зірочок :

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

$$D_{e1} = t \cdot (K_{z1} + 0,7) - 0,31 \cdot d_1 = 12,7 \cdot (7,275 + 0,7) - 0,31 \cdot 8,51 = 60 \text{ мм} \quad (4.27)$$

$$D_{e2} = t \cdot (K_{z2} + 0,7) - 0,31 \cdot d_1 = 12,7 \cdot (29,59 + 0,7) - 0,31 \cdot 8,51 = 213 \text{ мм}$$

$$K_{z1} = \operatorname{ctg} \frac{180}{Z_1} = 13,84;$$

$$K_{z2} = \operatorname{ctg} \frac{180}{Z_2} = 3,46$$

де d_1 – діаметр ролика .

Визначаємо сили, які діють на ланцюг :

Колову силу – визначена раніше (дивись пункт 1.8).

Відцентрову силу, Н :

$$F_v = q \cdot V^2 = 0,75 \cdot 0,14^2 = 0,147 \text{ Н} \quad (4.28)$$

де q – маса 1 м ланцюга, кг/м.

Силу від провисання ланцюга, Н :

$$F_f = 9,81 \cdot k_f \cdot q \cdot a = 9,81 \cdot 0,75 \cdot 0,508 = 3,73 \text{ Н} \quad (4.29)$$

де $k_f = 6$ при горизонтальному розміщенні ланцюга, $k_f = 1,5$ при куті нахилу 45° і $k_f = 1$ при вертикальному розміщенні ланцюга.

Навантаження на вали :

$$F_B = F_t + 2F_f = 123 + 2 \cdot 3,73 = 130,4 \text{ Н} \quad (4.30)$$

Перевіряємо ланцюг на міцність, обчисливши коефіцієнт запасу міцності

$$S = \frac{Q}{F_t \cdot k_\partial + F_v + F_f} = \frac{18200}{123 \cdot 1,25 + 0,5166 + 130,4} = 63,9 \quad (4.31)$$

де Q – руйнівне навантаження, Н.

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Порівнюємо його з нормативним коефіцієнтом , робимо висновок.

Ланцюг достатньо міцний. Перевіряємо ланцюг на довговічність за числом ударів в секунду

$$u = \frac{4 \cdot z_1 \cdot n_1}{60 \cdot Lt} = \frac{4 \cdot 13 \cdot 42}{60 \cdot 0,125} = 11 \quad (4.32)$$

Порівнюємо з допустимим числом ударів, робимо висновок. Умова довговічності виконується. Передача роботоздатна.

4.4 Попередній розрахунок вала барабана

Попередній розрахунок проводимо на кручення по допустимих напруженнях.

Діаметр вихідного кінця вала при допустимому напруженні $[\tau]=25$ Мпа

$$d = \sqrt{\frac{16T_{\kappa}}{\pi \cdot [\tau_{\kappa}]}} = \sqrt{\frac{16 \cdot 35 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 25}} = 25 \text{ мм} \quad (4.33)$$

Приймаємо $d=25$ мм.

Діаметр ступеней під муфту приймаємо $d=25$ мм.

Діаметр ступеней під підшипники приймаємо $d=30$ мм.

Діаметр середньої частини вала приймаємо $d=36$ мм.

Довжину вихідного кінця вала визначаємо з умови розміщення на ньому корпуса підшипника. Розмір ступеней під підшипники приймаємо враховуючи розміри підшипникових вузлів. Довжину середньої частини вала приймаємо виходячи із конструкції гідропонної устаноовки.

Розрахунок шпонкового зеднання проводимо виходячи з умови міцності при зминанні , $\sigma \leq [\sigma]=100$ МПа

$$\sigma = \frac{2T}{d \cdot l_{\text{роб.}} \cdot (n \cdot t)} \leq [\sigma] \quad (4.34)$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot 35}{0,022 \cdot 0,018 \cdot (6 - 3,5)} \leq [\sigma]$$

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Умова міцності виконується.

4.5 Перевірка довговічності підшипників

З попередніх розрахунків маємо $F_t=3571 \text{ Н}$; $F_v=0.147 \text{ Н}$; $F_e=F_c=305 \text{ Н}$.

Реакції опор :

в вертикальній площині

$$R_{by} = \frac{F_e \cdot 0.045 - F_c \cdot (1.4 + 0.08) - 0.5166 \cdot 1.53}{1.4} \quad (4.35)$$

$$R_{by} = \frac{305 \cdot 0.045 - 305 \cdot (1.4 + 0.08) - 0.5166 \cdot 1.53}{1.4} = 359,314 \text{ Н}$$

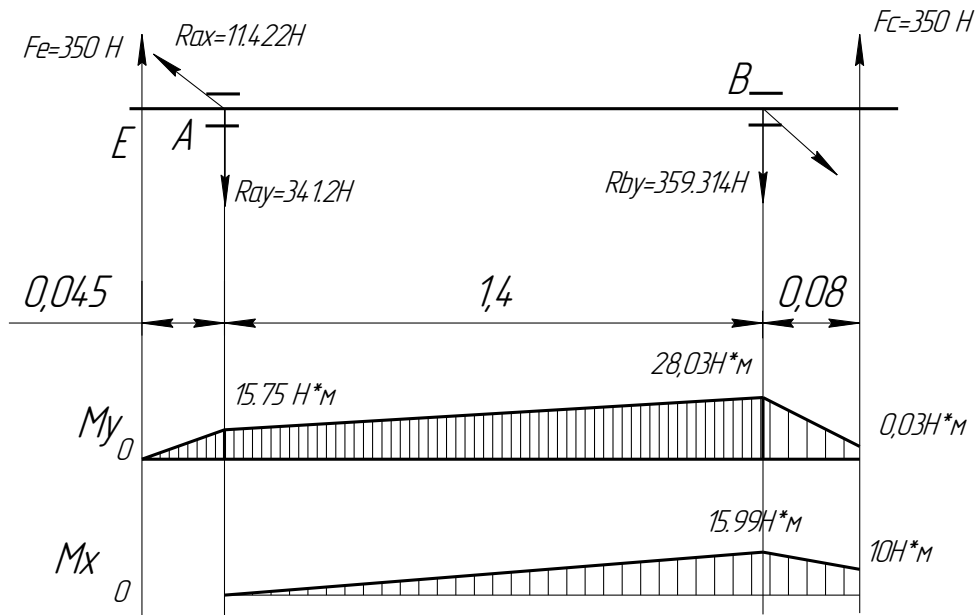


Рис. 4.2- Розрахункова схема привідного вала

$$R_{ay} = \frac{F_e \cdot (1.4 + 0.045) - F_c \cdot 0.08 - 0.5166 \cdot 0.13}{1.4} \quad (4.36)$$

$$R_{ay} = \frac{350 \cdot (1.4 + 0.045) - 350 \cdot 0.08 - 0.5166 \cdot 0.13}{1.4} = 341,2 \text{ Н}$$

Перевірка:

$$R_{ay} + R_{by} - 2F - F_v = 359.314 + 341.2 - 700 - 0.5166 = 0$$

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

В горизонтальній площині

$$R_{bx} = \frac{F_t \cdot 1.53}{1.4} \quad (4.37)$$

$$R_{bx} = \frac{123 \cdot 1.53}{1.4} = 134.42 \text{ Н}$$

$$R_{ax} = \frac{F_t \cdot 0.013}{1.4} \quad (4.38)$$

$$R_{ax} = \frac{-123 \cdot 0.013}{1.4} = -11.42 \text{ Н}$$

Перевірка:

$$R_{ax} + R_{bx} - F_t = 134.42 - 11.42 - 123 = 0$$

Сумарні реакції

$$P_{r1} = \sqrt{R_{ax}^2 + R_{ay}^2}$$

$$P_{r1} = \sqrt{11.42^2 + 341.2^2} = 341.39 \text{ Н} \quad (4.39)$$

$$P_{r2} = \sqrt{R_{bx}^2 + R_{by}^2}$$

$$P_{r2} = \sqrt{134.42^2 + 359.314^2} = 383.634 \text{ Н}$$

По найбільш завантаженій опорі вибираємо підшипник 1206 ГОСТ 28428-90 підшипник сферичний дворядний із статичною вантажопідйомністю $C_0 = 15,6$ кН, динамічна вантажопідйомність $C = 6,2$ кН $d = 30$ мм, $D = 62$ мм, $B = 16$ мм.

Перевіряємо підшипник на довговічність

$$[L_n] = \frac{10^6}{60 \cdot n} \left(\frac{C}{P} \right)^k \geq [L_r] \quad (4.40)$$

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

де С- динамічна вантажопідйомність по каталогу, С=6,2 кН

L_r - допустима довговічність, $L_r=10000$ год.

Р- еквівалентне навантаження на підшипник, кН

к- показник степеня, для шарикових підшипників $k=3$.

$$P = (XVF_{r1} + YF_a) \cdot k_\sigma \cdot k_t \quad (4.41)$$

де $X=1$, $V=1$, $F_a=0$, $k_\sigma=1.2$, $k_t=1.05$

$$F_{r1}=P_{r1}=0,383 \text{ кН}$$

$$P = 1 \cdot 1 \cdot 0,383 \cdot 1 \cdot 1,05 = 0,402 \text{ кН}$$

$$[L_h] = \frac{10^6}{60 \cdot 42} \left(\frac{6,2}{0,402} \right)^3 \geq 10000 \text{ год.}$$

$$1455782 \geq 10000 \text{ год}$$

Умова довговічності виконується.

4.6 Уточнений розрахунок привідного вала

Приймаємо, що нормальні напруження від згину змінюються по симетричному циклу, а дотичні від кручення - по нульовому (пульсуючому).

Уточнений розрахунок полягає у визначенні коефіцієнтів запасу міцності s для небезпечних перерізів і порівнянні їх з необхідними (допустимими) значеннями $[s]$. Міцність забезпечена при $s > [s] = 2,5$.

Будемо проводити розрахунок для найбільш небезпечного перерізу валу.

Матеріал валу - сталь 45, термічна обробка - покращення.

По табл.3.3 (1.с.34) при діаметрі заготовки до 90 мм середнє значення $\sigma_b = 780$ МПа. Границя витривалості при симетричному циклі згину:

$$\sigma_{-1} \approx 0,43 \cdot \sigma_b = 0,43 \cdot 780 = 335 \text{ Мпа.}$$

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Границя витривалості при симетричному циклі дотичних напружень:

$$\tau_{-1} = 0,58 \cdot \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 335 = 193 \text{ МПа.}$$

Переріз Б-Б. Тут діє сумарний згинальний момент $M_{зг} = 32,27 \text{ Н}\cdot\text{м}$, крутний момент $M_2 = 35 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Концентрація напружень обумовлена наявністю шпонкової канавки (1. с. 166 таб. 8.7).

Інтерполюючи маємо $k_\sigma = 1,9$; $k_\tau = 1,9$; $\varepsilon_\sigma = 0,92$; $\varepsilon_\tau = 0,86$.

Осьовий момент опору перерізу згину :

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} - \frac{b \cdot t_1 \cdot (d - t_1)^2}{2 \cdot d} = \frac{3,14 \cdot 22^3}{32} - \frac{18 \cdot 6 \cdot (22 - 6)^2}{2 \cdot 22} = 1,944 \cdot 10^3 \text{ мм}^3. \quad (4.42)$$

Амплітуда нормальних напружень згину

$$\sigma_v = \sigma_{\max} = \frac{M_{зг}}{W} = \frac{32,27}{1,944 \cdot 10^3} = 1,65 \cdot 10^{-3} \text{ МПа.} \quad (4.43)$$

Середнє напруження $\sigma_m = 0$.

Коефіцієнт запасу міцності по нормальних напруженнях

$$s_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\varepsilon_\sigma \cdot \beta} \cdot \sigma_v + \Psi_\sigma \cdot \sigma_m} = \frac{335}{\frac{1,9}{0,92 \cdot 0,94} \cdot 1,65 \cdot 10^{-3}} = 9185 \quad (4.44)$$

Полярний момент опору крученню :

$$W_k = \frac{\pi \cdot d^3}{16} - \frac{b \cdot t_1 \cdot (d - t_1)^2}{2 \cdot d} = \frac{3,14 \cdot 22^3}{16} - \frac{18 \cdot 6 \cdot (22 - 6)^2}{2 \cdot 22} = 1,944 \cdot 10^3 \text{ мм}^3. \quad (4.45)$$

Амплітуда і середнє напруження від нульового циклу дотичних напружень

$$\tau_v = \tau_m = \frac{M_1}{2 \cdot W_k} = \tau_v = \tau_m = \frac{35}{2 \cdot 1,944 \cdot 10^3} = 9,002 \cdot 10^{-3} \text{ МПа.} \quad (4.46)$$

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Коефіцієнт запасу міцності по дотичних напруженнях :

$$s_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau} \cdot \beta} \cdot \tau_v + \Psi_{\tau} \cdot \tau_m} = \frac{193}{\frac{1,9}{0,83 \cdot 0,9} \cdot 9 \cdot 10^{-3} + 0,1 \cdot 9 \cdot 10^{-3}} = 7,045 \quad (4.47)$$

Коефіцієнти $\beta = 0,9$ (1. с. 162) ; $\Psi_{\tau} = 0,1$ (1. с. 166).

Результуючий коефіцієнт запасу міцності :

$$s = \frac{s_{\sigma} \cdot s_{\tau}}{\sqrt{s_{\sigma}^2 + s_{\tau}^2}} = \frac{9185 \cdot 7,045}{\sqrt{9185^2 + 7,045^2}} = 7,045 > [s] = 2,5. \quad (4.48)$$

Вал задовольняє умовам міцності.

					<i>ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

5.1 Розрахунок об'ємів переробки ГЗК

Визначаємо об'єм сільськогосподарської продукції що виробляється

$$Q_c = \Pi \times Y, \quad (5.1)$$

де Π – площа посіву ячменю, $\Pi=350$ га;

Y – урожайність ячменю, $Y=3,1$ т/га.

$$Q_c = 350 \times 3,1 = 1085 \text{ т}$$

Об'єм продукції, що переробляється, визначаємо із щоденної маси зерна, що закладається під посів

$$Q = Q_d \times T_p, \quad (5.2)$$

де Q_d – денна маса зерна, що закладається під посів $Q_d=382$ кг;

T_p – кількість днів у році, $T_p=365$;

$$Q = 365 \times 382 = 139,43 \text{ т.}$$

Таким чином 140 тон зерна ячменю переробляємо на ГЗК, а решту використовуємо на корм ВРХ та продаємо.

5.2 Розрахунок основних економічних показників проекту

Визначаємо річний фонд робочого часу установки ГЗК

$$T_{рф} = n_{зм} \times T_{зм}, \quad (5.3)$$

де $n_{зм}$ – кількість робочих змін роботи установки протягом року, $n_{зм}=365$;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, $T_{зм}=7$ год.

$$T_{рф} = 365 \times 7 = 2555 \text{ годин}$$

					<i>ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Визначаємо річну витрату електроенергії

$$E_{\text{ел}} = T_{\text{рф}} \times E_{\text{год}}, \quad (5.4)$$

де $E_{\text{год}}$ – годинне споживання електроенергії технологічною лінією

$$E_{\text{год}} = 3,28 \text{ кВт/год}$$

$$E_{\text{ел}} = 2555 \times 3,28 = 8380 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Капіталовкладення або вартість лінії виробництва ГЗК

$$K = 316000 \text{ грн.} \quad (5.5)$$

5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат.

Амортизаційні відрахування і відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування

$$A = K \times A_{\text{т}}, \quad (5.6)$$

де $A_{\text{т}}$ – нормативний коефіцієнт амортизаційних відрахувань $A_{\text{т}} = 0,05$

$$A = 316000 \times 0,05 = 15800 \text{ грн.}$$

Вартість електроенергії

$$B_{\text{ел}} = E_{\text{ел}} \times C_{\text{ел}}, \text{ грн.} \quad (5.7)$$

де $C_{\text{ел}}$ – вартість однієї кіловат-години електроенергії, $C_{\text{ел}} = 1,68 \text{ грн}$

$$B_{\text{ел}} = 8380 \times 1,68 = 13994,4 \text{ грн.}$$

Оплата праці обслуговуючого персоналу

$$O_{\text{п}} = T_{\text{рф}} \times \Sigma n_{\text{рп}} \times t_{\text{п}} (1 + k_{\text{н}}), \quad (5.8)$$

де $n_{\text{рп}}$ – кількість працівників n -ої тарифної ставки

$t_{\text{п}}$ – тарифна ставка n -го розряду;

$K_{\text{н}}$ – коефіцієнт нарахувань, $K_{\text{н}} = 0,55$;

					<i>ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

$n_p^5 = 1$ працівник

$$t_n^v = 170 \text{ грн.}$$

$$O_{\Pi} = 2555 \times 1 \times 170 \times (1 + 0,55) = 673242,5 \text{ грн.}$$

Загальна сума експлуатаційних витрат

$$E_B = A + B_{\text{ел}} + O_{\Pi} + C_{3б}, \quad (5.9)$$

$$E_B = 15800 + 13994,4 + 673242,5 + 171024 = 874060,9 \text{ грн.}$$

Визначаємо розмір приведених витрат

$$\Pi_B = E_B + E_H \times K, \quad (5.10)$$

де E_H – нормативний коефіцієнт капіталовкладень, $E_H = 0,15$

$$\Pi_B = 874060,9 + 0,15 \times 316000 = 921460,9 \text{ грн.}$$

Визначаємо собівартість одиниці продукції

$$C_{\Pi} = C_c + \Pi_B / Q_{\text{ГЗК}}, \quad (5.11)$$

де $Q_{\text{ГЗК}}$ – об'єм вирощеного ГЗК за рік, $Q_{\text{ГЗК}} = 365$ т;

C_c – вартість сировини необхідної для виготовлення одиниці продукції;

приймаємо

$$C_c = q_p \cdot C_3$$

де q_p – маса зерна необхідного для вирощування однієї тонни ГЗК, $q_p = 382$;

C_3 – ціна зерна, $C_3 = 4,6$ грн/кг

$$C_c = 382 \cdot 4,6 = 1757,2 \text{ грн.}$$

$$C_{\Pi} = 1757,2 + 921460,9 / 365 = 4281,7 \text{ грн.}$$

					<i>ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Визначаємо прибуток від реалізації одиниці продукції

$$П = Ц - C_{п}, \quad (5.12)$$

де Ц – мінімальна реалізаційна ціна одиниці продукції: Ц = 4685 грн

$$П = 4685 - 4281,7 = 403,3 \text{ грн.}$$

Визначаємо валовий дохід від реалізації продукції

$$D = П \times Q, \quad (5.13)$$

$$D = 403,3 \times 365 = 143574,8 \text{ грн.}$$

Визначаємо термін окупності капіталовкладень

$$T_o = K/D, \text{ років} \quad (5.14)$$

$$T_o = 316000/143574,8 = 2,2 \text{ року,}$$

Термін окупності капіталовкладень 2,2 року.

					<i>ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

В результаті проведеного аналізу діяльності господарства, його основних виробничих структур, аналізу технологічних та конструктивних схем реалізації лінії вирощування ГЗК та розрахунку основних параметрів обладнання можна відзначити наступні отриманні результати:

1. Обґрунтована технологічна схема виготовлення ГЗК;
2. Розроблена конструкція установки для вирощування ГЗК;
3. Розроблені заходи з охорони праці та навколишнього середовища;
4. Річний прибуток після впровадження розробки 403,3 тис грн., при терміні окупності 2,2 років.

					ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

[Текст] / [І. М. Бендера, О. М. Семенов, О. Я. Стрельчук, та ін.]. – Кам'янець – Подільський : Абетка, 2008. – 120 с. – Гриф Мін. аграрної політики України (№ 18-128-13/744 від 08.05.08р.).

22. Теорія та розрахунок машин для тваринництва: Підручник для студ. вищ. навч. закл. / Б.П. Шабельник, М.М. Троянов, І.Г. Бойко, О.В. Нанка, А.І. Дзюба, В.І. Грідасов, О.П. Скорик, О.І. Фісяченко, С.І. Овсянніков; За ред. І.Г. Бойка. - Х., 2002. - 212 с. -(ХДТУСГ).

23. Технічний сервіс машин у тваринництві: Підручник / О.А. Науменко, В.Д. Войтюк, М.І. Денисенко та ін.; За ред. О.А. Науменка, В.Д. Войтюка. – Київ- Харків: НАУ (ХДТУСГ), 2007 – с. 35, 39-40.

					<i>ДПАІ 22.05.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65