

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад. І.С. Гулого
Кафедра технологічного обладнання
та комп'ютерних технологій проектування

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Директор інституту

Завідувач кафедри

_____ Блаженко С.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

_____ Мирончук В.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 20__ р

« ____ » _____ 20__ р.

Кваліфікаційна робота
на здобуття освітнього ступеня магістра

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
освітньо-професійної програми
Інжиніринг харчових виробництв

на тему:

**«Дослідження процесу гідрокласифікації важких домішок в пристроях
елеваторного типу»**

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ОХ-2-__М

Портянко Владислав Станіславович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник: Пушанко Микола Миколайович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Рецензент

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач

_____ (підпис)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)

Освітня програма «Інжиніринг харчових виробництв»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОКТП
проф. Мирончук В.Г.

“ ___ ” _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Портянка Владислава Станіславовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи)

Дослідження процесу гідрокласифікації важких домішок в пристроях елеваторного типу

керівник проекту (роботи) Пушанко Микола Миколайович, проф., доктор тех. наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « ___ » _____ 2020 р. № _____

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2021р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Технічний паспорт обладнання.

2. Альбом галузевого обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Анотація; Зміст; Вступ; Аналітичний огляд стану питання; Методика проведення досліджень; Дослідна частина та узагальнення результатів; Обґрунтування модернізації; Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування; Розрахункова частина; Підбір конструкційних матеріалів; Технологія машинобудування; Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання; Автоматичний контроль та управління об'єктом проектування; Заходи з охорони праці; Охорона довкілля; Маркетингове обґрунтування проекту; Висновки; Список використаних джерел; Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Апаратно-технологічна схема – 1 аркуш; Загальний вигляд – 1 аркуш; Деталі та вузли обладнання – 3 аркуші; Технологічна карта збирання вузла – 1 аркуш, Наукова частина – 4 аркуші.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: _____ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	<i>Вступ</i>	<i>15.09.2020</i>	
2	<i>Аналітичний огляд стану питання</i>	<i>21.09.2020</i>	
3	<i>Методика проведення досліджень</i>	<i>01.10.2020</i>	
4	<i>Дослідна частина та узагальнення результатів</i>	<i>10.10. 2020</i>	
5	<i>Обґрунтування модернізації. Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування</i>	<i>20.10.2020</i>	
6	<i>Розрахункова частина</i>	<i>03.11.2020</i>	
7	<i>Підбір конструкційних матеріалів</i>	<i>15.11.2020</i>	
8	<i>Технологія машинобудування</i>	<i>26.11.2020</i>	
9	<i>Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання</i>	<i>13.12.2020</i>	
10	<i>Автоматичний контроль та управління об'єктом проектування</i>	<i>18.12.2020</i>	
11	<i>Заходи по охороні праці</i>	<i>11.01.2021</i>	
12	<i>Охорона довкілля</i>	<i>14.01.2021</i>	
13	<i>Маркетингове обґрунтування проекту</i>	<i>18.01.2021</i>	
14	<i>Висновки</i>	<i>22.01.2021</i>	
	<i>Графічна частина формату А1 – 10 шт.</i>	<i>26.01.2021</i>	
	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	<i>01.02.2021р.</i>	

Здобувач

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

В кваліфікаційній роботі запропоновано спосіб інтенсифікації гідрокласифікації в елеваторному каменеуловлювачі, призначеному для видалення каміння з підземного гідротранспортера та його підйому на задану висоту.

Метою проекту є дослідження основних факторів, що впливають на осадження, уловлення і видалення важких домішок з лотку підземного гідратранспортера без використання допоміжного обладнання.

В роботі проведено ґрунтовний літературний та патентний пошук аналогічних конструкцій. Проаналізовано переваги та недоліки уловлювачів важких домішок різних типів. Запропоновано апаратурно-технологічну схему встановлення елеваторного каменевловлювача в підземній ділянці гідротранспортера. Виконано конструктивний та технологічний розрахунок обладнання. Розроблено рекомендації щодо монтажу уловлювача та його обслуговування.

Об'єкт дослідження – процес гідрокласифікації в пристроях елеваторного типу.

Предмет дослідження – елеваторний каменевловлювач фірми Putsch, його вхідний лоток, способи створення висхідного потоку.

В машинобудівній частині проекту розроблено технологічний маршрут складання натяжного пристрою.

Обсяг пояснювальної записки – 66 сторінок формату А4, 5 специфікації. Пояснювальна записка містить 32 рисунки, 20 таблиці, 41 посилання на літературні та патентні джерела. Обсяг графічної частини – 10 аркушів формату А1.

Ключові слова: осадження, уловлення, гідрокласифікація, висхідний потік, розділення.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Пушанко ММ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Портянко В.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	170583.МР.08.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

SUMMARY

In the qualification work the method of intensification of hydroclassification in the elevator stone catcher intended for removal of a stone from the underground hydrotransporter and its rise to the set height is offered.

The aim of the project is to study the main factors influencing the deposition, capture and removal of heavy impurities from the tray of the underground hydraulic conveyor without the use of ancillary equipment.

The work conducted a thorough literary and patent search for similar designs. The advantages and disadvantages of catchers of heavy impurities of different types are analyzed. The equipment-technological scheme of installation of the elevator stone catcher in the underground section of the hydraulic conveyor is offered. Constructive and technological calculation of equipment was performed. Developed recommendations for the installation and capture of the catcher.

The object of research is the process of hydroclassification in elevator-type devices.

The subject of research - Putsch elevator stone catcher, its inlet tray, ways to create an upward flow.

In the machine-building part of the project developed technological route of assembly of the tensioning device.

The volume of the explanatory note is 66 A4 pages, 3 specifications. The explanatory note contains 32 figures, 20 tables, 41 references to literature and patent sources. The volume of the graphic part is 10 sheets of A1 format.

Key words: deposition, capture, hydroclassification, ascending flow, separation.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ

ЗМІСТ

ВСТУП

1. Аналіз конструкцій уловлювачів важких домішок
 - 1.1. Конструкції перших пристроїв для видалення важких домішок
 - 1.2. Ротаційні пристрої для видалення важких домішок
 - 1.3. Каменегичковловлювач фірми «Фів Ліль-Кай» (Франція)
 - 1.4. Вібраційні пристрої для видалення важких домішок
 - 1.5. Елеваторні пристрої для видалення важких домішок
 2. Методика проведення досліджень
 3. ДОСЛІДНА ЧАСТИНА
 4. Обґрунтування інтенсифікації процесу гідрокласифікації важких домішок в елеваторному пристрої
 5. Будова та принцип роботи елеваторного каменеловлювача
 6. Розроблення технологічного процесу складання натяжного пристрою
 7. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА
 - 7.1. Технологічний розрахунок
 - 7.2. Конструктивний розрахунок
 - 7.3. Підбір мотор-редуктора
 - 7.4. Розрахунок вала приводного шківів
 8. Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту
 9. Підбір конструкційних матеріалів
 10. Охорона праці та техніка безпеки
 11. Охорона довкілля
 12. Автоматизація роботи елеваторного гідрокласифікатора
 13. Маркетингове обґрунтування проекту
- ВИСНОВКИ
- СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ
- ДОДАТКИ

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Пушанко ММ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Портянко В.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> ЗМІСТ	170583.MP.08.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

ВСТУП

Від ефективності роботи тракту гідроподачі цукрових буряків, а саме його стабільності та повноти відділення домішок, значною мірою залежить ефективність роботи самого заводу. На більшості цукрових заводів України використовуються підземні ділянки гідротранспортерів, на яких встановлено шибери, соломогичковловлювачі та ротаційні каменевловлювачі типу.

Зазвичай, на цукрові заводи надходить сировина з високим рівнем загальної забрудненості бадиллям, стеблами і кореневищами бур'янів, черешками, камінням та землею. Для підвищення ефективності цукрового виробництва слід максимально видалити мінеральні і органічні домішки, зменшити тривалість перебування коренеплодів у воді і відповідно знизити втрати цукру в транспортерно-мийній воді.

Цікавість до особливостей розвитку техніки і технології очищення сировини від домішок на сучасному етапі викликаний:

- різким погіршенням якості сировини, внаслідок повної механізації вирощування, збирання та доставки на завод коренеплодів з високою забрудненістю [1]. Для її усунення сухим і мокрим способами переобладнують існуючі очисні споруди, будують окремі станції з обладнанням, об'єднаним в машинно-апаратну систему, що забезпечує регулювання потоку, уловлювання та видалення домішок, підйом буряководяної суміші на необхідну висоту (при необхідності);

- використанням обґрунтованих логістичних схем доставки щойно зібраних коренеплодів, зменшенням терміну їх зберігання і величини втрат сахарози;

- застосуванням нових технологій приймання, обліку, визначення якості і термінів зберігання, орієнтованих на зниження втрат бурякомаси і

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Пушанко М.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Портянко В.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> ВСТУП	170583.MP.08.00 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

сахарози, підвищенням ефективності очищення коренеплодів методами сухого очищення і різними прийомами гідрокласифікації;

- реконструкцією діючих підприємств зі збільшенням їх добової переробки коренеплодів за рахунок установки нового обладнання на існуючих площах, будівництва нових станцій, застосування комбінованих схем очищення сировини і впровадження сучасних технологічних схем очищення напівпродуктів;

- будівництвом нових цукрових заводів великої продуктивності (12 ... 14 тисяч тонн на добу), оснащених сучасними засобами механізації трудомістких робіт.

Вивантаження уловлених важких (каміння, пісок) та легких (солома, гичка, черешки, бадилля, корені) домішок з підземної ділянки гідротранспортера зазвичай відбувається за допомогою додаткового обладнання, такого як підйомні конвеєри.

1. Аналіз конструкцій уловлювачів важких домішок

Пристрої для видалення важких домішок – це обладнання, що призначене для гідрокласифікації буряководяної суміші на тракті гідроподачі, для виділення з потоку і вивантаження за межі гідротранспортера важких домішок (каміння, гравію та піску). Найпростішими та найменш ефективними серед існуючих конструкцій є уловлювачі системи Рауде та системи Баранова.

1.1. Конструкції перших пристроїв для видалення важких домішок

Уловлювач важких домішок системи Баранова (рис. 1.1.) являє собою заглиблення в лотку гідротранспортеру, в якому під дією сили тяжіння осідає каміння.

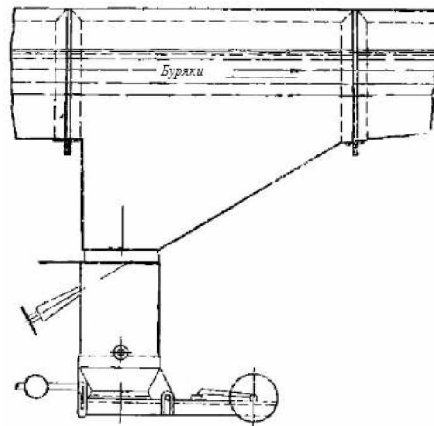


Рис. 1.1 Уловлювач важких домішок системи Баранова

Для вивантаження уловленого каміння періодично відкривали кришку з противагами, що знаходилася на дні лотку. Більшу ефективність має пристрій системи Рауде (рис. 1.2). Він складається із циліндричної ємності Ø1,0...1,5 м з конічним днищем, у якій встановлено вертикальний вал з двома парами перемішувачів лопатей під кутом 45°. Коренеплоди заходили у верхню частину пристрою тангенційно, відводились радіально, трохи нижче від рівня подачі. Такі пристрої встановлювали перед бурякомийками на

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Пушанко ММ	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Разробник документа Портянко В.С.	Назва, додаткова назва Аналіз конструкцій уловлювачів важких домішок	170583.MP.08.001 ПЗ			
	Документ затверджено Мирончук В. Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/8

багатьох заводах СРСР. Через малу ефективність та значні експлуатаційні витрати, вони швидко втратили популярність та були замінені ротаційними.

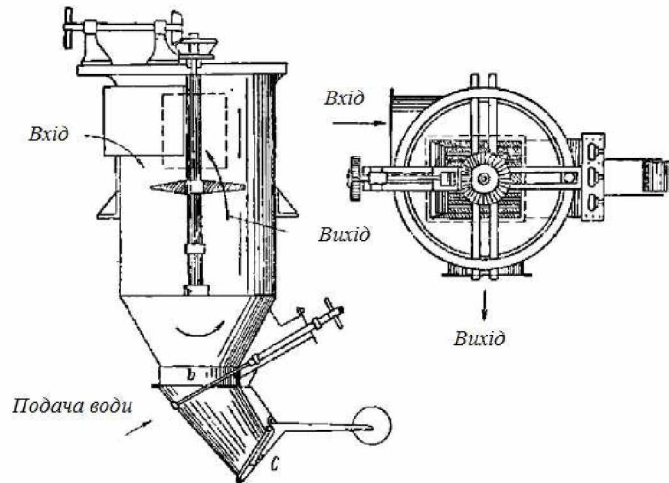


Рис. 1.2. Каменевловлювач системи Рауде

Гідрокласифікатори для уловлення важких домішок мають ефективність 95...98% по камінню, та незначну по піску і дрібним камінцям. Умовна класифікація такого обладнання наведена на рис. 1.3

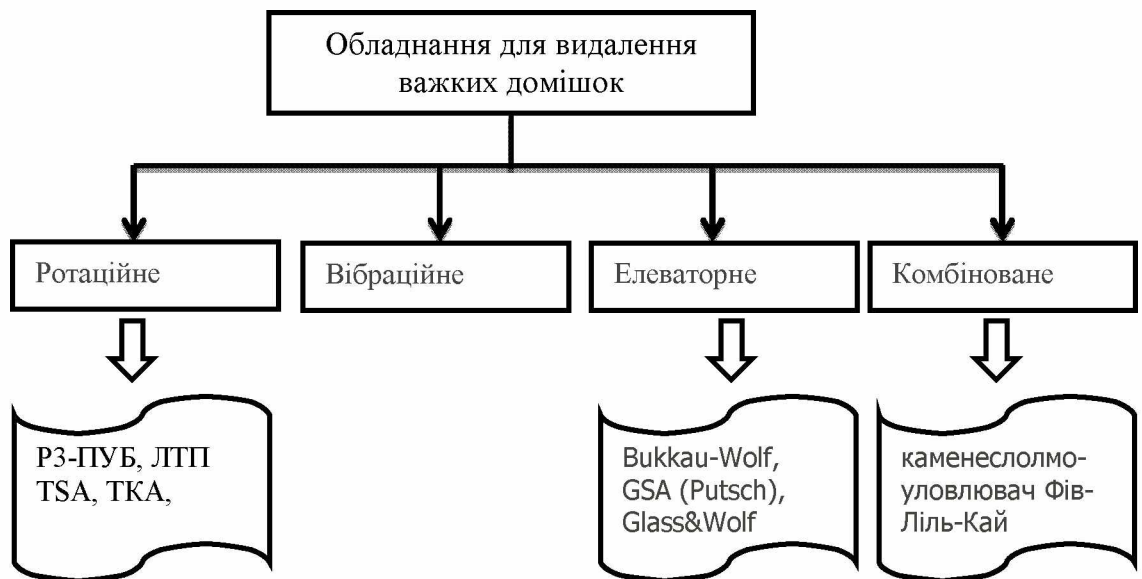


Рис. 1.3. Умовна класифікація обладнання для видалення важких домішок

1.2. Ротаційні пристрої для видалення важких домішок

Ротаційні гідрокласифікатори випускаються українськими та зарубіжними заводами. Всі існуючі моделі таких пристроїв для видалення важких домішок об'єднує принцип уловлення важких домішок на висхідному

потоці води. Ротаційні пристрої складаються з уловлюючої головки з карманами та барабану. Відомі конструкції 2-х, 3-х, 4-х, 6-ти і 8-ми карманних пристроїв. Конструкція барабану може бути різною: з внутрішніми витками шнеку (РЗ-ПУБ), зі зменшеним гідравлічним опором (РЗ-ПУБ-М), зварна з окремих пластин, з'єднаних обручами (TSA), тощо.

На більшості цукрових заводів України встановлені ротаційні пристрої для видалення важких домішок РЗ-ПУБ-М або TSA Putsch.

Трикарманний каменевловлювач РЗ-ПУБ-М показано на рис. 1.4.

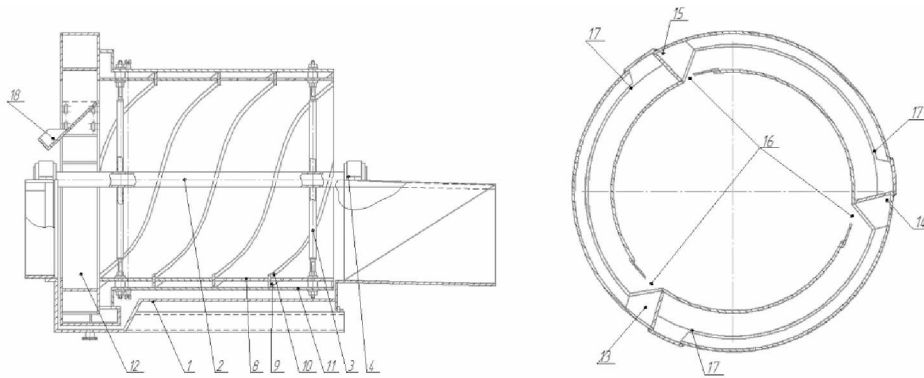


Рис. 1.4. Конструкція трикарманного каменевловлювача

Пристрій складається з зварного коритоподібного корпусу 1 і двох концентричних барабанів, закріплених на валу 2 двома рядами трубчастих спиць 3. Вал встановлений на двох підшипниках 4 і приводиться в рух від привода. Він складається з електродвигуна 5, редуктора 7, та клинопасової передачі 6. Одна половина внутрішнього барабану 8 із сторони руху суміші є суцільною а друга перфорованою. На обох сторонах барабану приварено стрічкові витки шнеку 9 і 10. Зовнішній барабан 11 виготовлений суцільним, його діаметр що дорівнює діаметру зовнішнього шнеку.

З боку входу буряководяної суміші до барабану прикріплений кільцевий приймальник 12, з трьома карманами 13, 14 і 15. Останні з'єднані отворами 16 з порожниною між двома барабанами 17 та внутрішньою порожниною барабана. Приймальник 17 з карманами одночасно є і вивантажувачем уловлених домішок з потоку у лоток 18.

1.3. Каменесгичковловлювач фірми «Фів Ліль-Кай» (Франція)

Каменесоломовловлювач, що встановлюється перед бурякомийкою (рис. 2.5), складається з двох відділень. Головне призначене для уловлювання каменів, інше - для видалення бадилля.

До корпусу 7, верхня частина якого являє собою розширену частину гідротранспортера в нижній частині приєднані два бункери 5 і 9 для нагромадження домішок. Вихідні отвори бункерів прикриті кришками 6 і 7, які змінюють положення за допомогою пневмоциліндрів 4 і 10.

Для закриття кришок і більш надійного ущільнення між кришками і торцями отворів бункерів пристрій має контр ваги 8.

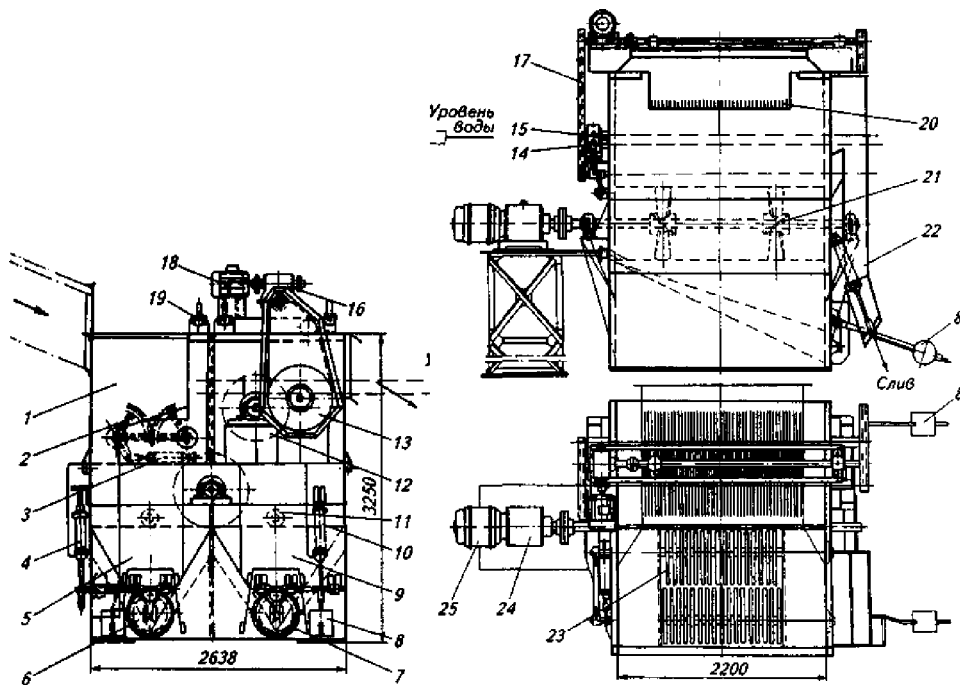


Рис. 1.5. Каменесоломовловлювач фірми «Фів Ліль-Кай»:

1 – корпус; 2 – зубчата передача; 3, 4, 10 – пневмоциліндр; 5, 9 – бункер для домішок; 6, 7 – кришки бункерів; 8 – контрвантажі; 11 – штуцери; 12, 13 – зубчасті диски; 14, 15 – вали; 16 – редуктор; 17 – ланцюгова передача; 18 – електродвигун; 19 – масляний кран; 20 – гребінки; 21 – мішалка; 22 – бункер переливу; 23 – рухливі решітки-шибери; 24 – редуктор; 25 – електродвигун.

В нижній частині корпусу перпендикулярно потоку буряководяної суміші розміщена лопатева мішалка 21, яка створює вертикальні потоки води для підйому коренеплодів. Вона приводиться в рух від приводу, який складається з електродвигуна 25 та фланцевого редуктора 24. Для інтенсифікації підйому буряка в потоці за допомогою штуцерів 11 підводиться вода.

У першому відділенні розміщені рухомі решітки 23, які обертаються від пневмоциліндра 3 та секторної зубчастої передачі 2. Під час видалення важких домішок з бункера 5 решітки закривають верхню частину бункера і не допускають попадання коренеплодів в бункер.

В наступному відділенні на валах 14, 15 встановлені зубчасті диски 12, 13 з діаметром 700 мм. Для вивантаження бадилля і гички з дисків на виході з уловлювача встановлені гребінки 20. Обертання валів з дисками передається від електродвигуна 18, редуктора 16 та ланцюгової передачі 17.

Для підтримки в пристрої сталого рівня води і видалення легких домішок він має переливний бункер 22. Для змазування підшипників передбачено централізовану масляну систему, окремі магістралі якої вмикаються краном 19.

Коренеплоди в суміші з водою надходять в перше відділення корпусу уловлювача, ширина якого більша за гідротранспортер. Швидкість суміші в уловлювачі значно знижується, що створює умови для хорошого відділення важких домішок. Під час роботи шибери 23 відкриті і важкі домішки падають в бункер 5. Щоб буряк не опускався в бункер разом з важкими домішками, створюються потоки води, які направляються вгору за допомогою мішалки 21. Додаткову кількість води можна підводити в бункер через трубопроводи, які приєднані до штуцерів 11. Далі коренеплоди потоком води направляються в наступне відділення, де дрібні важкі домішки додатково осідають і направляються в бункер 9, а бадилля і гичка відокремлюються від коренеплодів за допомогою зубчастих дисків 12 і 13 та знімаються з них

гребінками 20. Очищені від домішок коренеплоди надходять в бурякомийку. Для чищення пристрою відкривають кришки 6 і 7.

У випадку встановлення після бурякомийки, умови для відділення легких домішок створюються кращі. Коренеплоди видаляються з нижньої частини другого відділення похилим шнеком, а з вільного дзеркала води легкі домішки вловлюються зубчастими дисками, насадженими на один вал.

Технічна характеристика уловлювача фірми «Фів Ліль-Кай» (Франція)	
Продуктивність по коренеплодам, т / добу	2500
Потужність приводу мішалки, кВт	14,7
Частота обертання мішалки, хв	130
потужність електродвигуна для приводу дискових валів.....	4,5
Передаточне відношення редуктора для приводу дискових валів...i =	30
Маса, кг	12300

1.4. Вібраційні пристрої для видалення важких домішок

Вібраційні пристрої (рис. 1.6) значно інтенсифікують процес відділення сторонніх домішок від буряка. Циліндричний збірник уловлювача розділений перегородкою 13 на два відділення 12 і 17, кожне з яких забезпечене конусними затворами 11 і 16, які працюють незалежно один від одного і керовані за допомогою кранів 5 і 6. Крани укріплені на гвинтових тягах 7 і 8, що взаємодіють з нерухомими гайками 9 і 15.

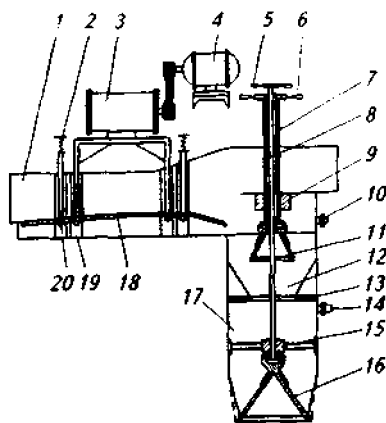


Рис. 1.6 Схема вібраційного уловлювача

1 – лоток гідротранспортера; 2 – пружини; 3 – вібраційний пристрій;;
4 – електродвигун; 5,6 – крани; 7,8 – гвинтові тяги; 9,15 – нерухомі гайки;
10,14 – штуцери; 11,16 – клапани; 12,17 – збірники; 13 – перегородка;
18 – вібролист; 19 – напрямні; 20 – підвіски.

За прорізом встановлений двоскатний вібролист 18, вільно підвішений на пружинах 2 підвісками 20. Вібратор 3 з електродвигуном 4 призводить вібролист в коливальний рух за. Підвіски і стійки рухаються в напрямних 19. Для подачі води в пристрої встановлені штуцери 10 і 14.

При транспортуванні в лотку транспортера 1 коренеплоди і важкі домішки проходять над козирком. Частина важких домішок них падає з козирка вниз, прямуючи до відділення пастки 12 і потім через отвір в перегородці 13 до відділення збірника 17. Інша їх частина потрапляє на праву похилу площину вібролиста 18. Вібруючий лист підтримує коренеплоди в підвішеному стані і сприяє їх переміщенню уздовж гідротранспортера. Важкі домішки сповзають з похилої площини двоскатного листа в приймач пастки.

При заповненні уловлювача важкими домішками його чистять. Для цього отвір в перегородці 13 закривають клапаном 11, та відкривають клапан 16.

1.5. Елеваторні пристрої для видалення важких домішок

Прототипом сучасних уловлювачів елеваторного типу що випускаються фірмами Putsch та Glass und Wolf є уловлювач важких домішок конструкції Владиченка Є.Ф.

Елеваторні пристрої для видалення важких домішок найменш поширені на цукрових заводах України. За своєю конструкцією вони подібні до елеваторних пісковловлювачів, проте мають певні відмінності, зокрема будову ковшів.

Елеваторні пристрої для видалення важких домішок виготовляються збірними з окремих секцій таким чином, щоб забезпечити необхідну висоту підйому уловлених домішок.

Елеваторний пристрій поставляється в комплекті з майданчиком для обслуговування обладнання, жолобом для каменів та частиною лотка гідротранспортера. Поставка здійснюється сегментами.

Елеваторний каменевловлювач Glaß & Wolff складається з лоткового захоплюючого жолоба та стрічкового елеватора. Як правило, такий каменевловлювач встановлюється в глибоких жолобах нижче дна. Для ефективної роботи обладнання необхідна зовнішня подача води для створення висхідного потоку. Потік регулюється за допомогою живильника, або насосом.

Перевагою використання елеваторного каменевловлювача є відсутність допоміжного обладнання для підйому уловлених важких домішок.

2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Гідромеханічні способи розділення суспензій бурякоцукрового виробництва застосовуються на багатьох ділянках технологічних схем. В одних випадках вони є головними, в інших - супутніми, наприклад, при гідравлічному розвантаженні і гідротранспортуванні коренеплодів, відділенні транспортерно-мийної води, її освітленні і ін.

Для виконання процесів розділення твердих частинок по їх масі і крупності в потоках суспензій, а також відділення частинок певної густини від домішок іншої густини, використовуються різні пристрої і апарати, в яких основним процесом є гідрокласифікація. Різноманітні модифікації такого процесу присутні в роботі основного технологічного устаткування, встановленого в головному корпусі заводу, допоміжного, розміщеного в зовнішніх будівлях спорудах (кагатні поле, буряковій, мережа гідротранспортерів, сплавні майданчики, станції гідророзвантаження і очищення коренеплодів, пристрої для регулювання потоку буряководяної суміші та інші).

Прийоми гідрокласифікації макросуспензій (буряководяна суміш) використовуються при очищенні коренеплодів в мийних комплексах, уловлювання та розділенні хвостиків і бою буряка, очищення та освітленні транспортерно-мийної води.

Фізична сутність названих процесів гідрокласифікації полягає в гідромеханічних переміщенні суспендованих твердих частинок в суцільному середовищі під дією масових сил певної природи (гравітаційних, відцентрових, вібраційних та ін.), що здійснюється в напрямку дії цих сил.

Швидкість цих процесів, наприклад, при осадженні залежить від величини різниці густини твердої та рідкої фаз і виражається залежністю:

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Піцванко М.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i> Затверджено		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Разробник документа</i> Портянко В.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> Методика проведення досліджень	170583.MP.08.002.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = K \left(\frac{\rho_1 - \rho_p}{\rho_2 - \rho_p} \right)^n, \quad (2.1)$$

де ω_1, ω_2 - швидкості осадження частинок з густиною ρ_1 і ρ_2 ; ρ_p - густина рідкої фази.

При дотриманні закону Стокса показник ступеня $n = 1$;

закону Ньютона $n = 0,5$;

в діапазоні $0,5 < n < 1$ - проміжна область.

Тоді швидкість осадження частинок ω_2 з щільністю ρ_2 близькою до щільності рідини $\rho_{ж}$, буде істотно відрізнятись від швидкості осадження більш важких частинок ω_1 . При $\rho_2 \rightarrow \rho_{ж}$, співвідношення $\frac{\omega_1}{\omega_2} \rightarrow \infty$.

Фактична гідродинамічна обстановка в гідравлічних класифікаторах і декантаторах ускладнена різними поздовжніми компонентами швидкостей переміщення складових суспензій, розмірами і формою частинок, змінами динамічної в'язкості. Рівняння (2.1) не враховує цих факторів.

Інші залежності, що описують процес гідрокласифікації і гідродекантації, побудовані на диференціальних рівняннях руху двофазних потоків. Їх висновок і приклади використання наведені в роботі [4]. Особливості робочих процесів (полів швидкостей) гідрокласифікації встановлюють з урахуванням впливу продуктивності, властивостей середовищ, концентрації фаз і прийнятої форми робочих камер.

При визначенні швидкості осадження каменів в каменевловлювачі використовують залежності, що враховують форму і розмір кулястих частинок (діаметр) []:

$$\omega = K \sqrt{(\rho_1 - \rho_2) d^3}, \text{ м / с}, \quad (2.2)$$

де ρ_1 і ρ_2 - густина води і частинки, г / см^3 ; d - діаметр частинки, см ; K - коефіцієнт, що враховує форму частинок, $K = 0,25$.

Процеси поділу макро- і мікросуспензій мають суттєві відмінності. Гідродинамічні умови відділення води від буряка на водовіддільних пристроях

перед бурякомийку; уловлювання хвостиків і бою буряка за допомогою решітчатих перегородок, здійснюються без підпору і є простим проціджуванням, визначаються розмірами і кількістю прохідних осередків в перегородках, їх гідродинамічним опором. Швидкість таких процесів визначають експериментально зі співвідношення

$$C = \frac{Q}{F \cdot \tau} \frac{\text{м}^3}{\text{м}^2/\text{с}}, \quad (2.3)$$

де Q - кількість транспортерно-мийної води, $\text{м}^3 / \text{с}$; F - площа живого перетину, м^2 ; τ - тривалість процесу, с .

Подача буряководяної суміші по гідротранспортеру регулювалась дистанційно з мийного відділення шляхом турнікету, встановленого перед станцією бурякопідйому. Відхилення рівня потоку не перевищувало 250 мм. Кількість води що подавалась на сплавляння буряків не визначалась.

Каміння та гальку, попередньо пофарбовану білою водостійкою фарбою закидали по малих долях за 5 метрів до встановлення каменевловлювача. В дослідженнях визначали: кількість уловленого міченого каміння, кількість уловленого за добу піску, кількість викинутих коренеплодів.

3. ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Величина загальної забрудненості коливається в широких межах і залежить від прийнятих технологій вирощування, збирання, погоди, способів доставки, числа перевалок і ін. Вже при виконанні на складах транспортно-складських операцій загальна забрудненість може зменшуватися на 20 ... 50% []. Інша кількість домішок закладається в кагати або відразу потрапляє в лотки гідротранспортера. Для орієнтовної оцінки завдань, що підлягають вирішенню при гідроподачі буряка, наведемо такі міркування, в основу яких покладемо усереднені дані з роботи [].

Прийнявши усереднену забрудненість коренеплодів рівною 5%, будемо вважати, що в її складі каменів - 5%; піску - 30% і землі 65%. У табл.3.1 наведені розрахункові дані змісту окремих елементів загальної забрудненості після видалення на буртоукладальних комплексах типу «Комплекс 65М2Б-К, 65М3-К, 65М2Б3-К), що забезпечують ступінь очищення коренеплодів 20% і на фронтальних бурякоукладачі типу 68ЕЗБ3-К і Ш1-ПКØ35 і 50% відповідно [4]. При складанні таблиці взята мінімальна 20% ступінь очищення, що забезпечується при будь-яких погодних умовах.

Таблиця.3.1. Зміна загальної забрудненості буряків

Операція	Елемент	Вміст, %	Продуктивність заводу, т/добу		
			3000	4500	6000
Поступає на завод	камні	5	7,5	11,0	15,0
	пісок	30	45,0	67,0	90,0
	земля	65	97,5	147,0	195,0
Разом		100	150,0	225,0	300,0
Закладено в кагати після очищення	камні	4,0	6,0	9,0	12,0
	пісок	24,0	36,0	53,0	72,0
	земля	52,0	88,0	118,0	176,0
Надходить в лотки транспортерів		80,0	130,0	180,0	260,0

Наведені дані показують, що з потрапивших в лотки 80% домішок пісок і земля складають 76%, каміння - 4%. Незважаючи на турбулентний режим

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Піцванко М.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i> Затверджено			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Портянко В.С.	<i>Назва, додаткова назва</i>		170583.MP.08.003.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В. Г.	<i>Дослідна частина</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/12

переміщення потоку буряководяної суміші вони формують його пошарову структуру(рис. 3.1).

Коренеплоди та камені рухаються в придонному шарі, пісок, відстаючи від води - в середньому і земля - у верхньому.(рис. 3.2)

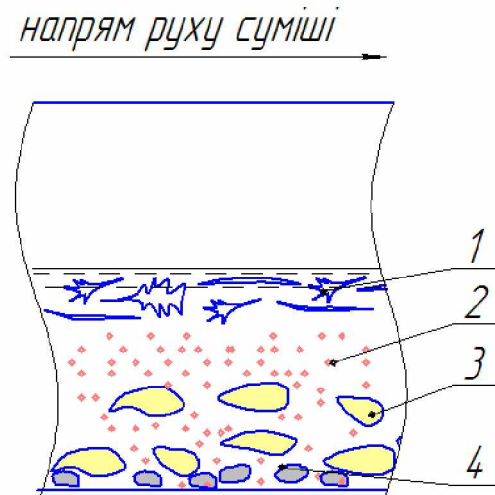


Рис. 3.1. Розподіл компонентів в лотку гідротранспортера:

1 – плаваючі домішки; 2 – пісок; 3 – коренеплоди; 4 – крупні важкі домішки

Встановлені на тракті гідроподачі уловлювачі важких домушок видаляють 98% каменів, тобто з 24% піску половина (фракції 0,5 ... 1 мм) уловлюється на каменевловлювачах та піскоуловлювачах. Решта 12% піску і повністю 52% землі несуться потоком буряководяної суміші, відокремлюються від буряка на водовіддільниках, надходять у відстійники і виводяться з замкнутого контуру транспортерно-мийної води у вигляді концентрованої суспензії, що перекачується на поля фільтрації. Баланс води в контурі підтримується за рахунок введення чистої води в мийні комплекси. Здійснення сухого, мокрого і комбінованого способів розвантаження коренеплодів пов'язано з їх розподілом за категоріями. Це дозволяє ефективно використовувати наявні на складах технічні засоби для їх попереднього очищення від зовнішніх домішок, укладання на зберігання за термінами і подачі в лотки гідротранспортерів з мінімальними втратами бурякомаси і сахарози.

Вплив зміни швидкості потоку буряководяної суміші на ефективність роботи елеваторного каменевловлювача

На практиці встановлено, що мінімальна швидкість руху коренеплодів по лотку гідротранспортера складає 1 м/с. Якщо швидкість потоку коливається в межах 1,0...1,2 м/с то коренеплоди знаходяться в потоці та вільно транспортуються. Збільшення швидкості потоку 1,5 м/с, спостерігається при нерівномірній подачі коренеплодів та призводить до збільшення глибини потоку перед уловлювачем в 1,5...1,8 рази.

Якщо швидкість потоку знижується нижче мінімальної то коренеплоди опускаються на дно лотка гідротранспортера і можуть бути видалені разом з домішками уловлюючим пристроєм.

Тому для забезпечення ефективності роботи уловлюючого пристрою необхідно забезпечувати сталу швидкість руху буряководяної суміші.

Поява коренеплодів над рівнем води призводить до погіршення гідродинамічних умов для уловлювання важких домішок. Коренеплоди буряка, перебуваючи в скупченому стані, перешкоджають переходу частини важких домішок в нижні шари, і вони, минаючи отвір в лотку гідротранспортера, який з'єднаний з елеваторним каменевловлювачем, рухаються далі лотком гідротранспортера.

Залежність швидкості осідання важких домішок від їх еквівалентного діаметра

До важких домішок відносяться тверді частинки різних розмірів, які мають густину більше 1000 кг/м^3 . Базуючись на роботі Даценко М.М., в якій було аналітично визначено та експериментально підтверджено швидкості осадження важких домішок [], побудуємо графічну залежність швидкостей осадження буряків і важких домішок від їх еквівалентного діаметра. Графічна інтерпретація цієї залежності наведена на рис. 3.2.

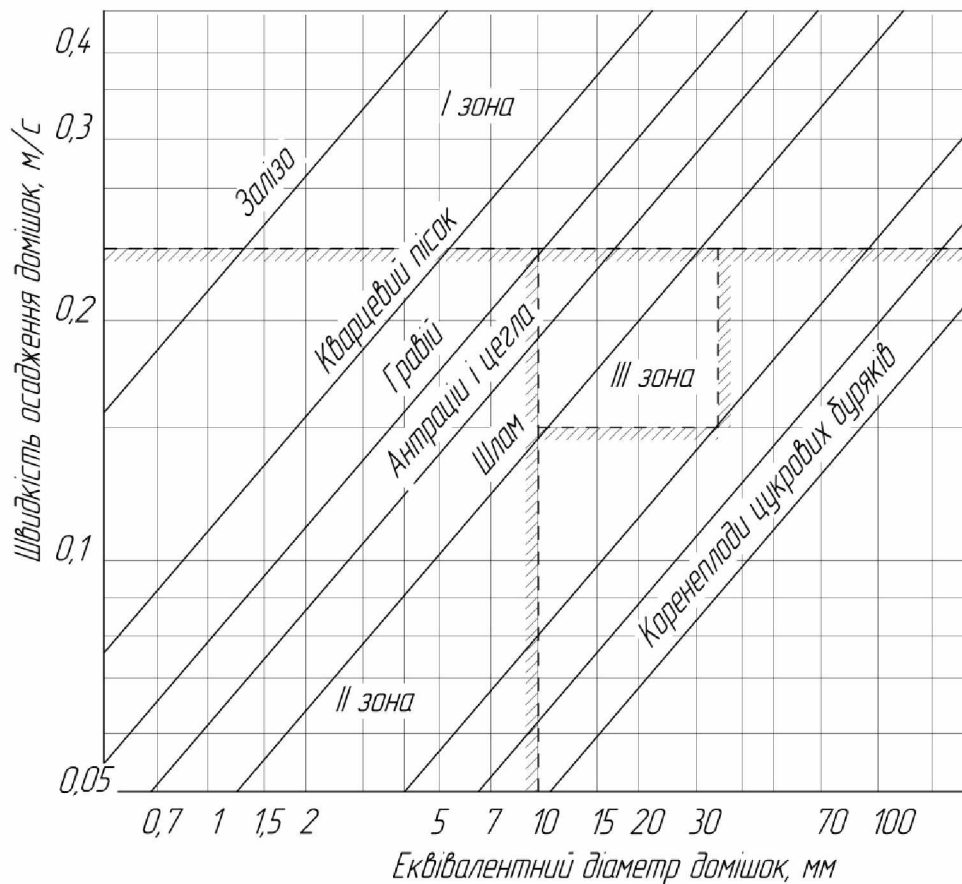


Рис. 3.2. Графік зміни швидкостей осадження буряків і важких домішок різних розмірів

При складанні графіка були прийняті взяті наступні значення густини буряка і основних важких домішок (табл. 3.2.):

Таблиця 3.2. Компоненти буряководяної суміші, які мають густину більшу за 1000 кг/м³

Компонент	Густина, кг/м ³
Цукрові буряки	1004...1100
Шлам	1200...1500
Антрацит, волога цегла	1400...1700
Кістки	1800...2000
Гравій	2000
Кам'яне вугілля, бетон	2000...2500
Вапняк, дикий камінь	2400...2800
Кварц, пісок	2800

Для того щоб коренеплоди діаметром 100 мм перебували у воді в підвішеному стані, на них необхідно направити потік води знизу вгору зі

швидкістю 0,25 м / с. При цьому відбудеться розшарування потоку і будуть осаджені домішки, у яких швидкість осадження більше 0,25 м/с і спливають ті, у яких вона менше цієї величини (рис.).

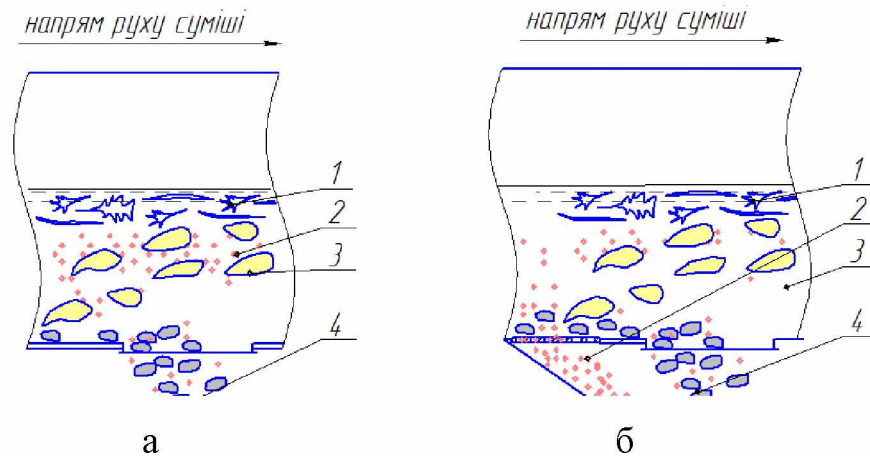


Рис. 3.3. Розділення потоку буряководяної суміші шляхом направлення потоку води:

1 – плаваючі домішки; 2 – пісок; 3 – коренеплоди; 4 – крупні важкі домішки

а – в каменевловлювачі фірми Putsch; б – запропонована роботою конструкція

Виділено три характерні зони ефективного видалення домішок на основі врахування трьох факторів – густини, розмірів частинок і швидкості осадження.

Встановлено, що вільне осадження одиночної частинки в нерухомій рідині є рівномірним рухом. Лише на початку руху протягом короткого часу відбувається розгін частки під дією сили тяжіння, коли зі збільшенням швидкості зростає сила опору рідини $F_{оп}$, яка врівноважує силу тяжіння F_T . Надалі частка рухається зі швидкістю $v_{ос}$. Крім того на частку діє виштовхуюча сила Архімеда F_A . Діаграма сил, що діють на осаджувати частку, наведена на рис. 3.2.

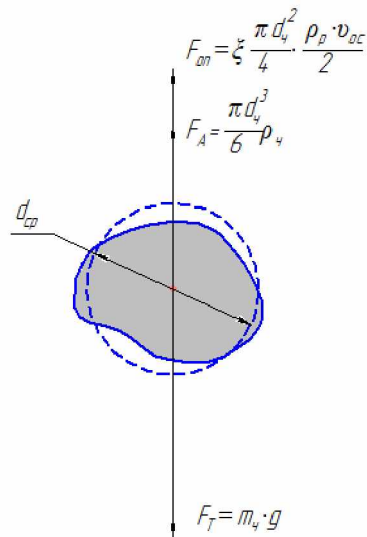


Рис. 3.3. Сили, що діють на частинку

Сила тяжіння рівна вазі частинки:

$$F_T = G_ч = m_ч g = \frac{\pi d_ч^3}{6} \cdot \rho_ч, \quad (3.1)$$

де $m_ч$ – маса частинки, кг; $d_ч$ – діаметр сферичної частинки, м; $\rho_ч$ – густина частинки, кг/м³; g – прискорення вільного падіння, м/с².

Сила Архімеда рівна вазі рідини, що виштовхується частинкою

$$F_A = G_p = m_ч g = \frac{\pi d_ч^3}{6} \cdot \rho_p \quad (3.2)$$

де ρ_p – густина рідини, кг/м³.

Сила опору рідини

$$F_{оп} = \xi \frac{\pi d_ч^2}{4} \cdot \frac{\rho_{ж.ос} \cdot v_{ос}^2}{2}, \quad (3.3)$$

де ξ – коефіцієнт опору рідини при осадженні частки; $v_{ос}$ – швидкість осадження частинки, м/с; $\frac{\pi d_ч^2}{4}$ – площа проекції (миделевий перетин) сферичної частинки на площину, перпендикулярну напрямку осадження.

Осадження частинок відбувається в тому випадку, коли сила тяжіння F_T зрівноважує підйомну силу F_A і силу опору рідини $F_{оп}$:

$$F_m \geq F_A + F_{оп} \quad (3.4)$$

За формулами (3.1) –(3.3) розраховуємо сили що діють на частинки важких домішок (табл. 3.3)

Таблиця 3.3. Числові значення сил, що діють на важкі домішки в потоці буряководяної суміші

Розмір частинок, м	Фракція	Сила тяжіння, Н	Сила Архімеда, Н	Сила опору, Н
Шлам $\rho=1500$ кг/м ³				
0,04	дрібні	0,49	0,33	0,12
0,06	середні	1,66	1,11	0,39
0,1	крупні	7,70	5,13	1,79
Антрацит, волога цегла $\rho=1500$ кг/м ³				
0,04	дрібні	0,56	0,33	0,16
0,06	середні	1,89	1,11	0,54
0,1	крупні	8,73	5,13	2,52
Гравій $\rho=2000$ кг/м ³				
0,015	дрібні	0,03	0,02	0,01
0,025	середні	0,16	0,08	0,06
Кварц, пісок $\rho=2800$ кг/м ³				
0,001	дрібні	$1,43 \cdot 10^{-5}$	$0,51 \cdot 10^{-5}$	$0,65 \cdot 10^{-5}$
0,003	середні	$38,8 \cdot 10^{-5}$	$13,86 \cdot 10^{-5}$	$17,46 \cdot 10^{-5}$

Підставивши залежності (3.1) - (3.3) в рівняння (3,4) і вирішивши його відносно швидкості v_{oc} , одержимо

$$v_{oc} \geq \sqrt{\frac{4d_c g(\rho_c - \rho_p)}{3\xi\rho_p}} \quad (3.5)$$

Величина коефіцієнта опору рідини ξ що входить в формули (3.3) і (3.5) залежить від режиму осадження частинок, що характеризується числом Рейнольдса

$$Re = \frac{v_{oc} \cdot d_c \rho_p}{\mu_p}, \quad (3.6)$$

де μ_p – коефіцієнт динамічної в'язкості рідини.

Існує три різних режиму руху частинок, для кожного з яких характерна певна залежність ξ від критерію Рейнольдса:

- 1) ламінарний режим, якщо $Re < 2$ (межі дії закону Стокса)

$$\xi = \frac{24}{\text{Re}}; \quad (3.7)$$

2) перехідний режим, якщо $500 > \text{Re} \geq 2$

$$\xi = \frac{18}{\text{Re}^{0.6}}, \quad (3.8)$$

3) турбулентний режим, якщо $2 \cdot 10^5 > \text{Re} \geq 500$

$$\xi = 0,44 = \text{const}. \quad (3.9)$$

При осадженні часточки в ламінарному режимі на швидкість осадження переважний вплив мають сили в'язкісного тертя. Перехідний режим характеризується спільним впливом в'язкісних і інерційних сил, а турбулентний - переважним впливом інерційних сил і утворенням вихору за осаджуваною частинкою.

Осадження важких домішок (гравію, частини крупного піску та камінців різної густини та розмірів) зазвичай відбуваються в турбулентному режимі.

Якщо тверді частинки відрізняються за формою від кулі, то коефіцієнт опору ξ збільшується і залежить як від критерію Re , так і від коефіцієнта форми частинки φ :

$$\xi = f(\text{Re}, \varphi); \quad (3.10)$$

$$\varphi = \frac{S_k}{S}, \quad (3.11)$$

де S_k – площа поверхні кулі того ж об'єму, що і тверда частинка з поверхнею S . Для тіл не кулястої форми в критерії Рейнольдса використовують поняття еквівалентного діаметра d_e . При об'ємі частки $V_{\text{ч}}$, масі $m_{\text{ч}}$ і щільності $\rho_{\text{ч}}$ маємо:

$$V_{\text{ч}} = \frac{m_{\text{ч}}}{\rho_{\text{ч}}} = \frac{1}{6} \pi d_e^3 \quad (3.12)$$

звідки

$$d_e = \sqrt[3]{\frac{6m_{\text{ч}}}{\pi\rho_{\text{ч}}}}. \quad (3.13)$$

Для перехідної ділянки $2 < Re < 500$, підставляючи в рівняння (3.8) у вираз (3.5), отримуємо:

$$v_{oc} = \frac{0,78 \cdot d_e^{0,43} (\rho_q - \rho_p)^{0,175}}{\rho_p^{0,285} \mu_p^{0,43}} \quad (3.14)$$

Аналогічно для турбулентного ділянки, підставляючи $\xi = 0,44$ в рівняння (3.5), отримуємо:

$$v_{oc} \approx 5,46 \sqrt{\frac{d_e (\rho_q - \rho_p)}{\rho_p}} \quad (3.15)$$

Швидкість осадження частинок не кулястої форми v'_{oc} менша, ніж кулястих, і ця зміна враховується коефіцієнтом форми φ :

$$v'_{oc} = \varphi v_{oc}. \quad (3.16)$$

Коефіцієнт φ ($\varphi < 1$) визначають експериментально. Так, для частинок округлої форми $\varphi = 0,77$, для довгастої - $\varphi = 0,58$, для пластинчастої - $\varphi = 0,43$. Для некулястих частинок в формули для розрахунків швидкості осадження слід підставляти діаметр еквівалентного кулі (d_e), визначений за формулою (3.13). Якщо частинки під час руху не впливають одна на іншу, розрахунок v_{oc} і v'_{oc} зводиться до визначення швидкості їх вільного осадження під дією сили тяжіння в необмеженому об'ємі.

Визначаємо швидкості осадження для досліджуваних домішок в перехідному режимі. Одержані дані наведено в табл. 3.4

Таблиця 3.4. Швидкості осадження домішок в перехідному та турбулентному режимах

Розмір частинок, м	Фракція	Швидкість осадження, м/с	
		В турбулентному режимі	В перехідному режимі
Шлам $\rho=1500 \text{ кг/м}^3$			
0,04	дрібні	0,31	0,41
0,06	середні	0,34	0,44
0,1	крупні	0,38	0,49
Антрацит, волога цегла $\rho=1500 \text{ кг/м}^3$			
0,04	дрібні	0,37	0,48

0,06	середні	0,40	0,52
0,1	крупні	0,45	0,58
Гравій $\rho=2000 \text{ кг/м}^3$			
0,015	дрібні	0,36	0,46
0,020	середні	0,38	0,49
0,025	крупні	0,40	0,52
Кварц, пісок $\rho=2800 \text{ кг/м}^3$			
0,001	дрібні	0,27	0,35
0,003	середні	0,34	0,44

Отримані числові значення швидкостей осадження важких домішок не суперечать значенням, одержаним [6]. Швидкості осадження в перехідному режимі вищі за швидкості осадження в турбулентному режимі, однак при перехідному режимі є висока ймовірність потрапляння коренеплодів в уловлюючий пристрій.

Ефективність уловлення важких домішок різних фракцій, заявлена у паспорті каменеловлювача GSA, одержана в роботі [6] та очікуваний результат від розробки двоступеневого пристрою наведено в табл. 3.5, та на рис. 3.4

Розміри фракцій	Ефективність уловлення		
	Дослідні дані [6] по елеваторному каменеловлювачу ЛВ-1	Дані в технічній документації елеваторного каменеловлювача GSA	Очікуваний результат від встановлення двоступеневого уловлюючого пристрою
Дрібне каміння, галька (до 4 см)	83,3	89,2	95
Каміння середніх розмірів (до 10 см)	85	87	92
Крупне каміння (більше 10 см)	45	80	80
Пісок	40	45	65

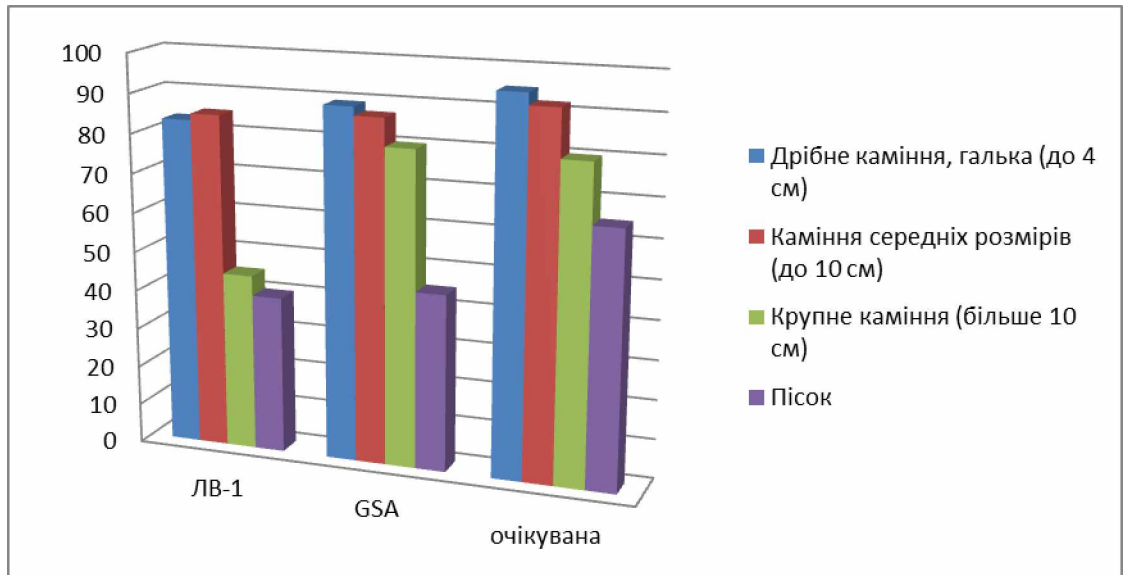


Рис. 3.4. Гістограми ефективності уловлення домішок елеваторними каменевловлювачами.

4. Обґрунтування інтенсифікації процесу гідрокласифікації важких домішок в елеваторному пристрої

Буряководяна суміш, яка рухається по лотку гідротранспортера має велику кількість легких і важких домішок. Якщо гідрокласифікатори не забезпечують високу ефективність уловлення важких домішок, то вони можуть потрапити в дифузійне відділення, що негативно впливатиме на довговічність обладнання та якість готового продукту.

Переміщуючись по лотку гідротранспортера, суміш розділяється на шари – крупні важкі домішки і буряк рухаються по дну, плаваючі легкі домішки – зверху, пісок – по середині потоку (схеми наведено в розділі 3).

В дні гідротранспортера на ділянці, що примикає до елеваторного каменевловлювача є отвір розмірами 250x400 мм, в який падає каміння і подається на уловлюючий пристрій. Для того, щоб коренеплоди не потрапляли в цей отвір, елеваторний каменевловлювач оснащений патрубком подачі води зі швидкістю 0,15 м/с для створення висхідного потоку, який піднімає коренеплоди буряків над отвором (рис. 4.1)

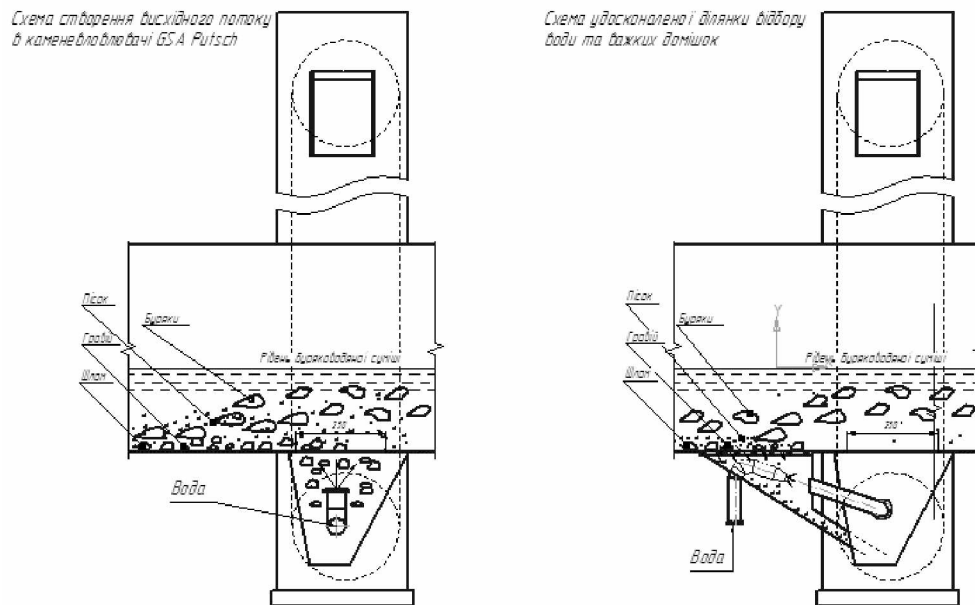


Рис. 4.1 Схеми створення висхідного потоку для розділення фаз буряководяної суміші

Каміння продовжує рухатись по дну лотка гідротранспортера, та втрачаючи свою швидкість провалюється в отвір. Витрати води на каменевловлювач елеваторного типу

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Піцянко М.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i> Затверджено			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Портянко В.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> Обґрунтування процесу інтенсифікації	170583.MP.08.004.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

високими, проте він займає невелику площу, може підіймати домішки на задану висоту та простий в ремонті і обслуговуванні.

Метою даної роботи є інтенсифікація процесу уловлення важких домішок, шляхом встановлення перед отвором ділянки з решіткою звареною з прутків Ø10 мм, з розмірами отворів 60x60 мм, та відбором транспортерної води з лотка і подачею її в нижню частину приймального лотка через ежектону трубку. Буряки через таку решітку провалитись не зможуть, однак подача відібраної води зумовить появу «підсмоктуючого ефекту» який дозволить затягувати пісок і дрібні камінці в похилий жолоб та направляти їх до уловлюючого пристрою.

Дана пропозиція дасть змогу:

зменшити витрати води;

збільшити кількість уловлених домішок;

інтенсифікувати процес осадження домішок як в пристрої (за рахунок «підсмоктуючого ефекту»), так і у відстійниках (за рахунок зменшення концентрації домішок).

5. Будова та принцип роботи модернізованого елеваторного каменевловлювача

Зазвичай на підземній ділянці гідротранспортера встановлюють ротаційний каменевловлювач і конвеєр для підйому та видалення важких домішок. Таким чином процес видалення важких домішок з підземних ділянок гідротранспортера є досить енергозатратним. З метою зменшення енергозатрат актуальним є встановлення обладнання, яке дає змогу уловлювати та піднімати важкі домішки на задану висоту.

В магістерській роботі запропонована апаратурна схема, що передбачає заміну ротаційного пристрою та конвеєра елеваторним гідрокласифікатором, та модифікація ділянки де відбувається уловлення домішок (рис. 5.1).

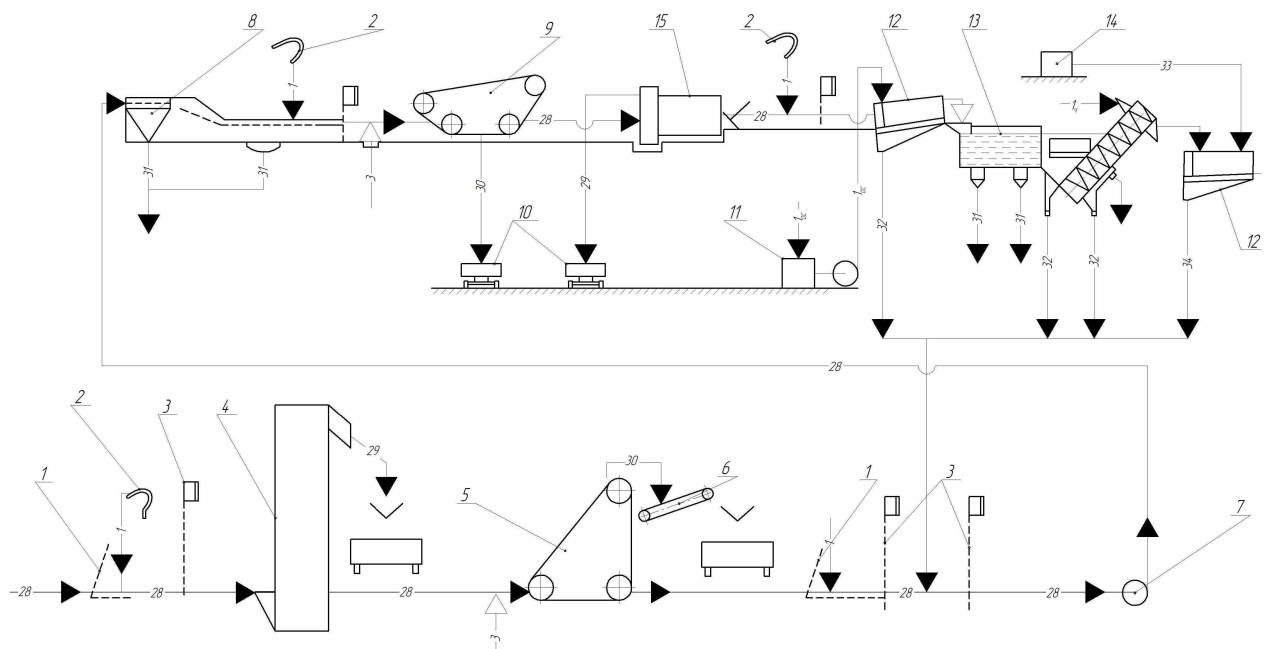


Рис. 5.1. Апаратурна схема тракту гідро подачі з елеваторним каменевловлювачем. Регулювання висоти буряководяної суміші в потоці регулюються шиберами 1 і 3. Важкі домішки уловлюються карманами елеваторного уловлювача та вивантажуються через вивантажувальний лоток. Загальний вигляд елеваторного гідрокласифікатора наведено на рис. 5.2.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Пушанко М.М.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Портянко В.С.	Назва, додаткова назва Будова та принцип роботи модернізованого елеваторного каменевловлювача		170583.MP.08.005.ПЗ			
	Документ затверджено Миранчук В. Г.			Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/4

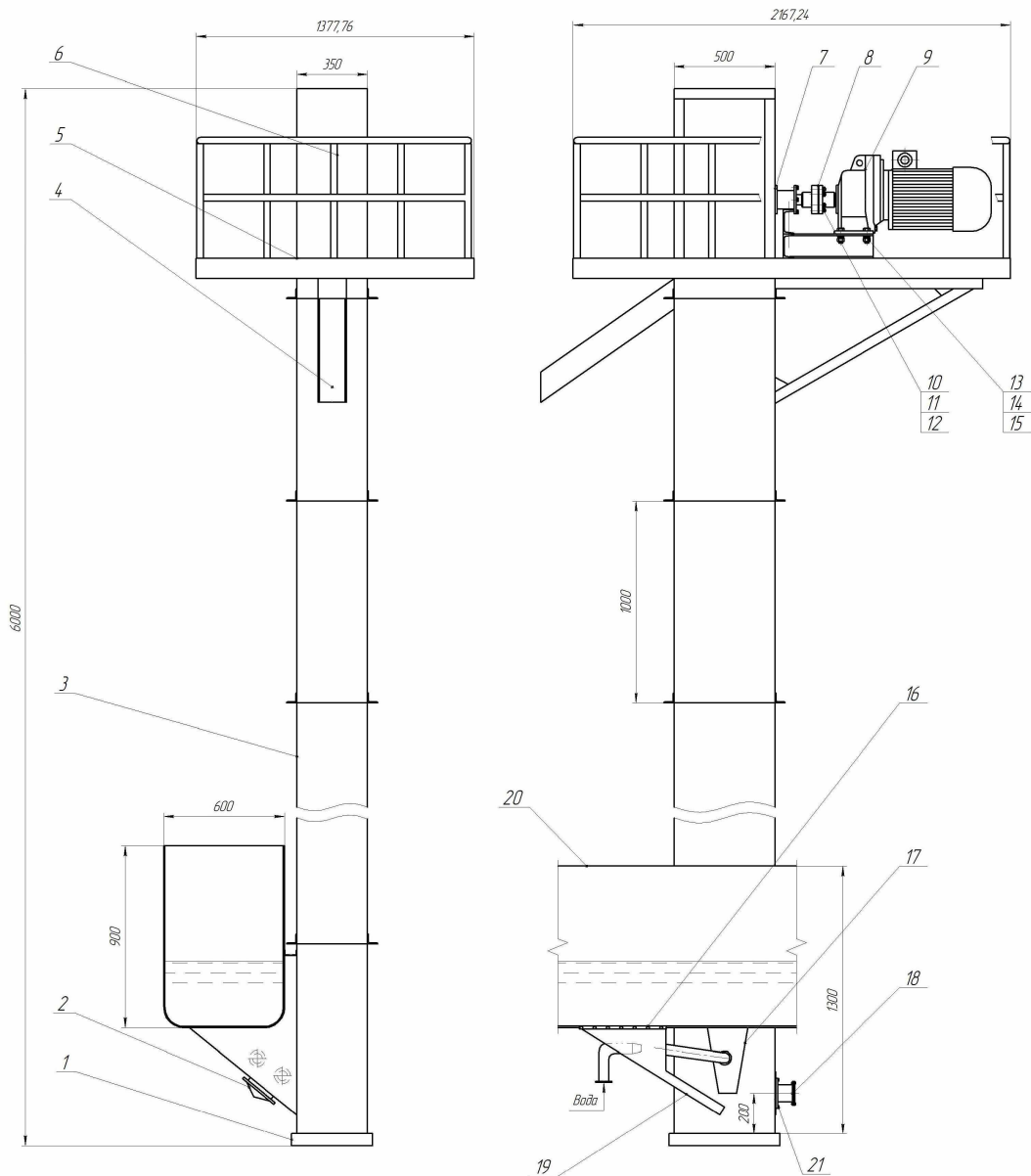


Рис. 5.2. Елеваторний каменевловлювач безперервної дії:

1 – фундамент; 2 – люк; 3 – секції; 4 – вивантажувальний лоток; 5 – майданчик для обслуговування; 6 – огорожа майданчика для обслуговування; 7, підшипниковий вузол приводної станції; 8 – муфта; 9 – мотор-редуктор; 10-15 – деталі кріплення; 16 – решітка; 17- лоток для уловлення каміння; 18 – нижній підшипниковий вузол; 19 – лоток для уловлення піску; 20 – лоток гідротранспортеру; 21 – накладка.

В пристрої використовується принцип роботи уловлювачів, які працюють на висхідних потоках води. Каменевловлювач призначений для уловлення каміння та піску і їх підйому на будь-яку висоту. Він являє собою карманний елеватор, до нижньої частини якого приєднано ділянку лотка гідротранспортера з отвором у дні для проходження важких домішок. Перед

цією ділянкою встановлено решітку з прутків. До дна лотка приєднані бункер і камера з патрубками для підводу висхідного потоку води і завантаження уловлених домішок в кармани елеватора, закріплені на двох тросогумових стрічках.

З гідротранспортера перед решіткою відбирається вода і подається в камеру через патрубок. Така подача води зумовлює утворення підсмоктуючого ефекту, який затягує через решітку пісок. Буряки через великі розміри не можуть провалитись через решітку і пливуть далі. Над отвором створено висхідний потік, який розширює буряководяну суміш – буряки спливають а каміння провалюється в отвір.

У верхній частині каменевловлювача знаходяться майданчик для обслуговування, привід та вивантажувальний лоток.

Привідний шків 2 являє собою зварну конструкцію, яка складається з частини зі ступицею та двох кілець (рис. 5.3). Вони з'єднані між собою трьома прутками, розташованими під кутом 120°. Частина зі ступицею зафіксована має квадратний отвір, розміром 40x40 мм. Ступиця встановлюється на привідний вал, та зафіксована ковпачковою гайкою.

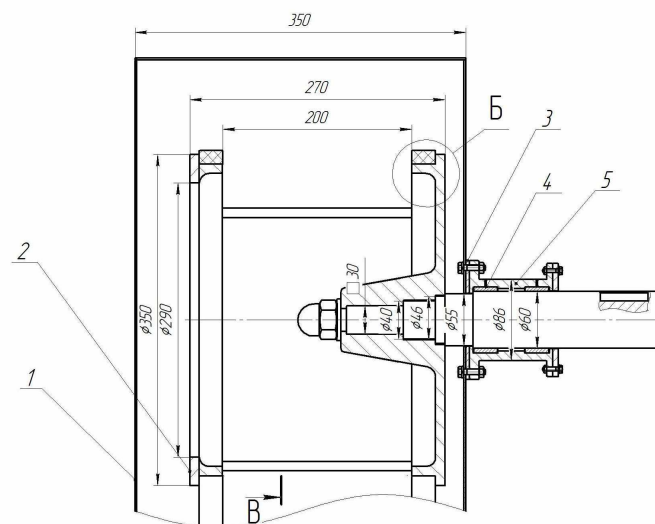


Рис. 5.3. Привідний шків:

1 – стінка; 2, зварний шків; 3, болтове зєднання; 4 – вал; 5 – підшипник ковзання;

6. Розроблення технологічного процесу складання натяжного пристрою

Технологічний процес складання полягає в з'єднанні деталей у вузли, а складальних одиниць і окремих деталей – в механізми та пристрої.

При складанні схеми складальної одиниці розрізняють поняття «базова деталь» і «базова складальна одиниця». З базової деталі починається збірка складальної одиниці, а з базової складальної одиниці – збірка виробу.

Особливістю складання вузлів машин при ремонті в порівнянні з їх виготовленням є використання трьох груп деталей: тих що були в експлуатації, але мають допустиму ступінь зносу і придатних до подальшого застосування без відновлення; нових деталей у вигляді запасних частин; відновлених деталей.

Проектування технологічного процесу складання включає наступні основні етапи:

- аналіз технологічності конструкції виробу з позиції виконання складання та регулювання;
- розмірний аналіз конструкції виробу, що збирається з виконанням відповідних розрахунків, вибір оптимального способу забезпечення необхідної точності складання, визначення ймовірного обсягу підгонки і регулювальних робіт;
- обґрунтування ступеня диференціації і форми організації процесу складання;
- поділ виробу на складальні одиниці (групи і підгрупи), завдання послідовності з'єднання всіх складальних одиниць і деталей виробу, складання схеми загального складання і вузлових зборок виробу, карт збірки;

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Пушанко ММ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Портянко В.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> Розроблення технологічного процесу складання вузла	170583.МР.08.006.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/5

- визначення змісту технологічних операцій складання, вибір методів контролю та випробувань виробу та технічне нормування складальних робіт;
- обґрунтування прийнятого варіанта технологічного процесу складання;
- оформлення технологічної документації;
- вибір і визначення кількості стандартного устаткування; проектування відсутнього для організації складання технологічного обладнання, пристосувань, слюсарних, ріжучих і контрольно-вимірювальних інструментів; проектування, при необхідності, ділянки складання.

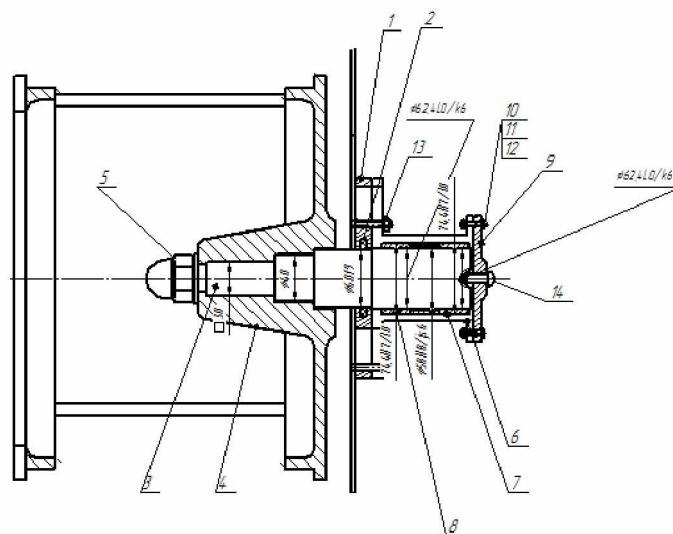


Рис. 6.1. Натяжний пристрій.

Комплектацію у вигляді подетального складу натяжного пристрою наведено в табл. 6.1.

Таблиця 6.1. Подетальний склад модернізованого вузла

Номер позиції деталі	Назва деталі	Кількість деталей	Номер позиції деталі	Назва деталі	Кількість деталей
1	Вал	1	9	Зварний шків	1
2	Стакан	1	10	Ковпачкова гайка М 16	1
3	Бронзове кільце	2	11	Болт М12х40	4
4	Розпірне кільце	1	12	Гайка М12	4
5	Манжета	1	13	Болт М14х20	4
6	Накладка	1	14	Шайба 12	4
7	Шків	1	15	Шайба 14	4
8	Кришка	1	16	Шпилька	4

З аналізу конструкції (рис. 6.1.) виділено складальні одиниці 1-го порядку, а саме: Ск. 1 – накладка, Ск. 2. – зварний шків, Ск. 3. – підшипниковий вузол, та стандартні вироби – болт 10; гайка 12,13, шайба 11, гвинт 14.

Вертикальні лінії зі стрілками показують послідовність складання окремих складальних одиниць, а горизонтальна лінія в центрі схеми – послідовність збирання складальних одиниць 1-го порядку за допомогою стандартних виробів. Застосовані також умовні позначення, що містять технологічні вказівки: Ст – складання на стенді; Вр – складання на верстаті; Вив. – вивірка; Конт. – контроль; Вип. – випробування.

Схема складання натяжного пристрою представлена на рис. 6.2.

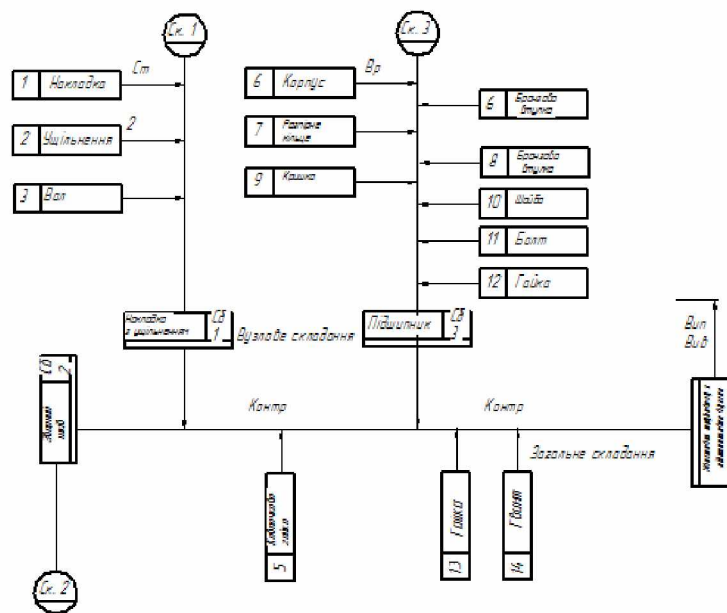


Рис. 6.2. Технологічна схема складання натяжного пристрою.

Технологічний маршрут складання пристрою описано із коротким описом операцій з переходами наведено в табл. 6.2.

Таблиця 6.2. Технологічний маршрут складання модернізованого вузла.

№ операції	№ переходу, зміст переходу
10. Установлення накладки (Ск. 1)	10.1 Установити накладку пазами на приварені шпильки М8 10.2. Встановити гумове кільце в канавку
20. Закріплення шківів (Ск. 2)	20.1 Установити вал, вставивши його в накладку до упора 20.2. Встановити шків на вал 20.3. Закріпити шків ковпачковою гайкою
30. Збирання підшипниково го вузла (Ск. 3)	30.1 Установити стакан складальному стенді і закріпити 30.2. Встановити бронзове кільце 30.3. Встановити розпірне кільце 30.4. Встановити на вал бронзове кільце 30.5 Очистити отвори під болти 30.6. Одягнути кришку 30.(7-10). Встановити болти М6 в отвори кришки 30.(11-14) Встановити шайби на болти 30.(15 - 29) Закрутити гайки М6
40. Збирання натяжного пристрою (Ск. 4)	40.1. Встановити складальний вузол «Ск. 3» на «Ск. 1» 40.(2-5). Встановити гайки на приварені шпильки 40.(6-9). Закрутити гайки М8 40.10 Встановити і відрегулювати гвинт М8
50. Контрольна	50.1. Проконтролювати натяжного пристрою на холостому ході

60. Вивірка	60.1 Вивірити натяжний пристрій
70. Випробування	70.1. Випробувати натяжний пристрій при робочих режимах експлуатації

Для контролю твердості використовують твердоміри HRA-1 для вимірювання параметрів HRB20-100 з максимальним зусиллям 1471Н, для визначення лінійних параметрів (діаметрів) застосовують мікрометр гладкий цифровий МКЦ 50 з діапазоном вимірювання 25...50мм і ціною поділки шкали 0,001м тощо. Для обґрунтування допусків користуються, наприклад, ДСТУ ISO 286-1; 2002. Схему сертифікації модернізованого вузла наведено у таблиці 3.

7. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

Вихідні дані для розрахунку:

1. Продуктивність заводу – 3000 т /добу
2. Забрудненість камінням – 5 %
3. Висота підйому каменів – 8 м.
4. Насипна густина каміння – $2,8 \text{ т/м}^3 = 2800 \text{ кг/м}^3$

7.1. Технологічний розрахунок

1. Виходячи з продуктивності заводу по буряку і знаючи забрудненість коренеплодів камінням визначимо продуктивність пристрою по каменям:

$$G_k = 0,2 G_{\text{бур}}$$

$$G_k = 0,0025 \cdot 6000 = 15 \text{ т /добу} = 0,17 \text{ кг / с}$$

7.2. Конструктивний розрахунок

1. Виходячи з необхідної висоти підйому каменів та враховуючи необхідність розміщення робочих органів і допоміжних вузлів, визначимо повну висоту каменевловлювача:

$$H = 8000 + h_1 + h_2$$

де h_1 – висота нижньої частини з врахуванням глибини лотка транспортера (1000 мм), уловлюючого пристрою, можливості встановлення люку для обслуговування та закріплення шківів. Приймаємо $h_1 = 2000$ мм. h_2 – висота верхньої частини, з врахуванням встановлення майданчику для обслуговування, приводу, закріплення шківів та лотка для вивантаження домішок. Приймаємо $h_2 = 1000$ мм. Тоді

$$H = 8000 + 2000 + 1000 = 11000 \text{ мм,}$$

2. Знаючи годинну продуктивність, задаємо бажаною швидкістю руху стрічки $v = 0,12 \text{ м/с} = 432 \text{ м / год}$. Обираємо тросогумову стрічку з параметрами 35x25 мм.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Пущанко ММ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Портянко	<i>Назва, додаткова назва</i> РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА		170583.MP.08.07.P3			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В. Г.			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/6

3. Задаємось діаметрами шківів $D=350$ мм. Отже повний шлях одного ковша каменевловлювача буде

$$L=8000+\pi \cdot D=8000+1580=9580 \text{ мм}$$

4. Час, за який один карман завантажиться камінням та дійде до точки вивантаження буде

$$t = \frac{9,580}{2 \cdot 432} = 0,011 \text{ год} = 40 \text{ с}$$

1. Приймаємо кількість карманів 26, з них 4 черпальних. На кармані має знаходитись каміння:

$$m = 0,17 \cdot 40 = 6,9 \text{ кг}$$

2. Виходячи з насипної густини, об'єм одного кармана має бути не менше ніж $0,06 \text{ м}^3$. Приймаємо розмір уловлюючого кармана $200 \times 180 \times 120$ мм.

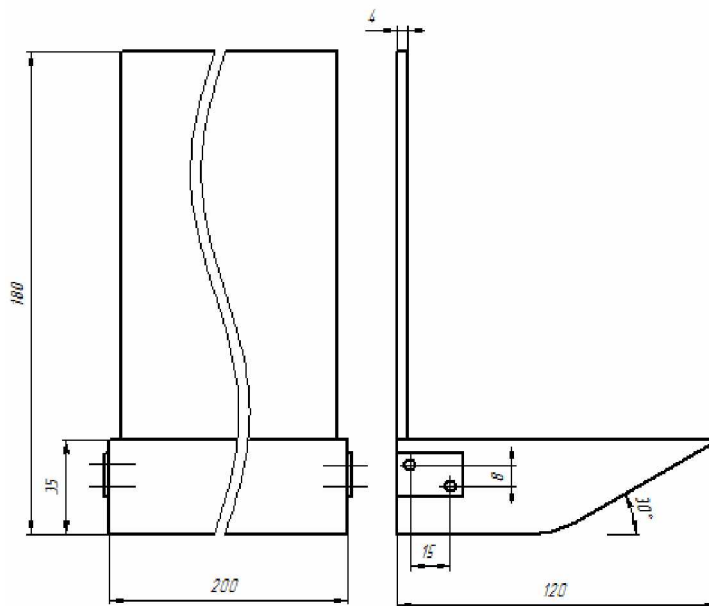


Рис. 7.1. Уловлюючий карман

7.3. Підбір мотор-редуктора

Розрахункова потужність двигуна

$$N_{\text{дв.розр.}} = \frac{F_T \cdot v}{\eta_{\text{прив}}} = \frac{2070 \cdot 2}{0.9} = 4600 \text{ Вт}$$

$$\omega_{\text{бараб}} = \frac{2 \times v}{D} = \frac{2 \cdot 2}{0.5} = 8 \text{ с}^{-1}$$

$$n_{\text{б}} = \frac{60 \times v}{\pi \cdot D} = \frac{60 \cdot 2}{3.1415 \cdot 0.5} = 76 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Конструктивно в якості приводу обираємо мотор-редуктор і ланцюгову передачу.

МОТОР-РЕДУКТОР 3МЦ2С-63Н:

Номінальна частота обертання вихідного валу, об/хв.....125

Номінальний крутний момент на вихідному валу, Н·м.....160

Маса, кг.....29,5

ЕЛЕКТРОДВИГУН :

ТипАИР90L2

Потужність, кВт2,2 кВт

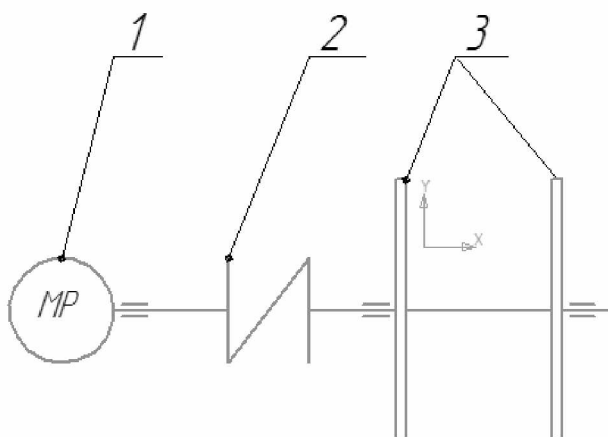


Рис. 7.2. Кінематична схема приводу

1 — мотор-редуктор, 2 — з'єднувальна муфта, 3 — шків

7.4. Розрахунок вала приводного шків

Напруження на привідних шків

$$S_{\text{нб}} = 36380 \text{ Н та } S_{\text{зб}} = 11860 \text{ Н}$$

Крутний момент на валу $T = 814,664 \text{ Н м}$

$$F_B = F_c = \frac{S_{\text{нб}} + S_{\text{зб}}}{2} = \frac{36380 + 11860}{2} = 24120 \text{ Н}$$

Зусилля, що діють на ступені приводних зірочок (рис.7.3):

Вибираємо матеріал вала: сталь 45, для якої :

$$\sigma_s = 610 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad \sigma_m = 360 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

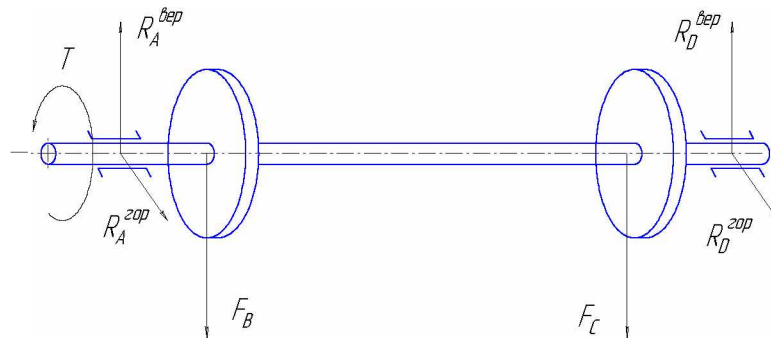


Рис. 7.3. Схема навантаження вала

Розглянемо вал в двох взаємно перпендикулярних площинах(рис.4.5)

Вертикальна площина

$$a=100\text{мм}; b=420\text{мм}; c=100\text{мм}; d=620\text{мм}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$F_B a + F_C (a + b) - R_D d = 0$$

$$R_D = \frac{F_B a + F_C (a + b)}{d} = \frac{24120 \cdot 0,1 + 24120(0,1 + 0,42)}{0,62} = 24120 \text{ Н}$$

$$\sum M_D = 0$$

$$F_B a + F_C (a + b) - R_A d = 0$$

$$R_A = \frac{F_B a + F_C (a + b)}{d} = \frac{24120 \cdot 0,1 + 24120(0,1 + 0,42)}{0,62} = 24120 \text{ Н}$$

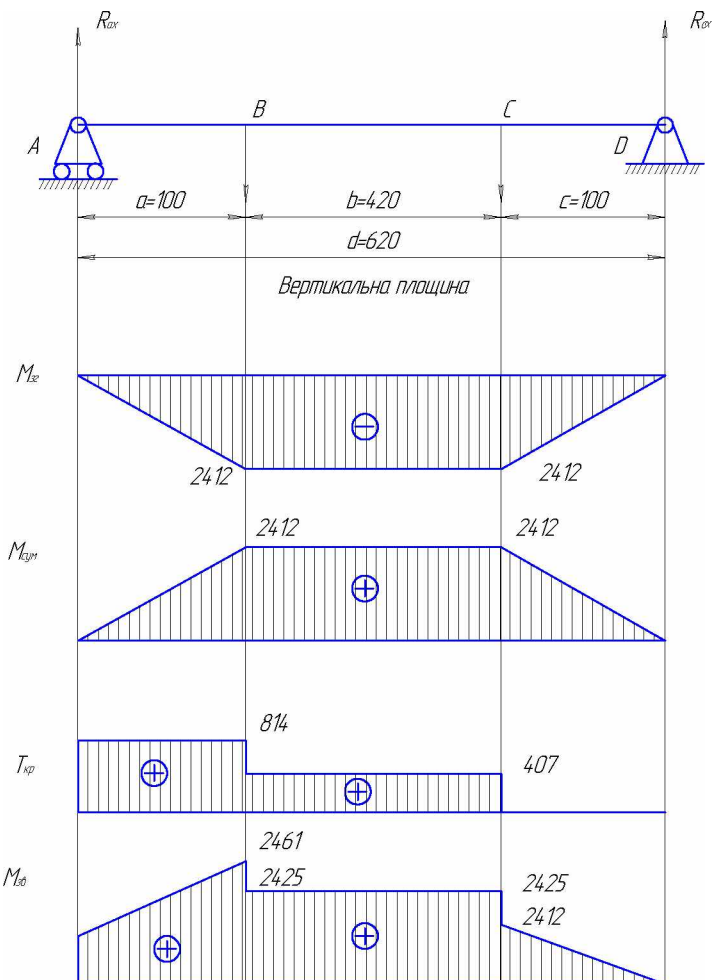


Рис. 7.4 Епюри навантажень

Знаходимо опорні реакції із умови рівноваги :

$$M_A = 0$$

$$M_B = R_A a = 24120 \cdot 0,1 = 2412 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_C = R_C c = 24120 \cdot 0,1 = 2412 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_D = 0$$

Знаходимо згинальні моменти в характерних точках :

$$M_A^{\text{сум}} = 0$$

$$M_B^{\text{сум}} = \sqrt{M_B^2 + 0} = 2412 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_C^{\text{сум}} = \sqrt{M_C^2 + 0} = 2412 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_D^{\text{сум}} = 0$$

Знаходимо сумарні згинальні моменти в характерних точках за формулою:

Знаходимо приведені згинальні моменти в характерних точках за формулою:

$$M_A^{np} = T = 814,664 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_B^{np} = \sqrt{M_B^2 + (0,6T)^2} = 2461 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_C^{np} = \sqrt{M_c^2 + \left(0,6 \frac{T}{2}\right)^2} = 2425 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_D^{np} = 0$$

$$M_{np} = \sqrt{\sum M_n^2 + \alpha T^2};$$

де $\alpha = 0,6$ – коефіцієнт, який враховує відмінність в характеристиках циклів напружень згину та кручення;

$$d_A = \sqrt[3]{\frac{M_A^{np}}{0,1[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{814,664}{0,1[80 \cdot 10^6]}} = 0,047 \text{ Приймаємо } d_A = 55$$

$$d_B = \sqrt[3]{\frac{M_B^{np}}{0,1[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{2461}{0,1[80 \cdot 10^6]}} = 0,067 \text{ Приймаємо } d_B = 50$$

$$d_C = \sqrt[3]{\frac{M_C^{np}}{0,1[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{2425}{0,1[80 \cdot 10^6]}} = 0,067 \text{ Приймаємо } d_C = 52$$

Визначаємо діаметр вала (рис. 7.5):

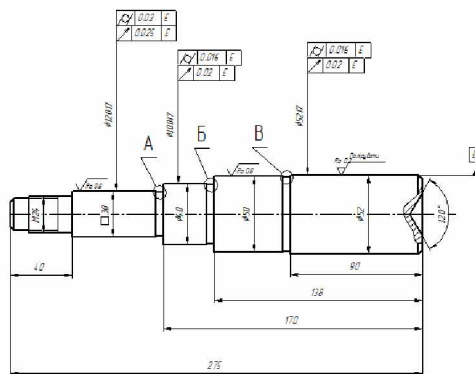


Рис. 7.5 Робоче креслення валу

8. Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту

Кожух елеватора виконується секційно, з висотою секцій 1...1.5 м. Секції виготовляються з листової сталі товщиною 4 мм, з окантовкою кутиками 50x50x5 мм в повздовжньому напрямку і по торцевим перерізам.

З'єднання секцій – болтове з використанням еластичних прокладок для герметизації стиків. Для направлення руху тягового органу в середніх секціях розташовуються направляючі пристрої.

Для обслуговування і ремонту в бічних стінках верхньої і нижньої частини елеватора передбачені люки з герметичними дверцятами.

Рама приводу виготовляється зварною, із профільного прокату (кутик, швеллер) і листового металу.

Конструкція рами має забезпечувати правильне розташування вузлів каменевловлювача та задовольняти вимоги міцності, жорсткості та вібраційної стійкості.

Монтаж конструкції елеваторного каменевловлювача можна розділити на підготовчий і власне монтажний періоди. Підготовчі роботи пов'язані з підготовкою до проведення монтажу елеватора і включають наступні етапи:

- демонтаж барабанного каменевловлювача та конвеєрів;
- відвантаження вузлів елеваторного каменевловлювача, розвантаження їх на монтажному майданчику, огляд і перевірка комплектності вузлів та деталей а також їх часткову пригонку.
- повне укомплектування вузлів перед монтажем;
- збірка окремих вузлів в укрупнені вузли, допустимі по масі та габаритам
- прийом будівельних робіт – фундаментів тощо;

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Пушанко ММ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Портянко	<i>Назва, додаткова назва</i> Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту	1170583.MP.08.008 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

- доставка підйомно-транспортних засобів;

Монтажні роботи включають наступне:

- установка і розміщення на монтажній площадці такелажного обладнання

- проведення такелажних робіт, пов'язаних з підйомом, переміщенням, установкою та кріпленням нижньої частини каменевловлювача;

- під'єднання до лотка гідротранспортера та монтаж патрубків;

- монтаж середньої частини;

- монтаж майданчика для обслуговування та приводної рами;

- монтаж каркасу верхньої частини, встановлення приводу, шківів, робочого органу;

- остаточне налагоджування каменевловлювача після виконання монтажу;

- випробовування вузлів без навантаження і під навантаженням.

Монтаж каменевловлювача доцільно здійснювати методом поступового нарощування.

Каменевловлювач може бути встановлений перед або після соломоботвоуловлювача. При установці елеваторного каменевловлювача після соломоботвоуловлювача відстань між ними має бути 4...5 м.

При установці каменевловлювача після місця введення нагнітального трубопроводу буряконасосів ця відстань збільшується до 10...15 м.

Не допускається зниження лотка транспортера за каменевловлювачем, так як це призведе до зменшення рівня води приймальнику і в решті приведе до погіршення уловлювання каменів та збільшення викидів буряка. Рівень суміші в барабані регулюється шибером, встановленим вихідним разтрубом каменевловлювача.

Щоб уникнути викиду буряків разом з важкими домішками необхідно витримувати зазор між торцями переднього кільця ущільнювача барабана і

передньою стінкою корпусу не більше 3 - 5 мм з рівномірним збільшенням його по ходу обертання барабана до 10 - 15 мм.

Для регулювання потоку суміші буряка і води, що надходить в пристрій, перед ним встановлюють на відстані 10...15 м пульсуючий шибер.

8.2. Пуск в роботу

Роботу елеваторного каменевловлювача слід випробувати на "холостому" ходу. В першу чергу слід оглянути привід та переконатись у відсутності заклинювань.

Швидкість висхідного потоку в нижній частині елеватора регулюють заслонкою, змонтованою над отвором.

При правильному потоці каменевловлювач не викидає бурякових коренеплодів.

8.3. Рекомендації по експлуатації

Для кращого відділення домішок потрібно стежити за рівнем потоку в приймальному пристрої; при недостатньому рівні слід збільшити витрати води на транспортування буряка.

Регулярно перевіряти справність решітки з конічних штирів довжиною 600 мм в днищі лотка гідротранспортера в місці з'єднання з каменевловлювачем та підтримуючої решітки в спеціальній заглибині.

9. Підбір конструкційних матеріалів

Елеваторні уловлювачі призначені для уловлення каміння та піску і їх підйому на будь-яку висоту. Пристрій поставляється в комплекті з майданчиком для обслуговування обладнання, жолобом для каменів і гідравлічним лотком. Особливістю використання елеваторного гідрокласифікатора є відсутність допоміжного обладнання для підйому важких домішок. До нижньої частини елеватора приєднано ділянку лотка гідротранспортера з отвором у дні для проходження важких домішок. До дна лотка приєднані бункер і камера з патрубками для підводу висхідного потоку води і завантаження уловлених домішок в кармани елеватора, закріплені на двох тросогумових стрічках.

Матеріал стрічок – промислова гума 350 EP 630/42/2/Y. Матеріал тросів – нержавіюча сталь AISI 316L ДСТУ 7806:2015 (аналог 03X16H15M3).

Корпус елеватора – це силовий каркас, що сприймає навантаження та являє собою зварну конструкцію зі швелерів і кутиків. Кожух елеватора виконується посекційно, з висотою секцій 1...1.5 м. Секції виготовляються з листової сталі товщиною 4 мм, з окантовкою кутиками 50x50x5 мм в повздовжньому напрямку і по торцевим перерізам, які виготовлені зі сталі Ст3 (ДСТУ 7809:2015). Конструкція каркасу має забезпечувати жорстке розташування вузлів обладнання та виконувати вимоги міцності, жорсткості та вібростійкості.

Корпус привода елеватора слід виконувати зі сталі Ст5 (ДСТУ 7809:2015).

Вали, встановлені на підшипниках ковзання доцільно виконати з конструктивної легованої сталі 12ХН3А (ДСТУ 7809:2015), яка пройшла цементування. Корпуса і кришки підшипників кочення доцільно виконувати

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Пущанко ММ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Портянко	<i>Назва, додаткова назва</i> Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту	1170583.MP.08.008 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2	

зі сталі марки 45 (ДСТУ 7809:2015).

Таблиця. 9.1

Перелік матеріалів, використаних у конструкції пристрою та дозволених органами Держнагляду

Найменування матеріалу, марка	ДСТУ	Номер та дата дозволу МОЗ України
Нержавіюча сталь AISI 316L	ДСТУ 7806:2015	№61, 26.05.2015
Сталь вуглецева якісна конструкційна: 45 Ст. 3	ДСТУ 7809:2015	№61, 26.05.2015
Сталі високолеговані та корозійностійкі: 12ХН3А, 03Х16Н15М3	ДСТУ 7809:2015	№61, 26.05.2015
Гума промислова 350 EP 630/42/2/Y	ДСТУ ISO 1817- 2016 ДСТУ ISO 9001:2015	№59, 16.08.2016 №62, 15.06.2015

10. Охорона праці та техніка безпеки

Техніка безпеки для елеваторного пристрою оформляється у вигляді інструкції і має наступний вигляд.

1. Пристрій не допускати до роботи:
 - а) до його огляду;
 - б) після закінчення термінів технічного посвідчення;
 - в) при виявленні численних несправностей;
 - г) при неприпустимому зносі стрічок.
2. Перед пуском пристрою переконатися у відсутності сторонніх предметів в лотку, приймальнику і всередині самого елеватора.
3. Пуск каменевловлювача проводити в холосту щоб уникнути додаткових зусиль, які різко впливають на роботу елементів машини.
4. До подачі буряководяної суміші потрібно переконатися, що він працює нормально: всі опорні деталі обертаються, рухомі частини не зачіпають нерухомі елементи, відсутній сторонній шум і т.п.
5. У разі виникнення проблеми необхідно швидко відключити привід.
6. Заборонено будь-який ремонт під час роботи.
7. Всі обертові елементи повинні бути закриті огороженнями та кожухами, пофарбованими в червоний колір.
8. Для усунення небезпеки ураження електричним струмом в разі дотику до корпусу та інших непровідним частин електродвигуна, які опинилися під напругою внаслідок замикання на корпус, необхідно захисне заземлення. Опір заземлення не повинен перевищувати 4 Ом.
9. Повинна бути надійна ізоляція проводів від землі і корпусу електродвигуна.

Охорона праці робітників, обслуговуючих тракт гідроподачі

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Пушанко ММ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Портянко В.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> Охорона праці та техніка безпеки	170583.МР.08.10. ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

1. Режими технологічних процесів цукрового виробництва забезпечують:

узгодженість роботи технологічного устаткування, яка виключає можливість виникнення небезпечних і шкідливих виробничих факторів;

- безвідмовну дію технологічного устаткування і засобів захисту працівників протягом термінів, які визначені нормативно-технологічною документацією;

- запобігання можливих розливів;

- попередження загорання або пожеж;

- завантаження технологічного устаткування, яке забезпечує рівномірний ритм роботи.

2. Рівні небезпечних і шкідливих виробничих факторів не повинні перевищувати граничні допустимі концентрації.

3. Виробничі ділянки, між якими підтримується постійний виробничий взаємозв'язок, забезпечуються переговорним зв'язком, звуковою і світловою сигналізацією.

4. Сигнальні пристрої розміщуються таким чином, щоб забезпечувати видимість і чутність сигналу в умовах роботи даної ділянки.

5. Уловлювачі важких домішок по периметру оснащують спеціальним сітчастим огороженням.

Вилучення каміння, піску, гички, соломи та інших домішок із мийного відділення лише механізоване. Каменеуловлювачі і піскоуловлювачі обладнують дистанційним управлінням.

6. Уловлювання, мийка, сортування та вилучення хвостиків і уламків - механізоване.

11. Охорона довкілля

Сучасна екологічна ситуація в Україні знаходиться в кризовому стані. Це в значній мірі пов'язано з недосконалою структурою економіки країни, яка протягом значного періоду формувалася без урахування об'єктивних потреб населення та економічних можливостей її окремих територій – перевага віддавалася розвитку сировинно-видобувних, ресурсномістких, енергоємних та екологічно небезпечних галузей промисловості.

Все сказане вище стосується й харчової промисловості, яка є однією з провідних галузей економіки України. В державі промислове виробництво харчових продуктів здійснюють понад 22 тис. підприємств, на яких зайнято більше мільйона працюючих. За різними оцінками, продукція харчової промисловості нині складає 15 ...21% від усієї промислової продукції, що виробляється в Україні [37], а сама галузь за питомою вагою посідає друге місце в господарстві країни. На більшості підприємств галузі експлуатується морально і фізично застаріле природоохоронне устаткування, використовуються старі технології, що призводить до забруднення навколишнього природного середовища. Як наслідок, виробництво харчових продуктів супроводжується утворенням рідких, газоподібних та твердих відходів, що забруднюють гідросферу, атмосферу та ґрунти, споживанням значної кількості води, що призводить до скидів відпрацьованих забруднених вод на поля фільтрації, у відстійники та водойми без необхідного очищення.

Слід зазначити, що порівняно з іншими галузями економіки України, питомі витрати води в харчовій промисловості є низькими. Але, на відміну від інших галузей господарства, в харчовій промисловості є найвищим відсоток використання води.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Пушанко ММ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Портянко В.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> Охорона довкілля	170583.MP.08.11.P3			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

Очищенню з метою повторного використання у виробництві підлягає досить незначна частка використаної води [37], решта переходить в категорію стічних вод, які часто без належного очищення скидаються в навколишнє середовище

Як наслідок, технічна досконалість оборотної системи водопостачання в харчовій промисловості є найнижчою серед інших галузей промислового комплексу.

Така ситуація, звичайно, не сприяє вирішенню важливої для України проблеми дефіциту та низької якості питної води. Крім того, в умовах зростання тарифів на воду, нерациональне використання негативно відбивається на показниках економічної діяльності підприємства. Таким чином, дослідження спрямовані на підвищення ефективності використання води в харчовій промисловості, є актуальними і мають очевидне практичне значення.

Подальший суспільний та економічний розвиток України, перспектива вступу до ЄС потребує негайного вирішення цілого комплексу екологічних питань. Наразі національна безпека держави значною мірою залежить саме від стану навколишнього природного середовища, яке останніми роками забруднюється, виснажується і деградує надзвичайно високими темпами

12. Автоматизація роботи елеваторного гідрокласифікатора

Управління трактом гідроподачі та мийним відділенням здійснюється з щита чергового оператора в мийному відділенні. Візуальний контроль за роботою обладнання, яке розміщене за межами мийного відділення, здійснюється за допомогою телевізійної установки. Щити і пульт управління розміщені в ізолюваному приміщенні. Ланцюги управління виконуються за допомогою контрольних кабелів марки АКВВГ.

Система автоматизованого контролю роботою елеваторного пристрою включає:

1. Можливість вибору різних типів керування впускною заслонкою;
2. Автоматичний контроль вмикання та вимикання приводу, регулювання частоти обертів;
3. Встановлення пристрою блокування зворотного ходу стрічок з карманами при зупинці каменевловлювача;
4. Систему контролю останова стрічки з карманами;
5. Інтеграцію каменевловлювача в систему автоматизації технологічного процесу (PIA).

Система автоматизації процесів гідроподачі та миття передбачає:

1. Автоматичне керування пульсуючим шибером перед буряконасосами;
2. Дистанційне керування приводами головного обладнання тракту подачі;
3. Світлову сигналізацію роботи обладнання;
4. Стабілізацію тиску стиснутого повітря, яке живить засоби автоматизації.

Всі системи автоматизації живляться від силових розподільних шаф типу СГІА77, які встановлені в приміщенні електрощитової. Захист від

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Пушанко ММ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Портянко В.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> Автоматизація роботи елеваторного гідрокласифікатора	170583.МР.08.12 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

струмів короткого замикання забезпечується автоматичними вимикачами, що встановлені в силових розподільчих щитах.

Застосовуються пости місцевого управління і магнітні пускачі **SIGMA**. Магнітні пускачі встановлені в електрощитовій.

Магнітні пускачі змінного струму виробляються відповідно до міжнародного стандарту IEC / EN 60947-4-1. Ці контактори можуть безпечно застосовуватися для різних категорій навантажень таких, як включення і дистанційне керування електродвигунами, системами освітлення, трансформаторами, насосами, систем компенсації реактивної потужності, конденсаторів. При використанні пускача спільно з тепловим реле, їх можна застосовувати і для обмеження струмів навантаження.

Основними особливостями пускачів компанії SIGMA є:

- 3-х і 4-х полюсний виконання;
- струмові номінали від 9 до 630А (4 ... 330кВт);
- вбудована пара додаткових контактів 1 але + 1НЗ в номіналах від 9 до 85А;
- 2 пари вбудованих додаткових контактів 1 але + 1НЗ в номіналах від 100 до 630А;
- котушки управління на різну напругу від 24 до 415В змінного струму і від 24 до 110 В постійного струму;
- тривалий термін служби контактної групи;
- повний набір теплових реле, додаткових контактів та механічних блокувань.
- великі періоди механічної та електричної напрацювання на відмову

По місцю встановлюються прилади дистанційного управління, а деякі двигуни оснащуються кнопками управління поблизу обладнання. Магнітні пускачі забезпечують захист від мінімальної напруги і перевантажень.

Контроль та керування основним технологічним обладнанням здійснюється в двох режимах: дистанційне (з щита управління) і місцеве.

13. Маркетингове обґрунтування проекту

Елеваторний гідрокласифікатор створено для експлуатації в поглиблених каналах гідротранспортера. Його переваги:

захист буряконасосів від пошкодження завдяки невеликій кількості каменів в потоці промивання;

оптимізація видалення каменів завдяки вільному вибору положення машини перед буряконасами і монтажу розвантажувального пристрою для каменів відповідно до індивідуальних вимог;

невеликі капіталовкладення завдяки можливості відмови від додаткових транспортних пристроїв для каменів;

низькі витрати на адаптацію завдяки попередньо виготовленому елементу гідротранспортера;

низькі непрямі витрати на підтримання у справному стані завдяки зносостійким стрічок і вільному рухау шківів в нижній частині;

висока плавність ходу завдяки армованим сталлю гумовим стрічкам;

проста настройка точності поділу (камені / буряк) шляхом регулювання потоку підйомної води;

висока експлуатаційна безпека завдяки розміщенню приводу і електроустаткування поза водопровідних зон;

висока експлуатаційна безпека, так як безперервна переробка буряка забезпечується також у разі необхідності виконання робіт по підтримці в справному стані.

Загальний економічний ефект для заводу потужністю 6000 т буряка на добу при переробці за сезон 550 тис. т буряка складає 3745800...416200 грн. При цьому видаляється 14000...20000 т домішок, що дозволяє скоротити тривалість виробництва на 2,46...3,5 доби, заощадити 738...1050 т умовного палива, виробити додатково 1375 т цукру.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Пущанко ММ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Портянко В.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> Маркетингове обґрунтування проекту	170583.MP.08.13 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2	

В останні роки для зменшення втрат цукру при забезпеченні якісної миття коренеплодів від ґрунту, максимальному видаленні важких і легких домішок, доцільно реалізовувати схеми сухої і напівсухої подачі митих коренеплодів на переробку. Запропонована нами концепція реконструкції існуючого обладнання для гідрокласифікації з метою економії коштів і зменшення в подальшому кількості обслуговуючого персоналу полягає в тому, що воно має бути повністю автоматизованим.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі запропонована конструкція гідрокласифікатора елеваторного типу, яка дозволяє піднімати уловлене каміння на задану висоту а також уловлює пісок, гравій та дрібні камінці за рахунок встановленого двоступеневого приймаючого пристрою. Гідрокласифікатор елеваторного типу складається з нижньої частини яка з'єднана з лотком гідротранспортера, середньої частини, складеної з окремих секцій що залежить від необхідної висоти підйому каміння, та верхньої частини, в якій знаходяться приводна станція та вивантажувальний лоток.

Тяговий орган являє собою дві нескінчені тросогумові стрічки. Швидкість руху стрічки – 0,12 м/с. До стрічок з однаковим кроком бічними кріпляться кармани, хвостовики яких перекривають одне одного.

При виконанні дослідної частини роботи встановлено, що елеваторні гідро класифікатори мають нижчу продуктивність ніж ротаційні. Тому нами було запропоновано розширити фракційний діапазон уловлюваних домішок, встановивши двоступеневий приймальний пристрій.

Відмінності від існуючої конструкції:

конструктивні – двоступеневість, вода відбирається з гідротранспортера;

процесні – поява підсмоктуючого ефекту, що підвищує ефективність

уловлювача по піску.

Це дає змогу:

зменшити витрати води;

збільшити кількість уловлених домішок;

зменшити навантаження на відстійники;

інтенсифікувати процес осадження важких домішок як в пристрої (за рахунок підсмоктуючого ефекту) так і у відстійниках (через зменшення концентрації домішок).

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Пушанко ММ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Портянко В.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> ВИСНОВКИ	170583.MP.08.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Борисюк, П.Г. Невідкладні питання діяльності цукрової промисловості України. *Цукор України*. 2004. № 1-2. С.2-4.
2. Варченко, О.М. Затрати ручної праці при вирощуванні цукрових буряків. *Економіка АПК*. 2001. №10. С.27-30.
3. Заяць, О.С. Ринок цукру в Україні: проблеми створення, функціонування та розвитку. *Київ.: Наукова думка*, 1999.–383с.
4. Імас, Є. В. Розвиток цукробурякового виробництва та ринку цукру в Україні [Текст] : автореф. дис. ... д-ра екон. наук : 08.07.02 / Є. В. Імас ; Нац. наук. центр "Ін-т аграр. екон.". — К., 2004. — 36 с..
5. Кисіль, М.І. Тенденції і напрями аграрного інвестиційного процесу / М.І. Кисіль // *Економіка АПК*. 2002. № 4. С.66-71.
6. Даценко, Н.М. Сравнительные испытания камнеловушек непрерывного действия / Н.М. Даценко, В.Н. Щеголев. *Научные труды ВНИИСП*. 1966. Вып. XIII. С. 22-29
7. Коденська, М. Ю. Тенденції розвитку і напрями активізації інвестування цукробурякового виробництва. *Економіка АПК*. 2010. № 2 (184). С. 74-78.
8. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: підручник за ред. В. Г. Мирончука. 2-ге вид., перероб. і доп. *Вінниця : Нова книга*, 2007. 648 с.
9. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навч. посіб. / Мирончук та ін. *Вінниця: Нова книга*, 2004. 288с.
10. Монтаж та технічний сервіс обладнання. Практикум: навч. посіб. / В. Г. Мирончук, та ін. Київ: НУХТ, 2017. 162 с.

<i>Відповідальна організація НУХТ</i>	<i>Технічне узгодження Пушанко ММ</i>	<i>Вид документа Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа НУХТ</i>	<i>Розробник документа Портянко В.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва Список використаних джерел</i>		<i>170583.MP.08.000.ПЗ</i>		
	<i>Документ затверджено Мирончук В. Г.</i>			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова UA</i>

11. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв: навч. посіб. / І. М. Заплетніков, В. Г. Мирончук, В. М. Кудрявцев ; Нац. ун-т харч. технол., Донец. нац. ун-т екон. і торг. — К. : ЦУЛ, 2012. — 344 с.
12. Сухенко, Ю. Г. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв: підручник / Ю. Г. Сухенко, О. А. Литвиненко, В. Ю. Сухенко. — К. : НУХТ, 2010. — 547 с.
13. Справочник механика пищевой промышленности / А. И. Соколенко, А. И. Украинец, В. Л. Яровой и др. ; Под ред. А.И. Соколенко. — К. : АртЭк, 2004. — 304 с. — ISBN 966-505-032-X.
14. Вибір та розрахунок обладнання цукробурякових заводів / В. Г. Мирончук, В. А. Лагода, М. М. Пушанко. К. : УДУХТ, 1999. 60 с.
15. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва: Навч. посіб. Ч. 1 / П.С. Берник, З.А. Стоцько, І. П. Паламарчук, В. В. Яськов ; Нац. ун-т "Львів. політех.". Львів : Львів. політех., 2004. — 336 с.
16. Саблук, П.Т. Цукробурякове виробництво України: проблеми відродження, перспективи розвитку./ Саблук П. Т., Коденська М. Ю. - К.:ННЦ ІАЕ, 2007. - 390с.
17. Ярчук М.М., Борисюк П.Г. Ситуація в бурякоцукровій галузі й на ринку цукру: сезон цукроваріння - 2009 // Цукрові буряки - №2(74) - 2010.
18. Гребенюк С. М. Технологическое оборудование сахарных заводов. 2 е изд., перераб. и доп. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 520 с.
19. Расчет технической мощности оборудования и сооружений свеклосахарных заводов. 2-е изд., перераб. и доп. / А. И. Востоков, И. П. Лепешкин, А. В. Будный. М.: Пищевая промышленность, 1965. 512 с.
20. Харламов С. В. Практикум по расчету и конструированию машин и аппаратов пищевых производств. Л.: Агропромиздат. Ленинградское отделение, 1991. 256 с.

21. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 х т. Т. 1. 5 е изд., перераб. и доп. М.: *Машиностроение*, 1979. 728 с.
22. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 х т. Т. 3. 5 е изд., перераб. и доп. М.: *Машиностроение*, 1979. 557 с.
23. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / І. С. Гулий, та ін. Вінниця: *Нова книга*, 2001. 576 с.
24. Стабников В. Н. Процессы и аппараты пищевых производств. / В. Н. Стабников, В. М. Лысянский, В. Д. Попов. М.: Агропромиздат, 1985. 503 с.
25. Азрилевич, М. Я. Оборудование сахарных заводов. 3-е изд. / М. Я. Азрилевич. М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. 392 с.
26. Сухенко, Ю.Г. Технологічні основи машинобудування. Лабораторний практикум [Текст] : навч. посіб. / Ю. Г. Сухенко, Ю. І. Бойко ; за ред. Ю. Г. Сухенко ; Нац. ун-т харч. технол. — К. : НУХТ, 2009. — 262 с. — ISBN 978-966-612-078-9.
27. Фесик С.П. Справочник по сопротивлению материалов. 2-е изд., перераб. и доп. / С. П. Фесик К.: Будівельник, 1982. 280 с.
28. Кружкова Р. В. Организация, планирование и управление производством на предприятиях пищевой промышленности / Р. В. Кружкова и др. М.: Агропромиздат, 1985. 495 с.
29. Справочник по технологическому оборудованию сахарных заводов. / В.Г. Белик, и др.: М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. 304 с.
30. Лапин А.П. Исследование по совершенствованию технологии очистки диффузионного сока при переработке свеклы механизированных способов уборки. Автореф. дис. канд. техн. наук. / Лапин А.П. М., 1979. 24 с.
31. Основы охорони праці. / М.П. Купчик, та ін.. К.: *Основа*, 2000. 416 с.
32. Селькин Е.Г. Охрана труда в пищевой промышленности. / Е.Г. Селькин. М.: *Легкая и пищевая пром-сть*, 1981. 248 с.

33. Запольський А. К. Основи екології: Підручник. За ред. К.М. Ситника. / А. К. Запольський, А. І. Салюк. К.: Вища школа, 2001. 358 с.

34. Про оплату праці: Закон України // Відомості Верховної Ради. 1995. №17. С.25-41.

35. Богданов М.Б. Сахарный завод как источник загрязнения воздушного бассейна / М.Б. Богданов, Т.В. Ригер, Н.В. Сапрыкина // Известия вузов. Пищевая технология. №1. 2000. С. 90–91.

36. Федоренко В. Управління підприємствами харчової промисловості в умовах приватизації //Агросвіт. 2002. № 19. С. 28–31.

37. Царенко О. Екологізація виробництва як основа продовольчої безпеки України/ О. Царенко, П. Тархов, В. Щербань //Економіка АПК. - 2001. - № 5. - С.15-20