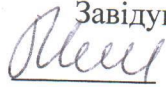


НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра біотехніки та інженерії

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
 В.М. Мельник

«___» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування

на тему: «Модернізація апарату для приготування розчинів живильних речовин»

Виконав:
студент VI курсу, групи БІ-71мп
Ільєнко Віталій Володимирович

Керівник:
д.т.н., професор
Мельник В.М.

Консультант з розробки стартап-проекту:
доцент, к.е.н.
Ткаченко Т.П.

Рецензент: зав. каф. тсор. мех.
КНУБіА Гайдосітук В В



Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2018 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Факультет біотехнології і біотехніки

Кафедра біотехніки та інженерії

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність (спеціалізація) – 133 «Галузеве машинобудування»
(«Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.М. Мельник
(підпис)

В.М. Мельник
(ініціали, прізвище)

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту



Ільєнко Віталію Володимировичу

1. Тема дисертації: «Модернізація апарату для приготування розчинів живильних речовин», науковий керівник дисертації Мельник Вікторія Миколаївна, затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. №__
2. Термін подання студентом дисертації _____
3. Об'єкт дослідження: апарат для обробки ультразвуком.
4. Предмет дослідження: процеси, що виникають в апараті при обробці ультразвуком.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: провести літературний аналіз за темою дисертації, дослідження стану проблеми; провести експериментальні дослідження процесу обробки ультразвуком в лабораторних умовах; запропонувати конструкцію апарату для ультразвукової обробки; провести моделювання апарату з дослідженням навантажень, які виникають; практична реалізація розробленої конструкції апарату для ультразвукової обробки.
6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: Апарат для ультразвукової обробки. Складальне креслення (A1, A2); Корпус апарату.

Складальне креслення (A1); Шнек (A2); Бункер завантаження (A2); Фланець (A3).



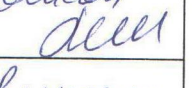
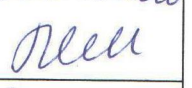

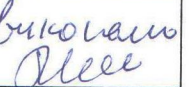

7. Орієнтовний перелік публікацій: Вплив ультразвукового випромінювання на ріст зернових культур (стаття); Дослідження впливу ультразвуку на процес взощування зерна (тези), Застосування ультразвуку в промисловій біотехнології (тези).

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розробка стартап проекту	Ткаченко Т. П., доцент	01.11.18 	13.12.18 

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Літературний огляд; дослідження стану проблеми	03.09.2018- 03.12.2018	Виконано 
2	Теоретичні дослідження; експериментальні дослідження	15.10.2018- 12.11.2018	Виконано 
3	Патентний пошук; розробка конструкції	10.09.2018- 15.10.2018	Виконано 
4	Проведення комп'ютерного моделювання; оформлення результатів експерименту	12.11.2018- 03.12.2018	Виконано 
5	Практична реалізація; розроблення технічної документації на апарат для обробки ультразвуком	04.04.2018- 30.04.2018	Виконано 
6	Розробка стартап-проекту	05.11.2018- 07.12.2018	Виконано 
7	Оформлення пояснювальної записки, креслень та документації	10.09.2018- 07.12.2018	Виконано 

Студент

Науковий керівник дисертації

 Ільєнко В.В.

 Мельник В.М.

Реферат

Магістерська робота на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» на тему «Модернізація апарату для приготування розчинів живильних речовин» / НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського». Керівник д.т.н., професор Мельник В.М. Виконавець Ільєнко В.В., студент групи БІ-71мп.

Робота складається з: 3 аркушів креслень на перерахунок формату А1 та пояснювальної записки. Пояснювальна записка складається з переліку умовних позначень, вступу, п'яти розділів, висновку, переліку посилань та додатків. Повний обсяг роботи становить 96 сторінок формату А4, 14 рисунків, 10 таблиць і перелік посилань з 30 найменувань.

В магістерській дисертації надано результати експериментальних досліджень, спроектований апарат для ультразвукової обробки зернових культур, проведено конструкційний розрахунок апарату для ультразвукової обробки. За результатами розрахунків та експериментальних досліджень була спроектована конструкція апарату згідно норм виконання технологічного процесу та відповідності стандартів. Було проведено 3D моделювання у програмному середовищі SolidWorks 2017 апарату з дослідженням впливу навантажень, які виникають в процесі роботи.

В проекті наведені розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції спроектованого апарату для ультразвукової обробки зернових культур, надані рекомендації щодо монтажу та експлуатації.

Всі розрахунки та креслення виконані згідно чинних стандартів та з використанням сучасних системних та інформаційних технологій.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: УЛЬТРАЗВУК, ЗЕРНОВІ КУЛЬТУРИ, АПАРАТ, МОДЕЛЮВАННЯ, РОЗРАХУНОК.

Abstract

Master's work on obtaining an educational qualification level "Master" on the theme "Modernization of device for preparation of nutrients substance solutions" / NTUU "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institution". Scientific director Doctor of Technical Sciences, professor Melnik V.M. Performer Ilyenko VV, student group BI-71mp.

The work consists of: 3 sheets of drawings for re-calculation of A1 format and explanatory note. The explanatory note consists of a list of symbols, an introduction, five sections, a conclusion, a list of references and annexes. The full volume of work is 96 pages of A4 format, 14 figures, 10 tables and a list of references from 30 titles.

In the master's dissertation the results of experimental researches are presented, the device for ultrasonic processing of grain crops is designed, the structural calculation of the device for ultrasonic processing is provided. According to the results of calculations and experimental studies, the design of the apparatus was designed in accordance with the standards of the implementation of the technological process and compliance standards. A 3D simulation was conducted in SolidWorks 2017 software environment with the study of the effects of loads that arise during the work.

The project provides calculations confirming the efficiency and reliability of the design of the designed apparatus for the ultrasonic treatment of grain crops, provided recommendations for installation and operation.

All calculations and drawings are executed in accordance with current standards and using modern system and information technologies.

KEY WORDS: ULTRASOUND, GRAIN CULTURES, APPARATUS, MODELING, CALCULATION.

ЗМІСТ

Перелік скорочень та умовних позначень	9
ВСТУП.....	10
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	12
1.1 Ультразвукові коливання.....	12
1.2 Вплив ультразвуку на біологічні об'єкти.....	14
1.3 Біологічна дія ультразвуку на клітини і тканини	15
1.4 Кавітація в суспензіях клітин.....	16
1.5 Стерелізуючий ефект ультразвуку.....	18
Висновки.....	21
2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	22
2.1. Опис експериментальної установки.....	22
2.2 Методика проведення експериментальних досліджень.....	26
2.3 Результати проведення експерименту	27
2.4 Обробка результатів експерименту.....	28
Висновки.....	29
3. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ	30
3.1 Перевірка несучої спроможності опор під дією навантаження апарату	30
3.2 Перевірка внутрішньої кришки апарату під дією внутрішнього тиску ..	31
3.3 Перевірка на міцність корпусу апарату	32
3.4. Компоновка елементів апарату	33
4. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРОБЛЕННОЇ КОНСТРУКЦІЇ АПАРАТУ .	34
4.1 Призначення та область застосування	34
4.2 Обґрунтування вибору конструкції і вибір матеріалів	34
4.3 Технічна характеристика	35

4.4 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції апарату	36
4.4.1 Розрахунок обичайки ферментеру під дією внутрішнього тиску.....	36
4.4.2 Розрахунок шнеку	37
4.4.4 Розрахунок штуцерів.....	38
4.4.5 Розрахунок фланцевого з'єднання	39
4.4.6 Перевірка несучої спроможності апарату на дію опорних навантажень	42
4.5 Рекомендації з монтажу та експлуатації.....	43
4.5.1 Компоновка та монтаж.....	43
4.5.2 Випробування	44
4.5.2.1 Гідравлічне випробування	44
4.5.2.2 Теплотехнічне випробування	45
4.5.2.3 Експлуатація	45
5. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ	47
5.1 Резюме	47
5.1.1 Загальна характеристика розробки.....	48
5.2 Аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища підприємства.....	49
5.2.1 Аналіз потенційного ринку збуту.....	52
5.2.2 Місце розробки у системі цінностей за методом Бостонської матриці ..	52
5.3 Ключові фактори успіху проекту	54
5.3.1 Анкета для споживачів.....	55
5.4 Оцінка ринкових позицій інноваційної розробки	56
5.4.1 Анкета	56
5.4.2 Договір на виконання НДР	57
5.4.3 Джерела фінансування НДР	59

5.5 Підприємство у промисловій структурі держави	60
5.6 Калькуляція собівартості	63
5.7 Методи ціноутворення	66
5.7.1. Розрахунок ціни інноваційної пропозиції	66
5.8 Оцінка ризиків та страхування розробки	68
5.8.1 Ризики	68
5.8.2 Страхування	70
5.8.3 Методи страхування	71
5.9 Техніко-економічні показники підприємства	71
ВИСНОВОК	73
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	74
ДОДАТОК А Інтерфейс програмного середовища SolidWorks 2017 з навантаженими елементами	
ДОДАТОК Б Патентний пошук	
ДОДАТОК В Специфікації	
ДОДАТОК Г Копії наукових досягнень	

Перелік скорочень та умовних позначень

$[P]$ - допустимий тиск, МПа;

$Q_{\text{шнек}}$ - продуктивність шнеку, т/год;

$D_{\text{гв}}$ - діаметр гвинта, м

ρ_n - насипна щільність, кг/м³;

$L_{\text{г}}$ - горизонтальна проекція довжини шнеку, м;

w - коефіцієнт опору переміщення;

g_K - маса частини шнеку, що обертається, кг/м;

v - осьова швидкість руху сировини, м/хв;

w_B - коефіцієнт опору руху;

W - момент опору, м³;

$\sigma_{\text{вр}}$ - напруження на вигин, МПа.

ВСТУП

Розвиток біотехнології та її роль у науково-технічному прогресі має важливе значення для створення матеріально-технічної бази суспільства. Досягнення біотехнології використовуються у різних областях: медицині, матеріалознавстві, харчовій промисловості, енергетиці, виробництві хімічних речовин, для контролю стану навколишнього середовища, у сільському господарстві.

У даному проекті розглянуто можливість пришвидшення вирощуваності зерен злакових культур, а також підвищення кількісних та якісних характеристик, розроблено апарат для передпосівної ультразвукової обробки зерен. Тема даного проекту дуже актуальна, оскільки підвищення врожайності за рахунок нових технологій під час зменшення посівних територій наразі набуває світової тенденції. Людство навчилось «розуміти» рослини, та створює необхідні умови для отримання більших врожаїв.

Норма споживання хлібобулочних виробів становить 110 кг на людину в рік. З 100 кг пшениці виходить 75 кг борошна. З 1 кг борошна випікається 1,3 кг хліба. Разом людина в рік з'їдає в середньому близько 115 кг пшениці у вигляді хлібобулочних виробів, ще 30 кг на випічку, макарони, каші та інше, ще 25% на насіння і природні втрати при зберіганні. На борошняні вироби йде не більше 180 кг зерна на рік на одну людину.

Дві третини від валового збору країни, що не експортує зерно, йде на корм худобі і птиці. Дві третини від обсягу фінансування зернового сільського господарства проходить через продаж свинини, яловичини, бройлерного м'яса, яєць, молочних продуктів. На виробництво одного десятка яєць йде 1,7 кг кормів у перерахунку на зерно. На 1 л молока - до 0,4 кг. На 1 кг бройлерного м'яса - 3 кг. На 1 кг приросту свинини - до 5-ти кг.

На 2050 рік вчені підраховали, що населення нашої планети буде складати 10 млрд чоловік, а отже для підтримання рівня розвитку, який ми маємо на сьогоднішній день людству необхідно збільшити врожайність на 20-

30%, і технологія ультразвукової передпосівної обробки зерен може внести вагомий вклад в сталий розвиток аграрного сектору і світу вцілому.

Об'єктом дослідження обрано апарат для передпосівної обробки ультразвуком зернових культур

За предмет дослідження обрано вплив ультразвукового променю на подальший процес взощуваності зернових культур після обробки в рідкому середовищі, масоперенос та частота, інтенсивність, швидкість акустичних коливань, а також явища кавітації.

Мета даної роботи полягає в розробці методики розрахунку конструкції апарату, яка базується на експериментальних дослідженнях, дослідження впливу ультразвуку на зернові культури, підведення підсумків.

В останні роки ультразвук починає грати все більшу роль в промисловості і наукових дослідженнях. Успішно проведені теоретичні та експериментальні дослідження в області ультразвукового впливу, що дозволило розробити нові технологічні процеси, які відбуваються при поширенні ультразвуку в рідкій фазі, що є надзвичайно **актуальним**.

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Ультразвукові коливання

Ультразвукові коливання - це пружні, механічні коливання з частотою більше 20 кГц, що поширюються в різних матеріальних середовищах[25]. При поширенні ультразвукових коливань в середовищі виникають чергування стиснення і розрідження, причому амплітуда стиснення завжди відповідає амплітуді розрідження, а їх чергування відповідає частоті коливань ультразвукової хвилі. Це явище називається ультразвуковим тиском[13]. Робочий інструмент ультразвукової коливальної системи призводить в рух прилеглі до нього частинки середовища і викликає їх постійний зсув, званий ультразвуковим вітром[17,6].

При поширенні інтенсивних ультразвукових коливань (інтенсивністю більше 1...2 Вт/см²) в рідині спостерігається обумовлений ультразвуковим тиском ефект, званий ультразвуковою кавітацією[2]. Бульбашки кавітацій здійснюють пульсуючі коливання, що призводять до активної локальної турбулізації середовища[10]. При цьому спостерігаються локальні миттєві зони тиску, що досягають сотень і тисяч атмосфер. При схлопуванні кавітаційних бульбашок спостерігаються також локальні підвищення температури і електричні розряди[26,8].

Інтенсивність, яка відповідає порогу кавітації, залежить від роду рідини, частоти звуку, температури і інших чинників. У воді на частоті 20 кГц вона становить близько 0,3 Вт/см²[24, 11].

Виявлено, що в діапазоні частот $(5...10) \times 10^3$ Гц відзначаються такі фізико-хімічні явища, як поділ молекул і іонів з різною масою, спотворення форми хвилі, поява змінного електричного поля, капілярно-акустичного і теплового ефекту, активація дифузії. Тут проявляються супутні ефекти, що впливають на процеси екстракції з лікарської, рослинної і тваринної сировини, спостерігається посилення процесів гіперфільтрації, проникності клітинних

мембран, стають можливими стерилізація термолабільних речовин, фонофорез, отримання концентрованих інгаляційних аерозолів[21,22,14,18].

1.2 Вплив ультразвуку на біологічні об'єкти

Механічна дія ультразвуку призводить до роздрібнення і диспергування частинок. Механічний вплив ультразвуку підсилює дифузію в біологічних тканинах. Фізико-хімічна дія ультразвуку на біологічні об'єкти, перш за все, пов'язано з морфологією їх поверхні. Ультразвук підсилює в тканинах проникність клітинних мембран і дифузні процеси, змінює концентрацію водневих іонів в тканинах, викликає розщеплення високомолекулярних сполук, прискорює обмін речовин. При помірній і невеликій інтенсивності ультразвуку в живих тканинах явища кавітації практично не виражені і спостерігається лише пульсація природних бульбашок в біологічних рідинах і посилення внутрішньоклітинних і позаклітинних мікропотоків рідини, які припиняються при відключенні генератора ультразвуку [22, 31,23,27].

У хімічному відношенні продукти розпаду іонізованих молекул води в тканинах організму вкрай активні. Саме їх великою активністю обумовлений ряд загальнобіологічних ефектів, що виникають під впливом ультразвуку[14.

Ультразвук змінює швидкість процесів на кордоні газ-рідина. Так, за даними F. Laugier (2008), його дія підвищує розчинність азоту в воді на 12%. І в той же час ультразвукове опромінення розчинів призводить до їх знегажування.

M. Breitbach (2001) показав ефективність впливу ультразвукового опромінення на процеси сорбції та десорбції в гетерогенних системах. Ультразвуковий вплив частотою 1700 кГц, потужністю 14 Вт прискорює розчинення синильної кислоти у воді.

Теплова дія ультразвуку відбувається внаслідок перетворення акустичної енергії в теплову в результаті поглинання ультразвуку. Крім того, утворення тепла обумовлено фізичними явищами, що викликають так званий ефект прикордонних поверхонь. Сутність його полягає в посиленні дії ультразвуку на кордоні поділу двох середовищ. Особливо це позначається на тепловому ефекті, який може посилюватися в кілька разів[3,20,28].

1.3 Біологічна дія ультразвуку на клітини і тканини

Біологічна дія ультразвуку на клітини і тканини визначається головним чином інтенсивністю ультразвуку та тривалістю опромінення і може здійснювати як позитивний, так і негативний вплив на життєдіяльність організмів. Той, що виникає при порівняно невеликих інтенсивностях ультразвуку (до $1...2 \text{ Вт/см}^2$) механічні коливання частинок роблять своєрідний мікромасаж тканин, що сприяє кращому обміну речовин і кращому потраплянню до тканин поживних речовин та лімфи. Підвищення інтенсивності ультразвуку може привести до виникнення в біологічних середовищах акустичної кавітації, що супроводжується механічним руйнуванням клітин і тканин (кавітаційними зародками служать наявні в біологічних середовищах газові бульбашки)[1,32,35]. Однак більш інтенсивні і тривалі дії можуть привести до перегріву біологічних структур і їх руйнування (денатурація білків і ін.).

Первинний ефект дії ультразвуку виявляється впливом на тканинні і внутрішньоклітинні процеси, на зміну процесів дифузії і осмосу, проникності клітинних мембран, інтенсивності протікання ферментативних процесів, окислення, кислотно-лужного балансу, електричної активності клітини. У тканинах під дією ультразвуку активуються обмінні процеси, збільшується вміст нуклеїнових кислот і стимулюються процеси тканинного дихання. Під впливом ультразвуку підвищується проникність стінок судин[16].

В основі біологічної дії ультразвуку можуть лежати також вторинні фізико-хімічні ефекти. Так, при утворенні акустичних потоків може відбуватися перемішування внутріклітинних структур. Кавітація приводить до розриву молекулярних зв'язків в біополімерах і інших життєво важливих з'єднаннях і до розвитку окислювально-відновних реакцій. Ультразвук підвищує проникність біологічних мембран, внаслідок чого відбувається прискорення процесів обміну речовин через дифузії. Всі перераховані фактори в реальних умовах діють на

біологічні об'єкти в тому чи іншому поєднанні спільно, і тому важко, а часом неможливо окремо досліджувати процеси, що мають різну фізичну природу.

В даний час ультразвук - один з методів інтенсифікації біокаталізу. Ультразвукове опромінення асоціюється з пошкодженням клітин, але доведені і позитивний вплив обробки на посилення біокаталізу і життєдіяльності живих клітин[12,36,34].

1.4 Кавітація в суспензіях клітин

При підвищенні інтенсивності ультразвуку до значень, коли в середовищі виникають механічні зусилля, які можна порівняти з міцністю клітинних мембран, починається процес руйнування клітин. Ефект спостерігається, якщо амплітуда пульсації бульбашок зростає до певної величини. Величина ця різна для різних клітин, залежить від їх форми і розміру, а також міцності цитоплазмичної мембрани і наявності цитоскелета[28,9,33,40].

Ультразвукова дезінтеграція клітин отримала широке застосування в біотехнології, в біохімічних і вірусологічних дослідженнях для виділення окремих речовин і фрагментів клітин, а також в лабораторній діагностиці для визначення механічної резистентності клітинних мембран[29].

Відомо, що в ультразвуковому полі відбувається зміна структури, форми і функції молекули білка. Напрямок цих змін залежить від будови білкових і кінцевих груп білка і властивостей газу, що міститься в водному розчині[8].

Встановлено, що ефект впливу ультразвуку на біомакромолекул (нуклеопротейни, нуклеїнові кислоти, ліпопротейди та інші) залежить від природи газу, присутнього в розчині досліджуваних речовин. У наявності кисню відбувається процес деградації біомакромолекул, що викликає пригнічення її біокаталітичної активності. Дані процеси супроводжуються зниженням в'язкості розчинів цих речовин. У присутності водню спостерігається збільшення молекулярної маси біомакромолекул при

збереженні їх нативних властивостей, зокрема таких білків, як сироватковий альбумін, трипсин і пепсин[4,34,42].

1.5 Стерелізуючий ефект ультразвуку

Стерилізуючий ефект ультразвуку обумовлений руйнівним впливом ультразвукових коливань на мікроорганізми, що дозволило використовувати ультразвук для стерилізації та дезінфекції. Так, наприклад, стерилізація молока при обробці протягом 15... 60 секунд затримує його скисання на 5 діб, при цьому вітаміни в молоці зберігаються. В 1 см³ молока, стерилізованого ультразвуком, міститься в середньому 18 КУО, в той час як після звичайної пастеризації протягом 1 години на 1 см³ його залишається близько 3000 КУО [6,19,30].

Механізм стерилізуючого дії ультразвуку досить складний і розкритий не повністю. Очевидно, кавітація є провідним фактором. Явище кавітації виникає в першу чергу там, де міцність рідини найменша, тобто на межі поділу середовищ клітина-рідина. При утворенні на поверхні клітини кавітаційного пухирця в момент його зменшення відбувається як би втягування структури стінки в порожнину каверни. У наступній фазі при закритті каверни виникає потужний гідродинамічний удар, що досягає десятків мегапаскалей.

Виявлено позитивні результати дезінфекції води за допомогою ультразвукових коливань; протягом 5 хвилин вдається досягти повної стерилізації води без застосування будь-яких хімічних реагентів. Відзначається також позитивний ефект застосування ультразвукових коливань для стерилізації консервів і соків[38,41].

З'ясовано, що при дії ультразвуку підвищується чутливість мікроорганізмів до дезінфікуючих речовин. Стерилізуючий ефект при обробці водних суспензій бактерій кишкової палички (*Escherichia coli*), які попередньо піддавалися дії ультразвуку, був досягнутий при значно менших концентраціях хлору, формаліну та інших дезінфікуючих речовин. Це обумовлено зміною («розхитування») макромолекулярних структур, що входять до складу оболонки мікроорганізмів, що призводить до порушення проникності оболонок і мембран живих клітин[39,31].

Ще в 1928 році було вперше доведено, що оброблені ультразвуком розчини, емульсії, суспензії і відвари протягом деякого часу після обробки залишаються стерильними.

Існує метод очищення насіння від спор грибів за допомогою ультразвуку (UnitedStatesPatent 6185865, 2001). Метод здійснюється шляхом занурення насіння в водний розчин з інертним газом за допомогою ультразвукової обробки з частотою 15...30 кГц, питомою потужністю 1...10 Вт/см² і тривалістю 1...15 хвилин.

Майже всі мікроскопічні рослини і організми гинуть, якщо піддати їх дії ультразвуку високої інтенсивності, потужністю 500 кГц. Цей факт в даний час розглядається як альтернативний, безпечний шлях до очищення води і продуктів харчування.

Руйнуються ультразвуком кишкова (*Escherichia coli*), брюшнотифозна (*Salmonella typhi*), дифтерійна (*Corynebacterium diphtheriae*), сінна (*Bacillus subtilis*) палички, клітини правця (*Tetanus bacillus*), сальмонели (*Salmonella*), коки (*Staphylococcus*), трипаносоми (*Trypanosoma bacillus*), трихомонади (*Trichomonas*), збудник тифу (*Typhus recurrens*) і ін. Ультразвук високої інтенсивності завдає руйнівної дії на віруси тютюнової мозаїки (*Tobacomosaicvirus*), енцефаліту (*Encephalitis virus*), висипнотифозні, грипу (*Influentia*). Бактеріофаги великих розмірів також чутливі до дії ультразвуку. З патогенних мікроорганізмів найбільшу стійкість до впливу ультразвуку виявляють різні штами туберкульозних паличок (*Tuberculum bacillus*)[37].

Стерилізуюча дія ультразвуку на мікроорганізми проявляється на частотах 20 кГц і вище, при інтенсивності більше 0,5 Вт/см² в кавітаційному режимі опромінення[5,7].

Застосування ультразвуку можливе для стерилізації лікарських препаратів, приготованих як в заводських, так і в аптечних умовах. В аптечних умовах, застосовуючи ультразвук частотою 490 кГц і інтенсивністю 20 Вт/см² протягом 5 хвилин, досягали повної стерилізації очних крапель: 0,25% розчину

сульфату цинку, 1% розчинів діоніна, платифіліна гідротартрата, солянокислого пілокарпіну. Аналіз приготованих розчинів показав збереження автентичності та кількісного вмісту лікарських речовин в розчинах до і після ультразвукового впливу[15].

Висновки

Використання ультразвукових технологій в даний час набуває все більшого поширення. Традиційними середовищами для ефективної реалізації ультразвукових технологій є вода, органічні розчинники, рідкі середовища на водній основі з малим об'ємним вмістом твердої фракції. Застосування водних середовищ обумовлено можливістю створення режиму розповсюдження ультразвукових коливань в середовищі при мінімальних енергетичних затратах.

Впровадженням техніки ультразвуку займаються ряд країн, серед них: Heilsher та Systec, Німеччина: Reso Dyn, США: Telsonic Ultrasonics, Швейцарія. Ультразвукові пристрої, що випускаються наведеними вище компаніями охоплюють широкий діапазон застосувань, від гомогенізації проб в лабораторіях, до обробки ультразвуком великих об'ємів продукту в промислових виробництвах. Розглянуті компанії спеціалізуються на обладнанні для ультразвукової обробки рідин та цільових продуктів, що включає в себе емульгування, диспергування, гомогенізацію, розчинення та стерелізацію ультразвуком.

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Опис експериментальної установки

Дослідження процесу впливу ультразвуку на подальшу швидкість вирощування зернових культур проводились на експериментальних установках, наведених на рис. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4.

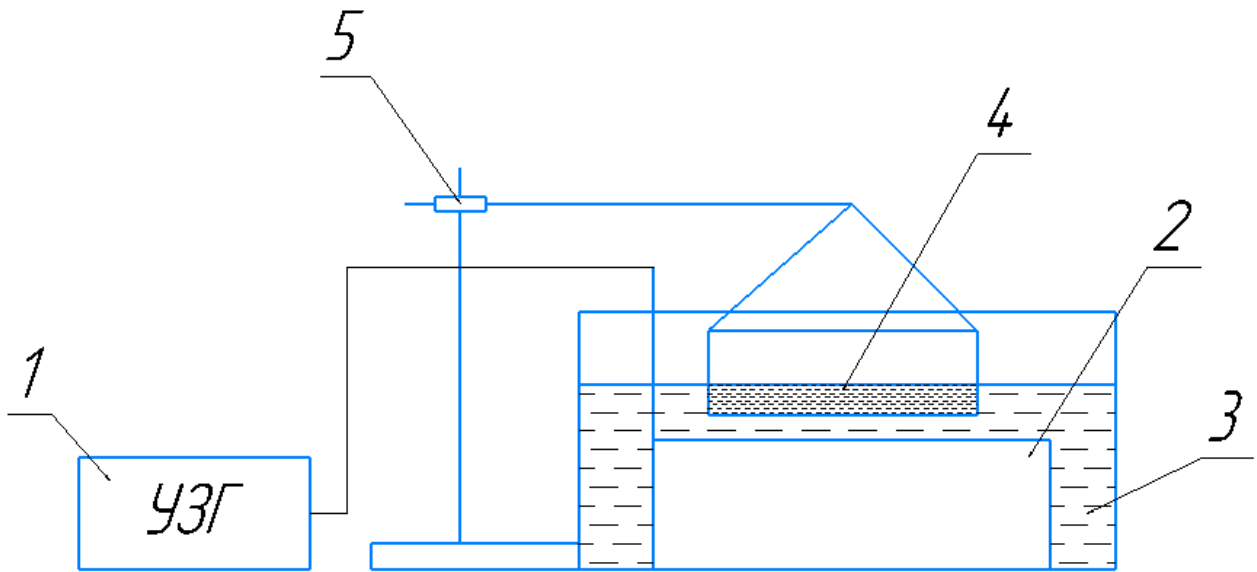


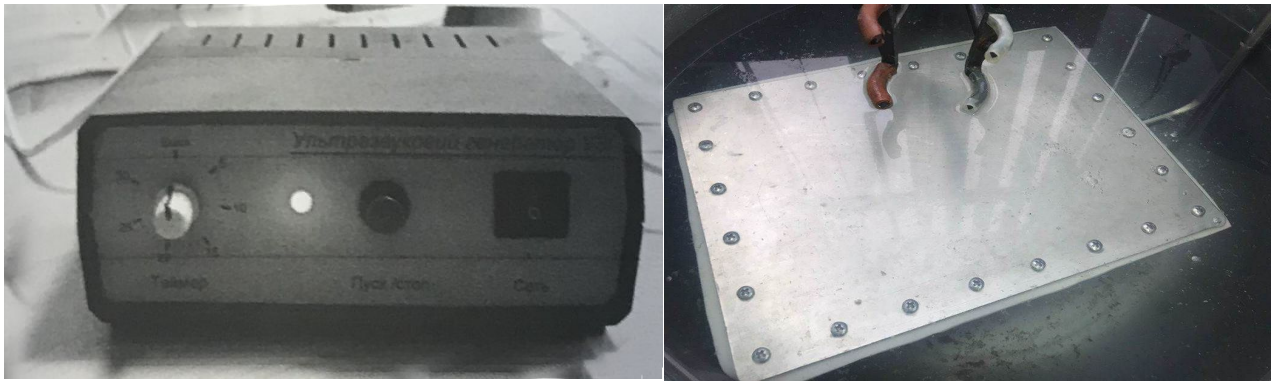
Рисунок 2.1 – Принципова схема експериментальної установки:

1 – ультразвуковий генератор, 2 – ультразвуковий перетворювач, 3 – ємність, 4 – решітчаста посудина з зерном, 5 – штатив

Експериментальна установка складається з ультразвукового генератора 1 та ультразвукового перетворювача 2. Ультразвуковий перетворювач являє собою погрузний блок, який встановлюється в ємність 3 з робочою рідиною. На штативі 4 встановлена решітчаста ємність з зерновою культурою для контакту з робочою рідиною. Вимірювання зміни температури здійснюється термопарою.

Джерелом ультразвукових коливань служить низькочастотний ультразвуковий генератор 1, із частотою випромінювання ультразвукових коливань 36 кГц, потужністю 300 Вт та інтенсивністю ультразвукових коливань $1,65 \text{ Вт/см}^3$.

Ультразвуковий перетворювач 2 (погружний блок) виготовлений з нержавіючої сталі, та складається з 6 ультразвукових випромінювачів, які перетворюють електричну енергію в ультразвукові коливання. Погружний блок з'єднаний з ультразвуковим генератором 1 та встановлюється в ємність 3 таким чином, щоб був повністю покритий рідиною. Це пов'язано з тим, що ультразвукові коливання використовуються в процесах, пов'язаних з рідкими станами реагентів, оскільки в них найбільш ефективно передається енергія та виникають процеси, які збільшують проникність мембран, гомогенізацію на клітинному рівні та масоперенос в цільовому продукті.



а

б

Рисунок 2.2 – Світлина ультразвукової установки: а – ультразвуковий генератор, б – ультразвуковий перетворювач

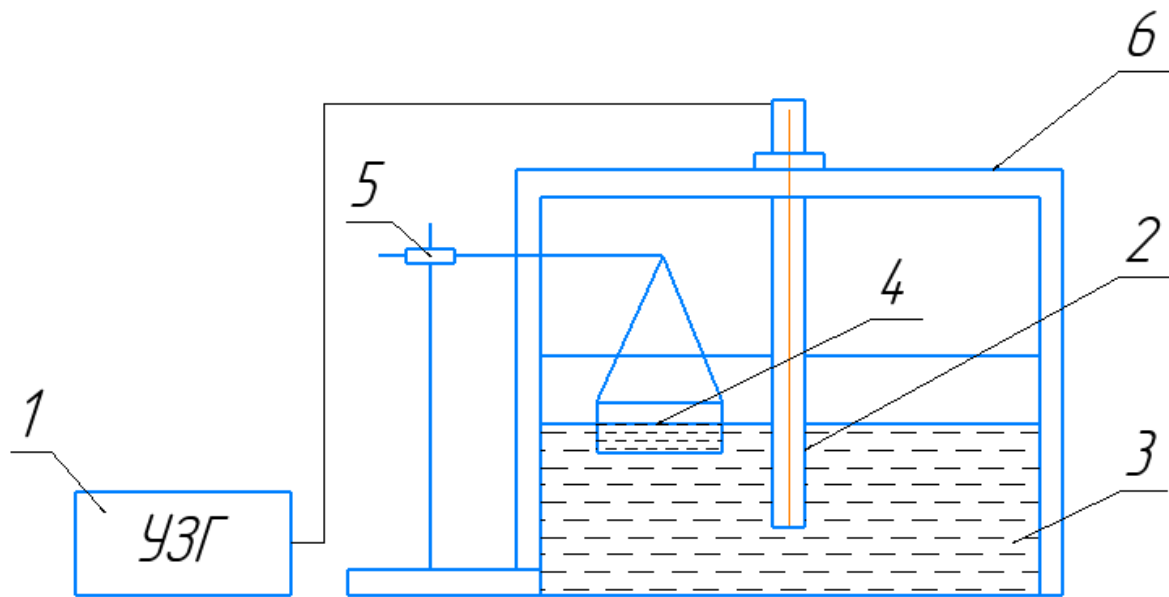


Рисунок 2.3 – Принципова схема експериментальної установки другого етапу дослідів.

1 – ультразвуковий генератор, 2 – ультразвуковий каскадний випромінювач, 3 – ємність, 4 – решітчаста посудина з зерном, 5 – штатив, 6 опора ультразвукового перетворювача

Експериментальна установка складається з ультразвукового генератора 1 та ультразвукового перетворювача 2. Ультразвуковий перетворювач являє собою каскадний випромінювач, який встановлюється на опору 6 і занурюється в ємність 3 з робочою рідиною. На штативі 4 встановлена решітчаста ємність з зерновою культурою для контакту з робочою рідиною. Вимірювання зміни температури здійснюється термопарою.

Джерелом ультразвукових коливань служить низькочастотний ультразвуковий генератор 1, із частотою випромінювання ультразвукових коливань 352 кГц, потужністю 700 Вт.

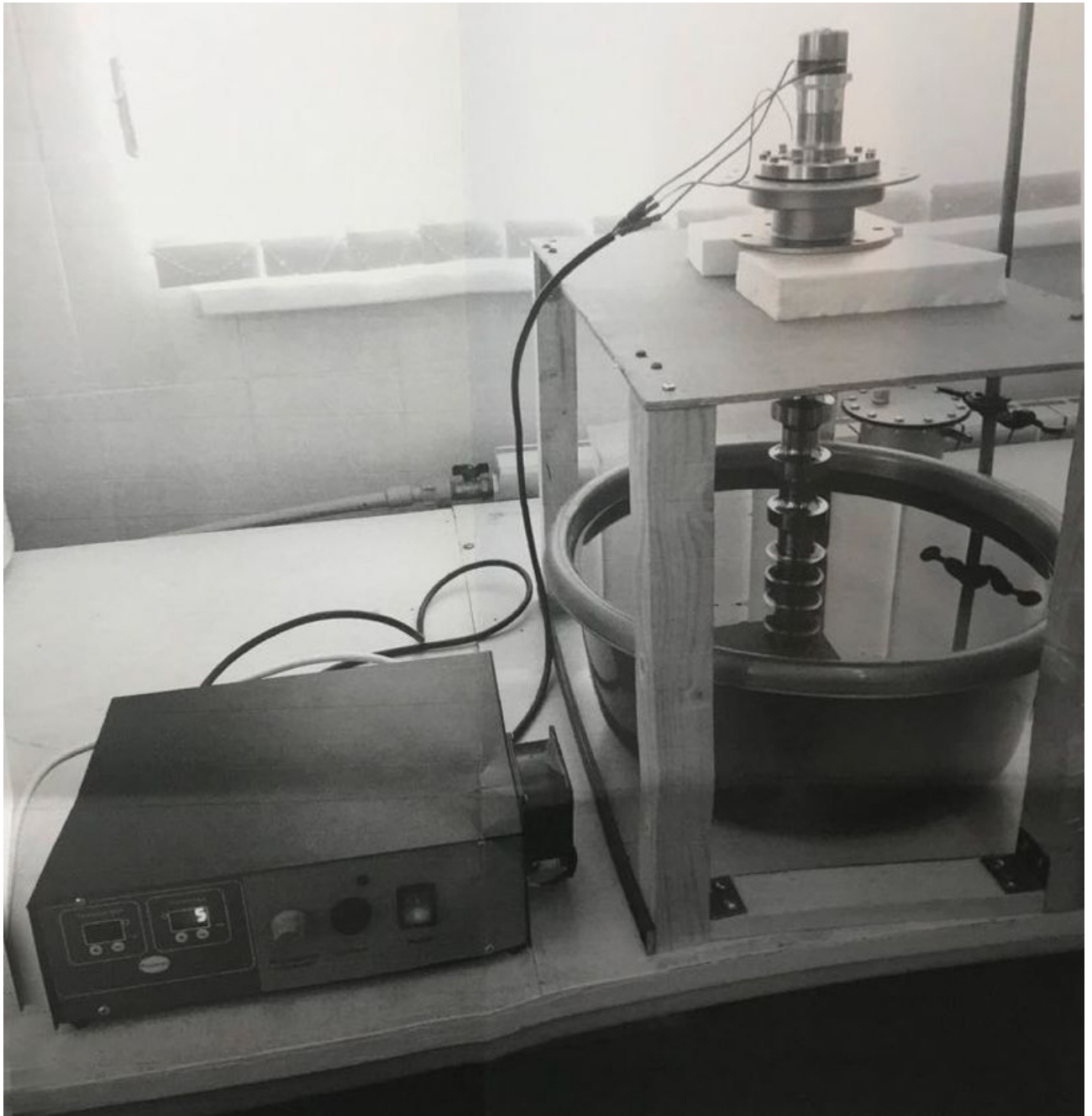


Рисунок 2.4 – Світлина ультразвукової установки узк-700-35

Принцип дії заснований на створенні подовжніх коливань, що створюються п'єзокерамічним випромінювачем, а радіальні по всій довжині резонатора. УЗК-700-35 складається з ультразвукового генератора і каскадного ультразвукового випромінювача, який перетворює електричну енергію в ультразвукові коливання.

Каскадний випромінювач 2, встановлений на опорі 6 з'єднаний з ультразвуковим генератором 1 встановлюється в ємність 3 таким чином, щоб був частково, або повністю був покритий рідиною.

2.2 Методика проведення експериментальних досліджень

На першому етапі експериментальних досліджень обираємо об'єкт дослідження та середовище для проведення експерименту. В якості сировини, яка буде оброблюватись ультразвуком обираємо ту, яка є лідером за відсотковим відношенням посіву серед зернових на території України. Для того, щоб зменшити похибки та полегшити експериментальні дослідження до кінцевого продукту висуваються наступні вимоги:

- а) рівномірна ультразвукова обробка у всьому об'ємі середовища
- б) проста технологія отримання кінцевого продукту
- в) отримання підвищених кількісних і якісних характеристик

Виходячи з поставленої задачі, від якості початкової сировини залежить результат експерименту у вигляді отримання кінцевих даних, подальшої обробки та аналізу. На основі цього, за сировину обираємо пшеницю.

Обираємо для кожного з зразків по 50 зерен пшениці, попередньо відібраної для проведення експерименту, завантажуюмо в ємність, та закріплюємо на штативі таким чином, щоб зерна знаходились в повному контакті з середовищем. Вмикаємо ультразвукову установку. Під впливом ультразвукових коливань в середовищі відбувається процес кавітації, і як наслідок, відбувається збільшення величини проникності мембран зерна до поглинання води, стимуляція росту. В процесі експериментальних досліджень визначаємо час протягом якого відбувається обробка кожного зразка. Фіксуємо зміни температури.

Для підтвердження ефективності процесу після проведення експерименту всі зразки, включаючи контрольний, висаджуються для двотижневого нагляду та збору результатів. Кожен з зразків щодня отримував однакову кількість води протягом тижня, наступний тиждень кількість води залежала від розвиненості корневої системи. Кількість води визначалась достатньою, настільки, скільки могла втримати корнева система уникаючи загнивання та розвитку плісняви.

2.3 Результати проведення експерименту

Результати експериментальних досліджень на рис. 2.5

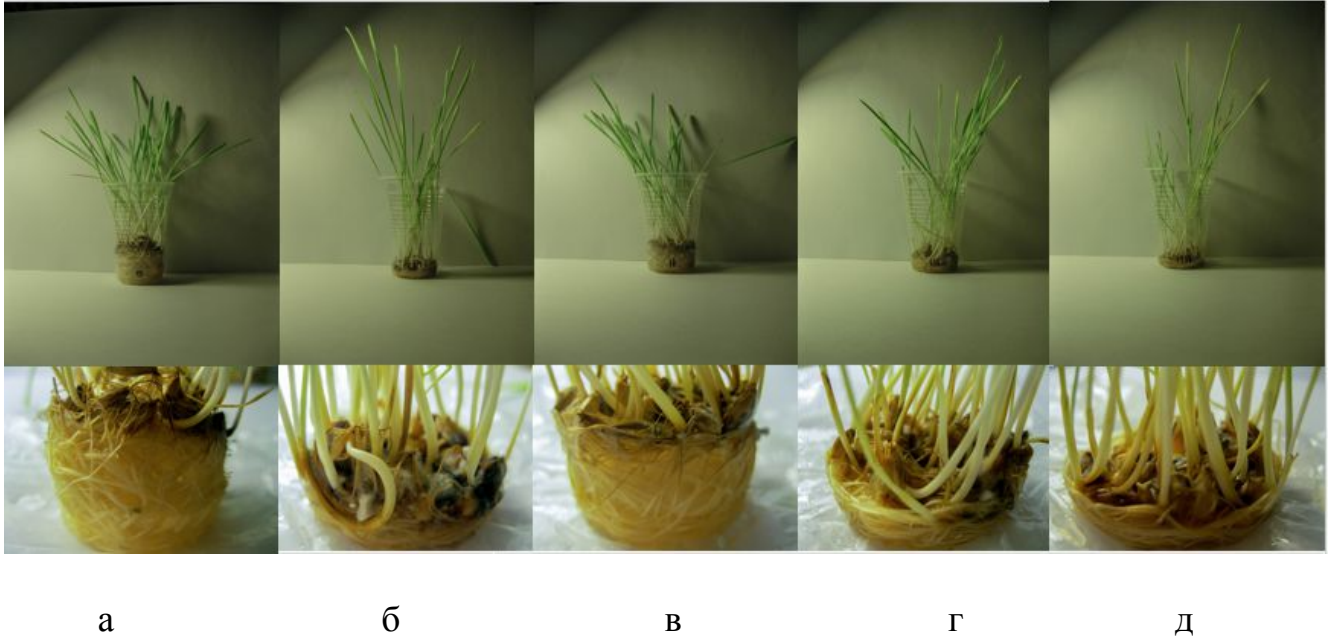


Рисунок 2.5 – Світлини результатів взощення зерен пшениці після ультразвукової обробки: а – контрольний зразок, б – 5 хвилин, в – 10 хвилин, г – 15 хвилин, д – 20 хвилин.

Було проведено 5 дослідів, результати експериментальних досліджень занесені до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. – Результати експериментальних досліджень

t, хв	Кількість пророщених зерен				
	0	46	16	15	19
5	33	31	32	27	15
10	42	40	43	45	13
15	39	33	34	41	14
20	34	40	41	38	7

Таблиця 2.2. – Зміна температури середовища

$t, \text{хв}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$T, \text{°C}$	16.3	16.5	16.6	16.8	17	17.2	17.6	17.9	18.2	18.3	18.4	18.6	19	19.3	19.5	19.6	19.7	19.9	20	20.2

2.4 Обробка результатів експерименту

Візуалізація результатів дослідження зображена на рис 2.6

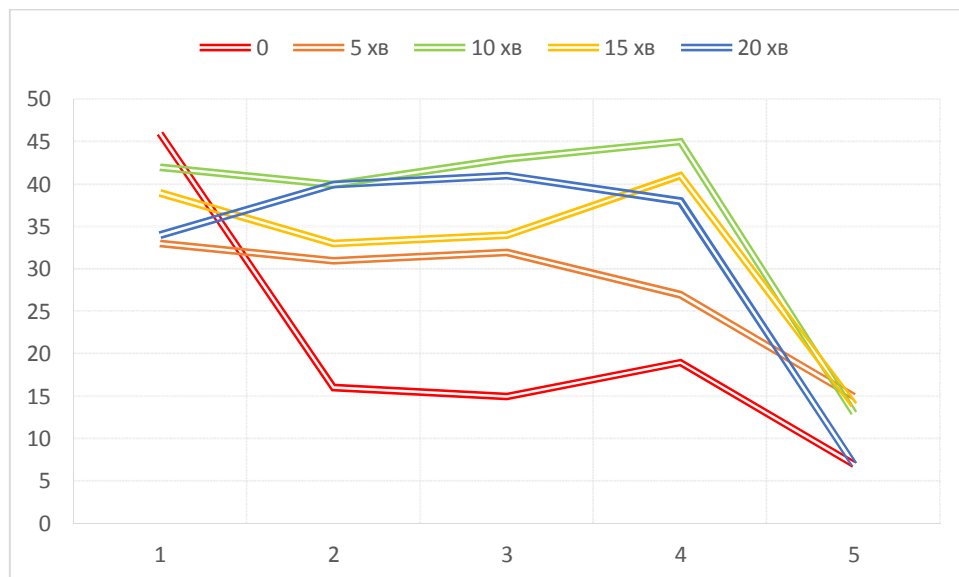


Рис 2.6 – Графік результатів експерименту

Підрахуємо середню кількість взрощених зерен та відсоткове відношення до загальної кількості висадженого на початку дослід з поправкою на результати останнього експерименту та його результати викликані різким зниженням кількості сонячного світла.

Таблиця 2.3 – Зведені результати експерименту

Час обробки, хв	Загальна кількість висаджених зерен, шт	Сумарна кількість взрощених зерен, шт	Середня кількість взрощених зерен в досліді, шт	Відсотковий показник взрощуваності
0	200	96	24	0,48
5	200	123	30,75	0,615
10	200	170	42,5	0,85
15	200	147	36,75	0,735
20	200	153	38,25	0,765

Висновки

1. Провівши експериментальні дослідження для пшениці можна зробити висновок про позитивний вплив ультразвукової обробки на подальший процес взощування зерен вцілому, порівняно з традиційними методами. Даний метод підвищує кількісні і якісні характеристики, що може потенційно збільшити кількість та якість врожаю використовуючи одну й ту ж саму площу посіву. Позитивні результати особливо характерні в умовах недостатньої кількості світла, де показники кількості взощених зерен на 50% були більшими за контрольний зразок.
2. На кількість і швидкість взощення зерен впливає природа та властивості ультразвукових коливань, такі як частота, інтенсивність, потужність установки, а також температура середовища, якість сировини.

3. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

3.1 Перевірка несучої спроможності опор під дією навантаження апарату

Завдяки САПР – SolidWorks Simulation (розрахунок на міцність конструкцій (деталей і збірок) у пружній зоні. Входить у базову конфігурацію SolidWorks Premium), було навантажено опору для апарату вагою апарату в робочих умовах. Перевірку проходила одна опора (рис. 3.1), а вагу зменшено удвічі (оскільки апарат має 2 опори).

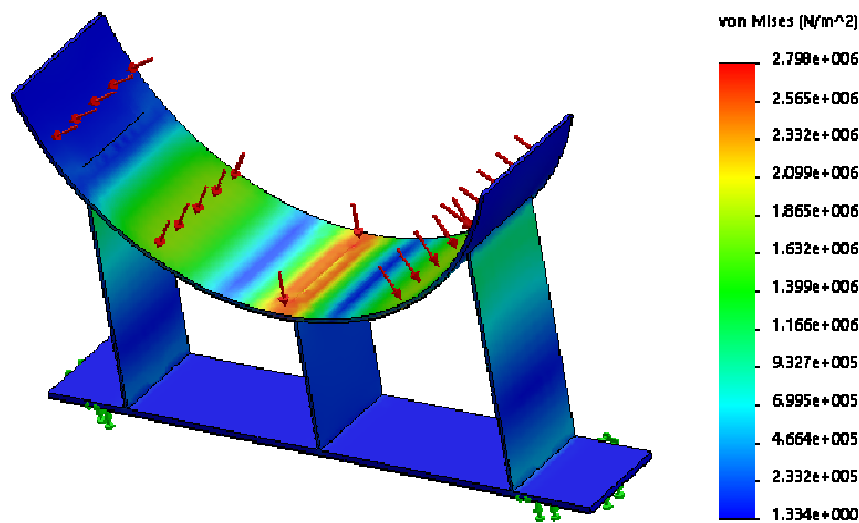


Рис. 3.1 – Напруження в опорі

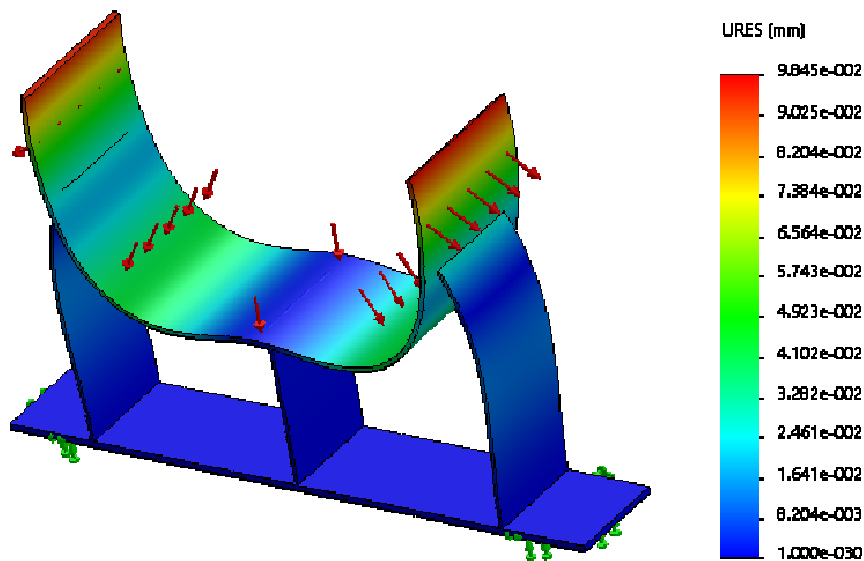


Рис. 3.2 – Переміщення в опорі

Умова несучої спроможності виконується. Конструктивні елементи відповідають заданим навантаженням.

3.2 Перевірка внутрішньої кришки апарату під дією внутрішнього тиску

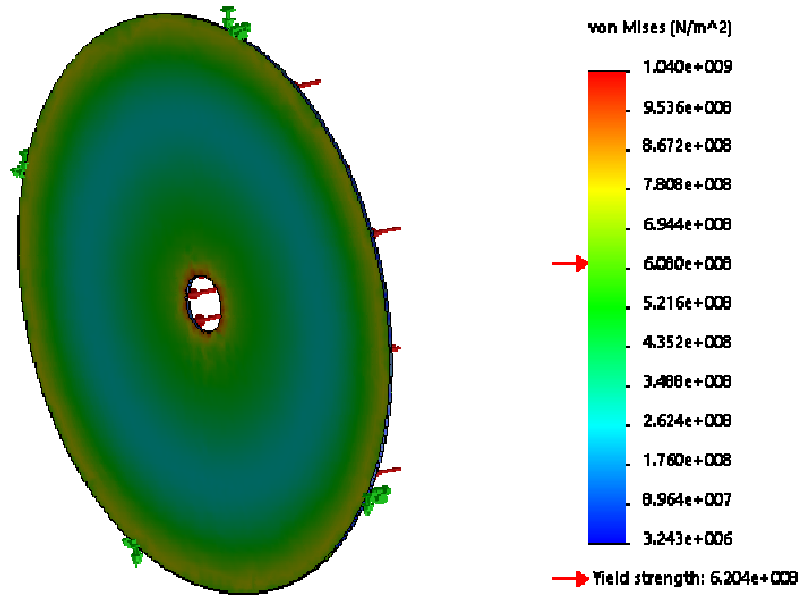


Рис. 3.2 – Навантаження на внутрішню кришку апарату

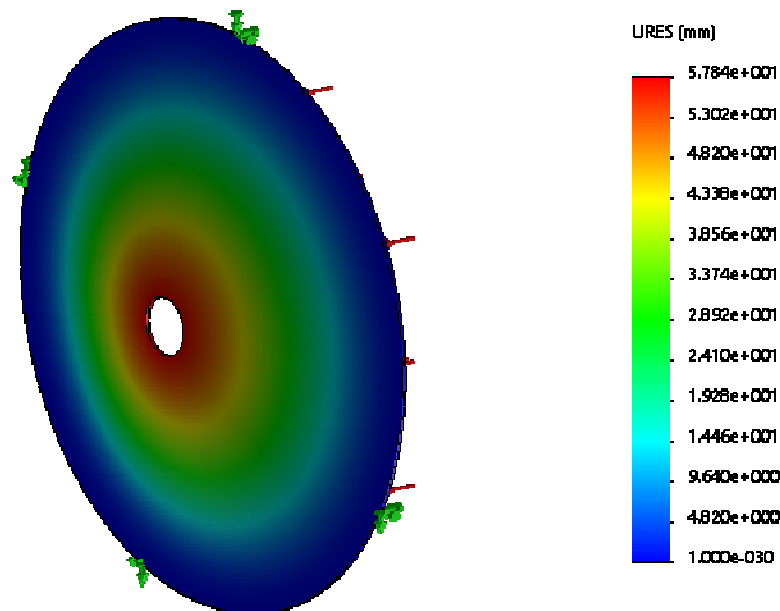


Рис 3.3 – Переміщення в внутрішній кришці апарату

3.3 Перевірка на міцність корпусу апарату

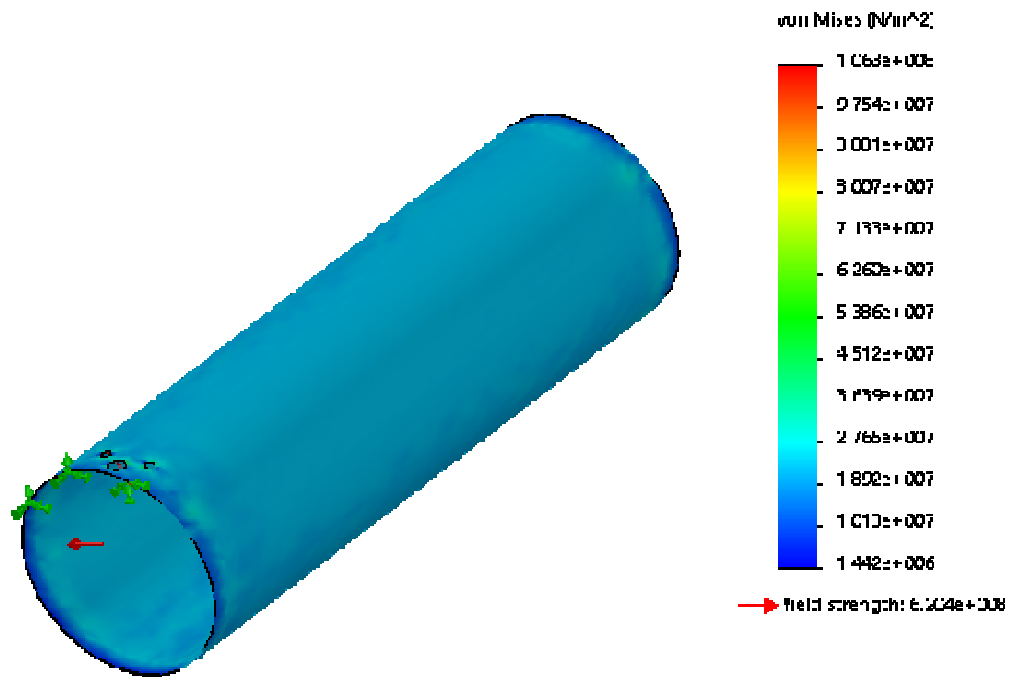


Рис 3.5 – Напруження в корпусі апарату

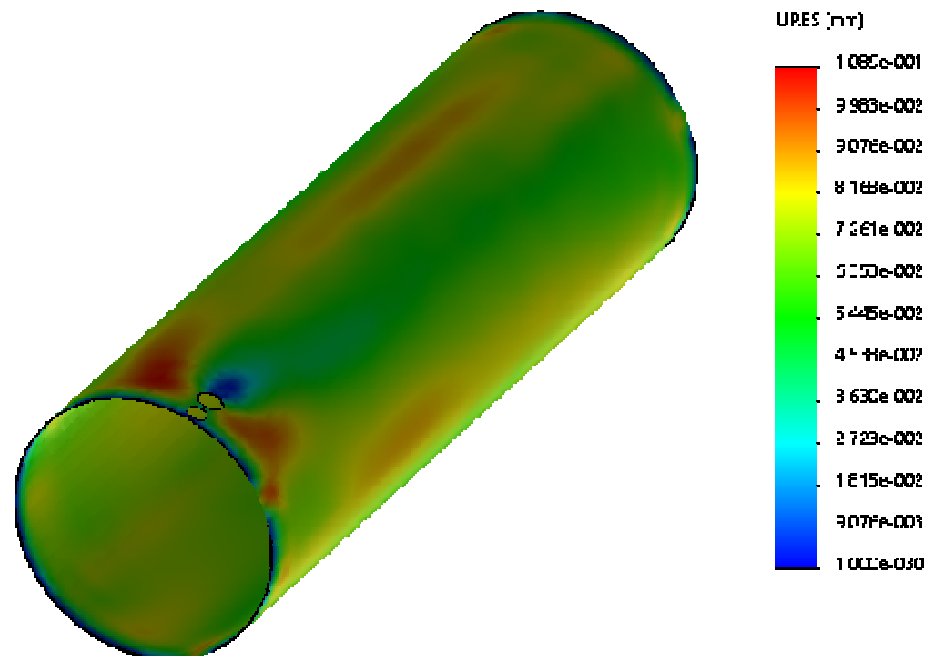


Рис 3.6 – Переміщення в корпусі апарату

3.4. Компоновка елементів апарату

Після проведення моделювання складових елементів апарату, та проведення аналізу навантажень та переміщень компонують апарат.

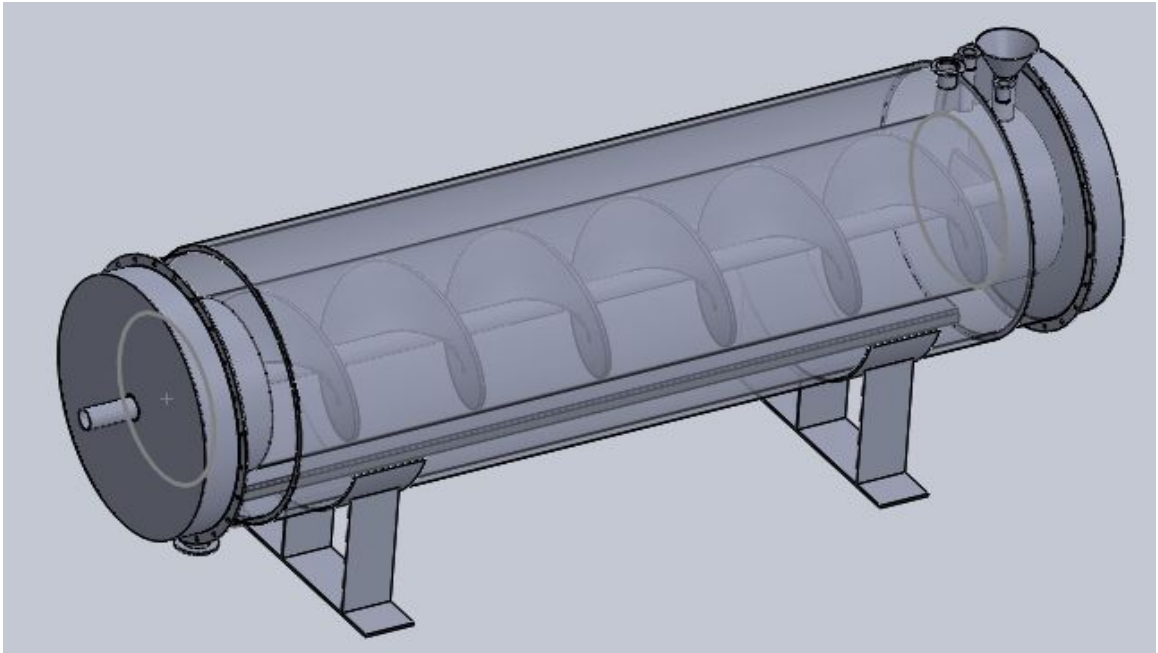


Рис 3.4 – Загальний вигляд апарату

4. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРОБЛЕННОЇ КОНСТРУКЦІЇ АПАРАТУ

4.1 Призначення та область застосування

Апарат для ультразвукової обробки зернових культур призначений для отримання кінцевого продукту з сировини. Сировиною можуть бути зернові культури, які в майбутньому будуть висаджені. Ефект прискорення взрощування досягається за рахунок гідратації та акустичної кавітації, яка виникає в рідкому середовищі. Застосування водних середовищ обумовлено можливістю створення режиму розвиненої кавітації при мінімальних енергетичних витратах.

При впливі на процес обробки зерен з великою інтенсивністю в рідкому середовищі виникає знакоперемінний звуковий тиск, який сприяє проникненню рідини через мембрану зерна, збуджує природні процеси росту, а також швидкі потоки у вигляді ультразвукової кавітації. Це дозволяє інтенсифікувати процес взрощування.

Даний апарат можна застосовувати для ультразвукової обробки з подальшою інтенсифікацією взрощення після висадки. Наприклад, встановлення на проміжних етапах перед направленням зерна на зберігання, зерна навіть після сушіння зберігають в собі вологу, яка була поглинута під час обробки, або польове використання перед процесом посіву.

4.2 Обґрунтування вибору конструкції і вибір матеріалів

Розроблена конструкція апарату для ультразвукової обробки зернових культур (рис 4.1) містить циліндричний корпус 1, співвісно розташований перфорований циліндричний корпус 2, в якому знаходиться шнек 3 закріплений підп'ятником 4, навколо апарату встановлена сорочка 5. На зовнішній обичайці апарату встановлений короб для випромінювачів ультразвукових коливань 6. Підведення рідкого середовища здійснюється за допомогою штуцера подачі в зовнішню обичайку 7, в внутрішню обичайку 8, а також штуцера подачі води в сорочку апарату 9. Відведення води відбувається через штуцери 10 та 11.

Подача сировини здійснюється через бункер подачі 12, відведення через бункер 13. Апарат встановлюється на сідлові опори 14.

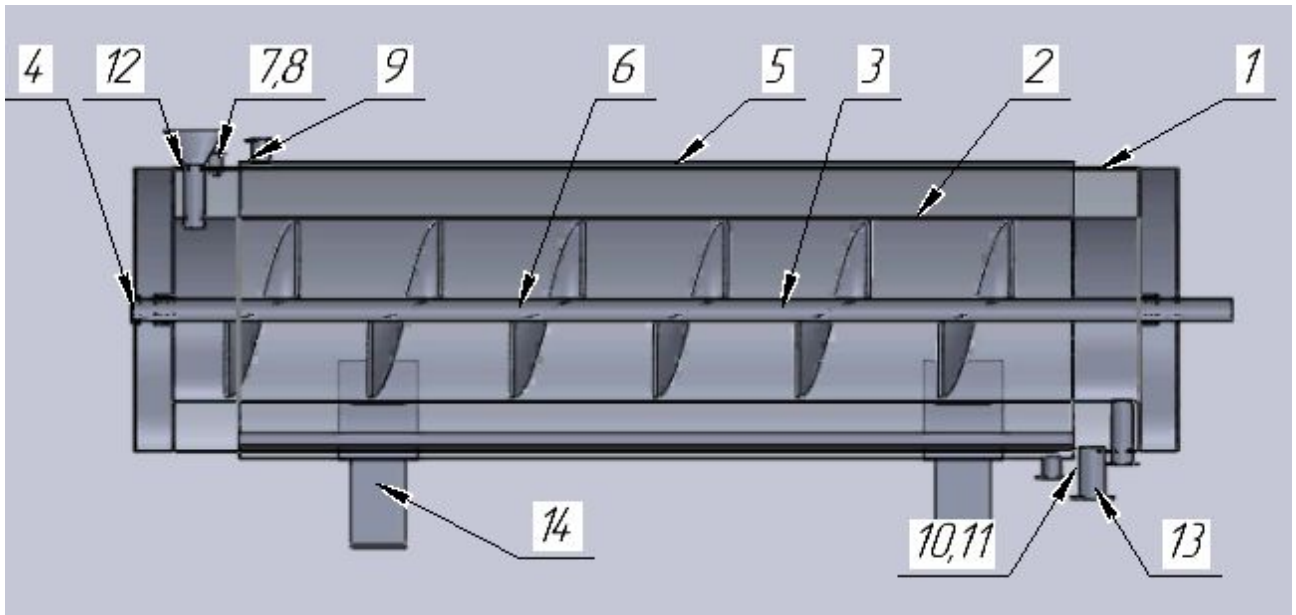


Рис. 4.1 – Апарат для передпосівної обробки ультразвуком зернових культур

4.3 Технічна характеристика

Апарат призначено для ультразвукової обробки зернових культур.

1. Об'єм апарату, м ³	5,6;
3. Частота обертання вала мішалки, об/хв.	0,88;
4. Потужність електродвигуна, кВт	0,3;
5. Коефіцієнт заповнення	0,75-0,9;
7. Робочий тиск, МПа	
в корпусі	0,1;
в сорочці	0,2;
8. Температура середовища, °С	до 26;
9. Маса апарату, кг	700;
10. Габаритні розміри, мм	
довжина	4755;
ширина	1280;
висота	1280.

4.4 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції апарату

4.4.1 Розрахунок обичайки ферментеру під дією внутрішнього тиску

Вихідні дані:

Внутрішній діаметр обичайки D , м	0,88;
Робочий тиск в апараті P , МПа	0,1;
Тиск стерилізації P_{CT} , МПа	0,2;
Температура рідкого середовища t_{pc} , °C	20;
Матеріал обичайки – Сталь 09Г2С.	

Для знаходження розрахункового тиску розглянемо режими роботи

1. Режим стерилізації;
2. Режим роботи.

При стерилізації апарату, тиск в ньому сягає $P_{CT}=0,2\text{МПа}$. В режимі роботи в апараті є надлишковий тиск, який дорівнює $P = 0,1\text{МПа}$.

Тоді розрахунковий тиск – внутрішній і дорівнює $P_p = 0,2\text{МПа}$.

Знайдемо допустиме напруження при робочій температурі для Сталі 09Г2С [6]

$$[\sigma] = 180\text{МПа};$$

Знайдемо виконавчу товщину стінки труби:

$$S = S_p + c$$

приймаємо $\varphi = 0,9$ [15]

$$S_p = \frac{P \cdot D}{2[\sigma]\varphi - P} = \frac{0,2 \cdot 0,88}{2 \cdot 180 \cdot 0,9 - 0,2} = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ м} \approx 1\text{мм};$$

$$c = c_1 + c_2 + c_3 + c_4;$$

прибавка на корозію з урахуванням корозії з обох боків стінки обичайки

$$c_1 = \Pi\tau = 0,05 \cdot 30 = 1,5 \text{ мм},$$

$$c_2 + c_3 = 1 \text{ мм},$$

$$S = S_p + c_1 + c_2 + c_3 = 1 + 1,5 + 1 = 3,5 \text{ мм} \rightarrow 5 \text{ мм} \text{ приймаємо стандартне значення.}$$

З нього випливає

$$c_4 = 5 - 4,5 = 0,5 \text{ мм},$$

Визначаємо допустимий тиск $[P]$ на обичайку:

$$[P] = \frac{2[\sigma]\varphi(S-c)}{D+S-c} = \frac{2 \cdot 180 \cdot 10^6 \cdot 0,9(3,5 \cdot 10^{-3})}{0,88 + 4,5 \cdot 10^{-3}} = 1,2 \text{ МПа};$$

$$P \leq [P];$$

$$0,2 \text{ МПа} \leq 1,2 \text{ МПа};$$

Умова міцності виконується. Отже міцність обичайки під дією внутрішнього тиску забезпечена.

4.4.2 Розрахунок шнеку

Розрахуємо шнек для переміщення зернових культур в рідкому середовищі.

Насипна щільність $\rho_n = 800 \text{ кг/м}^3$. Довжина шляху переміщення $L_{\text{шнек}} = 4400 \text{ мм}$.

Продуктивність $Q_{\text{шнек}} = 1 \text{ т/год}$.

Необхідний діаметр гвинта визначається за формулою:

$$D_{\text{гв}} = 0,275 \frac{Q}{E \cdot n \cdot \varphi \cdot \rho_n};$$

де, $D_{\text{гв}}$ - діаметр гвинта, м; $Q_{\text{шнек}} = 1$ - продуктивність апарату за годину, т/год; E - відношення кроку шнеку до його діаметру ($E = 0,8$); n - частота обертання гвинта, об/хв; $\rho_n = 800 \text{ кг/м}^3$; φ - коефіцієнт заповнення жолобу.

Звідси знаходимо:

$$D_{\text{шнек}} = 0,275 \frac{1}{0,8 \cdot 0,88 \cdot 0,5} = 0,78 \text{ м};$$

Визначаємо потужність на валу гвинта:

Потужність на валу гвинта визначаємо за формулою (3.8):

$$N_0 = \frac{Q}{367} (L_r \cdot \omega \pm H) + 0,02 \cdot R \cdot g_K \cdot L_r \cdot \omega_e;$$

де : N_0 – потужність на валу гвинта, кВт;

L_r – горизонтальна проекція довжини шнеку, м;

H – висота підйому, мм;

w – коефіцієнт опору переміщення;

$K=0.2$ – коефіцієнт, який враховує характер переміщення гвинта;

g_K – маса частини шнеку, що обертається, кг/м;

v – осьова швидкість руху сировини, м/хв;

w_B – коефіцієнт опору руху. Для підшипників $w_B=0.16$;

$w=1.2$;

$$g_K = 80D_{zg} = 80 \cdot 0.8 = 64 \text{ кг/м};$$

Осьова швидкість руху сировини:

$$v = S \cdot n = 0.65 \cdot 0.88 = 0.44 \text{ м/хв} = 0,0073 \text{ м/с}$$

Потужність на валу гвинта:

$$N_0 = \frac{1}{367} (4.4 \cdot 1.2) + 0.02 \cdot 0.2 \cdot 64 \cdot 4.4 \cdot 0.16 = 0.2 \text{ кВт};$$

Визначення потужності для приводу шнеку

Потужність двигуна визначається:

$$N = \frac{K * N_0}{\eta};$$

де, K – коефіцієнт запасу потужності; η – ККД приводу (0,6-0,85);

Для приводів шнеків приймають $K=1,25$.

Прийmemo $\eta=0,85$;

Тоді потужність двигуна: $N = \frac{1.25 \cdot 0.2}{0.85} = 0,3 \text{ кВт};$

4.4.4 Розрахунок штуцерів

Метою розрахунку є визначення потоку речовини і трубопроводах і розрахунок діаметрів штуцерів.

Діаметри штуцерів визначаємо за формулою [10]:

$$d_i = \sqrt{\frac{4 \cdot v_i}{\tau_i \cdot w \cdot \pi}}$$

Швидкість потоку розчину у трубопроводі:

$$w_i = \frac{4 \cdot v_i}{\tau_i \cdot \pi \cdot D_{yi}}$$

В апараті використовується 2 штуцери для подачі води. Отже повне заповнення розподіляємо навпіл.

Визначимо необхідні значення для розрахунку діаметрів штуцерів.

Швидкість розчину в трубопроводі приймаємо $w = 0,4 \frac{м}{с}$.

Штуцер для подачі води:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot v_1}{\tau_1 \cdot w \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4(V_g)}{\tau_1 \cdot w \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (0,987)}{600 \cdot 0,4 \cdot 3,14}} = 36 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр штуцера $D_y = 39 \text{ мм.}$

Швидкість потоку води:

$$w_1 = \frac{4 \cdot V_g}{\tau_1 \cdot \pi \cdot D_y} = \frac{4 \cdot 0,8}{600 \cdot 3,14 \cdot 0,039^2} = 0,39 \frac{м}{с}$$

Приймаємо діаметр штуцера $D_y = 39 \text{ мм.}$

Штуцер для вивантаження готового продукту:

$$d_4 = \sqrt{\frac{4 \cdot V_3}{\tau_4 \cdot w \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1}{600 \cdot 0,42 \cdot 3,14}} = 62 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр штуцера $D_y = 78 \text{ мм.}$

Штуцер для завантаження сировини:

$$d_4 = \sqrt{\frac{4 \cdot V_3}{\tau_4 \cdot w \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1}{600 \cdot 0,33 \cdot 3,14}} = 32 \text{ мм.}$$

4.4.5 Розрахунок фланцевого з'єднання

Даний розрахунок наведений у «Конструювання і розрахунок сталевих зварних посудин та апаратів. Фланцеві з'єднання» Барвіна О.І.[9].

При внутрішньому діаметрі $D=1,28\text{ м}$ та внутрішньому тиску в апараті $p=0,2\text{ МПа}$ обираємо плоскі приварні фланці з гладкою ущільнюючою поверхнею (рисунок 4.1).

Проведемо конструктивний розрахунок фланця.

Висота втулки фланця:

$$h_g = 0,5\sqrt{D(s_o - c)} = 0,5\sqrt{1,28(0,005 - 0,00164)} = 0,0327\text{ м}.$$

Приймаємо висоту втулки $h_g = 0,05\text{ м}$.

Діаметр болтової окружності:

$$D_o = D + 2(2s_o + d_o + u) = 1,28 + 2(2 \cdot 0,005 + 0,020 + 0,004) = 1,348\text{ м},$$

де $d_o = 20\text{ мм}$ – зовнішній діаметр болта при $D = 0,8\text{ м}$ та $p_p = 0,3\text{ МПа}$;

$u = 0,004\text{ м}$ – нормативний зазор.

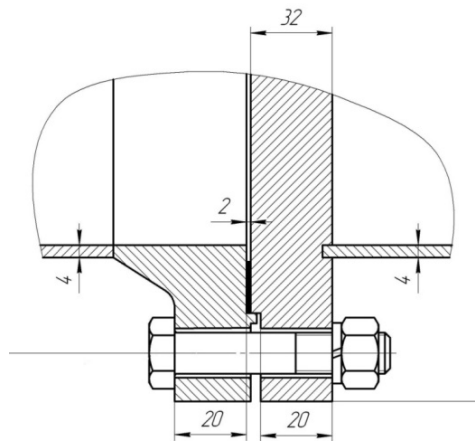


Рисунок 4.1 Фланець плоский приварний

Зовнішній діаметр фланця:

$$D_s = D_o + a = 1,28 + 0,040 = 1,32\text{ м},$$

де $a = 0,04\text{ м}$ – конструктивна добавка для розміщення шестигранних гайок з діаметром болта $d_o = 0,02\text{ м}$ по діаметру фланця.

Зовнішній діаметр прокладки для плоского фланця:

$$D_{з.н.} = D_{\sigma} - e = 1,28 - 0,030 = 1,25 \text{ м},$$

де $e = 0,03 \text{ м}$ – нормативний параметр для плоскої прокладки.

Середній діаметр прокладки:

$$D_{с.н.} = D_{з.н.} - b = 1,28 - 0,012 = 1,268 \text{ м},$$

де $b = 0,012 \text{ м}$ – ширина плоскої неметалевої прокладки для апарату з діаметром $D \leq 1,3 \text{ м}$.

Кількість болтів, що необхідна для забезпечення герметичності з'єднання:

$$n_{\sigma} \geq \frac{\pi D_{\sigma}}{t_{\kappa}} = \frac{3,14 \cdot 1,28}{0,18} = 22,3,$$

де $t_{\kappa} = 9d_{\sigma} = 9 \cdot 0,02 = 0,18 \text{ м}$ – рекомендований крок розташування болтів.

Приймаємо кількість болтів $n_{\sigma} = 24$, що кратна чотирьом.

Висота фланця:

$$h_{\phi} \geq \lambda_{\phi} \sqrt{Ds_{ек}} = 0,4 \sqrt{1,28 \cdot 0,006} = 0,035 \text{ м},$$

де λ_{ϕ} – поправочний коефіцієнт для плоских фланців;

$s_{ек} = s_o = 0,006 \text{ м}$ – еквівалентна товщина для втулки плоских приварних фланців.

Приймаємо висоту фланця $h_{\phi} = 0,035 \text{ м}$.

Розрахункова довжина болта:

$$l_{\sigma} = l_{\sigma.o} + 0,28d_{\sigma} = 0,074 + 0,28 \cdot 0,020 = 0,079 \text{ м},$$

де $l_{\sigma.o} = 2(h_{\phi} + h_n) = 2(0,035 + 0,002) = 0,074 \text{ м}$ – відстань між опорними поверхнями головки болта та гайки при товщині прокладки $h_n = 0,002 \text{ м}$.

Рівнодіюча внутрішнього тиску:

$$F_o = \frac{p_p \pi D^2}{4} = \frac{0,3 \cdot 3,14 \cdot 1,28^2}{4} = 0,38 \text{ МН}.$$

Реакція прокладки:

$$R_n = \pi D_{c.n.} b_o k_{np} p_p = 3,14 \cdot 1,268 \cdot 0,012 \cdot 1 \cdot 0,3 = 0,014 \text{ МН},$$

де $k_{np} = 1$ – коефіцієнт для резини з твердістю вище 1,2 МПа ;

$b_o = b = 0,012 \text{ м}$ – ефективна ширина прокладки, так як $b < 0,015 \text{ м}$.

4.4.6 Перевірка несучої спроможності апарату на дію опорних навантажень

Максимальна маса апарату:

$$M = M_{an} + M_c,$$

тут $M_{an} = 700 \text{ кг}$ - маса апарата;

$M_c = 5562 \text{ кг}$ - маса середовища в апараті.

Тоді $M = 700 + 5562 = 6262 \text{ кг}$.

Обираємо дві горизонтальні опори типу ОГ-500-7 МН 5131-63 [12]:

$$\begin{array}{lll} G = 5,2 \text{ МН}; & & h = 345 \text{ мм}; \\ D_3 = 800 \text{ мм}; & B = 250 \text{ мм}; & A = 500 \text{ мм}; \\ L = 740 \text{ мм}; & B_2 = 140 \text{ мм}; & R = 414 \text{ мм}; \\ l = 690 \text{ мм}; & H = 360 \text{ мм}; & M_{on} = 43 \text{ кг}. \end{array}$$

Перевіряємо обрані опори на несучу спроможність.

Реакція опори:

$$P_o = 0,354G = 0,354 \cdot 700 = 247,8 \text{ Н},$$

де G - вага апарату.

Розрахунковий вигинаючий момент від сили тяжіння визначаємо за формулою:

$$M_o = 0,0105GL = 0,0105 \cdot 700 \cdot 7,4 = 54,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Напруження на вигин визначаємо за формулою:

$$\sigma_{\epsilon} = \frac{M_{\epsilon}}{W} = \frac{M_{\epsilon}}{0,8D_{\epsilon}^2(s-c_{\kappa})} = \frac{54,4}{0,8 \cdot 1,28^2 \cdot 0,01} = 0,1 \text{ Па.}$$

Тобто, напруження мале настільки, що ним можна знехтувати, тому на стійкість корпус не перевіряємо.

Момент опору розрахункового перетину стінки корпусу над опорою визначаємо за формулою:

$$W = \frac{[b + 8(s - c_{\kappa})](s - c_{\kappa})^2}{6} = \frac{(0,114 + 8 \cdot 0,015) \cdot 0,015^2}{6} = 5,11 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Напруження на вигин в стінці апарату від дії реакції опори визначимо за наступною формулою:

$$\sigma_{\epsilon p} = \frac{0,02P_{\epsilon}D_{\epsilon}}{W} = \frac{0,02 \cdot 247,8 \cdot 1,28}{5,1 \cdot 10^{-6}} = 1243 \text{ МПа.}$$

$1243 \text{ МПа} > 146 \text{ МПа}$, $\sigma_{\epsilon p} > [\sigma]$ - необхідно підсилити опору накладним листом.

Потрібний момент опору визначаємо за формулою:

$$W = \frac{0,02P_{\epsilon}D_{\epsilon}}{\sigma_{\epsilon p}} = \frac{0,02 \cdot 247,8 \cdot 1,28}{146} = 43 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Приймаємо товщину накладного листа $s_{\text{н}} = 1,6s = 1,6 \cdot 5 = 8 \text{ мм}$.

4.5 Рекомендації з монтажу та експлуатації

4.5.1 Компоновка та монтаж

Складальні роботи з монтажу полягають в установці апарату на металоконструкцію, установці і приєднанні допоміжного устаткування, приєднання трубопроводів, деталей вузлів підведення і відводу продуктів, встановленні приладів теплового контролю й автоматичного регулювання. У процесі монтажу виявляються й усуваються дефекти конструкції і виготовлення

апаратури. Одночасно здійснюється налагодження роботи апарата з метою підготовки до експлуатації.

Проектом виробництва монтажних робіт передбачається наступна послідовність операцій збірки [16]:

- установка корпусу апарата на металоконструкцію;
- установка елементів, що знаходяться усередині апарата;
- приєднання всіх трубопроводів;
- установка арматури і контрольно-вимірювальних приладів;
- герметизація місць з'єднання апарата (кришок, фланців і т.д.);
- приєднання допоміжних механізмів і пристроїв;
- установка огорожень;
- випробування апарата на герметичність;
- пробна експлуатація установки;
- миття та стерилізація апарата;
- здача установки в експлуатацію.

Після закінчення монтажних робіт апарат має неодмінно пройти випробування. Спочатку проводять підготовчі роботи, пов'язані з оглядом та перевіркою стану всіх частин та вузлів апарата [11].

При цьому особливу увагу необхідно звернути на присутність в конструкції арматури, приладів, кришок, заглушок, болтів, прокладок та інших деталей, які забезпечують герметичність системи.

4.5.2 Випробування

4.5.2.1 Гідравлічне випробування

Гідравлічне випробування проводиться з метою виявлення дефектів та недоробок, які заважають отримати необхідну герметичність конструкції.

Випробування проводиться для корпусу, трубої системи, зібраного апарата та для апарата з допоміжним обладнанням. Дуже важливо забезпечити уникнення прогину апарата при наповненні його водою.

Порядок випробування наступний. Після внутрішнього та зовнішнього

огляду та очищення заглушають всі отвори і штуцера. Через один тимчасовий ніпель наповнюють апарат водою. Ще два ніпелі необхідні для виходу повітря при наповненні його водою (верхній) та для спуску води після випробувань (нижній). Замість ніпелів можна використати штуцера. Температура води повинна бути не нижче температури оточуючого середовища, але не вище 40°C. Після наповнення, за допомогою насоса, в апараті утворюють випробувальний тиск та підтримують його 5 хвилин. Потім знижують тиск до робочого та підтримують його 2 години. Одночасно проводять огляд апарата з метою виявлення дефектів. Результати випробувань визнають позитивними, якщо впродовж 2 годин тиск води знизився не більше ніж на 5 %.

4.5.2.2 Теплотехнічне випробування

Теплотехнічне випробування проводиться з метою виявлення відповідності експлуатаційних показників апарата проектним показникам.

Перед початком випробувань у точках, передбачених схемою випробування, встановлюють контрольно-вимірювальні пристрої. Випробування починають тоді, коли апарат працює при встановленому режимі. Після випробувань складається матеріальний та тепловий баланс.

4.5.2.3 Експлуатація

Перед введенням апарата в експлуатацію необхідно провести випробування. Результати випробувань виявляють дефекти та недоліки, які заносять в акт випробувань на конкретно взятий апарат.

Апарат вважається прийнятим в експлуатацію після підписання акту з боку представників монтажної організації та замовника.

Експлуатацію апарата ведуть за інструкцією. Для забезпечення правильного експлуатаційного режиму повинні виконуватися наступні умови: справність роботи апарата; високий рівень кваліфікації обслуговуючого персоналу; забезпечення необхідним видом енергії.

Для дотримання правильного експлуатаційного режиму установок, що використовують тепло, необхідні:

1. Справність і безперебійність роботи устаткування;
2. Високий рівень кваліфікації обслуговуючого персоналу;
3. Забезпечення необхідними видами енергії і раціональна її витрата.

Для безперебійної роботи устаткування необхідний:

1. Достатній резерв основного і допоміжного устаткування і дотримання правил технічної експлуатації;
2. Своєчасне виконання планово-попереджувальних ремонтів устаткування і наявність запасних частин для вузлів і деталей, які швидко зношуються.

5. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ

5.1 Резюме

Розвиток біотехнології та її роль у науково-технічному прогресі має важливе значення для створення матеріально-технічної бази суспільства. Досягнення біотехнології використовуються у різних областях: медицині, матеріалознавстві, харчовій промисловості, енергетиці, виробництві хімічних речовин, для контролю стану навколишнього середовища, у сільському господарстві.

У даному проекті розглянуто можливість пришвидшення вирощуваності зерен злакових культур за рахунок створення апарату для передпосівної ультразвукової обробки зерен. Тема даного проекту дуже актуальна, оскільки підвищення врожайності за рахунок нових технологій під час зменшення посівних територій наразі набуває світової тенденції.

Мета наукової розробки: введення нового технологічного процесу, і як наслідок підвищення швидкості вирощуваності і загальної кількості врожаю, технічне рішення для подальшої автоматизації.

Головною метою наукової розробки є отримання прибутку за рахунок виробництва і реалізації конкурентоспроможної продукції.

Тема: створення конструкції горизонтального апарату для передпосівної обробки ультразвуком.

Назва: Апарат для передпосівної обробки ультразвуком.

Проектом передбачається створення підприємства з виготовлення обладнання, яке буде працювати на території м. Києва.

Суб'єкт замовлення: юридична, фізична особа або фізична особа підприємець.

Об'єкт дослідження: інноваційна продукція (апарат для передпосівної обробки ультразвуком).

Кваліфікація персоналу: всі категорії персоналу (спеціалісти, службовці, робітники)

Основними факторами, які вплинули на вибір даного напрямку виробництва є:

- масова автоматизація виробництв;
- наявність попиту на ринку;

– потреба суспільства в збільшенні врожайності.

5.1.1 Загальна характеристика розробки

Об'єкт розробки – Апарат для передпосівної обробки ультразвуком.

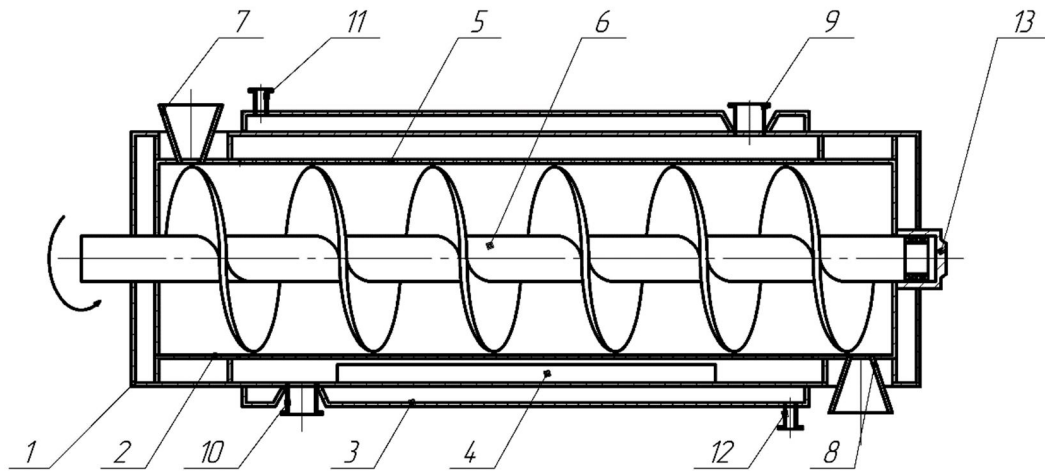


Рис. 5.1. Апарат для передпосівної обробки ультразвуком:

1 – зовнішня обичайка; 2 – внутрішня обичайка; 3 – сорочка; 4 – ультразвукова установка; 5 – перфорована частина; 6 – шнек; 7 - завантажувальний бункер; 8 – бункер для вивантаження; 9 – штуцер для подачі рідкого середовища; 10 – штуцер для відведення рідкого середовища; 11 – штуцер для подачі води в сорочку; 12 – штуцер для відведення води з сорочки; 13 – підп'ятник.

Технічні характеристики теплообмінника наведені в розділі 4.3.

Розглянемо місце розробки в інноваційному ланцюжку цінностей (елементи ланцюжка споживчої цінності інноваційного продукту).

Таблиця 5.1

Види цінності ІІІ	Характеристика зони цінності	Кінцева цінність для споживача
Цінність володіння	Придбання ІІІ, що має нове технічне рішення на ринку та не має аналогів	Можливість отримання значно більшої врожайності
Цінність місця	Близькість та зручність у транспортуванні	Можливість придбання продукту в межах країни
Цінність якості	Можливість збільшення потужностей виробництва за допомогою нового ІІІ	Можливість покращення виробничого процесу з придбаним ІІІ

5.2 Аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища підприємства

У процесі своєї роботи і розвитку промислове підприємство відчуває на собі вплив зовнішнього середовища, і як наслідок цей вплив визначає ефективність діяльності.

До зовнішніх факторів відносяться: географія, демографія, політика, економіка, культура та науково-технічний прогрес (НТП).

Ці фактори і їх вплив на підприємство розглянуто в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Загрози	Можливості
Географія	
Використання великої кількості електроенергії шкодить екології.	Розвинена інфраструктура, що дозволяє знаходити швидко постачальників та виходити на ринки збуту
Заробітна плата у Києві є вищою, ніж в регіонах.	Достатня кількість кваліфікованих фахівців
Перебої електроенергії в місцях, де арендна вартість нижче ринкових	Поряд з м. Києвом знаходиться багато міст/сіл/СМТ, жителі яких зацікавлені в роботі в столиці.
Переобладнання виробничих цехів орендаторами для інших цілей	
Демографія	
Недостатня кількість кваліфікованого персоналу	Створення нових робочих місць
Безвіз створив відтік кадрів з країни	Наявність посад, що не вимагають вищої освіти, але передбачають кар'єрний ріст (випускники ПТУ).
Жителі столиці менш схильні працювати на заводах.	Можливість залучити на виробництво студентів 4 і 5 курсів, надання досвіду та додаткової освіти для студентів.
Зменшення народжуваності.	Офіційне працевлаштування
Політика	
Довга процедура отримання необхідних сертифікатів на виготовлення обладнання.	Держава зацікавлена у розвитку сільськогосподарської промисловості.

Державне мито на продаж за кордон.	Підвищення врожайності та подальший експорт
Постійна нестабільна ситуація в країні	Можливість підвищення конкурентоспроможності виробництв, розташованих у регіонах.
Економіка	
Скептичність ставлення до нових технологій на ринку від вітчизняних виробників	Менша вартість, за рахунок того, що всі необхідні складові конструкції можна придбати та виготовити на території України
Через фінансову кризу потенційні покупці можуть бути фінансово неготові до переобладнання своїх підприємств.	Відносно низька вартість на комплектуючі
Мала ймовірність фінансової допомоги від держави	Через заборгованості держава зацікавлена у розробках і продажу на базі державних виробництв.
Коливання курсу валют, нестабільність УАН	Встановлення цін у доларах, щоб забезпечити себе від падіння гривні.
Культура	
Праця на підприємстві не є трендовою наразі	Актуальною є робота на державне підприємство через відрахування у пенсійний фонд (люди 35-50 років)
Висока амбіційність людей та примарність відсутності кар'єрного росту відпугує людей від роботи на підприємствах	Культура оновлення обладнання
НТП	
Випускники ВНЗ часто не спроможні без досвіду застосувати знання до роботи.	Можливість «вирощувати» кадри для себе за допомогою курсів підвищення кваліфікації, заохочуючи випускників роботою без досвіду.

Внутрішнє середовище підприємства є результатом управлінських рішень. Воно визначає технічні та організаційні умови роботи підприємства. Метою аналізу внутрішнього середовища є виявлення слабких і сильних сторін його діяльності, щоб знати слабкі місця, які можуть погіршити зовнішню загрозу і небезпеку, і оперувати сильними для постійного покращення результатів

роботи. До факторів внутрішнього середовища належать постачальники, виробництво, конкуренти, посередники, споживачі (таблиця 5.3).

Таблиця 5.3

Переваги	Недоліки
Постачальник	
Великий вибір постачальників сировини в Україні	Підвищення ціни на сировину
Одноразовий вклад в обладнання і можливість використовувати його в подальшому для інших деталей.	Коливання курсу валют
Виробництво	
Отримання цільового продукту може стати як основою підприємницької діяльності так і використання на базі аграрних холдингів.	Витрати енергії на циркуляцію води в апараті, рух шнеку, додаткове обладнання, витратні матеріали.
Одноразове переобладнання підприємства	Потрібно багато працівників, витрати на заробітну плату
Конкуренти	
Нова технологія виробництва	Скептицизм до всього нового
Відсутність конкуренції	Одні на ринку
Ймовірний продаж технології виробництва	Запозичення технології без права на те
Споживачі	
Ринок збуту, який потребує покращень	Не всі довіряють новому продукту на ринку
Продаж закордон	Витрати на поширення інформації
Посередники	
Ціна на продукцію нижча ніж на аналоги.	Посередники збільшую ціну продукції.
	Старі посередники можуть відмовитися працювати з новим товаром

Отже, провівши аналіз зовнішнього і внутрішнього середовища виявлені слабкі і сильні сторони підприємства. Обидва середовища мають як і слабкі так і сильні сторони. Аналіз показує в якому напрямку треба рухатися для успішного управління підприємством. При правильній організації

функціонування підприємства необхідно спиратися на позитивні фактори і намагатися мінімізувати вплив негативних.

5.2.1 Аналіз потенційного ринку збуту

Для аналізу конкурентного середовища за методом квадрату Бове (таблиця 5.6) обрано наступні підприємства-конкуренти:

1. ПрАТ «ТОДАК» (м. Київ)
2. ПАТ «Ельворті» (м. Кропивницький)
3. ПП НВФ Металлум (м. Одеса)
4. *Інновація*

Таблиця 5.4

ПрАТ «ТОДАК»	ПАТ «Ельворті»
<i>Інновація</i>	ПП НВФ Металлум

За методом квадрату Бове запропоновану інженерну розробку можна віднести до зони «Готові обійти», тому що завдяки інноваційній ідеї розробка може конкурувати з лідерами на ринку.

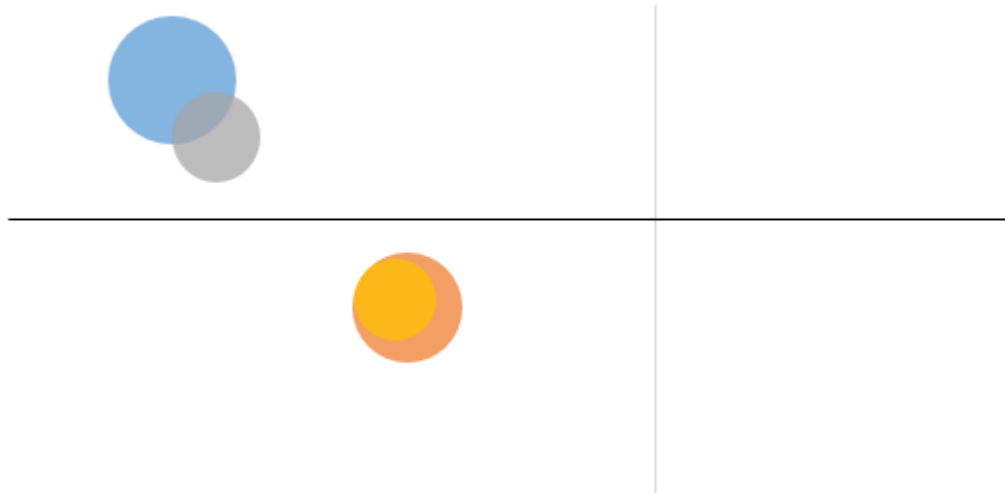
5.2.2 Місце розробки у системі цінностей за методом Бостонської матриці

Будучи простим, але ефективним інструментом, вона дозволяє виявити найбільш перспективні і, навпаки, «найслабші» продукти або підрозділи підприємства. Мета цієї матриці – аналіз актуальності продуктів компанії в залежності від зростання ринку даної продукції і займаної ним частки.

Таблиця 5.5 Метод БКГ

№	Підприємство	Обсяг реалізації, грн	Обсяг прибутку, грн
1	ПрАТ «ТОДАК»	12 000 000	6 100 000

2	ПАТ «Ельворті»	8 900 000	2 050 000
3	ПП НВФ Металлум	5 850 000	2 560 000
4	<i>Інновація</i>	5 000 000	1 200 000
Разом		31 750 000	11 910 000



Отже, за результатом аналізу за методом Бостонської матриці видно, що запропонована *Інновація* знаходиться в зоні “Дійні корови”. Отже, підприємство знаходиться на зростаючому ринку, але вимагає інвестиційних вкладень для збільшення конкурентоспроможності, перспективним товаром.

5.3 Ключові фактори успіху проекту

Ключові фактори успіху (або конкурентні переваги) - це характерний для певної галузі перелік чинників, що приносять їй переваги перед іншими галузями (наприклад, в боротьбі за інвестиції за рахунок більшої прибутковості або швидкості обороту капіталу), а також одним підприємствам галузі над іншими. Ці фактори не є постійними, вони змінюються в залежності від особливостей галузей, сегментів ринку, які обслуговуються, а також часу та етапу «життєвого циклу» галузі та підприємства.

Для більш наочної оцінки технічного рівня проєктованого виробу і аналогів, а також для більшої об'єктивності оцінки порівняємо продукцію за методом Шонфільда (таблиця 5.6).

A – ПрАТ «ТОДАК»

B – ПАТ «Ельворті»

C – ПП НВФ Металлум

D – *Інновація*

Таблиця 5.6

Характеристика	Коеф. вагомості	Конкурент/оцінка			
		A	B	C	D
Продуктивність, т/м ² (П)	0,5	4	4	4	5
Ціна, грн/т (Ц)	0,2	4	3	2	3
К-ть постач. сировини, од (С)	0,1	5	4	4	2
Обсяг збуту, тис (ОЗ)	0,2	5	4	2	3

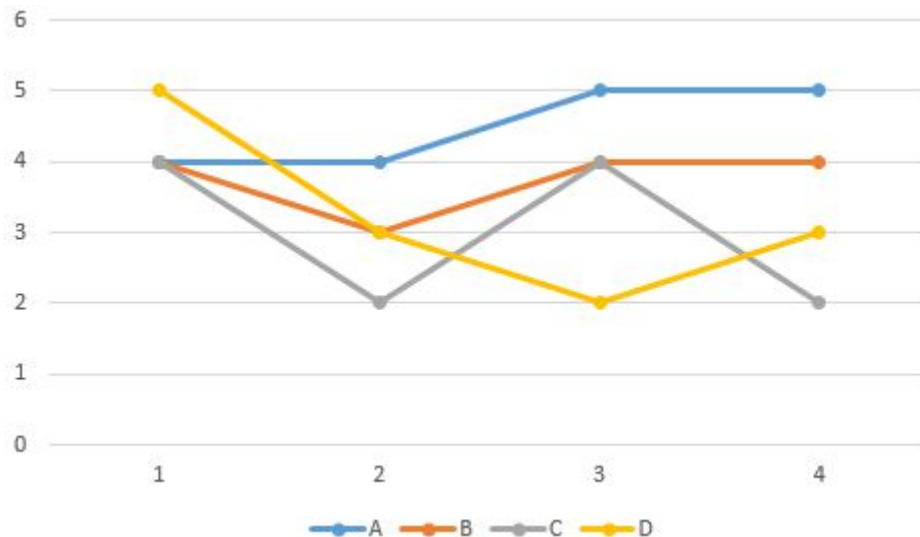


Рис. 5.4. Метод Шонфільда

Отже, провівши оцінку і порівняння конкурентів можна зробити висновок, що ключовим фактором моєї інноваційної розробки є продуктивність. Завдяки впровадженню нового технічного рішення продуктивність апарату і, як наслідок, всього процесу збільшується, а ціна залишається сталою.

5.3.1 Анкета для споживачів

Анкета – інструмент для збору даних з метою підтвердження певної інформації. Анкетування використовується для забезпечення багатофакторності, швидкості отримання результатів і ефективного використання коштів.

Мета проведення анкетування:

1. Виявити споживчі переваги і фактори прийняття рішень.
2. Визначити відношення споживачів до інноваційного продукту.
3. Використовуючи зібрані данні створити план заходів для задоволення потреб споживачів.

АНКЕТА

1. Чи готові Ви придбати обладнання у підприємства, яке щойно вийшло на ринок або віддасте перевагу лідерам галузі?

- Готовий (-а)

- Не готовий (-а)*

2. Яке значення для Вас має постійна циркуляція води в інноваційному обладнанні?

- Важливо*
- Не важливо*

3. Відмітьте, будь ласка, які фактори мають ключове значення для Вашого підприємства.

- Продуктивність*
- Ціна*
- Інноваційність продукту*
- Перевіреність виробника*
- Ваш варіант* _____

4. Звідки Ви найчастіше отримуєте інформацію про обладнання та новинки на ринку?

- Інтернет*
- Каталоги товарів*
- Виставки або конференції*
- Ваш варіант* _____

5. У порядку спадання вкажіть чим Ви керуєтесь при виборі ТО?

- Ціна*
- Популярність марки*
- Країна виробника*
- Якісні характеристики*

5.4 Оцінка ринкових позицій інноваційної розробки

5.4.1 Анкета

1. У порядку спадання вкажіть важливість роботи влади щодо розвитку інноваційного потенціалу міста.

- Співробітництво з іншими регіонами/країнами*
- Розвиток інфраструктури (транспортна, складська, дистриб'юторська)*
- Надання адміністративних послуг пов'язаних з виходом на ринки*
- Погано*
- Забезпечення прозорості податкових процедур*

2. Чи проведено необхідні випробування продукції для перевірки відповідності вимогам потенційного ринку?

- Так*

- Ні
- Частково

3. Чи зможете Ви виконати майбутні зовнішні замовлення з урахуванням виробничих потужностей та завантаженості підприємства?

- Так
- Ні

4. Чи існує на підприємстві система, яка може гарантувати необхідний рівень якості і безпеки продукції для зовнішніх ринків?

- Так
- Ні

5.4.2 Договір на виконання НДР

ДОГОВІР № _____ на виконання науково-дослідних робіт

Київ

“ _____ ” _____ 20__ р.

Договір N 55678
на виконання науково-дослідних робіт

м. Київ

"20" листопада 2018 року

1. Предмет договору

1.1. Замовник доручає, а Виконавець бере на себе зобов'язання провести за завданням Замовника наукові дослідження:

найменування наукової теми

а Замовник зобов'язується прийняти виконану роботу та оплатити її.

1.2. Наукові, технічні, економічні та інші вимоги до наукової продукції, що є предметом договору, визначаються Технічним завданням, яке є невід'ємною частиною цього договору

1.3. Термін здачі робіт за договором « _____ » _____ 20__ р.

1.4. Зміст, терміни виконання основних етапів визначаються Календарним планом, що є невід'ємною частиною цього договору.

1.5. Прийняття та оцінка наукової продукції здійснюються відповідно Технічному завданню .

1.6. Виконані за договором наукові дослідження є власністю Замовника з урахуванням того, що права винахідника охороняються патентним законодавством, а права автора – авторським правом. При використанні інших додаткових джерел фінансування право сторін на створену продукцію погоджується сторонами в додатковій угоді.

1.7. Виконавець може використовувати результати теми для власних потреб з науковою метою, а для отримання прибутку лише за умов, визначених додатковою угодою.

2. Вартість робіт та порядок розрахунків

2.1. Вартість наукової роботи визначається календарним планом та складає

_____ тис. грн. _____ в т.ч. ПДВ _____

сума в гривнях прописом

відповідно до Протоколу узгодження вартості науково-технічної роботи.

Без ПДВ (згідно із ст. 197.1.22. Податкового Кодексу України).

Планова калькуляція кошторисної вартості робіт та розрахунки витрат за статтями наведені у Додатку.

2.2. Оплата за кожний етап проводиться у такі терміни:

а) у строк до 10 календарних днів Замовник оплачує Виконавцю 50% від загальної суми етапу.

б) 50% від загальної суми цього етапу перераховується Виконавцю Замовником у строк до 3 банківських днів після підписання акту прийому-передачі.

2.3. Остаточний розрахунок за кожним етапом здійснюється після здачі роботи за актом прийому-передачі в термін 3 банківських днів зі дня його підписання.

3. Порядок та строки здавання і приймання робіт

3.1. Перелік наукової, технічної та іншої документації, що підлягає оформленню та здаванню Виконавцем Замовнику на окремих етапах виконання і по закінченню договору, визначається технічним завданням, що є частиною договору (додаток).

3.2. Виконання проміжних етапів оформлюється Виконавцем актами здачі-приймання, які направляються Замовнику відповідно до календарного плану.

3.3. При завершенні робіт Виконавець подає Замовнику акт здачі-приймання наукової продукції з додаванням до нього комплексу наукової, технічної та іншої документації, передбаченої технічним завданням та умовами договору.

3.4. Замовник протягом 5 робочих днів з дня отримання акту здачі-приймання робіт та звітних документів, зазначених у п. 3.3 цього договору, зобов'язаний надіслати Виконавцю підписаний акт здачі-приймання наукової продукції або мотивовану відмову від приймання робіт.

3.6. У разі дострокового виконання робіт Замовник має право достроково прийняти та оплатити їх за ціною, що вказана в договорі.

3.7. Якщо в процесі виконання роботи з'ясується недоцільність подальшого її проведення, Виконавець повинен призупинити роботу та повідомити про це Замовника протягом 5

робочих днів після її призупинення. Після повідомлення сторони повинні протягом 10 днів розглянути питання про доцільність продовження роботи. Відповідне рішення оформлюється Протоколом сторін.

4. Відповідальність сторін

4.1. За невиконання або неналежне виконання зобов'язань за цим договором Виконавець та Замовник несуть відповідальність згідно з чинним законодавством.

4.2. В разі виникнення форс-мажорних обставин Замовник зобов'язаний надіслати письмове повідомлення виконавцю не пізніше 15 днів з моменту їх виникнення.

4.3. Науково-дослідна робота виконується за відкритим планом, без обмежуючих грифів.

4.4. Якщо відповідний спір не можливо вирішити шляхом переговорів, він вирішується у Господарському суді Одеської області.

5. Інші умови

5.1. За згодою сторін зміст пунктів технічного завдання, термін дії Договору або етапів Календарного плану, а також вартість робіт за договором (в тому числі при несвоєчасному отриманні Виконавцем фінансування на виконання цієї роботи) можуть бути змінені в процесі виконання роботи, що оформлюється додатковою угодою, яка є невід'ємною частиною Договору. Внесення змін до калькуляції кошторисної вартості проводиться за 30 днів до початку наступного етапу на підставі додаткової угоди до цього Договору.

5.2. Інші умови за розсудом сторін

6. Термін дії договору та юридичні адреси сторін

6.1. Договір набирає чинності з моменту підписання і діє до «___» _____ 20__р.

6.2. Юридичні адреси і банківські реквізити.

5.4.3 Джерела фінансування НДР

Джерела фінансування НДР наведені в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7

№ п/п	Джерело фінансування	Пріоритет
1	Система грантів за підтримкою Державного фонду фундаментальних досліджень (напрямок - наукові основи перспективних технологій)	2
2	Держбюджет	3
3	Державні фонди спеціального призначення	1

4	Приватні підприємства	4
5	Власні кошти	5

5.5 Підприємство у промисловій структурі держави

Назва підприємства: ТОВ «Інновація»

Організаційно-правова форма: Товариство з обмеженою відповідальністю.
Комерційне підприємство в сфері сучасних технологій.

Мета діяльності: виготовлення якісної конкурентоспроможної продукції, а саме апаратів для передпосівної ультразвукової обробки, які будуть використовуватись на підприємствах.

Основні завдання: задоволення потреб споживача у якісному обладнанні: проектування, монтаж обладнання, запуск, технологічне обслуговування.

За ресурсами, що споживає: матеріаломістке, енергомістке та працемістке;

Економічне призначення: товари споживчого призначення (група А).
Тип виробничих структур: підприємство споживчого типу.

Структура виробництва: вузькоспеціалізоване.

Форма власності майна: колективна.

Галузева приналежність: металургія.

Організаційна структура:

- Генеральний директор – організація роботи підприємства. Координація всіх видів діяльності підприємства, зокрема ефективної взаємодії персоналу та виробничих підрозділів, фінансових питань, зовнішньоекономічної діяльності.
- Заступник директора – приводить у дію безпосередні накази директора, займається питаннями пошуку клієнтів та постачальників.
- Головний бухгалтер – визначає, формулює, планує, здійснює і координує організацію бухгалтерського обліку господарсько-фінансової діяльності підприємства, здійснює контроль за раціональним використанням матеріальних, трудових і фінансових ресурсів.

I	1	1	2	2	В	В	1	1	2	2	В	В	1	1	2	2	В	В	1	1	2	2	В	В	1
II	2	2	В	В	1	1	2	2	В	В	1	1	2	2	В	В	1	1	2	2	В	В	1	1	2
III	В	В	1	1	2	2	В	В	1	1	2	2	В	В	1	1	2	2	В	В	1	1	2	2	В

Режим роботи бригад:

1 зміна – 9⁰⁰-21⁰⁰

2 зміна – 21⁰⁰-9⁰⁰

Графік змінності адміністративного персоналу наведено в таблиці 5.9

Таблиця 5.9

Посада	День тижня						
	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд
Директор	1	1	1	1	1	В	В
Заступник директора	1	1	1	1	1	В	В
Головний бухгалтер	1	1	1	1	1	В	В
Менеджер з персоналу	1	1	1	1	1	В	В
Головний інженер	1	1	1	1	1	В	В

Адміністративний персонал працює 10⁰⁰-18⁰⁰ (8 годин) і 10⁰⁰-15⁰⁰ (5 годин) в святкові дні. Вихідні дні: субота та неділя.

Водії та вантажники працюють лише в ті дні, коли потрібно доставити апарати замовнику.

5.6 Калькуляція собівартості

Складемо калькуляцію на готову продукцію підприємства. Собівартість одиниці продукції розраховується за наступною формулою:

$$C = V_{\text{пост}} + V_{\text{зм}} \cdot Q$$

Постійні витрати можна підприємства можна представити у вигляді наступної таблиці:

Таблиця 5.10 Постійні витрати підприємства

Найменування обладнання	Кількість	Початкова вартість	Амортизаційні відрахування	
			Норма амортизації, %	Сума, грн./рік
Машини і обладнання				
Основний токарний станок	1	1 000 000	10	100 000
Додаткове обладнання	1	500 000	10	50 000
Будівлі і споруди				
Будівля	1	1 000 000	5	50 000
Транспорт				
Вантажівка	1	300 000	20	60 000
Нематеріальні активи				
Нематеріальні активи	-	50 000	20	10 000
ВСЬОГО				270 000

Змінні витрати включають в себе затрати на складальні одиниці і матеріали, електроенергію, заробітну плату персоналу.

- Складальні одиниці:
 - Обичайка, 2 шт;
 - привід, 1 шт;
 - опори, 2 шт;
 - сорочка, 1шт;
 - Бункер, 2 шт;
 - штуцер, 4 шт;
 - шнек, 1 шт.
 - ультразвукова установка, 3 шт

Ціна складальних одиниць:

$$T = 8\,000 + 3\,000 + 4\,000 + 4\,000 + 1\,000 + 1\,200 + 5\,000 + 6\,000 \\ = 32\,200 \text{ грн.}$$

Ціна складальних одиниць за рік становить

$$T_p = T \cdot V_n = 32\,200 \cdot 200 = 6\,440\,000 \text{ грн,}$$

де V_n - річний випуск продукції, од/рік.

- Матеріали: вартість упаковки на одиницю готової продукції – 700 грн, на рік – 56 000 грн.
- Витрати на електроенергію:
 - ціна електроенергії – 2,52 грн/кВт·год (оскільки тариф становить 168коп/кВт·год, а коефіцієнт використання електроенергії становить 1,5);
 - за 1 добу роботи підприємства використовується 230 кВт енергії;
 - за рік роботи підприємства використовується 63 000 кВт енергії (з урахуванням незначних витрат електроенергії в неробочі дні);
 - витрати на електроенергію за рік роботи підприємства 158 760 грн.

- Заробітна плата працівників:

Таблиця 5.11 Розподіл нарахувань заробітної плати працівникам

№ п/п	Посада	Напрямок	Кількість	ЗП на 1 працівника, грн	Всього, грн
1	Генеральний директор	Інженерно-технічний персонал	1	30 000	30 000
2	Заступник директора		1	20 000	20 000
3	Головний інженер		1	15 000	15 000
4	Менеджер з персоналу		1	10 000	10 000
5	Бухгалтер		1	10 000	10 000
6	Інженер-механік		6	11 000	66 000
7	Інженер-конструктор		3	13 000	39 000
8	Прибиральник	Допоміжний	3	6 000	18 000
9	Водій		2	8 000	16 000
10	Охоронець		3	8 000	24 000
11	Вантажник		2	8 000	16 000
Всього					264 000

Фонд оплати праці за рік розраховуємо за наступною формулою:

$$\text{ФОП} = \text{ЗП} \cdot 1,22 \cdot 12 + \text{Пр}$$

де ЗП – заробітна плата за 1 місяць; 1,22 – коефіцієнт, який враховує нарахування 22% від ЗП до ЄСВ; 12 – кількість місяців у році; Пр – премії, що виплачуються за рік.

Звідси:

$$\text{ФОП} = 264\,000 \cdot 1,22 \cdot 12 + 20\,000 = 3\,884\,960 \text{ грн.}$$

Відповідно до розрахованих даних калькуляція собівартості річного випуску апарату матиме наступний вигляд:

Таблиця 5.12 Калькуляція собівартості річного випуску

№ п/п	Елементи	Затрати на річний випуск, грн./рік
1	Амортизація	270 000
2	Складальні одиниці	6 440 000
3	Матеріали	56 000
4	ФОП	3 884 960
5	Електроенергія	158 760
Всього		10 809 720

5.7 Методи ціноутворення

Вихідні дані:

В –Вартість основних фондів 2 850 000 грн,

П –Період експлуатації 10 років,

Л –Ліквідаційна вартість 300 000 грн,

С – собівартість одиниці товару 32 200 грн,

Пр – величина прибутку, яку бажає отримати підприємство від реалізації одиниці товару 17 800 грн.

5.7.1. Розрахунок ціни інноваційної пропозиції

Для того, щоб розрахувати собівартість продукції необхідно визначити всі витрати виробництва. Підприємство витратить кошти на придбання матеріалів і сировини, виплату заробітної плати, оплату електроенергії, а також нести додаткові витрати, пов'язані з організацією та здійсненням діяльності підприємства. Розрахунок ціни буде виконуватись за наступними методами:

- витратний;
- агрегатний;
- конкурентним;

а) Витратний метод

Ціна розраховується, виходячи із суми постійних і змінних витрат на одиницю продукції й запланованого прибутку з урахуванням нижнього порогу ціни.

$$Ц = С + \%П$$

$$Ц = 32200 + 20\% = 38640 \text{ грн.}$$

б) Агрегатний метод

Суть агрегатного методу полягає в підсумовуванні цін окремих конструктивних частин виробу (деталей, вузлів, комплектуючих), що входять до параметричного ряду, а також додаванні нормативному прибутку.

$$Ц = Ц_1 + Ц_2 + \dots + Ц_n$$

Розглянемо ціни на основні елементи апарату(таблиця 5.13).

Таблиця 5.13

Елемент	Ціна, грн	Кількість	Всього, грн
Обичайка	4 000	2	8 000
Привід	3 000	1	3 000
Опора	2 000	2	4 000
Сорочка	4 000	1	4 000
Бункер	500	2	1 000
Штуцер	300	4	1 200
Шнек	5 000	1	5 000
Ультразвукова установка	2 000	3	6 000

$$Ц = 8\,000 + 3\,000 + 4\,000 + 4\,000 + 1\,000 + 1\,200 + 5\,000 + 6\,000 \\ = 32\,200 \text{ грн.}$$

г) Метод конкурентних цін

Метод використовують підприємства, які виходять виключно з умов конкуренції і встановлюють ціну ледве вище або нижче, ніж конкуренти. Застосовується цей метод на ринку, де продаються однорідні товари в умовах чистої конкуренції.

Наразі на ринку відсутні аналоги даних апаратів, тому за ціну приймаємо ціну, яка надає достатню рентабельність та прибуток – 70 000.

Мною був обраний метод конкурентних цін. При такому методі ціноутворення ціна є трохи вище середнього (порівнюючи всі розглянуті методи), але забезпечує гарні показники для підприємства:

- прибуток у розмірі 3 560 000 грн/рік;
- швидший термін повернення капіталовкладень.

5.8 Оцінка ризиків та страхування розробки

5.8.1 Ризики

Ризик інноваційного проекту – це міра непевності в одержанні очікуваного рівня прибутковості при реалізації інноваційного проекту в реальних умовах господарювання.

Основними етапи оцінки ризиків інноваційних проектів наведені в таблиці 5.14.

Таблиця 5.14

Етап оцінки ризику	Пояснення
1. Вибір та використання відповідних методів оцінки вірогідності окремих проектних ризиків.	Аналіз елементарного ризику інноваційного проекту базується на оцінці ризиків, що притаманні його грошовим потокам. Тобто ймовірності відхилення отриманого грошового надходження від запланованого його значення в проспекті проекту. Враховується також рівень кореляції та характер розподілу даних

	ймовірностей.
2. Визначення окремих (елементарних) ризиків реалізації даного інноваційного проекту.	Ідентифікувати ризиків, які можуть виникнути в будь-який момент здійснення проекту та, за можливості, систематизувати їх.
3. Оцінка загального проектного ризику.	Загальний рівень ризику, притаманного конкретному інноваційному проекту, теоретично оцінюється як функція значень рівнів ідентифікованих елементарних ризиків по проекту. При цьому слід також враховувати взаємний вплив реалізації інноваційного проекту на зміну дохідності активів підприємства та середньогалузеві доходи від інноваційної діяльності.
4. Співставлення рівня проектного ризику з рівнем дохідності проекту.	Основою діяльності будь-якого підприємця є прагнення отримати прибуток, саме тому величина ймовірних втрат повинна бути співрозмірною із величиною отриманого прибутку чи інших конкурентних переваг від впровадження інноваційного проекту.

Таблиця 5.16 – Заходи для усунення ризиків

Група ризиків	Заходи щодо усунення або попередження
Комерційні	Впровадження періодичних (сезонних, акційних тощо) знижок на продукцію
	Створення більш вигідних умов дилерам у разі тривалої співпраці
	Забезпечення жорсткого контролю якості
	Пошук більш дешевих або вигідних постачальників сировини
Організаційні	Зацікавлення кваліфікованих робітників зарплатнею, умовами праці та соціальним забезпеченням
	Створення запасів сировини та матеріалів
	Створення запасу готової продукції на складі
	Чітке дотримання режимів роботи устаткування
	Своєчасне забезпечення посередників продукцією підприємства

	Ретельний підхід по проектування виробництва
Технічні	Придбання обладнання, яке максимально задовольняє потреби виробництва з урахуванням розширення підприємства
	Забезпечення правильного монтажу обладнання
	Своєчасна заміна швидкозношуваних деталей обладнання
	Планові ремонти обладнання
	Закладання прогнозованого росту інфляції у фінансово-економічні розрахунки;
Фінансові	Чітко прописані умови укладання кредитного договору
	Страхування майна

Ризик інноваційного проекту не приймає статичного, абсолютного значення раз і назавжди. Його природа така, що він змінює свої характеристики залежно від стадії інноваційного проекту. Тому керівництву підприємства слід здійснювати постійний моніторинг процесів впровадження та управління інноваційним проектом для своєчасного виявлення слабких сигналів та для підготовки механізму ефективного управління ризиками.

5.8.2 Страхування

У процесі здійснення інноваційної діяльності виділяють:

- страхування відповідальності роботодавців за шкоду, заподіяну здоров'ю працівників при виконанні ними своїх службових обов'язків;
- страхування відповідальності виробників товарів за шкоду, заподіяну в результаті споживання їх продукції;
- страхування відповідальності підприємств, пов'язане із забрудненням навколишнього природного середовища;
- страхування відповідальності перед третіми особами при здійсненні будівельно-монтажних робіт;
- страхування відповідальності за невиконання зобов'язань.

5.8.3 Методи страхування

1. Титульне страхування – особливий вид страхування майнових інтересів власників, орендарів, кредиторів та інших зацікавлених осіб, пов'язаних з переходом прав власності. Ці особи ризикують опинитися в ситуації, коли права власності можуть бути порушені в результаті розпорядження об'єктом власності без узгодження з його власником (наприклад, піратське тиражування) або оскаржені через порушення, вчинені у попередніх актах переходу прав власності.

2. "Покриття витрат на захист патентних прав". Цей договір захищає страхувальника у разі пред'явлення йому заяви про порушення виключних прав на об'єкти ІВ третіх осіб і покриває витрати по захисту в суді, а також витрати по виконанню судового рішення або відступні при досудовому врегулюванні претензій.

3. "Покриття витрат, пов'язаних із порушенням патентних прав". Цей договір компенсує страхувальникові судові витрати по переслідуванню особи, яка порушила його виключні права на об'єкти, тобто:

- витрати щодо пред'явлення позову;
- витрати у разі пред'явлення зустрічного позову і звинувачення в недійсності патенту;
- витрати на експертизу патенту;
- витрати на повтор патенту для підкріплення позову.

5.9 Техніко-економічні показники підприємства

Техніко-економічні показники підприємства наведені в таблиці 5.15

№ п/п	Показник	Позначення показників підприємства	Значення показників підприємства
1	Річний випуск, од/рік	Вн	200
2	Чисельність персоналу за списком,	Чсп _н	24

	осіб У тому числі: основні та допоміжні робітники; інженерно-технічні робітники	$Ч_{спн}$ $Ч_{спін}$	19 10
3	Середньорічний виробіток робітника, од/особу	$V_n / Ч_{спн}$	10,5
4	Капіталовкладення у проект, грн: всього, грн на одиницю продукції, грн/од	K K/V_n	13 389 720 66 949
5	Загальна собівартість продукту: всього, грн на одиницю продукції, грн/од	C_{zn} C_n	10 809 720 54 048
6	Ринкова вартість продукту, грн/од	$Ц$	70 000
7	Відносний прибуток на одиницю продукції, грн/од	$П_n = Ц - C_n$	15 952
8	Рентабельність продукту, %	$R_n = (П_n \cdot 100) / C_n$	29,5
9	Термін повернення капіталовкладень, років	$T_{пов} = K / П_n$	4р 3м
10	Вартість виробничих фондів, грн У тому числі: основних оборотних	$VФ_n$ $OФ_n$ $ObФ_n$	13 389 720 2 850 000 10 539 000
11	Фондовіддача виробничих фондів, грн	$ФВ_n = (V_n \cdot Ц) / VФ_n$	1,04
12	Фондомісткість, грн/рік	$ФC_n = 1 / ФВ_n$	0,96
13	Продуктивність праці підрозділу, грн/особу	$ПП_n = (V_n \cdot Ц) / Ч_{спн}$	736 842
14	Коефіцієнт економічної ефективності	$E = 1 / T_{пов}$	0,23

ВИСНОВОК

В даній роботі було здійснено розробку оптимізованої конструкції кожухотрубного теплообмінника для нагрівання повітря.

Розрахунки та креслення виконані згідно чинних стандартів, з використанням сучасних системних та інформаційних технологій.

Для підтвердження працездатності та надійності апарату, окрім розрахунків, було проведене моделювання навантажень в програмі SolidWorks.

Ефективність запропонованої конструкції оребрення підтверджена комп'ютерним моделюванням теплообміну оребреної труби в середовищі ANSYS, а також математичним моделюванням з використанням математичного пакету MathCad, в якому була побудована програма для дослідження залежності кількості теплоти від параметрів оребрення. Отримані моделі дозволяють імітувати реальний фізичний процес, тому можуть використовуватися для побудови теплообмінного обладнання.

Також, були проведенні розрахунки корпусу, кришок, фланців та опор на міцність та стійкість, дані рекомендації з монтажу та експлуатації кожухотрубного теплообмінника.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Байер, В. Ультразвук в биологии и медицине: пер. с нем. / В. Байер, Э. Дернер-Л., 1958. 308 с.
2. Бергман, Л. Ультразвук: пер. с нем./ Л Бергман: Пер. с нем. М.: Издательство, 1957. — 726 с.
3. Бергман, Л. Ультразвук и его применение в науке и технике / Л. Бергман. М.: Наука, 1957. - 576 с.
4. Брагинская, Ф.И. Действие ультразвуковых волн на полифосфаты и нуклеиновые кислоты и их комплексы: канд. диссертация / Брагинская Ф.И. - М., 1965.- 193 с.
5. Брагинская, Ф.И. Биофизика / Ф.И. Брагинская, И.Е. Эльпинер, М.: Наука, 1963.-298 с.
6. Браунштейн, А.Е. Ферменты / А.Е. Браунштейн, М.Я. Карпейский, Р.М. Хомутов; под общ. ред. А.Е. Браунштейн. М.: Наука, 1964. - С. 237.
7. Вашков, В.И. Средства и методы стерилизации, применяемые в медицине / В.И. Вашков. — М.: Медицина, 1973. — 176 с.
8. Гауровиц, Ф. Химия и функция белков / Ф. Гауровиц. М.: Мир, 1965.-530 с.
9. Журавлев, А.И. Ультразвуковое свечение / А.И. Журавлев, В.Б. Акопян. М.: Наука, 1977. - 135 с.
10. Зубрилов, С.П. О механическом воздействии кавитации / С.П. Зубрилов // Ультразвук в сельском хозяйстве: межвузовский сборник научных трудов. — Московская ветеринарная академия, 1988. — С. 62.
11. Кардашев, Г.А. Физические методы интенсификации процессов химической технологии / Г.А. Кардашев. М.: Изд-во Химия, 1990. 206 с.
12. Константинов, Б.Л. Гидродинамическое звукообразование и распространение звука в ограниченной среде / БЛ. Константинов. Л.: Наука, 1974.-144 с.
13. Красильников, В.А. Звуковые и ультразвуковые волны в воздухе, воде и твердых телах / В.А. Красильников. — 3-е изд. — М., 1960. — 352 с.

14. Маргулис, М.А. Звукохимические реакции и сонолюминисценция / М.А. Маргулис. М.: Химия, 1986. - 272 с.
15. Молчанов, Г.И. Ультразвук в фармации / Г.И. Молчанов. М.: Медицина, 1980. - 278 с.
16. Молчанов, Г.И. Фармацевтические технологии / Г.И. Молчанов, А.А. Молчанов, Ю.А. Морозов. М.: Альфа-М, 2009. 333 с.
17. Мэзон, У. Физическая акустика: пер. с англ. / У. Мэзон. М., 1966.-Т. 1-7.-С
18. Новицкий, Б.Г. Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах / Б.Г. Новицкий. — М.: Химия, 1983. 192 с.
19. Поляновский, О.Л. Ферменты / О.Л. Поляновский; под ред. А. Е. Браунштейн. — М.: Наука, 1966. С. 277
20. Прохоренко, П.П. Ультразвуковой капиллярный эффект / П.П. Прохоренко, Н.В. Дежкунов, Т.Е. Коновалов. Минск.: Наука и техника, 1981.- 135 с.
21. Рождественский, В.В. Кавитация / В.В. Рождественский. Л.: Судостроение, 1977. — 248 с.
22. Розенберг, Л.Д. Источники мощного ультразвука / под ред. Л.Д. Розенберга. М.: Наука, 1969. - 380 с.
23. Розенберг, Л.Д. Мощные ультразвуковые поля / под ред. Л.Д. Розенберга. М.: Наука, 1968. - 265 с.
24. Розенберг, Л.Д. Физические основы ультразвуковой технологии / Л.Д. Розенберг. М.: Наука, 1970. 688 с.
25. Сарвазян, А.П. Взаимодействие ультразвука с биологической средой / А.П. Сарвазян // Акуст. журн. 1977. - Т. 23, № 1. - С. 178-179.
26. Сиротюк, М.Г. Кавитационная прочность воды / М.Г. Сиротюк // Труды акустического института. 1969 - Вып. 6. — С. 5—15.
27. Стекольников, Г.П. Исследование ультразвуковых колебаний для интенсификации процесса экстракции лекарственного сырья / Г.П. Стекольников и др. // Современные аспекты исследований в области фармации:

тез. докл. Рига, 1977. - С. 96-97.

28. Хенох, М.А. Реакция клеток на экстремальные воздействия / М.А. Хенох, Г.П. Пинаев, Е.А. Ковалева. М.: Изд. АН СССР, 1963. - С. 6.

29. Хилл, К. Применение ультразвука в медицине. Физические основы: пер. с англ. / К. Хилл. М.: Мир, 1989. - 463 с.

30. Хмелев, В.Н. Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности, сельском и домашнем хозяйстве / В.Н. Хмелев, Г.В. Леонов и др.. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2007. - 400 с.

31. Эльпинер, И.Е. Биофизика ультразвука / И.Е. Эльпинер. М.: Мир, 1973.-384 с

32. Эльпинер, И.Е. Экспериментальные исследования по обеззараживанию воды ультразвуком: дис. канд. техн. наук / Эльпинер И.Е. — М., 1959.-163 с.

33. Bar, R. Ultrasound Enhanced Bioprocesses, in: Biotechnology and Engineering / R. Bar. 1987. - Vol. 32, № 5. - P. 655-663.

34. Bar, R. Ultrasound enhanced bioprocesses: Cholesterol oxidation by *Rhodococcus erythropolis* / R. Bar // *Biotechnol Bioeng.* 1988. Vol. 32, № 5. P. 655-663.

35. Bsoul, A. Effectiveness of ultrasound for the destruction of *Mycobacterium* sp. strain (6PY1) / A. Bsoul, J. Magnin, N. Commenges-Bernole / *Ultrasonics Sonochemistry.* 2009. - Vol. 17, № 1. - P. 106-110.

36. Chisti, Y. Sonobioreactors: using ultrasound for enhanced microbial productivity / Chisti, Y // *Trends in Biotechnology.* 2003. - Vol. 21, № 2. - P. 89-93.

37. Davies, R. Observations on the use of ultrasound waves for the disruption of microorganisms / R. Davies // *J. Bacteriol.* 1959. - № 33. - P. 481—493.

38. Geiduschek, E. Advances in Biological and Medical Physics / E. Geiduschek, A. Holtzer // *Acad. Press.* 1958. - Vol. 6, - P. 431.

39. Hua, H. Inactivation of *Escherichia coli* by sonication at discrete ultrasonic frequencies / H. Hua, J. Thompson // *Water Res.* 2000. - № 34. - P. 3888-3893.

40. Koda, S. Inactivation of *Escherichia coli* and *Streptococcus mutans* by ultrasound at 500 kHz / S. Koda, M. Miyamoto, M. Toma // *Ultrasonics Sonochemistry.* -2009.

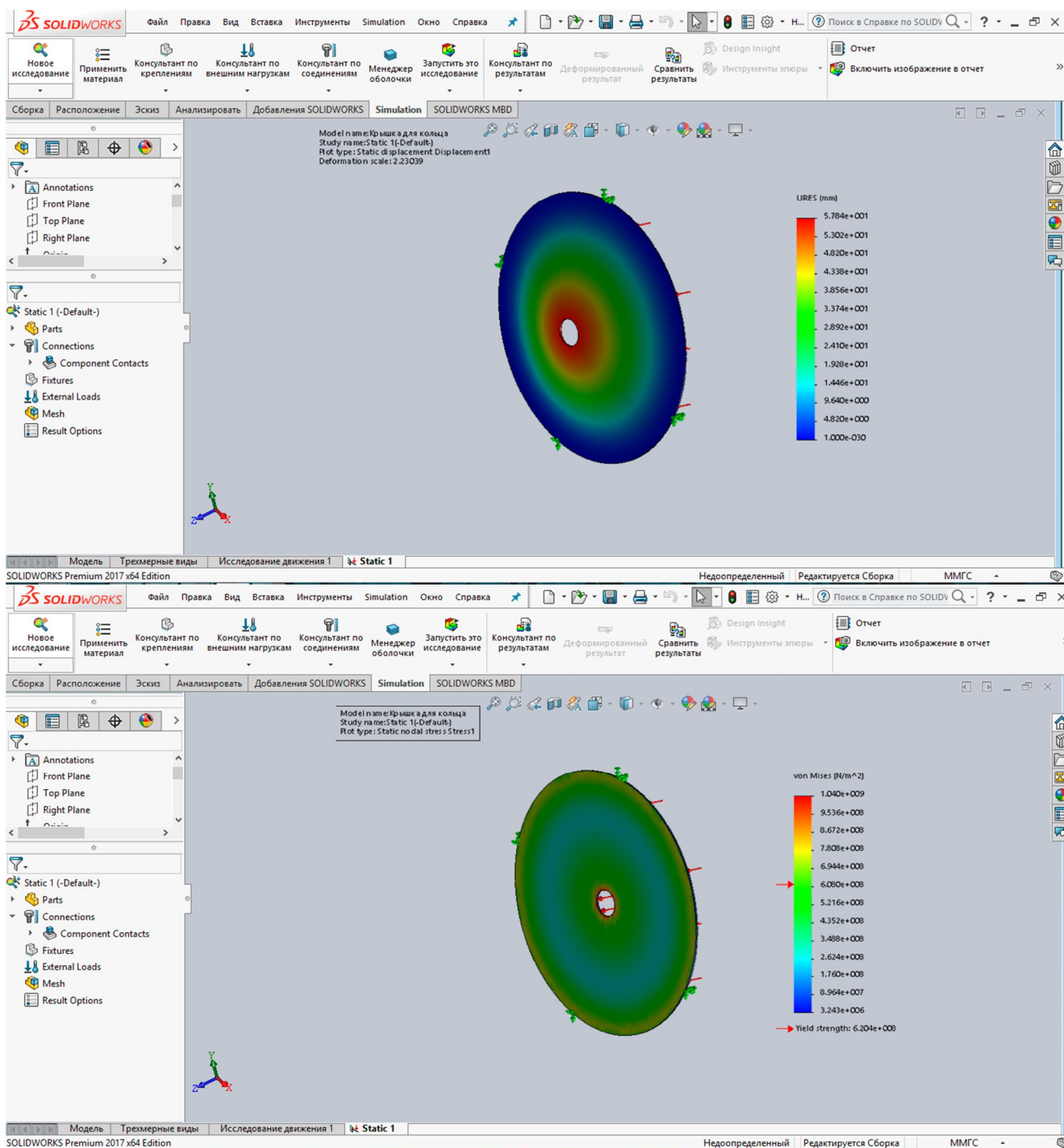
Vol. 16, № 5. - P. 655-659.

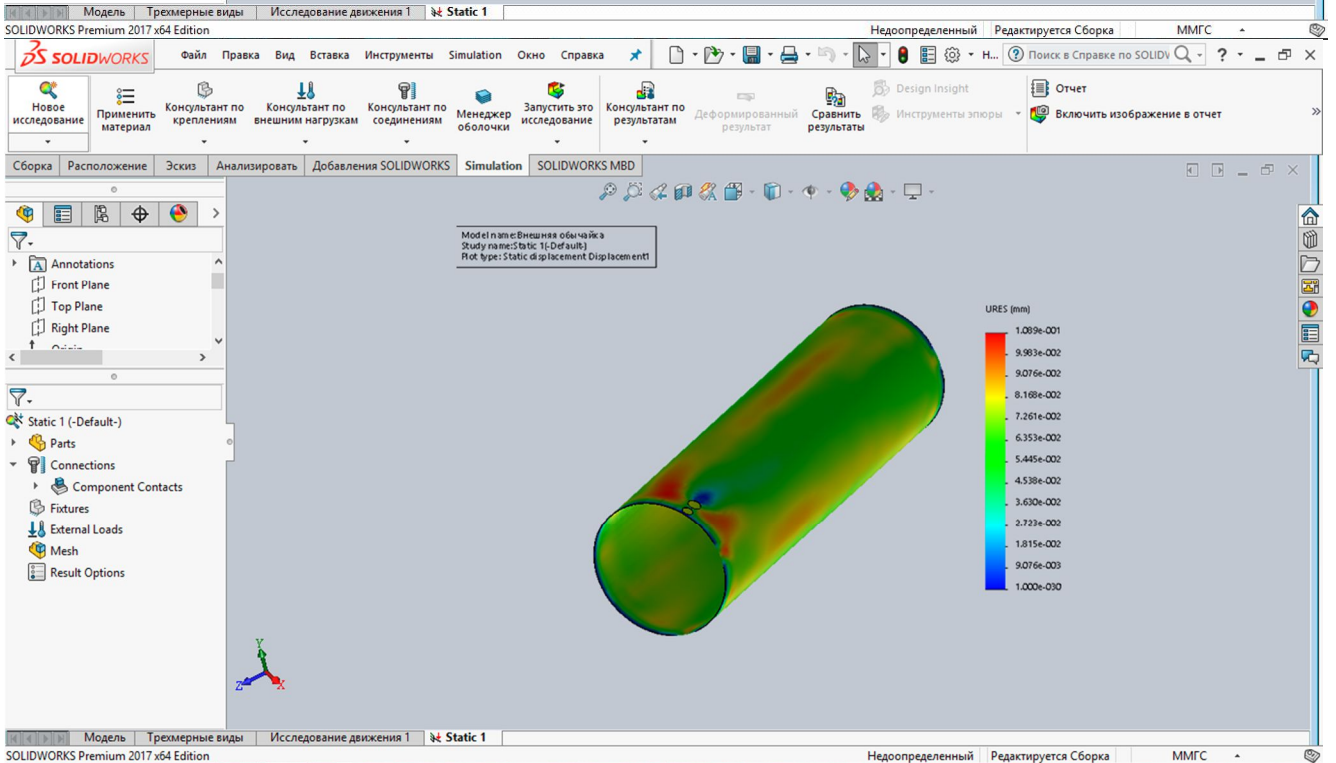
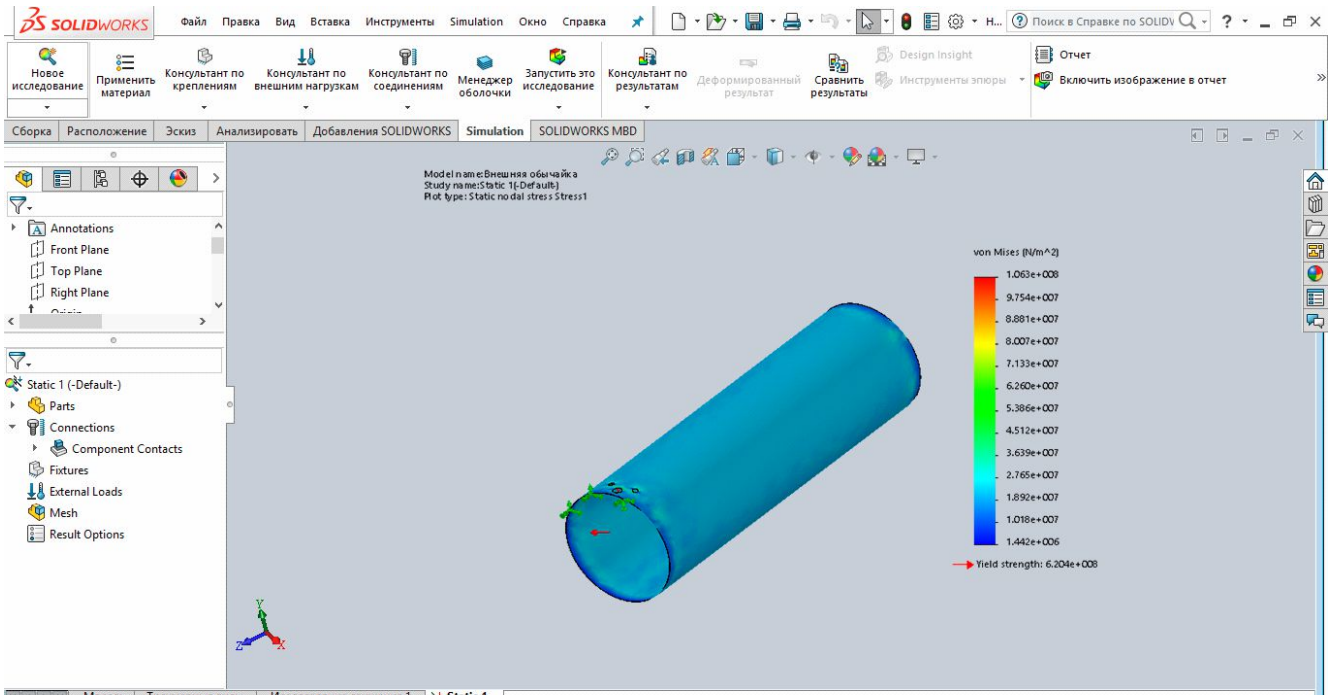
41. Mahvi, A. Ultrasonic technology effectiveness in total Coliforms disinfection of water /A. Mahvi, M. Dehghani, F. Vaezi // J. Appl. Sci. 2005. - № 5. -P. 856-858.

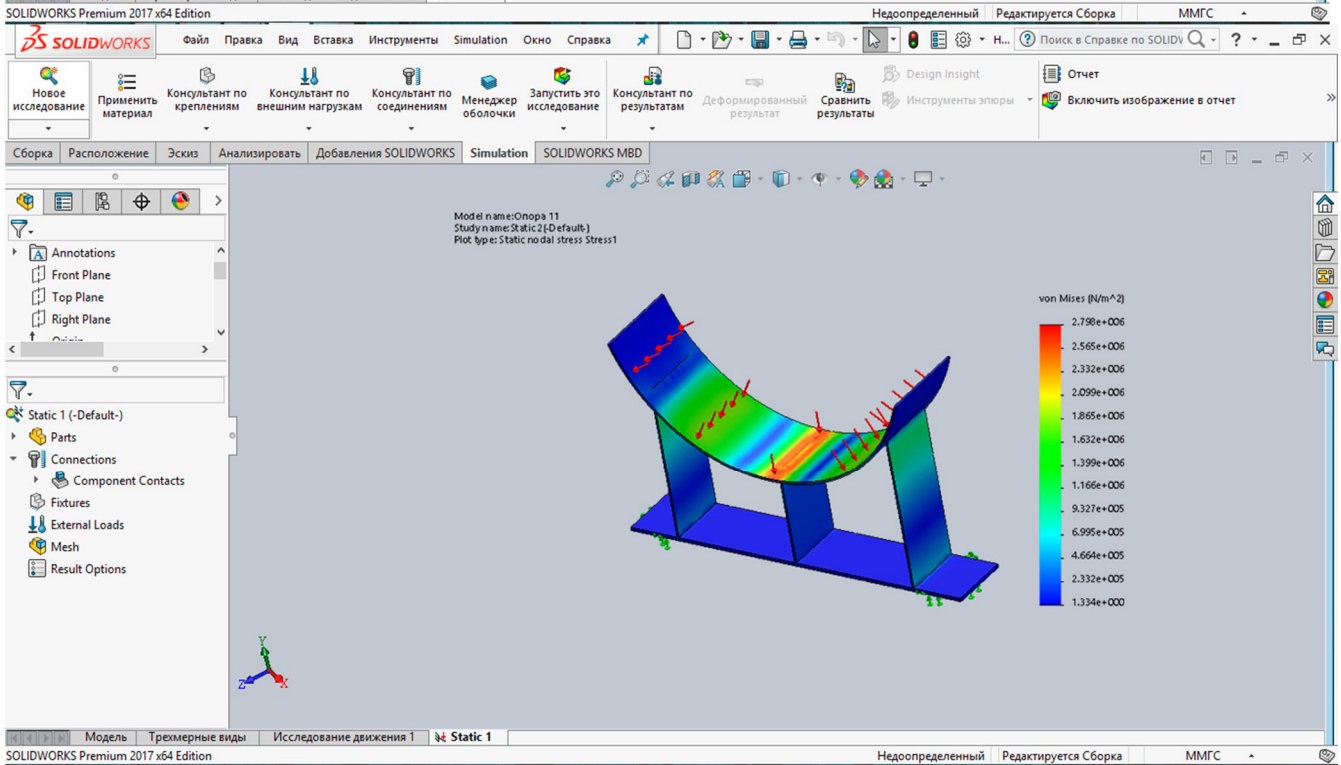
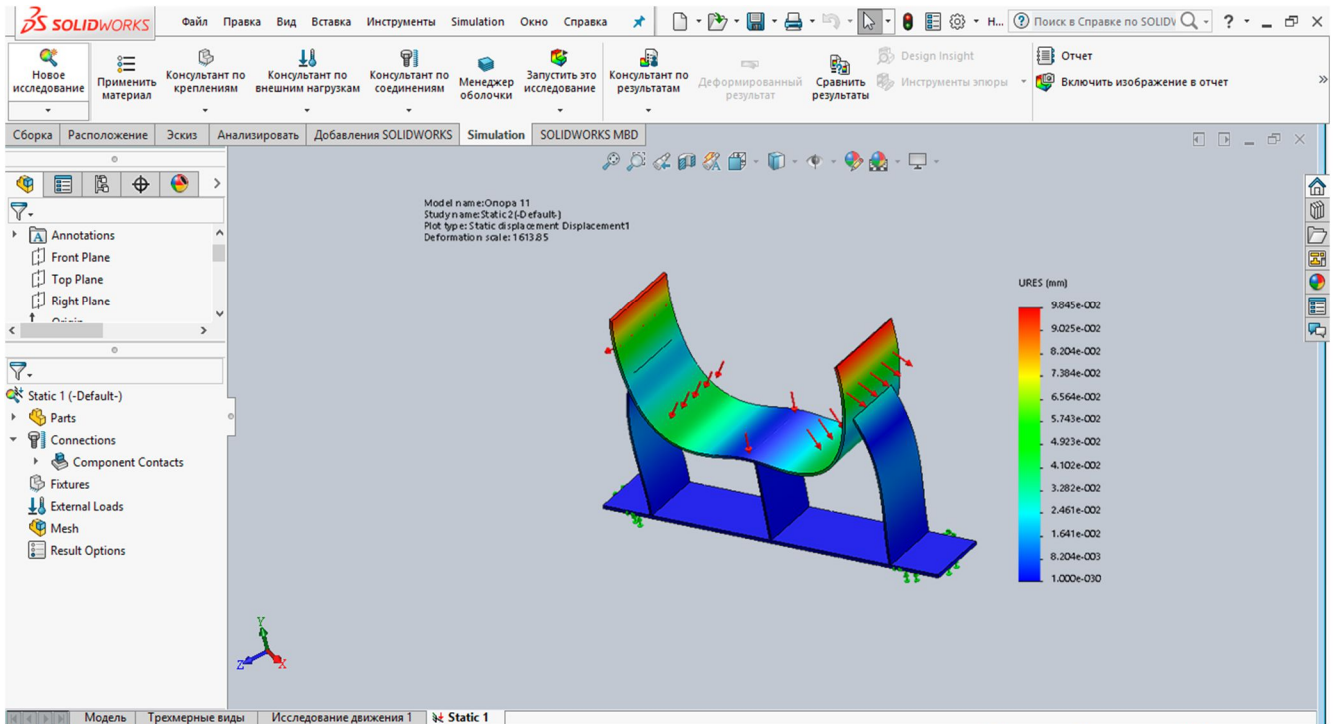
42. Sevag, M.G. Biological Chemistry / M.G. Sevag, D.B. Lackman, 1938.-548 p.

ДОДАТОК А Интерфейс программного середовища SolidWorks 2017 з

навантаженими елементами







ДОДАТОК Б Патентний пошук

ДОДАТОК В Специфікації

ДОДАТОК Г Копії наукових досягнень

1. Ільєнко В.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ УЛЬТРАЗВУКУ НА ПРОЦЕС ВЗРОЩУВАННЯ ЗЕРНА// «Біотехнологія ХХІ століття»: тези доповідей ХІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції присвяченої 100-річчю з дня народження Артура Кроненберга, Київ 20 квітня 2018 р. – Секція 4 «Біотехніка». – с. 131.
2. Стаття: Мельник В.М., Ружинська Л.І., Фесенко С.В., Ільєнко В.В. Вплив ультразвукового випромінення на ріст зернових культур // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». – 2018.

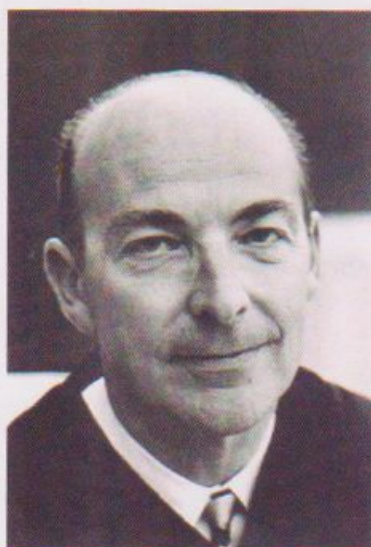
**Міністерство освіти і науки України
Інститут модернізації змісту освіти
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Національна академія наук України
Інститут клітинної біотехнології та генетичної інженерії**

БІОТЕХНОЛОГІЯ ХХІ СТОЛІТТЯ



**Матеріали
ХІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції
«Біотехнологія ХХІ століття»
присвяченої 100-річчю з дня народження Артура Корнберга
(для студентів, аспірантів і молодих вчених)**

20 квітня 2018 року



Київ-2018

«Біотехнологія ХХІ століття»: матеріали XII Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ, 20 квітня 2018) [Текст] / Міністерство освіти і науки України, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Національна академія наук України, Інститут клітинної біології та генетичної інженерії – Київ: ім. Ігоря Сікорського, вид-во «Політехніка», 2018. – 160 с.

Матеріали конференції включають роботи молодих вчених, аспірантів та студентів, які проводять наукові дослідження в галузях промислової, харчової, сільськогосподарської, медичної біотехнології, магнітних технологіях в біотехнології та медицині, біоінформаційних дослідженнях, екологічної біотехнології та біоенергетики, відновлюваних джерел енергії та напрямку інженерного забезпечення біотехнологічних виробництв.

Надруковано в авторській редакції

Відповідальні за випуск:

Фесенко С.В.

Бас Т.О.

Остапенко Ж.І.

Рекомендовано до друку Вченою радою факультету біотехнології і біотехніки, протокол № 8 від 26.03.2018.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ УЛЬТРАЗВУКУ НА ПРОЦЕС ВЗРОЩУВАННЯ ЗЕРНА

Ільсико В.В.

*КПІ ім. Ігоря Сікорського
пр. Перемоги 37, Київ, 03056*

vitaliy_ilienko@ex.ua

Розглянуто можливість прискорення пророщування зерен пшениці та ячменю за допомогою звукового опромінення.

Причиною підвищеної швидкості проростання насіння є більша кількість води, споживаної насінням, підданими ультразвуковим випромінюванням. Коли вода знаходиться всередині клітин, основні процеси метаболізму вводяться в дію набагато швидше, ніж в клітинах, що не піддаються такому опроміненню.

При помірній і невеликій інтенсивності ультразвуку в живих тканинах явище кавітації практично не виражене і спостерігається лише пульсація природних бульбашок в біологічних рідинах і посилення внутрішньоклітинних і позаклітинних мікропотоків рідини, котрі припиняються при відключенні генератора ультразвуку.

Відомо, що швидкість розчинення, дифузії і осмосу прискорюється ультразвуком, а останнім часом ультразвук змінює хімічну селективність напівпроникних мембран, причому підвищена активність пропорційна товщині мембрани.[1]

Ймовірно, що дія є необоротною; як тільки додаткова вода потрапляє в клітину, вона залишається там, навіть якщо вона піддається нормальним процесам сушіння. Таким чином, експериментальні результати відповідають теоретичним поясненням. Повідомлялося про збільшення кількості поглинання води від 10% до 35%, що не залежать від частоти використовуваного ультразвуку. Відсоткове поглинання води визначається також вмістом вологи в насіння на початку. Збільшення поглинання води не тільки несе відповідальність за підвищену швидкість проростання, оскільки спостерігається той же ефект, якщо посів затримується до декількох місяців після обробки. Ці додаткові ефекти були пов'язані з коливальним дією ультразвукових променів.

Відбувається збільшення швидкості метаболізму в результаті ультразвукового опромінення. Цей підвищений обмін речовин пояснюється прискоренням активності ферменту і деполімеризацією речовин, що містяться в активно зростаючих рослинах.

Спостерігається збільшення росту коренів, а також збільшення росту пагонів.

1. Эльпнер, И.Е. Биофизика ультразвука / И.Е. Эльпнер. М.: Мир, 1973.-384 с.

Патентна документація

РЕГЛАМЕНТ ПОШУКУ № БІ7106.271231.000.00

Найменування теми Модернізація апарату розчинів живильних речовин

Шифр теми БІ7106.271231.000.00

Етап Проектування апарату для передпосівної обробки ультразвуком зернових культур

Номер, дата завдання на проведення патентних досліджень № БІ7106.271231.000.00 14.10.2018

Початок пошуку 10.09.2018

Закінчення пошуку 15.10.2018

Таблиця 1. Регламент пошуку (форма Б.1 згідно ДСТУ 3575-97)

Предмет пошуку (ОГД, його складові частини)	Мета пошуку інформації	Держава пошуку	Класифікаційні індекси: МПК, НПК, МКПЗ, МКТП, УДК	Ретроспективність пошуку	Джерела інформації
1	2	3	4	5	6
Шнекові апарати	Визначення патентоздатності апарату, що проектується, та тенденцій розвитку цього напрямку в техніці	Україна, Російська Федерація, США, ЄС, Японія	МПК6 і МПК7- ВО1F 11/02; ВО1J 19/10 G10K 11/00 УДК 661.343.5	1995-2018	Описи до винаходів, офіційні патентні бюлетні Укрпатенту, ФІПС, підручники й навчальні посібники.

ДОВІДКА ПРО ПОШУК № БІ7106.271231.000.00

Завдання на проведення патентних досліджень БІ7106.271231.000.00

Етап Проектування апарату для передпосівної обробки ультразвуком зернових культур

Номер, дата завдання на проведення патентних досліджень № БІ7106.271231.000.00 14.10.2018

Початок пошуку 10.09.2018

Закінчення пошуку 15.10.2018

Таблиця 2. Джерела інформації, використані під час проведення пошуку (форма В.1 згідно ДСТУ 3575-97)

Предмет пошуку (ОГД, його складові частини)	Держава пошуку	Класифікаційні індекси: МПК, НПК, МКПЗ, МКТП, УДК	Інформаційна база, використана під час пошуку	Бібліографічні дані першого та останнього за хронологією джерела інформації	
				Патентна інформація	Інша науково- технічна інформація
1	2	3	4	5	6
Шнекові апарати	Україна, Російська Федерація, США, ЄС, Японія	МПК6 і МПК7- ВО1F 11/02; ВО1J 19/10 G10K 11/00	Науково-технічна бібліотека НТУУ «КПІ ім.І. Сікорського», Науково-технічна бібліотека України	Описи до винаходів, офіційні патентні бюлетні Укрпатенту, ФІПС, та баз даних патентних установ США	Підручники й навчальні посібники з курсу процесів та апаратів хімічної технології

Таблиця 2. Патентна документація, відібрана для подальшого аналізу

ОГД, його складові частини	Документи на об'єкти промислової власності	
	Бібліографічні дані	Відомості щодо їхньої дії
1	2	3
Ультразвуковий штир високої потужності та проточний реактор безперервної дії	Патент №86704 (UA), B01J 19/10. Ультразвуковий штир високої потужності та проточний реактор безперервної дії / Федорова І.С.; п/с 52, м. Київ-54, 01054 – Опубл 12.05.2009, бюл №9.	Не діє
Ультразвуковое устройство для обработки жидких сред	Патент №106137 U1(RU), B01J 19/10. Ультразвуковое устройство для обработки жидких сред / Блохин А.Н.; ООО «НаноТехЦентр».- Опубл. 10.07.2011, бюл. №19	Не діє
Винтовой конвейер	Патент RU2450962C1 B01J 19/10. Винтовой конвейер / Тарасов Ю.Д.; 199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2, СПГГИ (ТУ), отдел интеллектуальной собственности и трансфера технологий (отдел ИС и ТТ). – Опубл. 20.05.2012 Бюл. № 14	Не діє

Технічні науки

УДК 58.084.1

Мельник Вікторія Миколаївна

доктор технічних наук, професор,

завідувач кафедри біотехніки та інженерії

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Мельник Виктория Николаевна

доктор технических наук, профессор,

заведующий кафедрой биотехники и инженерии

Национальный технический университет Украины

"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"

Mel'nick Victoria

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Head of the Department of Bioengineering and Biotechnics

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Ружинська Людмила Іванівна

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри біотехніки та інженерії

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Ружинская Людмила Ивановна

кандидат технических наук, доцент,

доцент кафедры биотехники и инженерии

Национальный технический университет Украины

"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"

Ruzhinskaya Lyudmyla

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,

*Associate Professor of the Department of Bioengineering and Biotechnics
National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

Фесенко Сергій Вікторович

*кандидат технічних наук, асистент кафедри біотехніки та інженерії
Національний технічний університет України*

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Фесенко Сергей Викторович

*кандидат технических наук, ассистент кафедры биотехники и инженерии
Национальный технический университет Украины*

"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"

Fesenko Sergiy

*Candidate of Technical Sciences,
Assistant of the Department of Bioengineering and Biotechnics
National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

Ільєнко Віталій Володимирович

магістр

Національного технічного університету України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Ильенко Виталий Владимирович

магистр

Национального технического университета Украины

"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"

Il'enko Vitaliy

*Master of the
National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

**ВПЛИВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА РІСТ
ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР
ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РОСТ
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР
EFFECT OF ULTRASOUND RADIATION ON GROWTH OF GRAIN
CROPS**

***Анотація.** Наводяться результати лабораторних експериментів по виявленню дії звукового опромінення певної частоти на ріст та розвиток зерен пшениці та ячменю. Розглянуто можливість прискорення пророщування зерен пшениці та ячменю за допомогою звукового опромінення. Показано, що найбільші якісні і кількісні показники спостерігаються при опроміненні ультразвуком потужністю 300 Вт, частотою 36 кГц протягом 20 хвилин; потужністю 700 Вт, частотою 36 кГц протягом 10 хвилин.*

***Ключові слова:** зерно, пшениця, ячмінь опромінення звуковими частотами, ультразвук.*

***Аннотация.** Рассмотрена возможность ускорения проращивания зерен пшеницы и ячменя с помощью звукового излучения. Показано, что наибольшие качественные и количественные показатели наблюдаются при облучении ультразвуком мощностью 300 Вт, частотой 36 кГц в течение 20 минут; мощностью 700 Вт, частотой 36 кГц в течении 10 минут.*

***Ключевые слова:** зерно, пшеница, ячмень облучение звуковыми частотами, ультразвук.*

***Summary.** The results of laboratory experiments on the detection of the effect of sound irradiation of a certain frequency on the growth and development of wheat and barley grains are presented. The possibility of accelerating germination of wheat and barley grains by means of sound irradiation is*

considered. It is shown that the highest qualitative and quantitative indices are observed with ultrasound irradiation with a power of 300 W, a frequency of 36 kHz for 20 minutes; a power of 700 W, a frequency of 36 kHz for 10 minutes.

Key words: *grain, wheat, barley sound frequency irradiation, ultrasound.*

Вступ. Одним із шляхів підвищення ефективності процесу вирощування сільськогосподарських культур є попередня обробка насіння в ультразвуковому полі.

В результаті експериментальних досліджень встановлено, що швидкість проростання насіння обробленого ультразвуком зростає. Останнім часом проводились дослідження обробки насіння в рідкій фазі, воді, розчинах мікроелементів у воді.

Вплив ультразвуку залежить від частоти, інтенсивності і часу обробки.

Наразі в світі існує тенденція до зменшення посівної площі в багатьох країнах світу, пов'язаних з низкою причин. Україна входить до числа країн, посівна площа яких складає більше 70% від загальної площі країни, натомість по всьому світу тенденція складає від 0,56% до 83% [1]. Виробництво зернових культур у світі коливається в діапазоні 16 – 560 000 000 метричних тон. Кожна країна намагається зібрати максимальну кількість врожаю, для продуктового забезпечення свого населення та для експорту, в іншому випадку країни стають залежними, і мусять забезпечувати населення шляхом імпорту залучуючи кошти отримані з інших секторів економіки. За даними міністерства Агрополітики Україна експортувала рекордні 39,4 млн тонн зернових в маркетинговому сезоні 2015-2016 років (рис. 1). Це на 4,6 млн тонн більше, ніж в ході попереднього 2014-2015 маркетингового року [2].

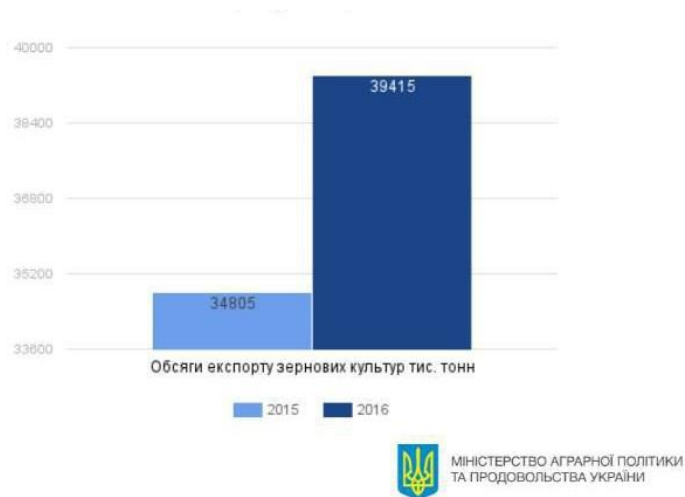


Рис. 1. Гістограма обсягу експорту зернових культур 2015-2016 року

Протягом року Україна продала 17,35 млн тон пшениці, 17,40 млн тон кукурудзи, 4,41 млн тон ячменю і 256 тис. тон інших зернових. Де експорт пшениці склав 44% від загального експорту зернових культур. Це робить данні дослідження по прискоренню пророщування, кількості пророщених зерен та подальшого росту актуальними для аграрного сектору нашої країни.

Мета та задачі дослідження. Метою роботи є визначення впливу ультразвукового опромінення на ріст зерен пшениці та ячменю.

Для досягнення поставленої мети вирішували такі задачі:

- експериментально, в лабораторних умовах, підтвердити дію ультразвукового опромінення певної частоти на ріст та розвиток зерен пшениці та ячменю.
- дослідити вплив тривалості обробки, частоти ультразвуку та потужності випромінювача на ріст та розвиток зерен пшениці та ячменю.

Літературний огляд. В роботі [3] автори аналізуючи прискорення процесу проростання насіння *Arabidopsis thaliana* L дійшли до висновку, що посилення пророщуваності зерна, обробленого ультразвуком, пов'язане з прямими змінами в мікроструктурі насіння, такими як збільшення

пористості, що сприяє покращенню подачі води та кисню, а також поліпшенню масопередачі в тканині насіння. Іншим можливим поясненням може бути зменшення мікробного навантаження, поліпшення фізіологічного потенціалу. У дослідженні [4] показано, що ультразвук може викликати стимуляцію або руйнування в залежності від генотипів рослин та параметрів ультразвуку, тобто інтенсивності, частоти та тривалості. Ефективність ультразвукової обробки для стимуляції насіння соняшнику було продемонстровано при рівнях інтенсивності від 40 до 60% від вихідної потужності з експозицією від 5 до 20 хвилин. Відсоткові значення проростання насіння соняшнику становили 95 і 99% при обробці ультразвуком при 40 і 60% інтенсивності на 5-20 хвилини порівняно з контрольним зразком, який становив лише 68%. Подібні результати були отримані в насінні орхідеї з ультразвуковою попередньо-посівною обробкою. Проте результати в цьому дослідженні були на 44-48% нижчими, ніж у контрольного зразка при обробці ультразвуком при 80-100%. Тривалість обробки ультразвуком при підвищеній інтенсивності може нанести пошкодження ембріону. Результати цього дослідження показали, що ультразвукова обробка (5-20 хвилин) призвела до більшого проростання, порівняно з контрольними зразками. У праці [5] автори пропонують вважати, що стимулююча дія ультразвукового випромінювання на проростання насіння обумовлюється модифікаціями целюлозної мембрани, в результаті чого поліпшується транспортування живильних речовин і поглинання корисних елементів навколо насіння. В роботі [6] досліджувався ефект ультразвукових хвиль на горох (*Pisum sativum*), застосування обробки насіння ультразвуком призвело до зростання в 13,1% проростання насіння в порівнянні з контрольним зразком. У дослідженні [7] встановлено, що відсотковий час проростання баранячого нуту, пшениці та кавуна збільшився на 36%, 2% та 2%, відповідно, у порівнянні з контрольними зразками, але насіння перцю і фенхелю реагувало на обробку ультразвуком

негативно, проростання насіння перцю зменшилось на 19%, а насіння фенхелю на 30,5%, отже ультразвук може зменшити процент проростання насіння деяких видів. В праці [8] наведені результати дослідження впливу, ультразвуку на проростання насіння (*Medicagoscutellata* (L.) Mill), (*Atriplexlentiformis*), (*Cuminumcuminum*), (*Zygophyllumeurapterum*) експерименті було показано що проростання насіння важливих лікарських видів реагує на ультразвукове дослідження позитивно; проростання насіння збільшено на 63,3, 28%, 36% та 35,7%, відповідно, порівняно з контролем. В роботі [9] наведені результати дослідження впливу часу обробки зерна ультразвуком на характеристики зростання. Автори роблять висновок, що ультразвукова обробка зерна позитивно ефективна для стимуляції насіння, розростання рослин, однак час обробки слід розглядати як важливий чинник, який може викликають негативний і позитивний вплив на проростання насіння та зростання розсади. В роботі [10] наведені результати дослідження впливу дози ультразвукового випромінювання на ріст деяких органів рослини. Дослідження показали, що невеликі кількості ультразвуку можуть стимулювати клітинний поділ, середня доза може стримувати поділ клітин, смерть клітин може викликати велика кількість ультразвуку. Помірні дози можуть змусити клітини кореневої системи рослини енергійно ділитися, розширити здатність росту рослин, сприяти появі рослин до коренів; що може зменшити інтенсивність дихання однорічно рослини, при цьому збільшується інтенсивність дихання рослин протягом двох років. Дослідження показало, що великі дози ультразвуку можуть стримувати зростання рослини, Дослідження також виявило, оптимальний час та потужність – 65 Вт, 15 хвилин.

Матеріали, обладнання та методи дослідження впливу ультразвукового випромінювання в лабораторному експерименті. Перший експеримент проводився за допомогою установки УЗП-6-1 (погружний блок з ультразвуковим випромінювачем), напруга живлення

якої становить $220 \pm 10\%В$, 50 Гц, споживана потужність – макс. 300 Вт, частота ультразвуку – 36 кГц. Установка містить 6 ультразвукових випромінювачів [11]. Для встановлення впливу звукових коливань було обрано частоту 36 кГц. Контрольний зразок не опромінювався. Дослідження та спостереження проводились протягом 2х тижнів. Було відібрано 7 зразків зерен пшениці вагою по 3 грами (приблизно 60 одиниць). Обробці зерна піддавалися безпосередньо в водному середовищі при контакті з випромінювачами. Кожні 10 хвилин вилучався один з зразків протягом 60 хв. Температура водного середовища під час обробки ультразвуком змінювалась від початкової $15.6^{\circ}C$ до кінцевої $26.8^{\circ}C$, зміна температур склала $11.2^{\circ}C$.

Другий експеримент проводився за допомогою каскадного ультразвукового випромінювача. Напруга живлення якої становить $220 \pm 10\%В$, споживана потужність – макс.700 Вт, частота ультразвуку коливається в межах 25 – 40 кГц [12]. Для встановлення впливу звукових коливань було обрано частоту 40 кГц. Контрольний зразок не опромінювався. Дослідження та спостереження проводились протягом 8-ми тижнів. Було відібрано 5 зразків зерен ячменю, по 50 одиниць. Обробці зерна піддавалися безпосередньо в водному середовищі при контакті з випромінювачем. Кожні 5 хвилин вилучався один з зразків протягом 20 хв. Температури водного середовища під час обробки ультразвуком змінювалась від початкової $16.3^{\circ}C$ експерименту, до кінцевої $20.2^{\circ}C$, зміна температури склала $3.9^{\circ}C$

Результати дослідження впливу звукового опромінення на пророщування зерен пшениці. Після обробки ультразвуком зразки були поміщені в окремі посудини без ґрунту та добрив. Щодня відбувалося змочення зерен водою, щоб уникнути загнивання коренів та появи грибку полив було вирішено не використовувати. зразки отримували ту кількість води, яка втримувалась на поверхні коренів та зерен. Через 6 днів вже

можна було помітити певну різницю в зразках та зробити перші висновки. Зразок №3 (20 хвилин обробки) мав помітно сильніший ріст. Коренева система була найбільш розвинена, кількість пророщених зерен була більшою, ростки щільнішими, вищими. На момент завершення експерименту по дослідженню пророщення пшениці майже всі зразки показали приблизно однакові результати, але 3-ій зразок, на фоні інших, мав лідуючу позицію (рис. 2). Температура середовища, в якому відбувалося пророщення ~24 С.

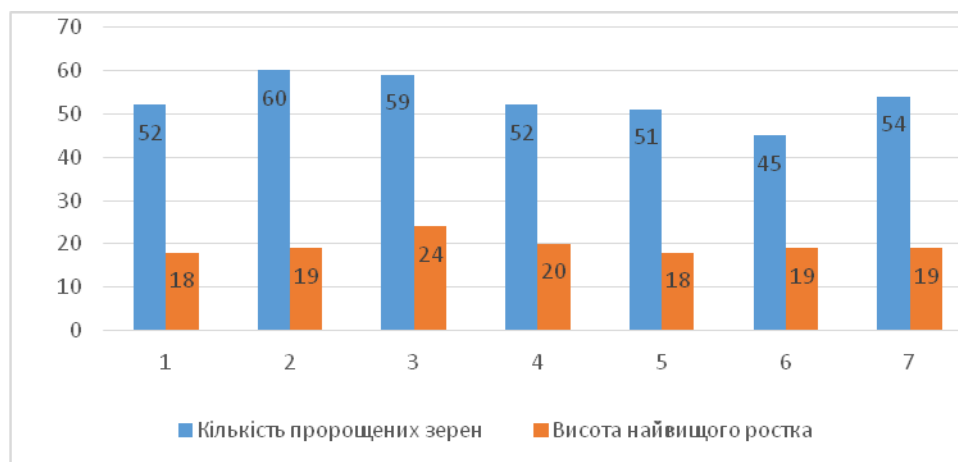


Рис. 2. Результати лабораторних експериментів по пророщуванню пшениці

Результати дослідження впливу звукового опромінення на пророщування зерен ячменю. Для опромінення зерен ячменю була використана установка потужністю 700 Вт. По завершенню опромінення, приблизно через 6-7 годин у деяких зразків вже пробілися ростки, але через декілька днів тенденція росту вирівнялась. Як і в експериментах з пшеницею після обробки ультразвуком зразки були поміщені в окремі посудини без ґрунту та добрив. Щодня відбувалося змочення зерен водою, щоб уникнути загнивання коренів та появи грибку полив було вирішено не використовувати. зразки отримували ту кількість води, яка втримувалась на поверхні коренів та зерен. Через 6 днів вже можна було помітити певну різницю в зразках та зробити перші висновки. Контрольний зразок, при достатній кількості сонячного світла, мав достатньо сильну кореневу

систему та високу кількість пророщених зерен. В умовах недостатньої кількості сонячного світла контрольний зразок показав результати пророщення – 30-38% (рис. 3).

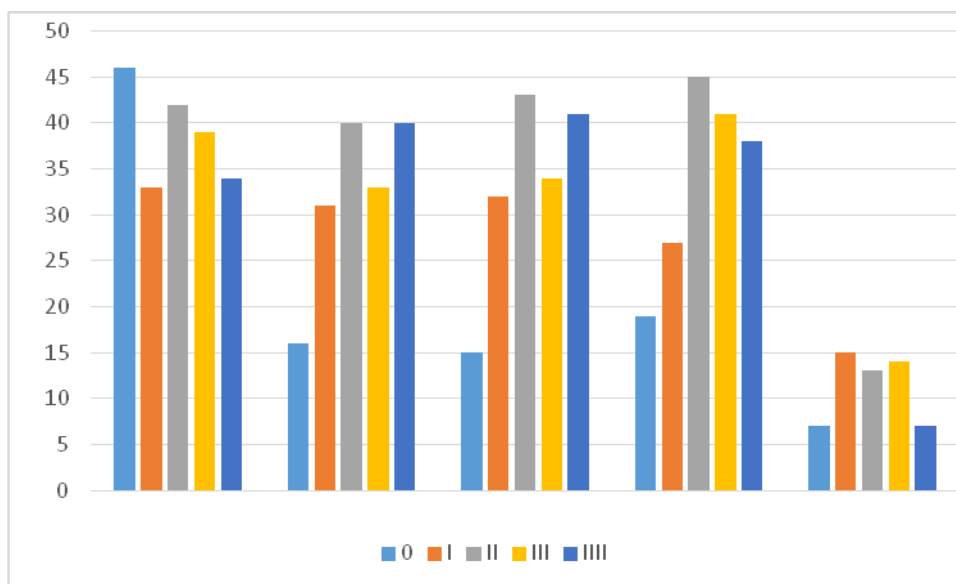


Рис. 3. Гістограма результатів лабораторних експериментів по пророщуванню ячменю

На момент завершення експерименту по дослідженню пророщення ячменю зразки показали різні результати, але зразок з обробкою в 10 хвилин, на фоні інших, мав лідуючу позицію. Далі наведена табл. 1 з результатами експериментів по виявленню закономірності в пророщуванні оброблених зерен.

Таблиця 1

Загальні результати лабораторних експериментів по пророщуванню ячменю

	Кількість пророщених зерен				
0	46	16	15	19	7
I	33	31	32	27	15
II	42	40	43	45	13
III	39	33	34	41	14
IV	34	40	41	38	7

Найбільші показники пророщування зерен показала обробка в 10 хвилин – 80-90%, що представлено в табл. 2.

Температура середовища, в якому відбувалося пророщення ~24 С.

Результати лабораторних експериментів по пророщуванню ячменю, які проводились в термін із 11.12.17 по 25.12.17 наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Результати лабораторних експериментів по пророщуванню ячменю

Відсоткове відношення пророщуванності зерен ячменю (11.12.17-25.12.17)			
Контрольний зразок (0)	0,3	0,38	0,32
I	0,65	0,54	0,62
II	0,86	0,9	0,8
III	0,68	0,82	0,66
III	0,82	0,77	0,8

Обговорення результатів впливу звукового випромінювання на пророщення зерен пшениці та ячменю. Проведені експериментальні дослідження обробки зерна пшениці та ячменю ультразвуковим випромінюванням з подальшим пророщуванням.

Експерименти показали можливість прискорення пророщування зерен пшениці та ячменю в разі ультразвукового опромінення. Встановлено, що у опромінених зразках коренева система пророщених рослин краще розвинена, збільшується кількість пророщених зерен була, ростки пророщених зерен щільніші та вищі у порівнянні з контрольними зразками. Найбільші якісні і кількісні показники спостерігаються при опроміненні ультразвуком потужністю 300 Вт, частотою 36 кГц протягом 20 хвилин; потужністю 700 Вт, частотою 36 кГц протягом 10 хвилин.

Висновки

- експериментально, підтверджено позитивну дію ультразвукового опромінення певної частоти на ріст та розвиток зерен пшениці та ячменю.

- в результаті експериментів встановлено, що для досягнення позитивного впливу ультразвуковим опроміненням на ріст та розвиток зерен пшениці та ячменю тривалість обробки зерна, необхідно вибирати в залежності від частоти ультразвуку та потужності випромінювача.

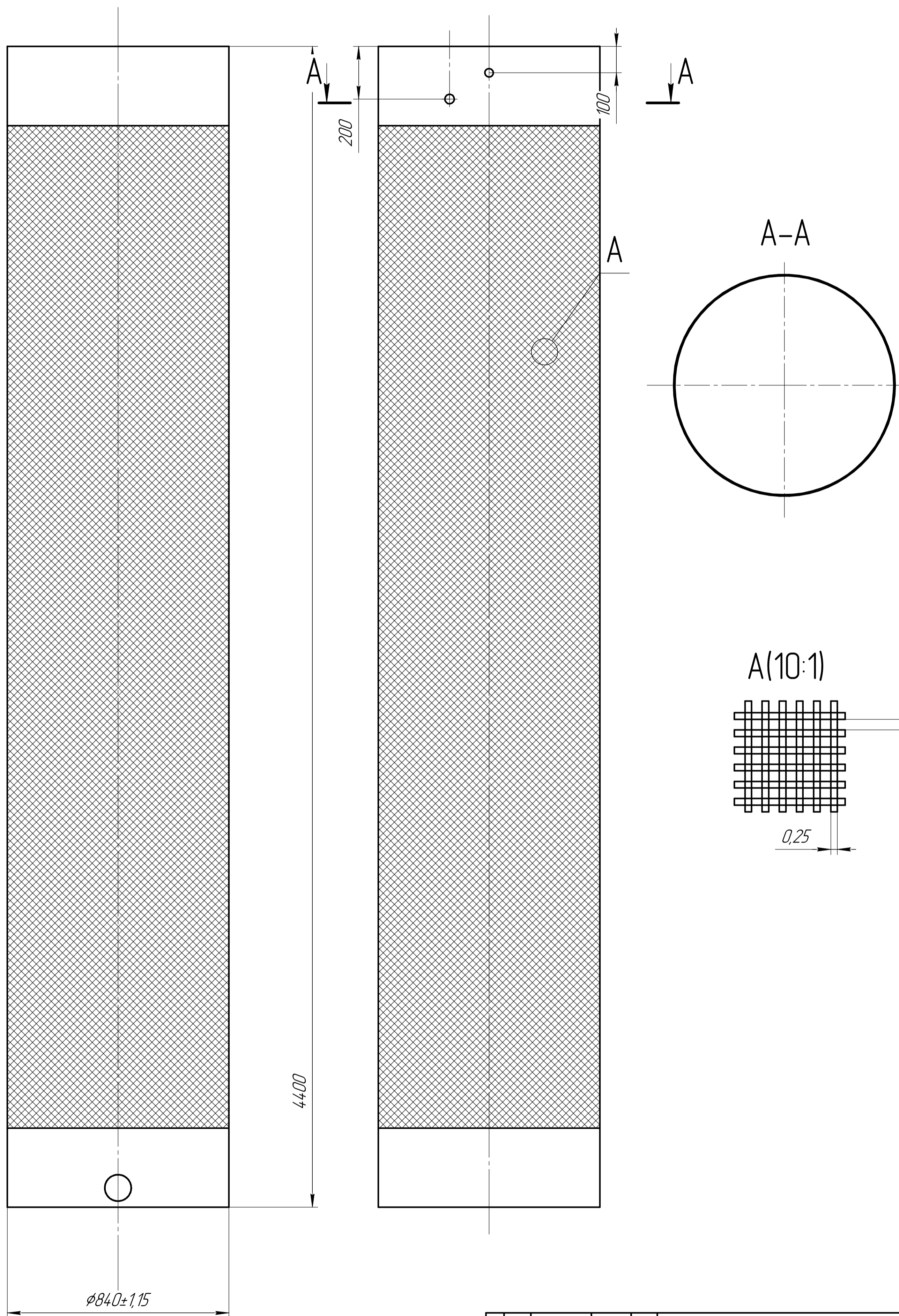
Література

1. AgriSurvey. Агропродовольчий спектр України – 2014: Персональний зріз. – 2014 р. – 118 с.
2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ucab.ua/files/Survey/Largest_Agriholdings/Holdings_2016%20_demo.pdf
3. Alberto Claudio Miano Pastor, Victor Augusto Forti, Haynna Fernandes Abud, Francisco Guilhien Gomes-Junior, Silvio Moure Cicero, Pedro E. D. Augusto. Effect of ultrasound technology on barley seed germination and vigour. June 2015. Seed Science and Technology 43(2). DOI: 10.15258/sst.2015.43.2.10.
4. Thitiporn Machikowa, Thanawit Kulrattanak, Sodchol Wonprasaid. Effects of Ultrasonic Treatment on Germination of Synthetic Sunflower Seeds. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering. - Vol. 7. - No. 1. - 2013. - P. 1-3.
5. Risca I.M., Fartais L., Stiuca P. Ultrasound effects contributions on the Norway spruce seeds germination (*Picea abies* (L.) Karsten). Gen. Biol. Molec., Tom VIII, pp. 87-88, 2007.
6. Kai Ying Chiu, Jih Min Sung. . Use of ultrasonication to enhance pea seed germination and microbial quality of pea sprouts. International Journal of Food Science & Technology 49(7). December 2013. DOI: 10.1111/ijfs.12476. - P. 1699-1706.

7. Nazari M, Sharififar A, Asghari HR. Medicago scutellata seed dormancy breaking by ultrasonic waves. *Plant Breeding and Seed Science* 69(1). - 2015. - P. 15-24. DOI: <https://doi.org/10.1515/plass-2015-0002>.
8. Sharififar A, Nazari M, Asghari HR (2015) Effect of ultrasonic waves on seed germination of *Atriplex lentiformis*, *Cuminum cyminum*, and *Zygophyllum eurypterum*. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants* 2(3). - 2015. - P. 102-104. doi.org/10.1016/j.jarmap.2015.05.003
9. Meisam Nazari, Amin Sharififar, Hamid Reza Asghari. Medicago Scutellata Seed Dormancy Breaking by Ultrasonic Waves (December 2014). Volume 69: Issue 1. 03 Mar 2015. Page Count: 15–24. DOI: <https://doi.org/10.1515/plass-2015-0002>.
10. Haiyan Ran, Liyan Yang, Yanling Cao. Ultrasound on Seedling Growth of Wheat under Drought Stress Effects. *Agricultural Sciences*. Vol. 06, No.07(2015), Article ID: 57917, 5 pages [10.4236/as.2015.67064](https://doi.org/10.4236/as.2015.67064).
11. Мельник В.М., Карачун В.В., Форостянко В.С. Дистанційне управління тепломасообміном в біореакторах на резонансому рівні / *Multidisciplinary International scientific journal "Internauka"*. - 2016. - № 6. - Т.1. - С. 56-61.
12. Мельник В.М., Ружинська Л.І., Андрук М.М. Ультразвукова дезінтеграція рослинної сировини в технології отримання каротиноїдів / *Multidisciplinary International scientific journal "Internauka"*. - 2017. - №18. - С. 89-94.

Вид знизу

Вид зверху



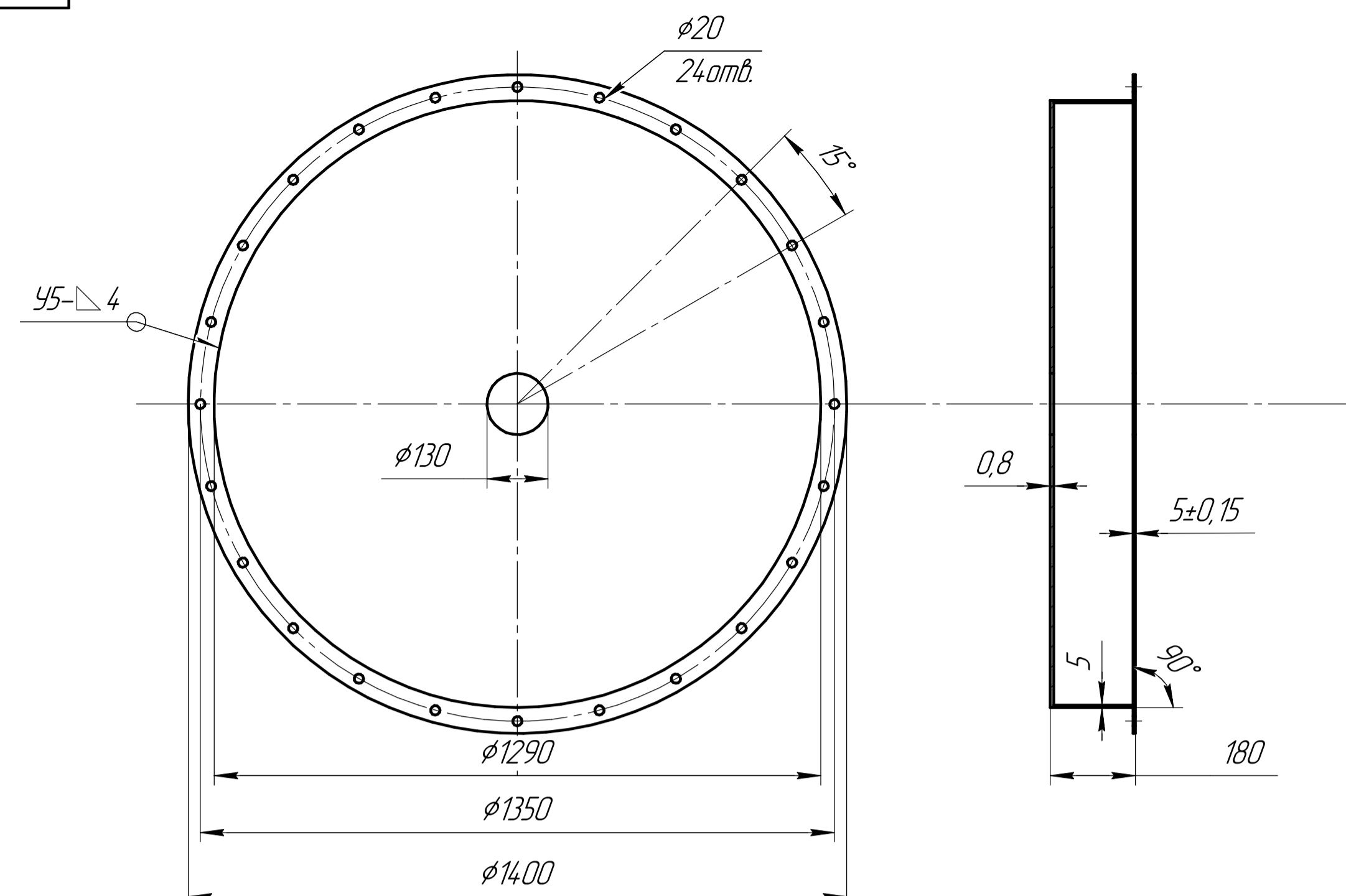
БІ/106.27123100100-60 СБ

Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20

- Зварні шви виконуються за ГОСТ 5264 - 80
 - Внутрішні зварні шви поліривати врівень з внутрішньою поверхнею
- *Разміри для довідок

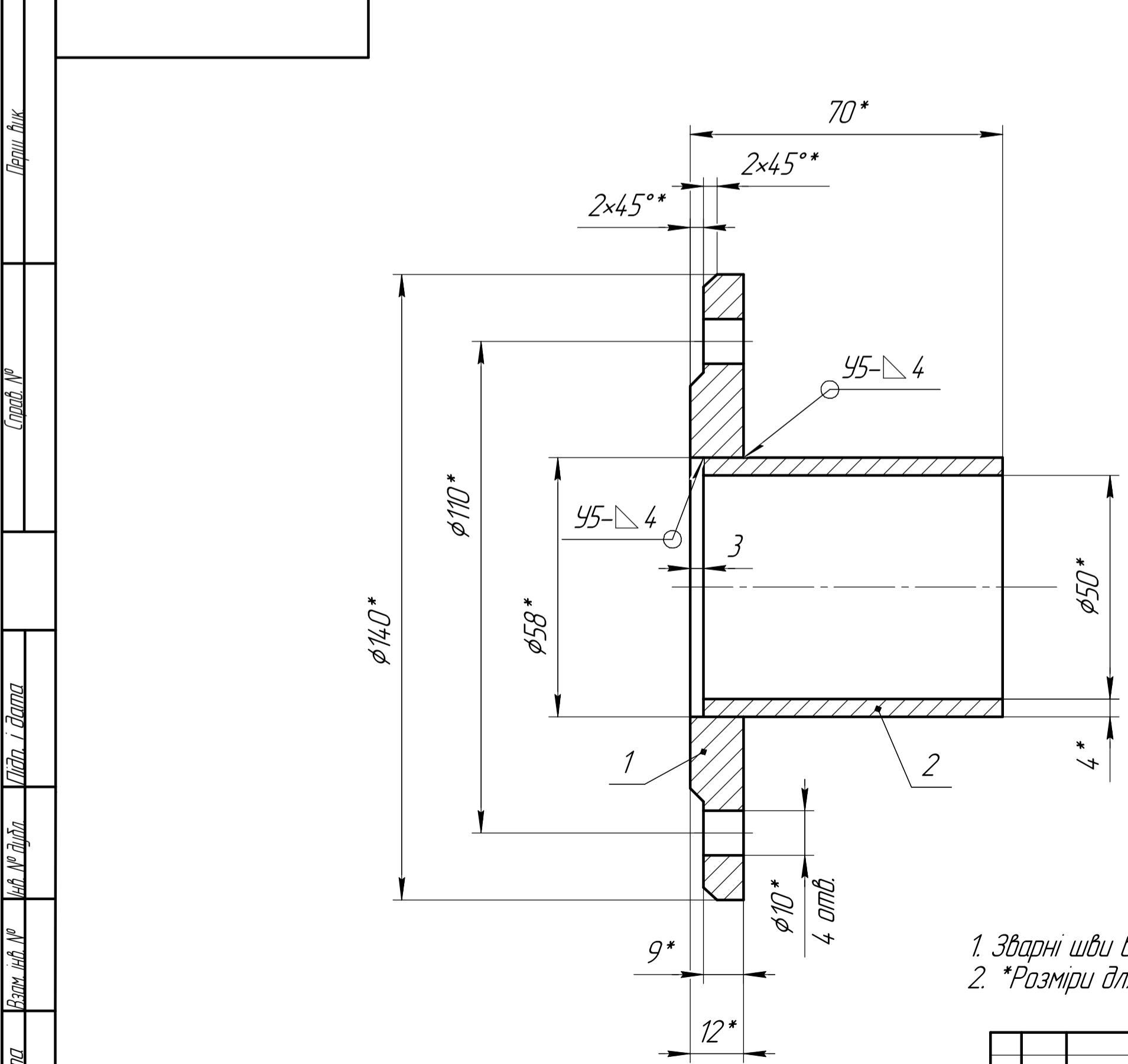
БІ/106.27123100100-60 СБ				Литера	Масп	Масштаб
Зм	Лист	Архивум	Лист	Лист		1:10
Розроб	Мельник ВМ					
Проб	Мельник ВМ					
І.контр	Мельник ВМ					
Н.контр	Мельник ВМ					
Затв	Мельник ВМ					
Внутрішній корпус Складальне креслення				Аркши 1	Аркши 1	
НТЗУ "КТІ імені Георгія Сікорського"				ФБТ, БІ-31		

БІ/106.27123100200-60 СБ



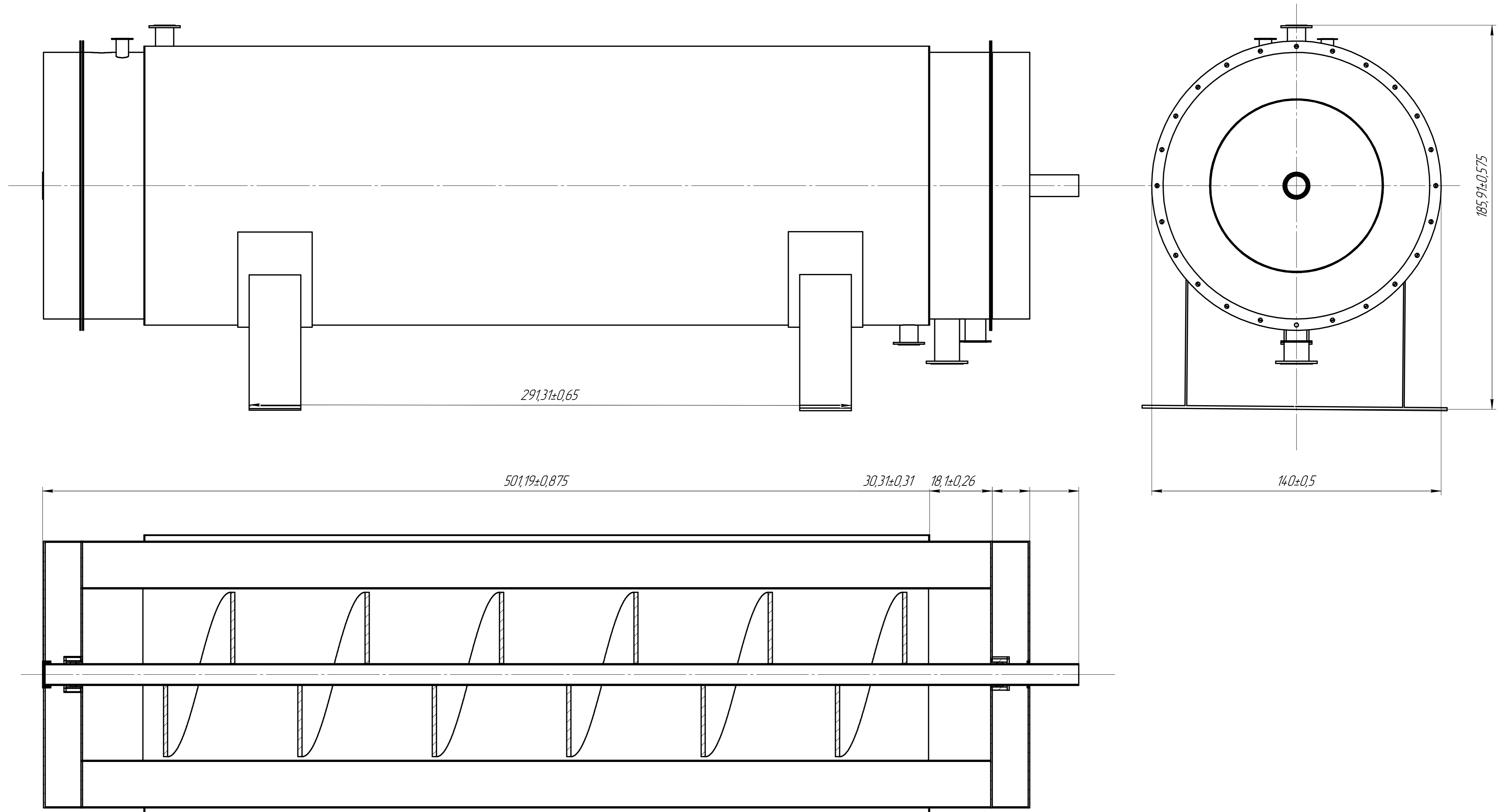
- Зварні шви виконуються за ГОСТ 5264 - 80
- Внутрішні зварні шви поліривати врівень з внутрішньою поверхнею
- *Разміри для довідок

БІ/106.27123100200-60 СБ				Литера	Масп	Масштаб
Зм	Лист	Архивум	Лист	Лист		1:10
Розроб	Мельник ВМ					
Проб	Мельник ВМ					
І.контр	Мельник ВМ					
Н.контр	Мельник ВМ					
Затв	Мельник ВМ					
Кришка Складальне креслення				Аркши 1	Аркши 1	
НТЗУ "КТІ імені Георгія Сікорського"				ФБТ, БІ-31		



- Зварні шви виконуються по ГОСТ 5264-80
- *Разміри для довідок

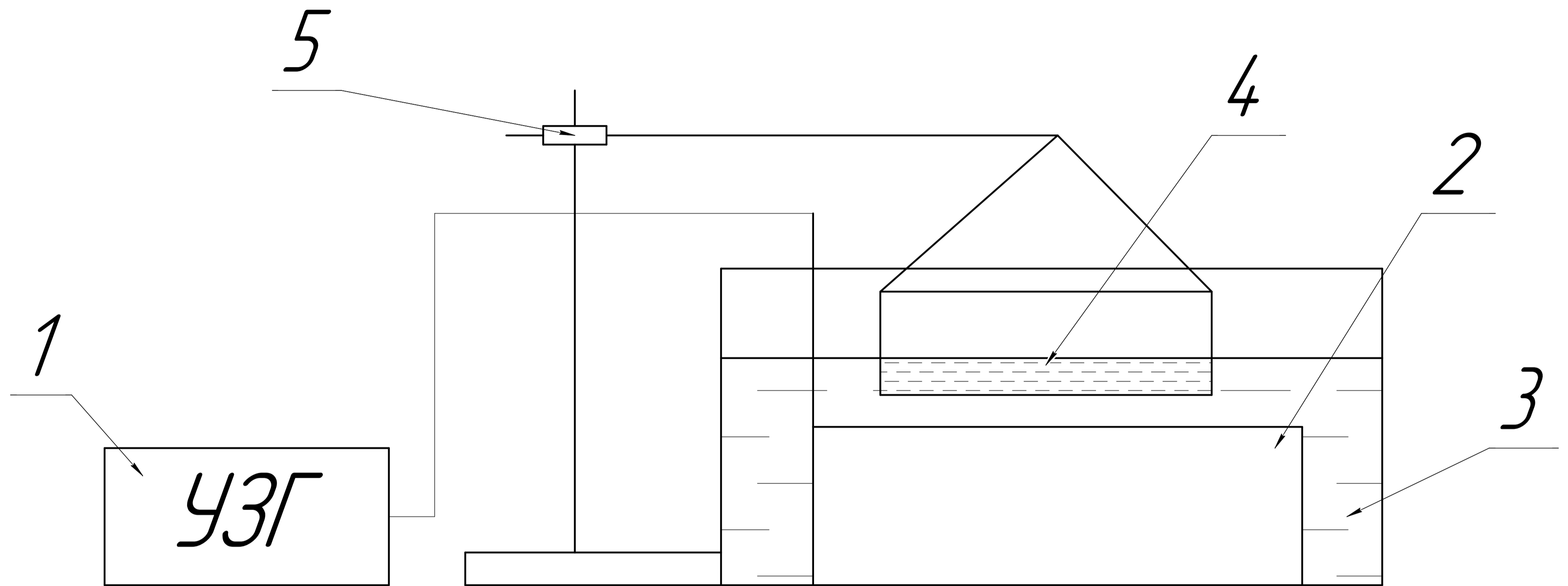
БІ/106.27123100200-60 СБ				Литера	Масп	Масштаб
Зм	Лист	Архивум	Лист	Лист		1:5
Розроб	Бас ГО					
Проб	Шибельний ВМ					
І.контр						
Н.контр	Шибельний ВМ					
Затв	Мельник ВМ					
Опора Складальне креслення				Аркши 1	Аркши 1	
НТЗУ "КТІ імені Георгія Сікорського"				ФБТ, БІ-31		



					БІ7106.271231000.00-60 СБ					
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Апарат для передосвідної обробки ультразвуком зернових культур					
Разраб.	Ильєнко В.В.							Лит.	Маса	Масштаб
Проб.	Мельник В.М.									1:1
Т.контр.	Мельник В.М.							Лист	Листов	1
Н.контр.	Мельник В.М.									
Утв.	Мельник В.М.									

Лист № 1
Листів у даній збірці 1
Взам. шифр № 1
Лист № 1
Стор. № 1
Листів у даній збірці 1

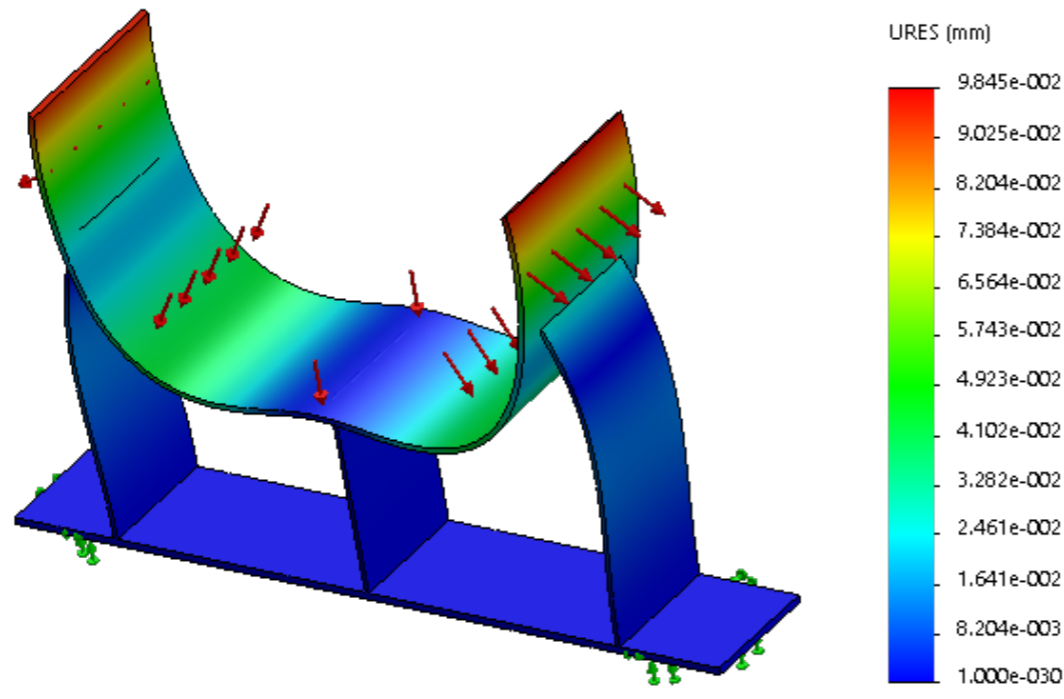
Схема проведення експерименту для визначення впливу ультразвуку на кількісні та якісні характеристики взоцуваності зернових культур



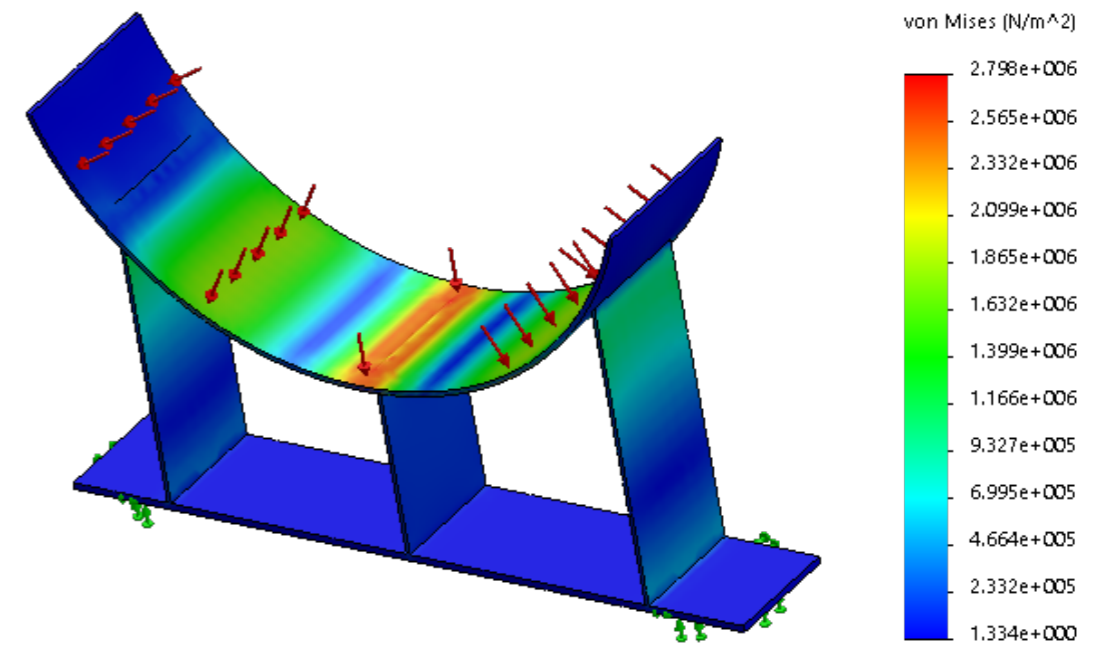
Принципова схема експериментальної установки:

*1 – ультразвуковий генератор, 2 – ультразвуковий перетворювач,
3 – ємність, 4 – решітчаста посудина з сировиною, 5 – штатив*

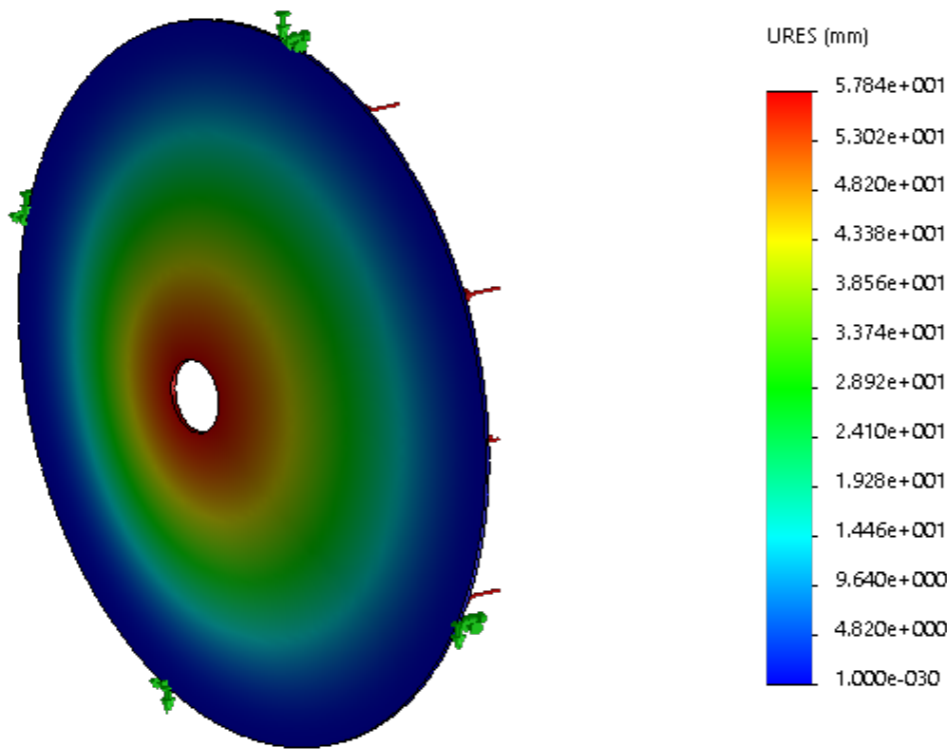
Model name: Онопа 11
 Study name: Static 2 (Default)
 Plot type: Static displacement Displacement1
 Deformation scale: 1613.85



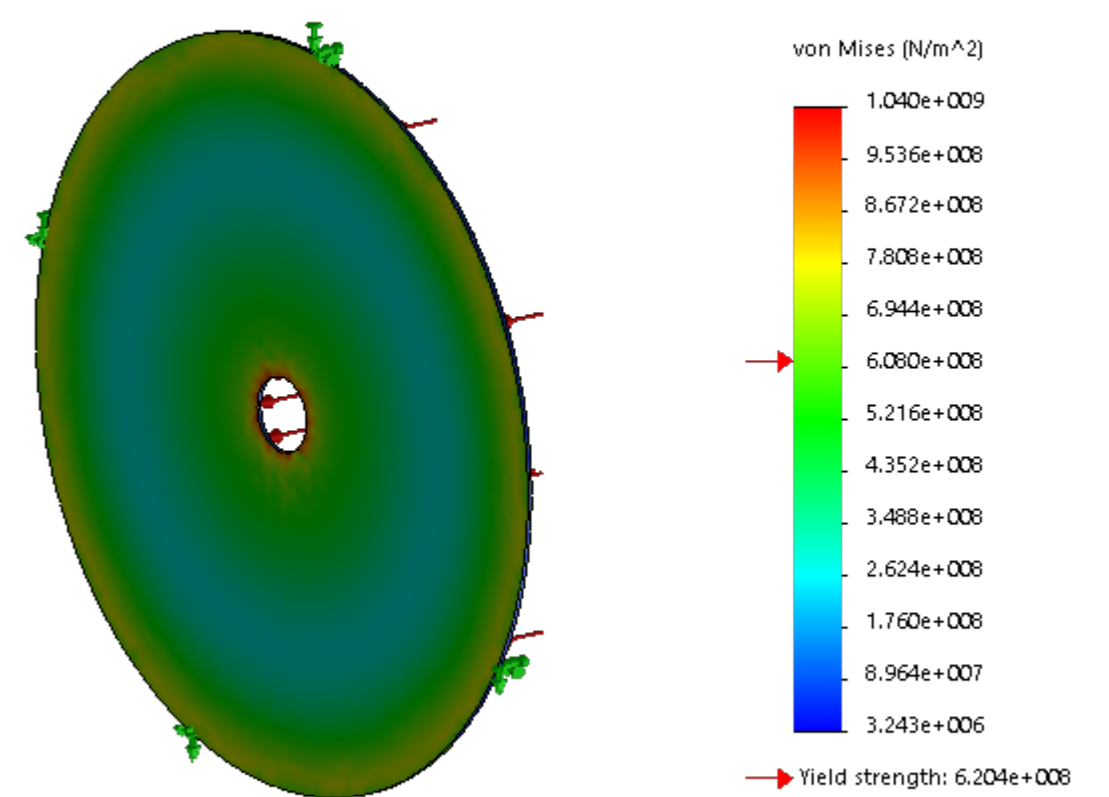
Model name: Онопа 11
 Study name: Static 2 (Default)
 Plot type: Static nodal stress Stress1



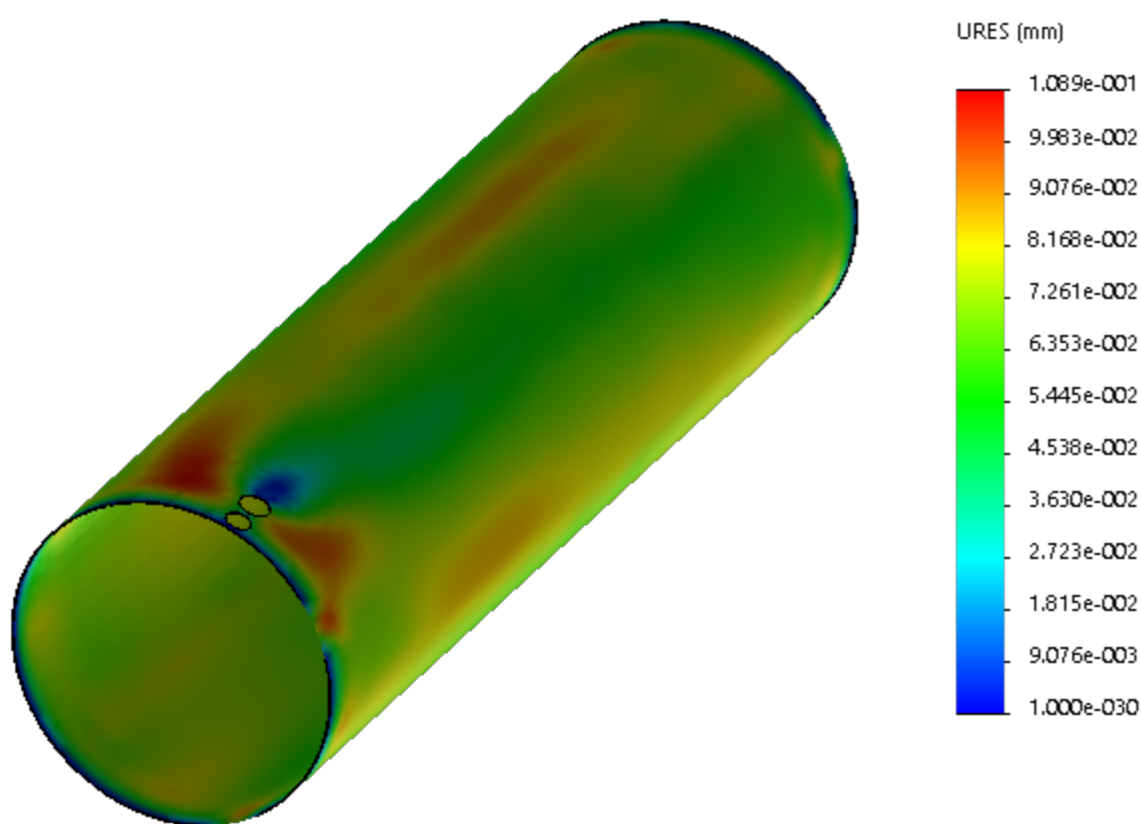
Model name: Крышка для кольца
 Study name: Static 1 (Default)
 Plot type: Static displacement Displacement1
 Deformation scale: 2.23039



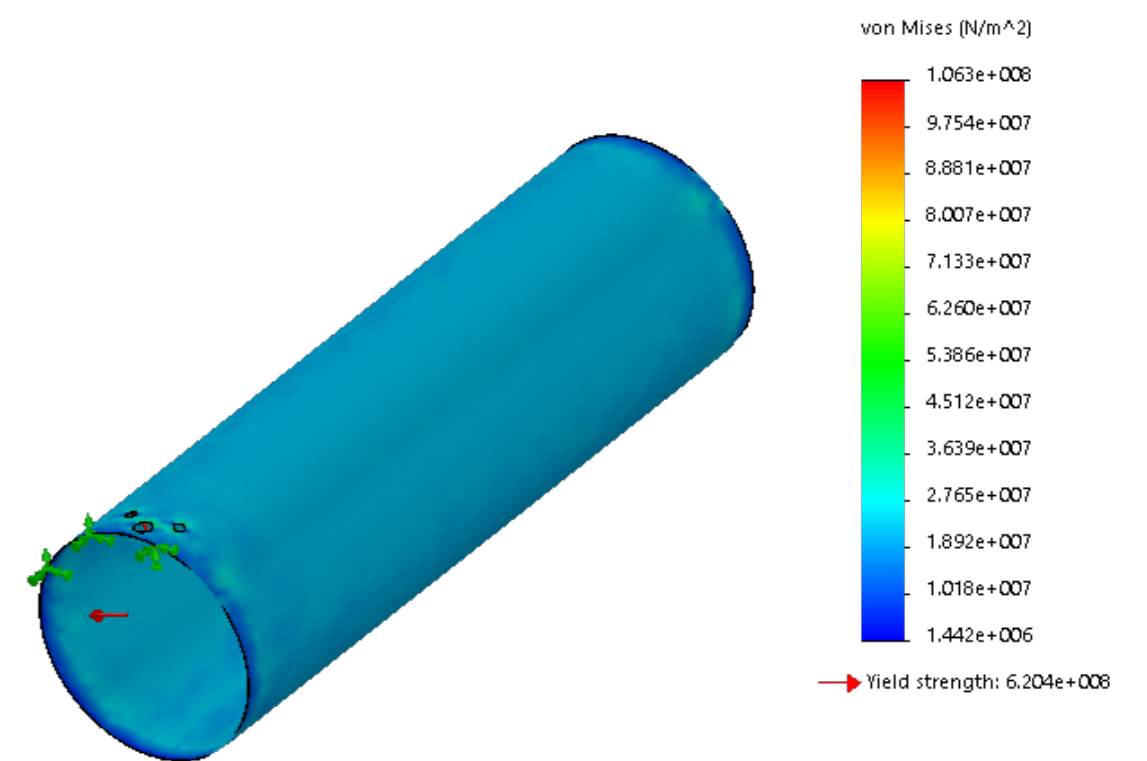
Model name: Крышка для кольца
 Study name: Static 1 (Default)
 Plot type: Static nodal stress Stress1



Model name: Внешняя обечайка
 Study name: Static 1 (Default)
 Plot type: Static displacement Displacement1



Model name: Внешняя обечайка
 Study name: Static 1 (Default)
 Plot type: Static nodal stress Stress1

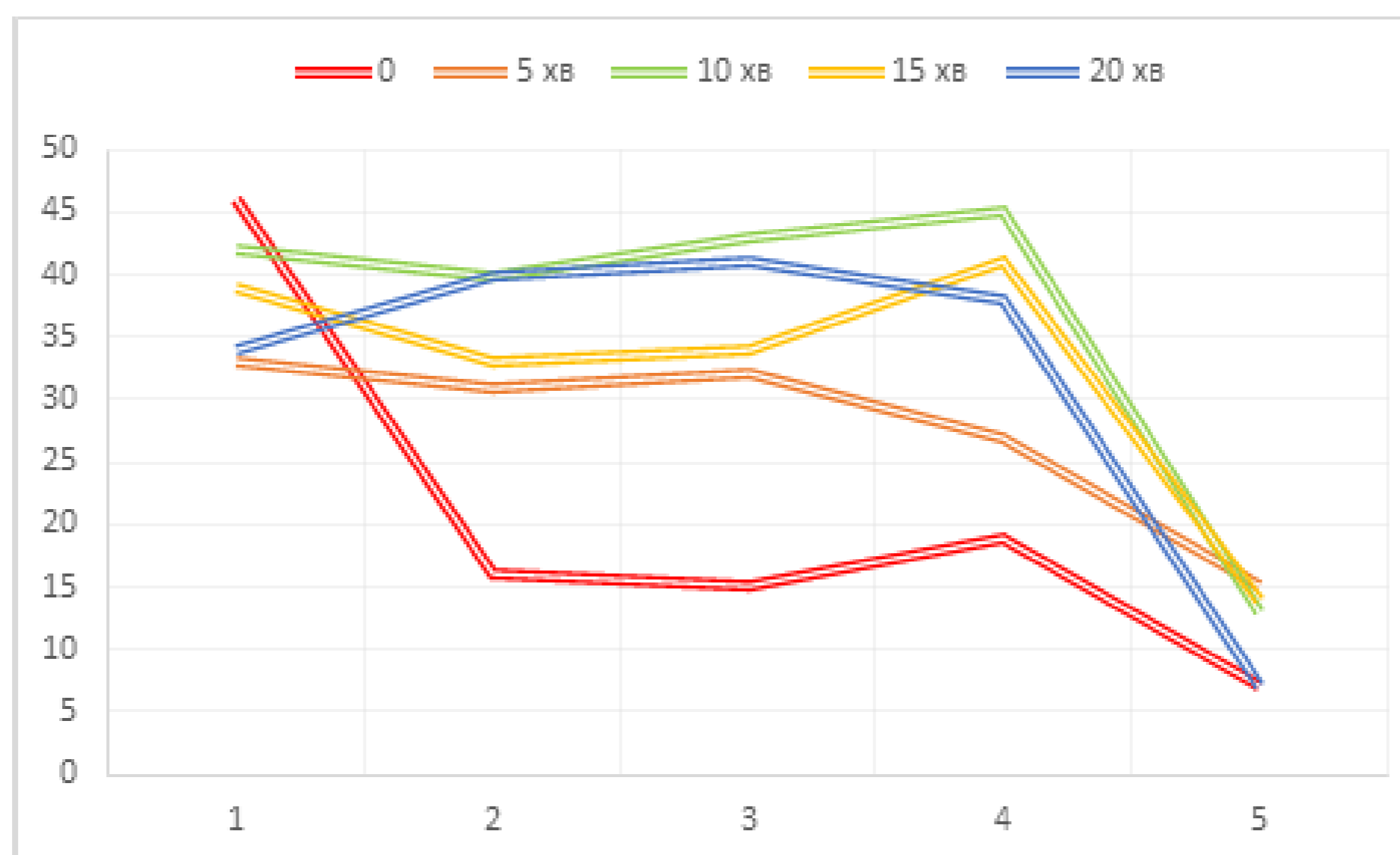


Плакат № 2 до захисту магістерської атестаційної роботи
 на тему: Модернізація апарату для приготування розчинів живильних речовин
 Студента групи БІ-71мп Ільєнко В.В.
 Керівник: д.т.н, проф. Мельник В.М.

Результати проведених експериментів



t, хв	Кількість пророщених зерен				
	0	46	16	15	19
5	33	31	32	27	15
10	42	40	43	45	13
15	39	33	34	41	14
20	34	40	41	38	7



Плакат № 3 до захисту магістерської атестаційної роботи
 на тему: Модернізація апарату для приготування розчинів живильних речовин
 Студента групи БІ-71мп Ільєнко В.В.
 Керівник: д.т.н., проф. Мельник В.М.