

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
17.05. – КМР.464 «С» 2023.03.28. 019 ПЗ

РИЖИЙ ВОЛОДИМИР АНАТОЛІЙОВИЧ  
2023р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України  
Форма № н-9/01  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НУБІП України  
Факультет конструювання та дизайну  
Кафедра конструювання машин і обладнання

Роботу рекомендовано до захисту:

НУБІП України  
Рішенням кафедри конструювання  
машин і обладнання (протокол №  
від 2023р.)

Завідувач кафедри

НУБІП України  
конструювання машин і обладнання,  
д.т.н., професор  
Ловейкін В.С.  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023р.

НУБІП України  
Магістерська робота  
На тему «Обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів  
гвинтового конвеєра із рухомою проміжною опорою»

17.05 МР

НУБІП України  
Спеціальність – 133 – Галузеве машинобудування  
Розрахунково-пояснювальна записка до магістерської роботи  
Виконав: Рижий Володимир Анатолійович  
Керівник: Рибалко Вячеслав Миколайович

НУБІП України  
Київ – 2023

# НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

Кафедра конструювання машин і обладнання

# НУБІП України

Спеціальність: 133 – Галузеве машинобудування

Затверджую

Завідувач кафедри

# НУБІП України

Ловейкін В.С.

ЗАВДАННЯ

На магістерську роботу

# НУБІП України

студента Рижого Володимира Анатолійовича

1. Тема роботи: «Обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів гвинтового конвеєра із рухомою проміжною опорою»

Затверджую наказом ректора НУБІП України від \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

2. Термін здачі студентам закінченої роботи \_\_\_\_\_ 2023р.

# НУБІП України

3. Вихідні дані: продуктивність,  $Q=6\text{кг/с}$  (21,6 т/год); висота підйому,  $H=2,5\text{м}$ ; кут нахилу конвеєра,  $\beta=18^\circ$ ; густина вантажу,  $\rho=0,70\text{т/м}^3$ ; кут природного укосу  $\varphi_0=32^\circ$ ; коеф-т тертя вантажу  $f=0,38$ ; діаметр шнека,  $D=0,22\text{м}$ ; крок шнека,  $p=0,22\text{м}$ ; кутова швидкість,  $\omega=23\text{с}^{-1}$ .

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

Розділ 1. Аналіз конструкції гвинтових конвеєрів із проміжною опорою

# НУБІП України

Розділ 2. Обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів конвеєра

Розділ 3. Економічне обґрунтування проекту

Висновки

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Рибалко В.М.

# НУБІП України

Студент \_\_\_\_\_ Рижий В.А.

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 2023р.

## ЗМІСТ

Реферат	5
Вступ	6
1. Аналіз конструкції гвинтових конвеєрів із проміжною опорою	7
1.1. Елементи конструкції гвинтових конвеєрів та особливості Роботи	7
1.2. Конструкція вузлів конвеєрів	11
1.3. Теорія розрахунку гвинтових конвеєрів	15
2. Обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів гвинтового конвеєра	24
2.1. Обґрунтування технологічних параметрів гвинтового конвеєра	24
2.2. Обґрунтування конструктивних параметрів конвеєра	27
3. Економічне обґрунтування проекту	31
Висновки	36
Література	37
Додатки	40

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

РЕФЕРАТ

Магістерська робота складається із 50 аркушів комп'ютерного тексту, додатків на аркушах графічної частини.

Проведений аналіз конструкції та роботи гвинтових конвеєрів.

# НУБІП України

Запропоновано методику визначення основних конструкційно-технічних параметрів рухомих проміжних опор гвинтових конвеєрів при переміщенні сипких вантажів.

Розроблено конструкцію рухомої проміжної опори для застосування її у гвинтових конвеєрах горизонтальних і похилих, які переміщують сипкі вантажі.

# НУБІП України

Проведено техніко-економічну оцінку ефективності гвинтового конвеєра.

# НУБІП України

Ключові слова: гвинтовий конвеєр, проміжна опора сипкий вантаж, шнек, проміжний вал коефіцієнт тертя.

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

## Вступ

Шнековий конвеєр, принцип дії якого оснований на переміщенні насипних вантажів шнеком (гвинтом), який обертається по горизонтальному або похилому закритому жолобу. Шнековий конвеєр – різновид транспортних машин безперервної дії.

# НУБІП України

Під час транспортування продукції гвинтовим конвеєром недоліком його є відсутність активатора руху вантажу у місцях встановлення проміжних підшипників. Наслідком цього є утворення завалів вантажу, зменшення продуктивності транспортера та втрати матеріалу, що залишається у кожусі після зупинки конвеєра.

# НУБІП України

Існуючі конструкції конвеєрів, які мають гнучкі вали із гвинтовою поверхнею, рухомі з'єднання кожуха та інші оригінальні елементи не вирішують до кінця проблеми транспортування вантажів без втрат. Таким чином дослідження процесу переміщення вантажів гвинтовими конвеєрами та визначення конструкційно-технологічних параметрів зерновантажувачів є актуальною і перспективною задачею.

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# 1. Аналіз конструкції гвинтових конвеєрів із проміжною опорою

## 1.1 Елементи конструкції гвинтових конвеєрів та особливості роботи

Транспортери з гвинтовим робочим органом, що обертається в нерухомому жолобі (кожусі), називається гвинтовими.

Гвинтові транспортери бувають горизонтальні, похилі та вертикальні; тихохідні й швидкохідні; стаціонарні, пересувні та переносні.

У сільському господарстві гвинтові транспортери застосовують для механізації вантажних робіт на зерноочисних пунктах, у складах, кормоцехах тваринницьких ферм, на млинах і масловиробних заводах тощо. Вони часто входять до складу механізмів сільськогосподарських машин.

На рис. 1 наводиться схема гвинтового транспортера, що має жолоб 1, в якому розміщують гвинт, до складу якого входить вал 2 та гвинтова поверхня 3. Вал 2 спирається на кінцеві 4 та проміжну опору 5, транспортований матеріал подається через вікно 6, а виходить через вікно 7. Привод транспортера має дві муфти (пружну 8 та жорстку компенсуючу 9), черв'ячний редуктор 10 і електродвигун 11.

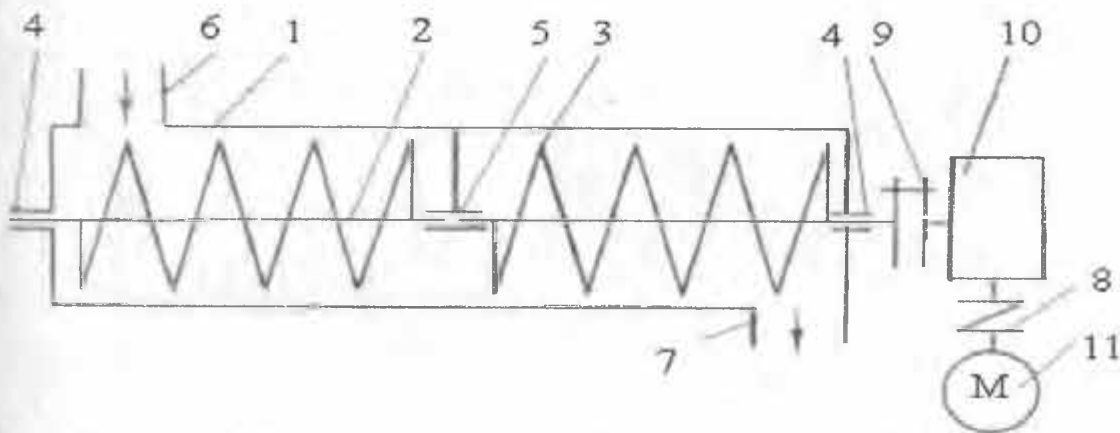


Рис. 1.1. Схема гвинтового конвеєра

1 - жолоб; 2 - вал; 3 - гвинтова поверхня; 4 - опора кінцева; 5 - опора проміжна (підвісна); 6 - вікно завантажувальне; 7 - вікно вивантажувальне; 8 - муфта пружна; 9 - муфта жорстка компенсуюча; 10 - редуктор черв'ячний; 11 - електродвигун.

Вертикальний та похилий гвинтові транспортери мають для привода електродвигун та клинопасові передачі. У вертикального транспортера є живлювач та заслінка для регулювання подачі транспортованого вантажу до витків шнека.

Крім того, вертикальний транспортер укомплектовано розподільвач, за допомогою якого можна направляти транспортний вантаж у приймальний бункер або в посуд для контрольного зважування при визначенні продуктивності.

Шнеки бувають суцільні (рис.1.2.а), стрічкові (рис.1.2.б), фасонні (рис.1.2.в), лопатеві (рис.1.2.г) та спіральні (рис.1.2.д).

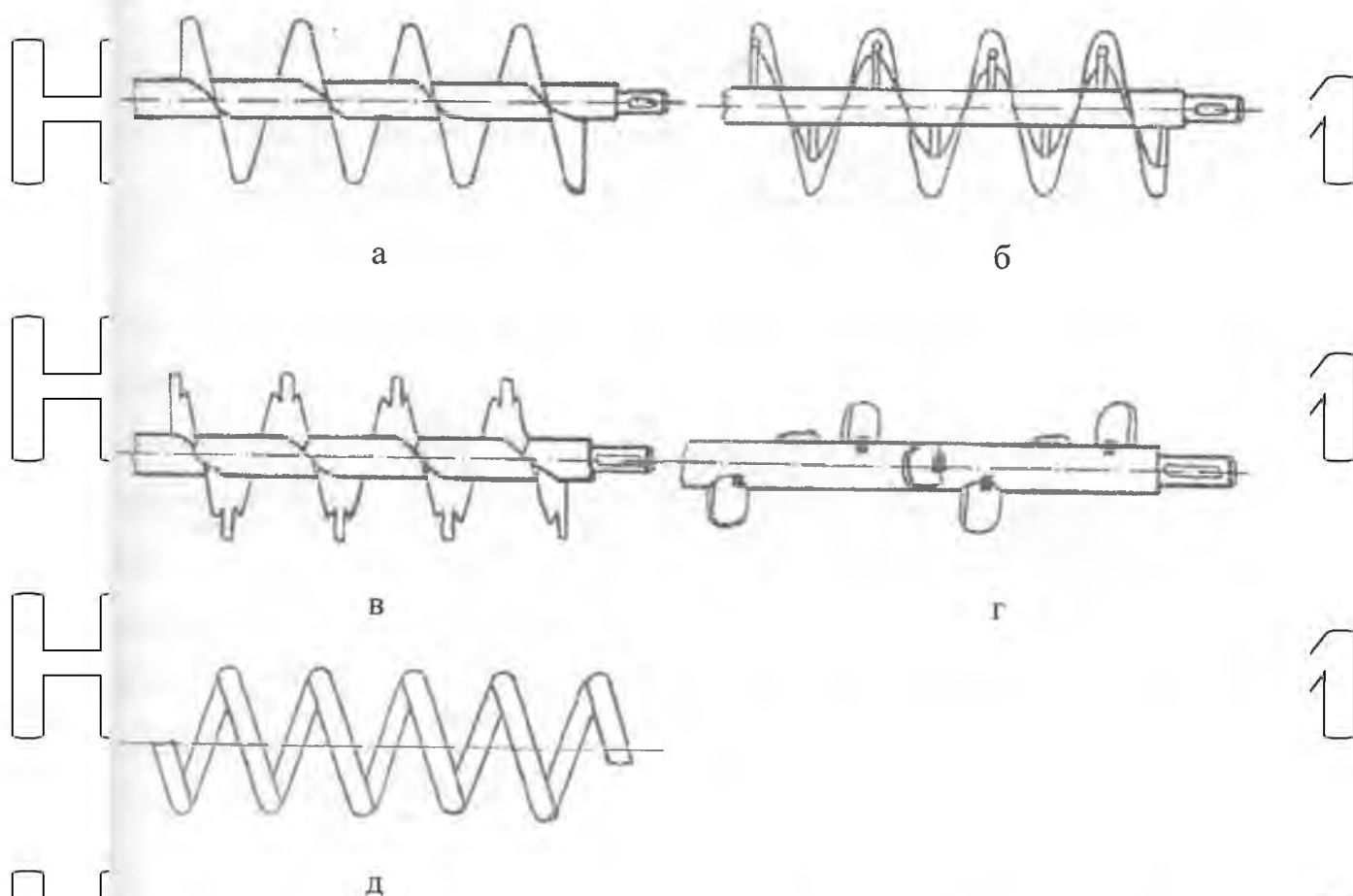


Рис. 1.2. Типи гвинтів: а – суцільний; б – стрічковий; в – фасонний; г – лопатевий; д – спіральний.

Суцільні шнеки застосовують для переміщення сухих, сипких та напіврідких матеріалів.

Стрічкові – для транспортування пиловидних матеріалів, які мають здатність залипати, а так крупношматкових вантажів.

Стрічкові гвинти добре перемішують вантажі, тому їх часто використовують у різних кормопріготувальних машинах.

Лопатеві та фасонні шнеки застосовують для переміщення злежаних вантажів та для технологічних операцій (змішування, змочування, розпушування і перемішування та ін.)

Спіральні шнеки застосовують для транспортування сипких та пилоподібних вантажів, які не злежуються. Як правило, їх використовують при транспортуванні матеріалів на криволінійних трасах.

Транспортери, які можна переносити, укомплектовані опорними стояками, а пересувні мають раму з ходовими колесами та механізмом підйому. Залежно від умов роботи матеріал, до кожуха шнека можна подавати з кути відкритою частиною шнека (похилий транспортер) або за допомогою горизонтального живлювач (вертикальний транспортер). Довгі транспортери (до 60м) формують з окремих проміжних секцій довжиною 1,5м.

Гвинт виготовляють із сталльної стрічки шляхом прокочування заготовки на спеціальних верстатах, де гвинтова поверхня створюється за рахунок одностороннього розвальцювання штаби, які прокочують, або штампують із сталеві плоскі кільцеві заготовки з радіальним вирізом. (Рис.1.3.а). Після вигинання заготовки вона перетворюється у виток (рис.1.3.б).

Для промислових установок (ГОСТ-2037-82) і сільськогосподарських машин (ГОСТ-23916-79) рекомендовано застосовувати шнеки з діаметром витків  $D=80\dots 630\text{мм}$  та кроком  $s=50\dots 100\text{мм}$ .

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

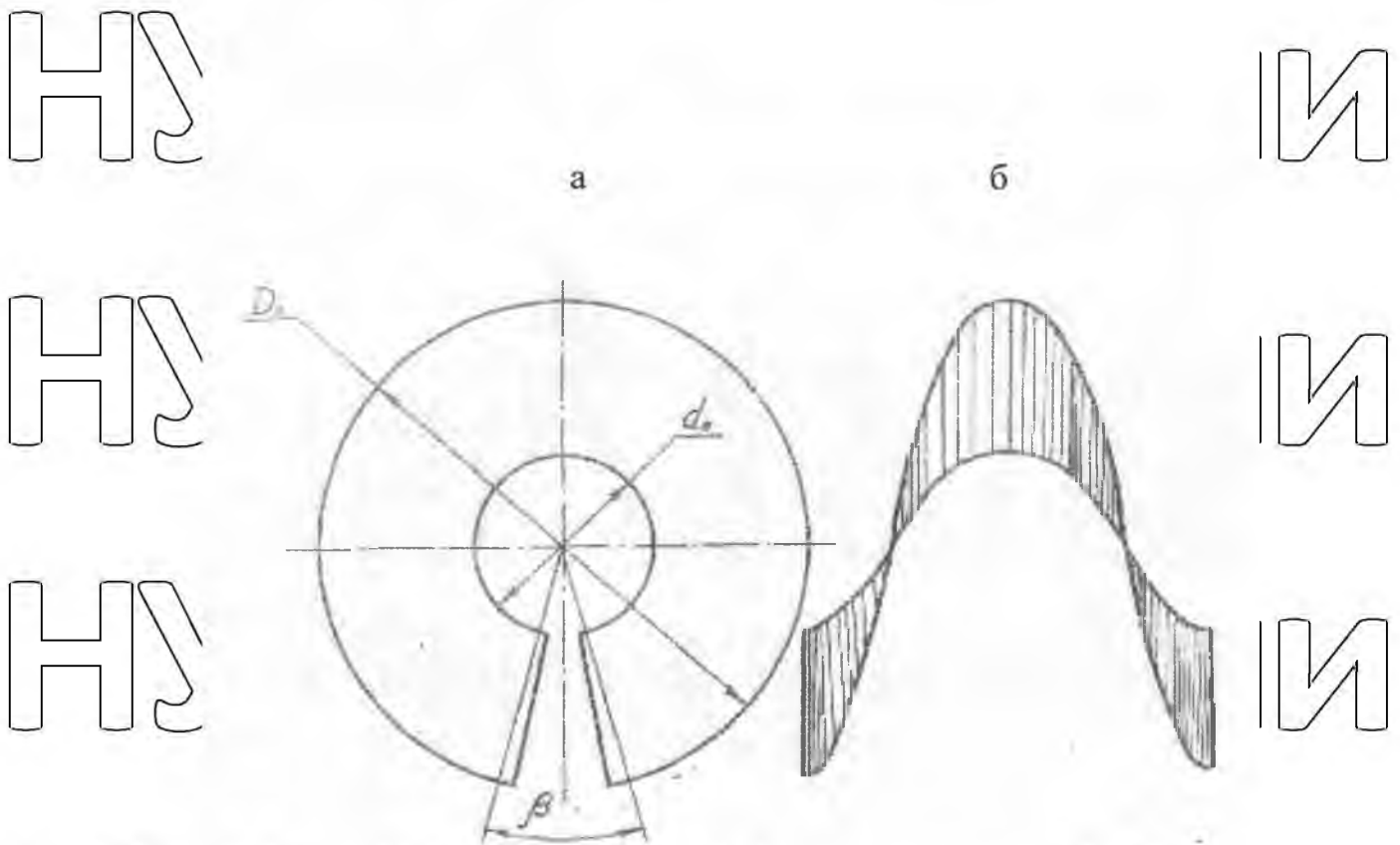


Рис. 1.3. Виток шнека: а- диск – заготовка, б – виток.

Витки виконують з листової сталі товщиною  $\delta=1 \dots 6$  мм. Найчастіше вал транспортера виконують у вигляді труби. Для транспортування абразивних матеріалів, застосовують шнеки з окремих чавунних секцій, які мають відбілену поверхню (для більшої зносостійкості).

Між зовнішньою кромкою шнека та внутрішньою поверхнею кожуха передбачено зазор  $\delta=3 \dots 12$  мм, величина якого вибирається залежно від переміщуваного вантажу, способу завантажування та інше.

Залежно від швидкості обертання шнеки розрізняють на тихохідні та швидкохідні.

Тихохідні гвинтові транспортери застосовують для транспортування вантажів у горизонтальному або пологопохилому ( $\beta < 15^\circ$ ) напрямку.

Швидкохідні транспортери можуть перемішувати вантаж при будь-якому куту нахилу до горизонту.

В тихохідних шнеках матеріал подають для транспортування у відкриту частину самопливом (гравітаційний спосіб завантаження), а у швидкохідних транспортований матеріал слід подавати примусово. Це досягається за допомогою спеціальних живильників.

Гвинтові транспортери мають такі переваги над іншими машинами безперервної дії.

- проста будова і просте обслуговування;
- невисока вартість (порівняно з транспортерами, що мають гнучкий тяговий орган);
- зручність проміжного завантажування та розвантажування;
- відсутність втрат вантажу при закритому жолобі;
- компактність.

Але одночасно гвинтові транспортери мають такі недоліки:

- перетинання вантажу, що переміщується, внаслідок тертя його об стінки кожуха, об гвинтову поверхню шнека та об сам вантаж;
- подрібнення вантажу між жолобом та шнеком;
- велика витрата енергії, що викликається тертям та перемішуванням вантажу в процесі транспортування.

## 1.2 Конструкція вузлів конвеєрів

Для валів застосовують сталь суцільного круглого перерізу, але частіше сталеві стандартні труби. Для зменшення прогину вала служать проміжні підшипники або голчасті, або підшипники ковзання, які розміщені на відстані від 2 до 4 м один від одного і на такій же відстані від кінцевих підшипників.

У місцях підвішування проміжних підшипників гвинтова поверхня шнека переривається і на цій ділянці вантаж проштовхується від однієї секції шнека до другої. Проміжні підшипники часто сприяють закупорюванню жолоба вантажем, а тому у вертикальних і крутопохилих транспортерах вони не застосовуються. На одному з кінців вала, крім радіального підшипника, установлюється ще й упорний (рис.1.4, 1,5 і 1,6 а,б,в,г,д,е). У корпусах підшипників передбачається ущільнення, що не пропускає пил у порожнину і мастило з порожнини підшипника.

Для запобігання поломок шнека (при можливих перевантаженнях) застосовують запобіжні сигнальні муфти.

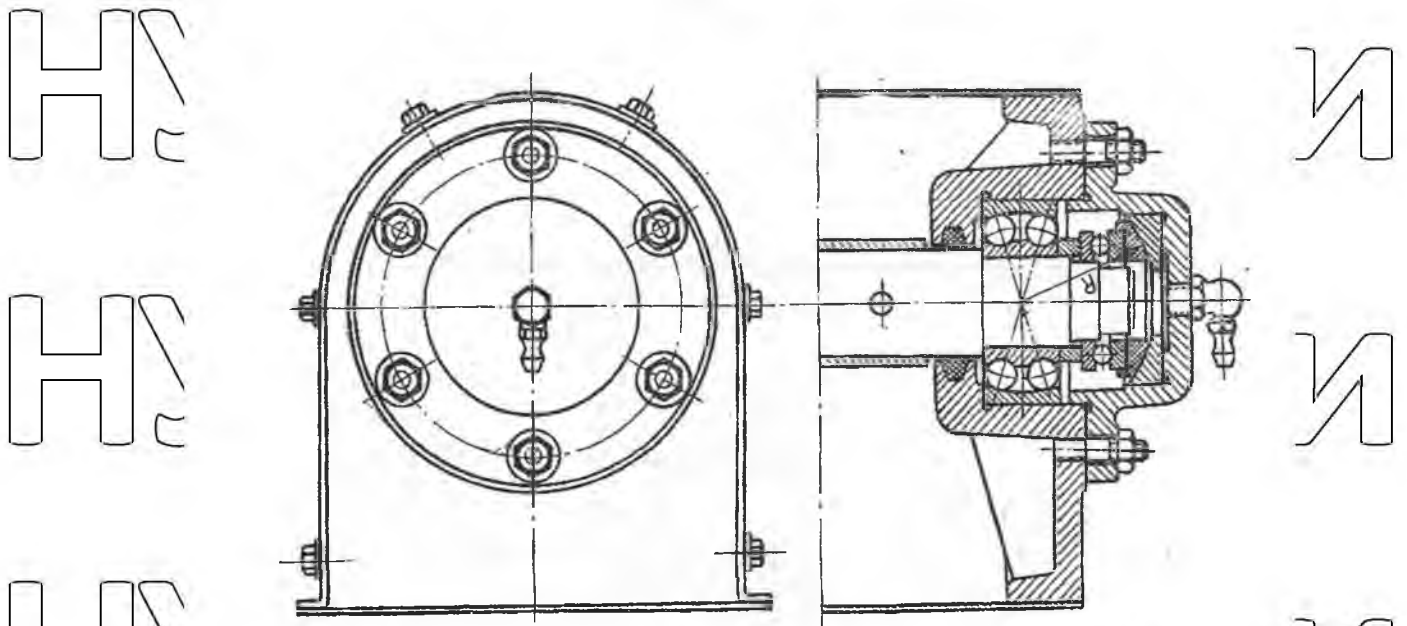


Рис. 1.4. Конструкція кінцевої опори вала

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

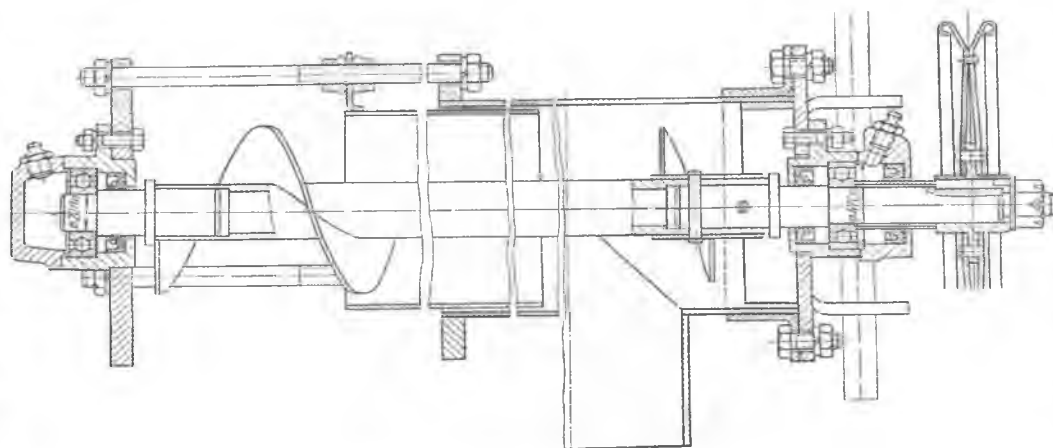
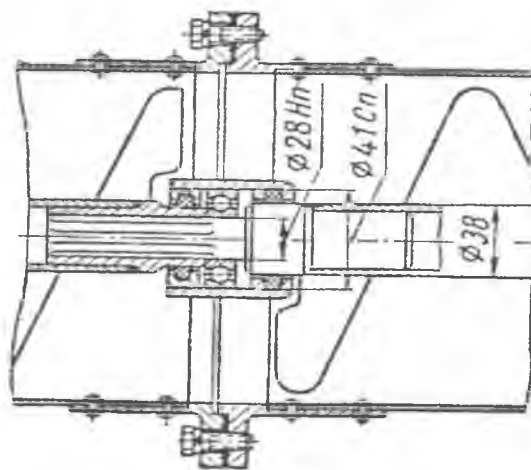
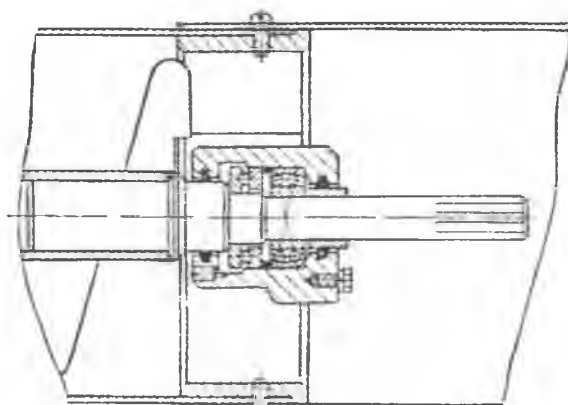


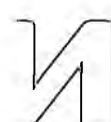
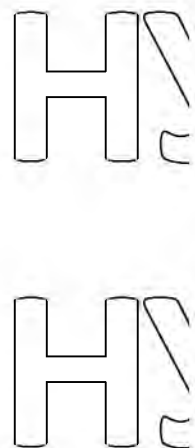
Рис. 1.5. Конструкція проміжної опори вала



a



б



Н

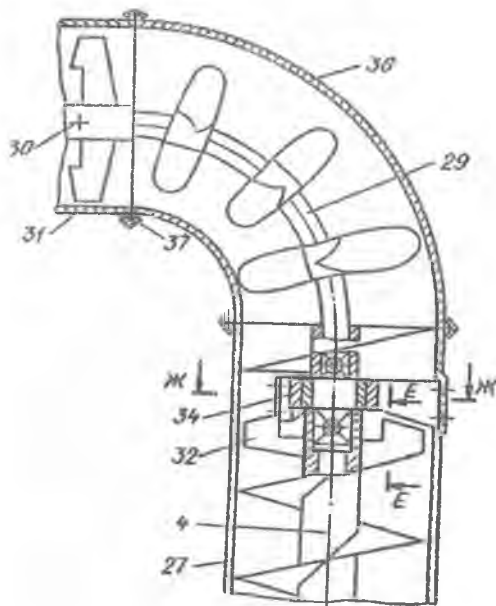
Н

Н

Н

Н

Н



іни

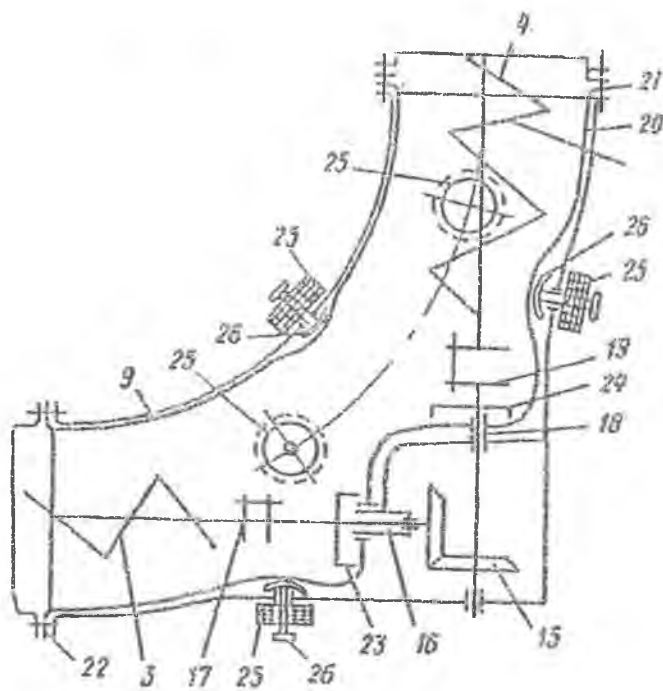
іни

іни

іни

іни

іни



НУБІП України

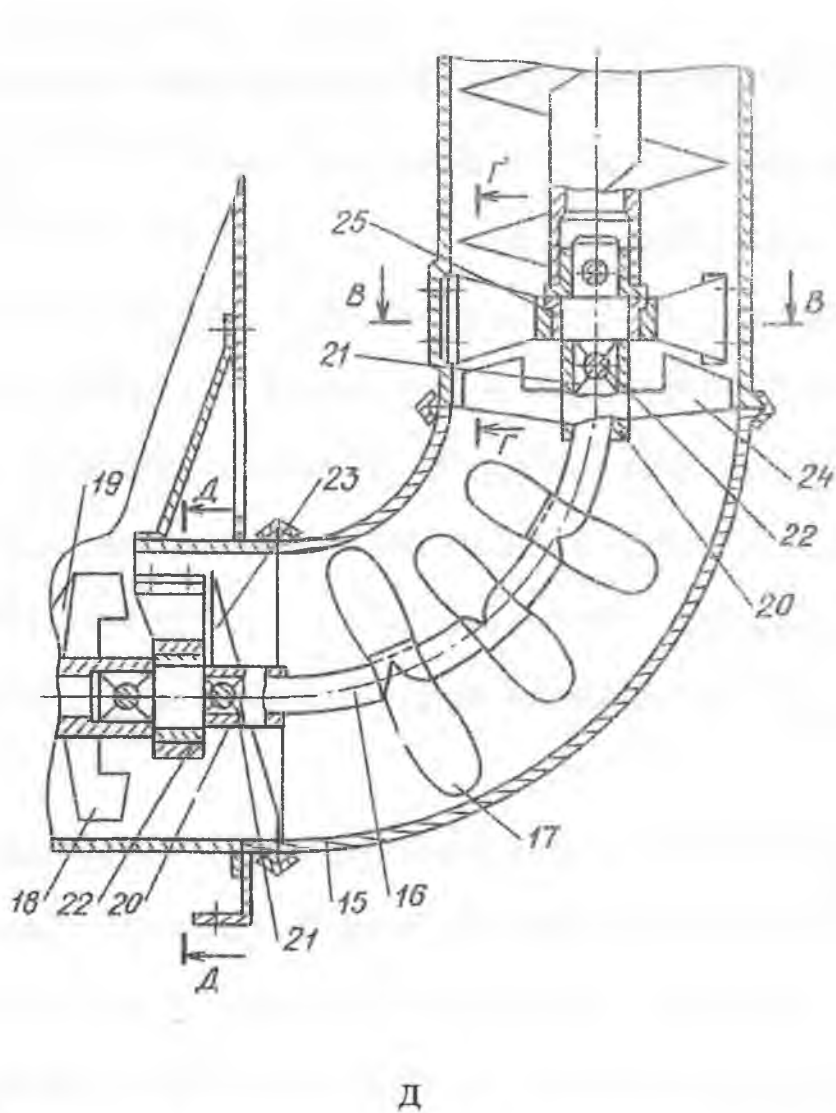


Рис. 1.6 (а, б, в, г, д) Конструкції проміжних опор валів

### 1.3 Теорія розрахунку гвинтових конвеєрів

Значний вклад у дослідження питань взаємодії сипких матеріалів із гвинтовими робочими органами та їх проектування зробили вчені: П.М.Василенко, А.А.Омельченко, В.В.Красіков, А.М.Григор'єв, М.І.Акімов, А.В.Кузьмін, Б.М.Гевко, Р.Б.Гевко, Г.В.Корнєєв, Р.М.Рогатинський.

На підставі проведеного аналізу Куліковським В.Л., встановлено, що перспективним напрямком для зменшення інтенсивності зношування гвинтових робочих органів і травмування зернового матеріалу є забезпечення в конструкції транспортерів мінімальних зазорів між витками та кожухом.

В процесі експлуатації і зношування геометричні параметри робочого органу змінюються в напрямку, насамперед, втрачаючи початкової форми витка. Особливо це стосується периферичної його частини, що працює на

максимальних радіусах обертання. В результаті поступово змінюється форма витка і, як наслідок, зазор між витком та кожухом шнека зростає.

Із двох деталей робочого органу, що утворюють зазор, кожух є нерухомим, а виток шнека обертається навколо власної осі з кутовою швидкістю  $\omega$  (рис. 1.7).

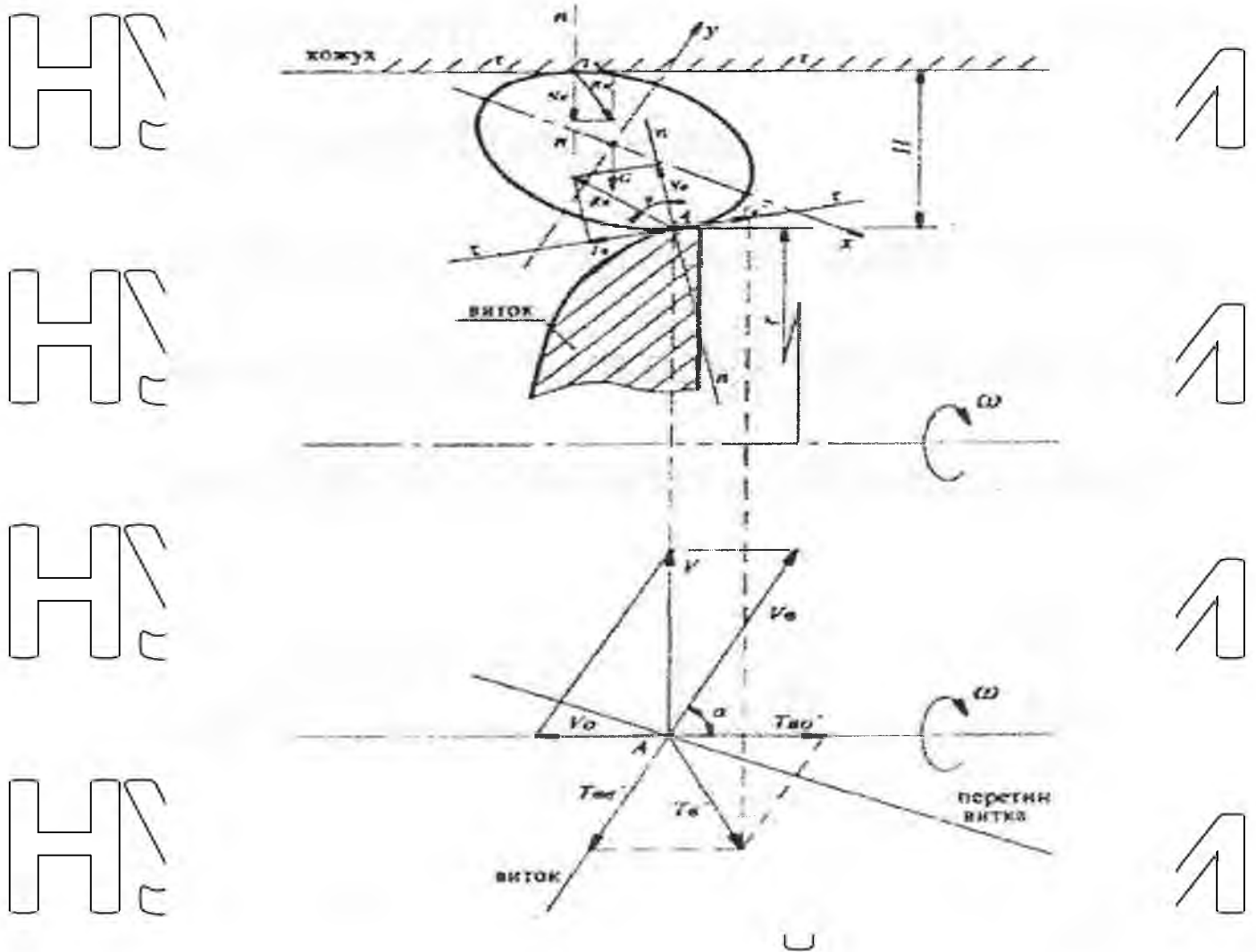


Рис. 1.7. Схема сил, що діють на виток і зернину в зазорі між шнеком та кожухом.

Гвинтові поверхні застосовуються для транспортування обробленого матеріалу і сортування його за формою і властивості поверхні. До єдиного народного знарядь, де основним робочим органом є гвинтова поверхня, відноситься, наприклад, гвинтовий сепаратор. Крім того, елементи руху частинки по гвинтовій лінії як найбільш загального вигляду руху складають механізму суть багатьох технологічних процесів, тому вивчення

його є актуальним і необхідним. Завдання з теорії руху частинки по гвинтовій поверхні в даний час вирішена в досить повному і узагальненому вигляді.

Елементарне рішення цієї задачі в застосуванні до проектування спіральних сепараторів розробив проф. Л. Ф. Леверсон [11].

Рух частинки по косій гвинтовій поверхні, близьке до руху по гвинтовій лінії, досліджував проф. Н. П. Неронов [87].

Нарешті, узагальнюючи завдання Каталана [88], проф. Н. І. Акімов [89, 90, 91 і 92] знайшов загальне її рішення. При цьому були знайдені поверхні, що допускають рух частинки по гвинтовій лінії при наявності тертя. Вивчено також умови стійкості такого роду руху.

Ці дослідження в повній мірі застосовані для вирішення завдань сільськогосподарської механіки так само, як вони знаходять своє застосування в питаннях гірничої механіки.

Враховуючи це, вважаємо за доцільне дати тут коротку їх анотацію.

Диференціальні рівняння руху частинки по поверхні (рівняння Лагранжа) за наявності тертя в циліндричній системі координат мають вигляд:

$$\frac{d^2 r}{dt^2} - r \left( \frac{d\varphi}{dt} \right)^2 = -N \frac{f(r, \varphi) + (r - r_0) \frac{df}{dr}}{\Delta} - kN \frac{dr}{v},$$

$$r \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + 2 \frac{dr}{dt} \frac{d\varphi}{dt} = -N \frac{1}{r} \left[ a + (r - r_0) \frac{df}{dr} \right] - kN \frac{dr}{v}, \quad (1)$$

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = -g + \frac{N}{\Delta} kN \frac{dz}{v},$$

Де

$r, \omega, i, z$  - осі циліндричної системи координат;

$r_0$  - радіус основного циліндра, на якому розташована гвинтова лінія;

$a$  - постійна ( $a = \frac{h}{2\pi}$ , де  $h$  - крок гвинтової лінії);

$k$  - коефіцієнт тертя.

Загальне рівняння поверхні, що проходить через гвинтову лінію ( $r = r_0$ ;  $z - z_0 = a\varphi$ ) представлено у вигляді:

$$z - z_0 = a\varphi + (r - r_0)f(r, \varphi)$$

Або

$$z - z_0 = a\varphi + (r - r_0)f(r, \varphi) + (r - r_0)^2 f(r, \varphi) \quad (2)$$

Якщо допустити, що загальне рівняння поверхні в циліндричній системі координат

$$z = F(r, \varphi) \quad (3)$$

Розкладено в ряд Тейлора за степенями  $\varphi$  і  $r - r_0$ .

Вираз  $\Delta$  визначиться, очевидно, з рівняння

$$\Delta = \sqrt{\left[ f(r, \varphi) + (r - r_0) \frac{df}{dr} \right]^2 + \frac{1}{r^2} \left[ a + (r - r_0) \frac{df}{dr} \right]^2 + 1} \quad (4)$$

Продиференціювавши рівняння (2) по  $t$ , знаходимо:

$$\frac{dz}{dt} = \frac{df}{dr} \frac{dr}{dt} + \frac{df}{d\varphi} \frac{d\varphi}{dt},$$

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = \frac{\partial^2 f}{\partial r^2} \left( \frac{dr}{dt} \right)^2 + \frac{df}{dr} \frac{d^2 r}{dt^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial \varphi^2} \left( \frac{d\varphi}{dt} \right)^2 + \frac{df}{d\varphi} \frac{d^2 \varphi}{dt^2}$$

або

$$\frac{dz}{dt} = \left[ f(r, \varphi) = (r - r_0) \frac{df}{dr} \right] \frac{dr}{dt} + \left[ a + (r - r_0) \frac{df}{dr} \right] \frac{d\varphi}{dt} \quad (5)$$

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = \left[ f(r, \varphi) = (r - r_0) \frac{df}{dr} \right] \frac{d^2 r}{dt^2} + \left[ a + (r - r_0) \frac{df}{dr} \right] \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + 2 \frac{dr}{dt} u_1 +$$

де

$$u_1 = \frac{\partial f}{\partial r} \frac{dr}{dt} + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{\partial f}{\partial \varphi} \frac{d\varphi}{dt}$$

$$u_2 = \frac{\partial^2 f}{\partial r^2} \left( \frac{dr}{dt} \right)^2 + 2 \frac{\partial^2 f}{\partial r \partial \varphi} \frac{dr}{dt} \frac{d\varphi}{dt} + \frac{\partial^2 f}{\partial \varphi^2} \left( \frac{d\varphi}{dt} \right)^2$$

Якщо помножити обидві частини першого виразу рівняння (1) на

$$-\left[f(r, \varphi) + (r - r_0) \frac{\partial f}{\partial r}\right],$$

Другого на

$$-\frac{1}{r} \left[ a + (r - r_0) \frac{\partial f}{\partial \varphi} \right]$$

Третього на одиницю і результат скласти, то отримаємо:

$$-\left[f(r, \varphi) + (r - r_0) \frac{\partial f}{\partial r}\right] \frac{d^2 r}{dt^2} + \left[f(r, \varphi) + (r - r_0) \frac{\partial f}{\partial r}\right] r \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 -$$

$$\left[ a + (r - r_0) \frac{\partial f}{\partial \varphi} \right] \frac{d^2 \varphi}{dt^2} - \frac{1}{r} \left[ a + (r - r_0) \frac{\partial f}{\partial \varphi} \right]^2 \frac{dr}{dt} \frac{d\varphi}{dt} + \frac{d^2 z}{dt^2}$$

$$= N \frac{[f(r, \varphi) + (r - r_0) \frac{\partial f}{\partial r}]^2}{\Delta} + kN \left[ f(r, \varphi) + (r - r_0) \frac{\partial f}{\partial r} \right] \frac{dr}{dt} \frac{d\varphi}{dt} -$$

$$+ \frac{1}{r^2} \left[ a + (r - r_0) \frac{\partial f}{\partial \varphi} \right]^2 + kN \left[ a + (r - r_0) \frac{d\varphi}{dt} \right] g + N \frac{1}{\Delta} - kN \frac{dz}{dt} \quad (6)$$

Беручи до уваги другий вираз рівнянь (5), ліву частину рівняння (6)

можемо переписати так:

$$r \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 \left[ f(r, \varphi) + (r - r_0) \frac{\partial f}{\partial r} \right] - 2 \frac{dr}{dt} \frac{d\varphi}{dt} \left[ a + (r - r_0) \frac{\partial f}{\partial \varphi} \right] - 2 \frac{dr}{dt} u_1 + (r - r_0) u_2 \quad (7)$$

З правої частини всі члени, що містять  $kN$ , в силу першого виразу рівнянь (5) дадуть нуль.

Тому праву частину запишемо так:

$$N \left\{ \frac{[f(r, \varphi) + (r - r_0) \frac{\partial f}{\partial r}] + \frac{1}{r^2} [a + (r - r_0) \frac{\partial f}{\partial \varphi}]^2}{\Delta} + \frac{1}{\Delta} \right\} - g \quad (8)$$

Або згідно рівнянню (4) так:

З рівнянь (7) і (9) знаходимо значення реакції  $N$ .

$$N = \frac{N\Delta - g}{\Delta} \frac{g + r \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 \left[ f(r, \varphi) + (r - r_0) \frac{\partial r}{\partial \varphi} \right] + 2 \frac{dr}{dt} \frac{d\varphi}{dt} \left[ a + (r - r_0) \frac{\partial f}{\partial \varphi} \right]}{\Delta}$$

$$\frac{+2 \frac{dr}{dt} u_1 + (r - r_0) u_2}{\Delta} \quad (10)$$

Якщо ввести тепер значення реакції рівняння (10) в перше і в друге вирази рівняння (1), то отримаємо диференціальні рівняння руху частинки в проєкціях на горизонтальну площину.

Для вираження швидкості маємо:

$$v = \sqrt{\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2}$$

Якщо підставити сюди значення  $\frac{dz}{dt}$  з першого виразу рівнянь (5), то отримаємо:

$$v = \sqrt{\left\{ 1 + \left[ f(r, \varphi) + (r - r_0) \frac{\partial f}{\partial r} \right] \right\} \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \left\{ r^2 + \left[ a + (r - r_0) \frac{\partial f}{\partial \varphi} \right] \right\} \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 + 2 \left[ f(r, \varphi) + (r - r_0) \frac{\partial f}{\partial r} \right] \left[ a + (r - r_0) \frac{\partial f}{\partial \varphi} \right] \frac{dr}{dt} \frac{d\varphi}{dt}} \quad (11)$$

Такі основні рівняння руху частинки по гвинтовій поверхні, встановлені проф. Н.І.Акімовим.

Якщо частка рухається по гвинтовій лінії, то її проєкція на площині повинна рухатися по колу. У цьому випадку

$$r = r_0$$

Тому перше вираження рівнянь (1) прийме такий вигляд:

$$-r_0 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 = \frac{g + r_0 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 f(r_0, \varphi) f(r_0, \varphi)}{\Delta_0} \quad (12)$$

Де

$$\Delta_0 = \sqrt{f(c, \varphi)^2 + \left(\frac{a}{r_0}\right)^2 + 1}$$

Підставивши значення  $\Delta_0$  в рівняння (12), знайдемо:

$$\varphi^2 = \frac{gr_0 f(r_0, \varphi)}{a^2 + r_0^2} \quad (13)$$

Ввівши значення  $\varphi^2$  в рівняння (11), для даного випадку отримаємо:

$$v = \sqrt{gr_0 f(r_0, \varphi)} \quad (14)$$

Так як при  $r=r_0$ , то має місце рівність

$$r_0 \varphi = v \cos \alpha,$$

Де

$$\cos \alpha = \frac{r_0}{\sqrt{a^2 + r_0^2}},$$

То будемо мати:

$$v = \sqrt{a^2 + r_0^2} \frac{d\varphi}{dt} \quad (15)$$

Значення нормальної реакції  $N$  для даного випадку ( $r=r_0=\text{const}$ ) визначиться рівнянням (рис. 1.8):

$$N = \frac{g + r_0 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2}{\Delta_0} f(r_0, \varphi) \quad (16)$$

НУБІП України

НУБІП України

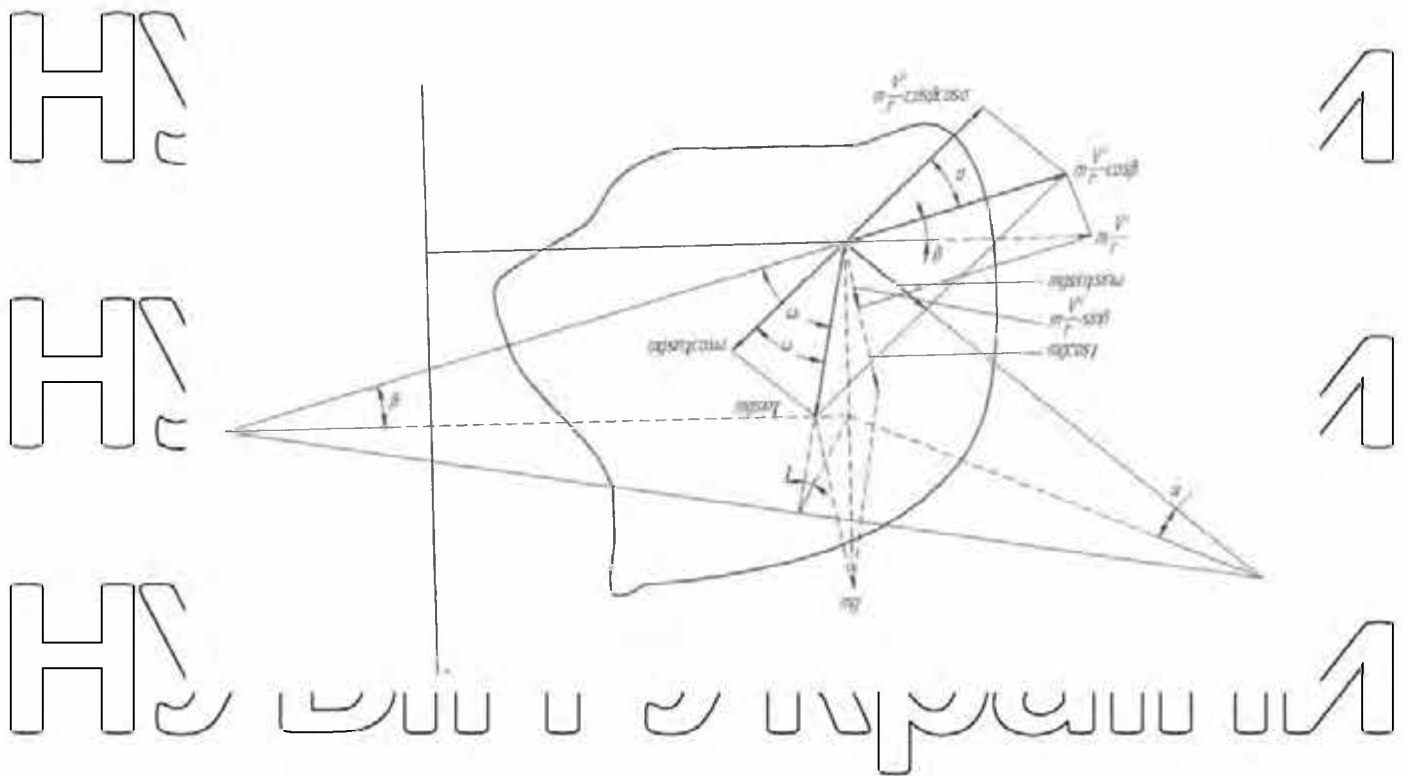


Рис. 1.8. Рух зернин по криволінійній гвинтовій поверхні.

Підставивши значення рівняння (16) вдруге вираз рівнянь (1), отримаємо:

$$r_0 \left( \frac{d^2 \varphi}{dt^2} \right) = - \frac{g + r_0 \left( \frac{d\varphi}{dt} \right)^2 f(r_0, \varphi)}{\Delta_0} \left[ \frac{a}{r_0} + k \frac{d\varphi}{v} \right] \quad (17)$$

Або

$$r_0 \Delta_0^2 \frac{d}{dt} \left( \frac{d\varphi}{dt} \right) = -2 \left[ g + r_0 \left( \frac{d\varphi}{dt} \right)^2 f(r_0, \varphi) \right] \frac{a}{r_0} - k \frac{v_0 - \Delta_0}{\sqrt{a^2 + r_0^2}} \frac{d\varphi}{dt} \quad (18)$$

Беручи до уваги вираз (13), рівняння (18) можна записати так:

$$\frac{gr_0^2 \Delta_0^2}{a^2 + r_0^2} \frac{df(r_0, \varphi)}{d\varphi} = -2 \left\{ g + \frac{gr_0 f(r_0, \varphi)}{a^2 + r_0^2} [f, (r_0, \varphi)] \right\}$$

$$\left\{ \frac{a}{r_0} + k \sqrt{1 + \frac{r_0^2}{a^2 + r_0^2} [f, (r_0, \varphi)]^2} \right\}$$

$$\frac{d}{d\varphi} [f(r_0, \varphi)] = -2[tg\alpha - k\sqrt{1 + \cos^2\alpha [f(r_0, \varphi)]^2}] \quad (19)$$

Таким чином, якщо функція  $f(r_0, \varphi)$  задовольняє рівнянню (19), то поверхня, що проходить через гвинтову лінію  $(r = r_0, z = z_0 + a\varphi)$ , допускає рух частинки по цій кривій. Тим часом отримано важливий у практичному відношенні результат. Дана частинка може переміщатися по гвинтовій лінії при різних типах поверхонь, що проходять гвинтову лінію, але за умови, що має місце рівняння (19).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Розділ 2. Обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів гвинтового конвєсера

2.1. Обґрунтування технологічних параметрів гвинтового конвєсера

Для визначення зусиль на поверхнях тертя периферійної частини витка шнека виділена елементарна площадка  $ds$  зображена на (рис.2.1) Куліковським В.П.

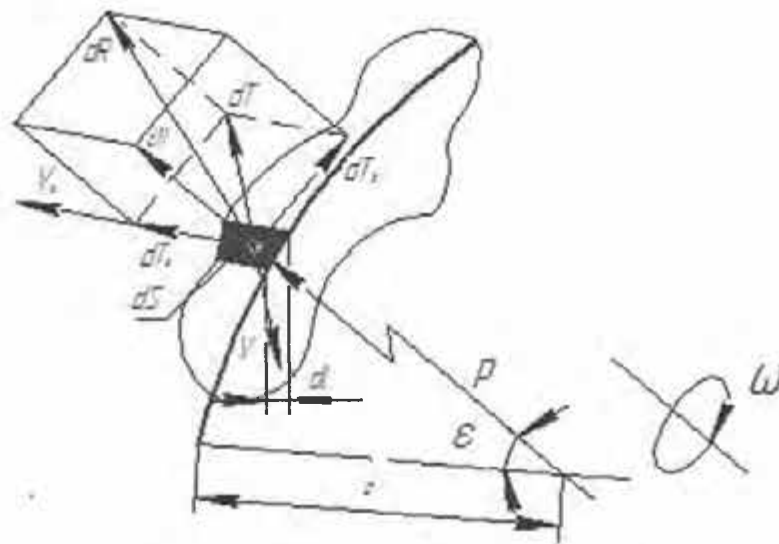


Рис.2.1. Сили, що діють на елементарну площадку криволінійної ділянки поверхні зношування витка шнека

Диференціальні рівняння руху частинки по поверхні (рівняння Лагранжа) за наявності тертя в циліндричній системі координат мають вигляд:

$$\frac{d^2r}{dt^2} - r \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 = -N \frac{f(r, \varphi) + (r - r_0) \frac{df}{dr}}{\Delta} - kN \frac{dr}{v}$$

$$r \frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2 \frac{dr}{dt} \frac{d\varphi}{dt} = -N \frac{\frac{1}{r} [a + (r - r_0) \frac{df}{dt}]}{\Delta} - kN \frac{r}{v} \quad (1)$$

$\frac{d^2r}{dt^2} = g + \frac{N}{\Delta} k N \frac{dz}{v}$

Де  $r, \varphi, i$  - осі циліндричної системи координат;

$r_0 = 0,14$  радіус основного циліндра, на якому розташована гвинтова лінія;

$a = 0,037$  постійна ( $a = \frac{h}{2\pi}$ , де  $h$  - крок гвинтової лінії);  
 $k = 0,1$  коефіцієнт тертя

Загальне рівняння поверхні, що проходить через гвинтову лінію ( $r = r_0; z - z_0 = a\varphi$ ) представлено у вигляді:

$$\frac{z - z_0}{a} = \varphi + (r - r_0) f(r, \varphi)$$

$$\frac{gr_0^2 \Delta_0^2}{a^2 + r_0^2} \frac{df(r_0, \varphi)}{d\varphi} = -2 \left\{ g + \frac{gr_0 f(r_0, \varphi)}{a^2 + r_0^2} [f(r_0, \varphi)] \right\}$$

$$\left\{ \frac{a}{r_0} - k \sqrt{1 + \frac{r_0^2}{a^2 + r_0^2} [f(r_0, \varphi)]^2} \right\}$$
 Або
 
$$\frac{a}{d\varphi} [f(r_0, \varphi)] = -2 [tg\alpha - k \sqrt{1 + \cos^2\alpha [f(r_0, \varphi)]^2}] \quad (2)$$

Проведено дослідження залежності коефіцієнта тертя ковзання матеріалу по робочій поверхні гвинта від кута підйому його гвинтової лінії (рис.2.2). Вихідними даними для дослідження були:  $D_{\text{кож}} = 280\text{мм}$ ; Кут підйому гвинтової лінії,  $\alpha = 17^\circ$ ; коефіцієнт тертя,  $f = 0,41$ ; швидкість руху вантажу  $V_n = 0,92 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; потужність активатора  $P_T = 0,00125\text{кВт}$ ; сила тертя вантажу об стінку кожуха  $F = 3,59\text{Н}$ ;

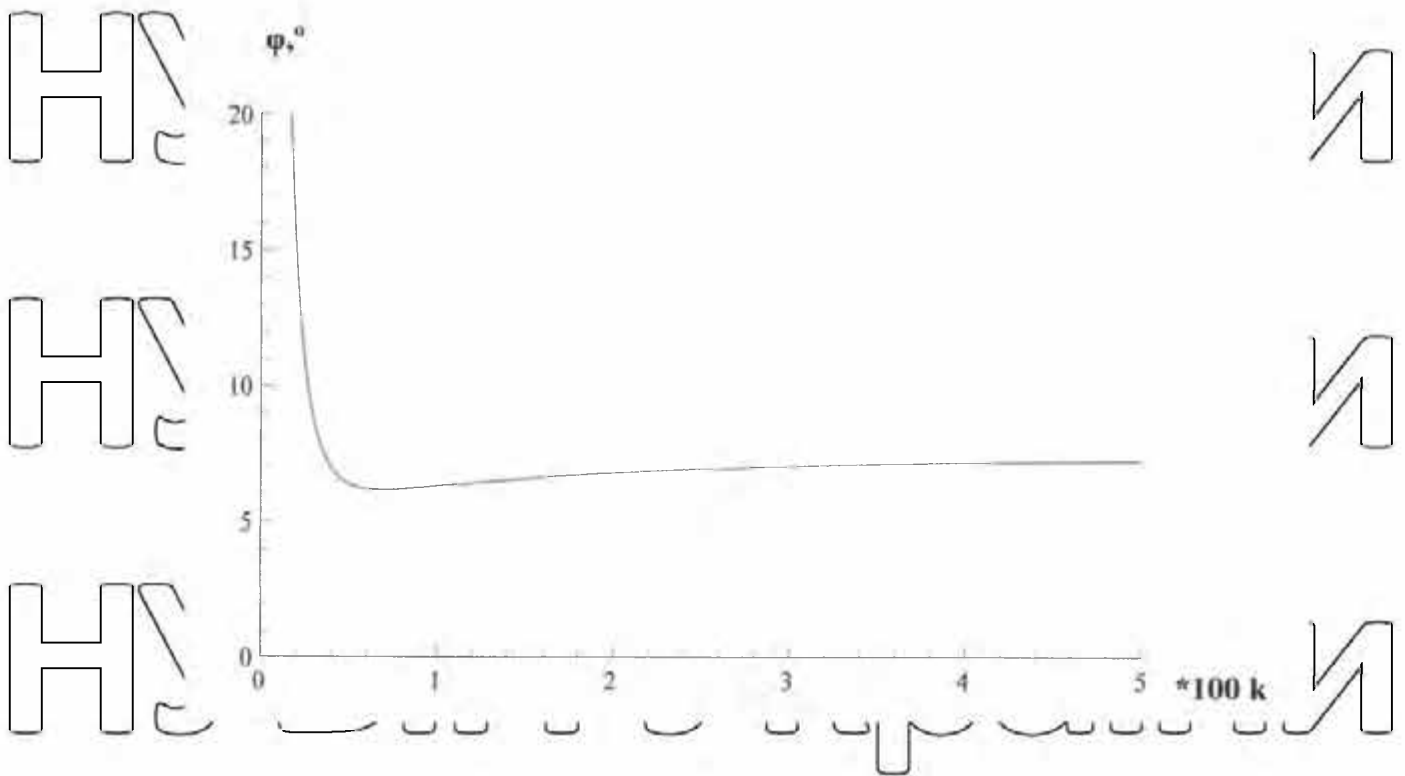


Рис. 2.2. Рух частинки по гвинтовій лінії при типах поверхонь  $\varphi=f(k)$

В результаті дослідження було встановлено, що оптимальним значеннями коефіцієнта тертя ковзання матеріалу по поверхні гвинта  $\mu=0,05$  забезпечується умова перемішування вантажу лопатями активатора.

Але параметри матеріалів які використовуються у активаторі не мають таких показників. Цього можна досягти за рахунок вібрацій на активаторі, але це конструктивно складно. За рахунок зміни матеріалу робочої поверхні (поліетилен ПЕ – 500, 1000 «Matrox» коефіцієнт тертя  $\mu=0,12-0,2$ ) активатора та встановлених оптимальних геометричних параметрів його, досягнуто зменшення коефіцієнта тертя ковзання з 0,41 до 0,12 при розрахунковому 0,05. Ці параметри забезпечують повне проштовхування вантажу без втрат та часткове перемішування вантажу.

Запропоновано конструкцію лопатевого активатора, який здійснює переміщення вантажу без зупинок і завалів із значним ступенем переміщення забезпечуючи при цьому високу продуктивність. Лопади активатора розміщені у середині циліндра, встановлені під кутом  $\beta=22^\circ$  до твірної циліндра, а сам циліндр кінематично з'єднаний із приводом і має протилежний шнекам напрямок обертання (рис.2.3).

Активатор і руху вантажу, складатиметься із проміжного валу 2 який з'єднаний шлицями, підшипника 3, корпус підшипника 4, скребків 5, зірочка 6.

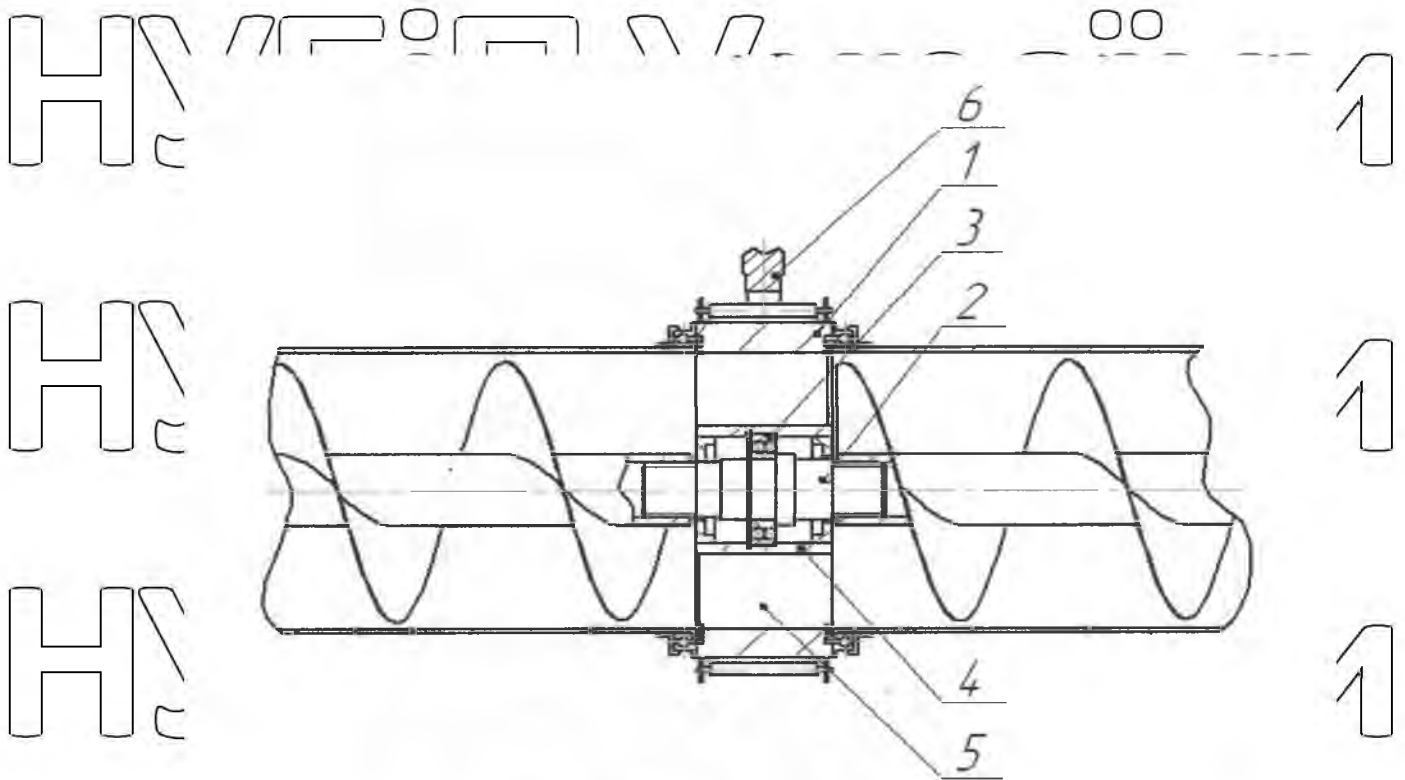


Рис. 2.3. Активатор гвинтовий

## 2.2. Обґрунтування конструкційних параметрів конвеєра

Вихідні дані: продуктивність,  $Q=6\text{кг/с}=21,6\text{т/год}$

Висота підйому,  $H=2,5\text{м}$ ;

Кут нахилу,  $\beta=18^\circ$ ;

Об'ємна маса зерна,  $\rho=0,70\text{т/м}^3$

Кут природного укосу,  $\varphi_0=32^\circ$ ;  $\rho=0,7 \cdot \varphi_0=23^\circ$

Коефіцієнт тертя,  $f=0,7 \cdot 0,58=0,38$

Діаметр шнека,  $D=0,22\text{м}$ ;

Діаметр вала,  $d=0,06\text{м}$ ;

Кут підйому гвинтової лінії,  $\alpha=17^\circ$ ;

Крок шнека,  $p_{\text{ш}}=0,22\text{м}$ ;

Кутова швидкість шнека,  $\omega_{\text{ш}}=23\text{с}^{-2}$

Довжина шнека,  $L=6\text{м}$ ;

Швидкість руху вантажу,  $V_{\text{п}}=0,82\frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;

Приймаємо  $D_{\text{а}} =$  діаметр активатора, рівним  $D_{\text{кож}}$  - діаметр кожуха конвеєра, ширину  $b$ , із конструктивних міркувань, приймаємо  $b=0,5p$ , де  $p$  - крок шнека. Кут нахилу вигка  $\alpha_0=18^\circ$  (аналогічно основному шнеку)  $p=0,22\text{м}$  (попередні розрахунки),  $b=0,5 \cdot 0,23=0,112\text{м}$  (рис 2.8).

Потужність при завантаженні активатора, кВт;

$$P_1 = \frac{Q' \cdot V_a^2}{367 \cdot g} = \frac{1 \cdot 2,13^2}{367 \cdot 9,8} = \frac{4,53}{3596,6} = 0,00120 \text{ кВт} \quad (2,2)$$

Продуктивність активатора, кг/с;

$$Q' = \frac{V_n}{b \cdot Q} = \frac{0,92}{0,115 \cdot 8} = 1 \text{ кг/с};$$

Подолання сил тертя, кВт;

$$P_2 = \frac{F_k' \cdot V_a}{1000} = \frac{3,59 \cdot 2,13}{1000} = 0,0070 \text{ кВт}$$

Сила тертя вантажу об стінку кожуха, Н;

$$F_k' = f_1 (F_{\text{ц}} + G' \cdot g \cdot \cos \beta \cdot \cos \varphi) = 0,41 (0,174 + 1,06 \cdot 9,8 \cdot 0,92 \cdot 0,90) = 3,33 \text{ Н} \quad (2,5)$$

Відцентрована сила, Н;

$$F_{\text{ц}} = \frac{G' \cdot \omega_{\text{вант}} \cdot D_0}{2} = \frac{1,06 \cdot 1,88 \cdot 0,175}{2} = 0,170 \text{ Н} \quad (2,6)$$

$G'$  – маса вантажу, що знаходиться у активаторі, кг;

$\omega_{\text{вант}}$  – кутова швидкість обертання вантажу,  $\text{с}^{-1}$ ;

$D_0$  – діаметр кола, що проходить через центр вантажу, 0,175м;

$\omega_a$  – кутова швидкість активатора

При умові  $Q_a = Q_{\text{тр}}$

$$G' = \frac{G_p}{2} = \frac{2,12}{2} = 1,03 \text{ кг} \quad (2,7)$$

$G_p$  – маса вантажу, який знаходиться між витками, на довжині одного кроку, кг;

$$G_p = \frac{G}{z_6} = \frac{72,1}{34} = 2,10 \text{ кг} \quad (2,8)$$

Кількість витка шнека,

$$z_6 = \frac{L}{p_{\text{ш}}} = \frac{8}{0,23} \approx 30 \quad (2,9)$$

Потужність на підйом вантажу та тертя по поверхні лопастей, кВт

$$P_z = \frac{F_t' \cdot R_0 (\omega - \omega_{\text{ван}})}{1000} + \frac{F_t'' \cdot R (\omega - \omega_{\text{ван}})}{1000} = \frac{7,08 \cdot 0,0875 (25 - 1,88)}{1000} + \frac{4,42 \cdot 0,125 (25 - 1,88)}{1000} = 0,014 + 0,012 = 0,026 \text{ кВт} \quad (2.10)$$

$F_t'$  - колова сила, дотична до кола, через центр тиску вантажу;

$F_t''$  - колова сила, дотична до зовнішнього діаметра шнека

$R_0$  і  $R$  - радіуси кіл;

$$F_t' = G' \cdot g \cdot \sin \beta \cdot \operatorname{tg}(\alpha + p_1) + G' \cdot g \cdot \cos \beta \cdot \sin \varphi = 1,06 \cdot 9,8 \cdot 0,37 \cdot 0,80 + 1,06 \cdot 9,8 \cdot 0,92 \cdot 0,42 = 3,07 + 4,01 = 7,08 \text{ Н} \quad (2.11)$$

$$F_t'' = F_k' \cdot \cos \varepsilon \cdot \operatorname{tg}(\alpha + p_1) + F_k' \cdot \sin \varepsilon = 3,59 \cdot 0,43 \cdot 0,80 + 3,59 \cdot 0,89 = 1,23 + 3,19 = 4,40 \text{ Н} \quad (2.12)$$

$$R_0 = 0,0875 \text{ м}; R = 0,125 \text{ м}$$

Потужність потрібна на роботу активатора, кВт;

$$P_a = K_0 \frac{P_1 + P_2 + P_z}{\eta} = 1,15 \frac{0,00125 + 0,0076 + 0,026}{0,98} = 0,040 \text{ кВт} \quad (2.13)$$

Потужність електродвигуна, кВт;

$$P_{\text{дв}} = K \frac{P_a}{\eta_{\text{тр}}} = 1,2 \frac{0,046}{0,86} = 0,1 \text{ кВт} \quad (2.14)$$

$K = 1,2$  - коефіцієнт перевантаження;

$$\eta_{\text{тр}} = \eta_M^3 \cdot \eta_{\text{ланц}} = 0,98^3 \cdot 0,92 = 0,94 \cdot 0,92 = 0,80 \quad (2.15)$$

$\eta_M = 0,98$  - ККД муфти

$\eta_{\text{ланц}} = 0,92$  - ККД цівкового зачеплення

Швидкість активатора  $\omega_a = 25 \text{ с}^{-1}$

Приймаємо електродвигун марки 4А71В8У3,  $P_{\text{ном}}=0,25$  кВт

$$\omega_{\text{ном}}=74\text{e}^{-1}$$

Фактичне передаточне число передачі,  $\alpha_{\text{ф}} = \frac{\omega_{\text{ном}}}{\omega_{\text{в}}} = \frac{74}{25} \approx 2,96$  (2.16)

Діаметр кожуха транспортера  $D_{\text{кож}}=280$ мм

Діаметр цівкового колеса  $D_{\text{ц.к.}}=350$ мм (конструктивно)

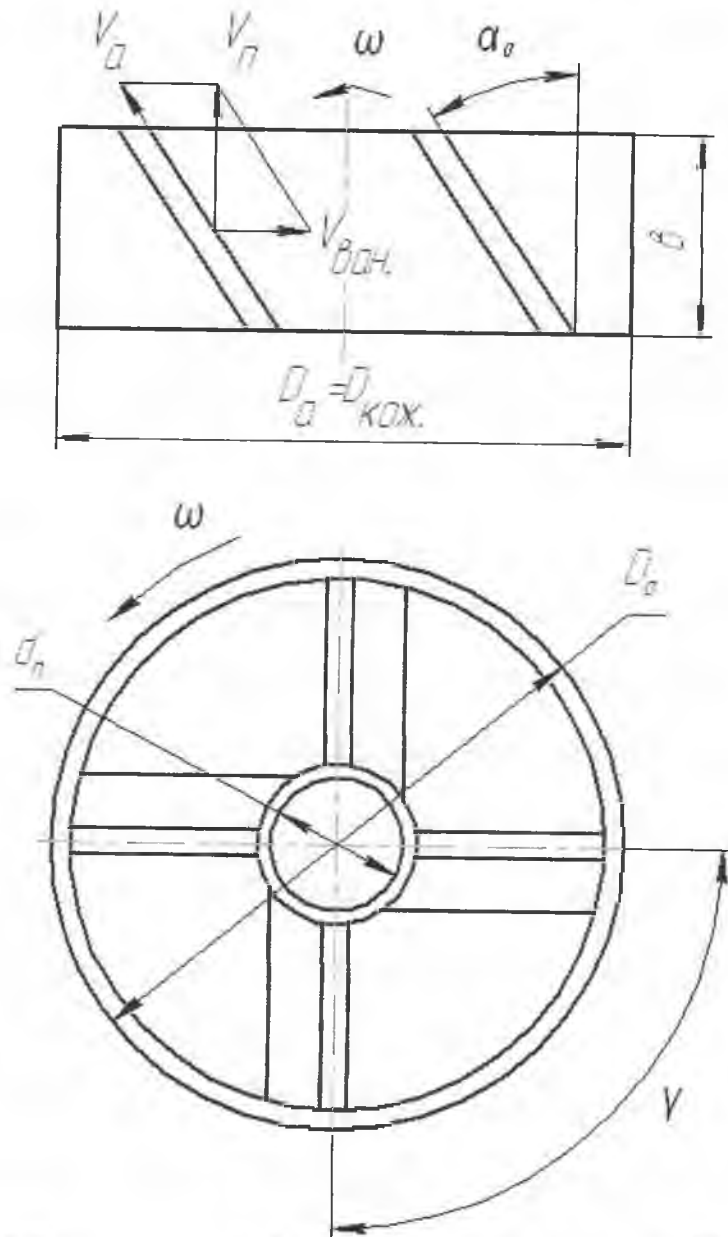


Рис. 2.4. Конструктивні розміри активатора

### РОЗДІЛ 3. Економічне обґрунтування проекту

Процес техніко-економічного обґрунтування нової техніки можна представити у вигляді ряду послідовно виконаних розрахунків технічних і економічних показників, що дозволяють судити про прогресивність нової техніки та економічної доцільності впровадження. Виходячи з вимог народногосподарського підходу при оцінці економічної ефективності нової техніки, проєктований об'єкт слід розглядати в двох аспектах: як об'єкт експлуатації, який створюється для виконання визначених функцій і задоволення потреби народного господарства в деякій сфері експлуатації; як об'єкт виробництва, який повинен бути виготовлений у визначених виробничих умовах. В якості об'єкта експлуатації нова техніка створюється для виконання певних функцій, а значить, повинна мати певними техніко-економічними показниками. Система техніко-експлуатаційних показників включає в себе приватні, що характеризують один бік виробництва, узагальнюючі, що характеризують сукупність властивостей виробу, і результуючі, що дають оцінку виробу в порівнянні з аналогом. Це можуть бути технічні показники: потужність, технічний ресурс, продуктивність, експлуатаційні: довговічність, надійність, термін роботи, ремонтпридатність; ергономічні та показники технічної естетики: розміри робочих органів, рівень вібрації, шуму, фарбування та оздоблення поверхні. Для кожного виду машин, обладнання, приладів, апаратів ці показники будуть своїми, специфічними. В якості об'єкта виробництва проєктований виріб оцінюється за сукупністю виробничо-технологічних показників. До них відносяться показники організаційної доцільності (річний обсяг випуску, розмір партії) і технологічності конструкції, які можуть бути розбиті на три підгрупи: показники трудомісткості, матеріаломісткості і конструктивності уніфікації.

Крім того, повинна бути оцінена ступінь відповідності і підготовленості існуючих виробничих умов підприємства до виготовлення в плановані обсяги випуску. Визначення та порівняння первинних (приватних) узагальнюючих і результати параметрів створеної техніки під представляє собою одну технічну сторону проблеми. Інша, економічна сторона полягає в тому, що чисельні значення параметрів машин залежать від потреб людей, формуються під їх впливом і, у свою чергу, впливають на економічну ефективність виробництва. Тому при формуванні технічних параметрів машини виникає завдання економічної оцінки цих параметрів.

Для виявлення економічної ефективності нової техніки проєктований об'єкт повинен бути оцінений за економічними показниками і, нарешті, повинна бути дана оцінка за прийнятим критерієм. Економічні показники можуть бути приватними, узагальнюючими і результуючими. Прикладом приватних економічних показників у сфері експлуатації можуть служити

чисельність обслуговуючого персоналу, витрати на ремонт. До числа узагальнюючих економічних показників у сфері експлуатації відносяться: витрати часу на виконання роботи (функції), собівартість виконання роботи (функції) або експлуатаційні витрати, ціна, приведені витрати. Результат є: зниження собівартості, економія наведених витрат. Виробничо-технологічні показники об'єкта виробництва також повинні бути синтезований у показниках економічної оцінки – відповідно приватні, узагальнюючих і результуючих. Частими економічними показниками в сфері виробництва є: показники використання ресурсів праці, основних фондів, оборотних коштів, матеріальних ресурсів; зростання випуску продукції, підвищення якості. Узагальнюючими показниками є: трудомісткість, собівартість виготовлення, оптова ціна, капіталовкладення. З метою забезпечення високого рівня створюваних конструкцій машин, механізмів, приладів, апаратів техніко-економічні розрахунки повинні виконуватися на всіх стадіях життєвого циклу виробів. При принципово загальній схемі виконання розрахунків утримання їх на різних етапах проектування, освоєння і впровадження нової техніки змінюється.

Стадії процесу проектування нового виробу:

I – розробка технічного завдання (ТЗ)

II – розробка технічної пропозиції (ТП)

III – ескізне проектування (ЕП)

IV – технічне проектування (ТПР);

V – розробка робочої документації (РД).

Зміст техніко-економічних розрахунків на стадіях проектування: на стадії технічного завдання визначається попередній рівень витрат на виготовлення виробу, лімітна ціна, економічний ефект від виробництва та використання нової продукції (розраховується з урахуванням лімітної ціни); на стадії технічної поради виконується економічна оцінка варіантів технічних рішень, уточнюється (при необхідності) собівартість, лімітна ціна, величина економічного ефекту; на стадії ескізного проекту проводиться ФВА, економічне опрацювання та оцінка прийнятих рішень; на стадії технічного проекту проводяться уточнюючі розрахунки всіх показників та їх економічна оцінка; на стадії розроблення робочої документації за результатами проведених приймальних випробувань і прийняття дослідного зразка визначаються: нормативна собівартість, проект оптової ціни (тимчасової або постійної), економічний ефект від виробництва і використання нової продукції розраховується з урахуванням проекту оптової ціни; заохочувальна надбавка до оптової ціни (при необхідності).

Лімітна ціна консерву визначається за формулою:

$$C_{\text{л}} = C + \Pi_{\text{н}} = 9500 + 1800 = 11300 \text{ грн}$$

Де  $C$  – собівартість консерву,

$\Pi$  – нормативний прибуток.

Нормативний прибуток визначається на основі затверджених по відповідним групам продукції нормативів рентабельності до собівартості за вирахуванням вартості використання сировини, палива, енергії, матеріалів, напівфабрикатів і комплектувальних виробів.

$$\Pi_{\text{н}} = (C_{\text{п}} - C_{\text{м}}) \cdot \frac{P}{100} = (9500 - 5000) \cdot \frac{40}{100} = 18000 \text{ грн}$$

Де  $C_{\text{п}}$  – повна собівартість консерву, грн.

$C_{\text{м}}$  – вартість використаних видів сировини, палива, енергії, матеріалів, напівфабрикатів і комплектувальних виробів, грн.

$P$  – норматив рентабельності, %.

Економічне обґрунтованість рівня лімітних цін перевіряється співставленням їх з діючими цінами на базові вироби з врахуванням зміни техніко-економічних і соціальних параметрів. Для кінцевої продукції машинобудування довгочасного з покращеними показниками використання використовують формулу:

$$\frac{C_{\text{л}}}{C_{\text{б}} \cdot \frac{B_2}{B_1} \cdot \frac{1/T_1 + E_{\text{н}}}{1/T_2 + E_{\text{н}}} + \frac{I_1 - I_2}{1/T_2 + E_{\text{н}}} \cdot 0,9} \leq 0,86$$

$$\frac{10200}{10000 \cdot 1 \cdot \frac{1/10 + 0,15}{1/15 + 0,15} + \frac{2533 - 1895}{1/15 + 0,15} \cdot 0,9} \geq 0,86$$

Де  $\frac{B_2}{B_1}$  – коефіцієнт росту продуктивності нового консерву у порівнянні із старим.

$B_1, B_2$  – річні об'єми продукції, що транспортується.

$\frac{1/T_1 + E_{\text{н}}}{1/T_2 + E_{\text{н}}}$  – коефіцієнт зміни терміну роботи.

$I_1, I_2$  – річні експлуатаційні витрати споживача.

$E_{\text{н}}$  – нормативний коефіцієнт ефективності.

$T_1, T_2$  – термін служби нового і базового консерву.

Проводимо розрахунок поточних затрат споживача для базового і нового конвертера.

Заробітна плата виробничих працівників розраховується з врахуванням річного об'єму робіт

$$Z_0 = C_{\text{чс}} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{н}} \cdot t$$

$C_{\text{чс}}$  – погодинна ставка відповідного розряду;

$K_{\text{д}}$  – коефіцієнт, що враховує додаткову заробітну плату;

$K_{\text{с}}$  – коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальне страхування;

$K_{\text{н}}$  – коефіцієнт, що враховує приробіток робітника;

$t$  – час роботи;

$$Z_0 = 10 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,05 \cdot 205 = 2800 \text{ грн}$$

Затрати на електроенергію

$$Z_e = P_y \cdot K_B \cdot K_w \cdot C_2 \cdot F_e$$

$$Z_e = 5,5 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,99 \cdot 1920 = 83630 \text{ грн}$$

$P_y$  – потужність двигуна, кВт

$K_B$  – коефіцієнт завантаження двигуна по часу;

$K_w$  – коефіцієнт використання двигуна за потужністю;

$C_2$  – вартість 1кВт·години електроенергії, грн

$F_e$  – річне напрацювання

$$F_e = D_p \cdot C \cdot h \cdot (1 - \eta)$$

$$F_e = 240 \cdot 1 \cdot 10 \cdot (1 - 0,2) = 19200 \text{ год}$$

$D_p$  – кількість робочих днів в році;

$C$  – кількість змін роботи;

$h$  – тривалість зміни;

$\eta$  – планові втрати

Затрати на амортизацію і поточний ремонт

$$Z_a = C_0 \cdot K_0 \cdot K_p$$

$$Z_a = 10000 \cdot 1,2 \cdot 0,231 = 27720 \text{ грн}$$

$C_0$  – оптова ціна конвєсєра

$K_0$  – коефіцієнт переводу оптової ціни в балансу вартість

$K_p$  – коефіцієнт, що враховує 5,1% амортизаційних відрахувань, призначених на капітальний ремонт і 18% на поточний ремонт.

Сума економічного ефекту за весь термін служби

$$E = \left[ C_1 \cdot \frac{B_2}{B_1} \cdot \frac{1/T_1 + E_H}{1/T_2 + E_H} + \frac{(I_1 - I_2) - E_H(K_2 - K_1)}{1/T_2 + E_H} \right] \cdot A_2$$

$$E = 10000 \cdot 1 \cdot 1,153 + \frac{(2479 - 1856) - 0,15(-44)}{0,25} \cdot 10200 \cdot 1$$

$$= 384800 \text{ грн}$$

Таблиця 1. Економічна характеристика пруткового конвєсєра

Показники	Стара машина	Нова машина
Вартість машини, грн	95000	113000
Кількість машин	1	1
Амортизаційні відрахування у % до вартості машини	22710	25320
Витрати на поточний ремонт машин у % до балансової вартості машини	14040	16580
Сумарні витрати на утримання обладнання	36750	41900
Сумарний економічний ефект від впровадження нової машини	384800	

# НУБІП України

## Висновки

За результатами досліджень запропоновано удосконалену конструкцію конвеєра із рухомою проміжною опорою, яка забезпечує проштовхування вантажу без втрат, створює умови для перемішування вантажу, збільшує продуктивність конвеєра.

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

## Список використаної літератури

1. Корнеев Г.В., Пивоваров З.Б. Подъемно-транспортные машины безперервної дії застосовані в сільському господарстві. К.: Урожай, 1968.

2. Ярошенко В.Ф., Лукач В.С., Бондар М.М., Мороз Л.І. Розрахунок гвинтових транспортерів. К.: УВК НАУ, 2001.

3. Зенков Р.Л., Ивашков И.И., Колобков Л.И. Машины непрерывного действия. М.: Машиностроение, 1980.

4. Красников В.В., Акимов В.Ф., Волков Ю.И. и др. Подъемно-транспортные машины в сельском хозяйстве: Атлас конструкций. М.: Машиностроение, 1990.

5. Сливаковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины. М.: Машиностроение, 1985.

6. Беляничиков Н.Н., Белехов И.П., Кожевников Г.И., Тургиев А.К. Механизация технологических процессов, 1989.

7. Столбин Г.Б., Жуков К.П. Расчет и проектирование деталей машин. М.: Высшая школа, 1978.

8. «Дипломне та курсове проектування». К.: Урожай, 1996р.

9. Конкин Ю.А., «Экономика расчета с.х. техники». М.: Колос, 1978

10. Тотовцев А.А. «Проектирование цепных передач». М.: 1982.

11. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. М.: Высшая школа, 1979.

12. Красников В.В. Подъемно-транспортные машины. М.: Колос, 1981.

13. Справочник конструктора сельскохозйственных машин. М.: Машиностроение, 1969.

14. Гевко І.Б., Вітровий А.О., Гурик О.Я. Динамічна модель процесу транспортування сипких матеріалів гвинтовим конвеєром // 36 наук. статей «Сільськогосподарські машини». – Вип. 8. Луцьк: ЛДТУ, 2000. – С. 72-82 (Особистий внесок – встановив залежності продуктивності та величини моменту транспортування сипких матеріалів від частоти обертання робочого органу і адекватність моделі).

15. Гевко І.Б., Гурик О.Я. Дослідження конструкторсько-технологічних параметрів зони перевантаження гвинтових транспортно-технологічних систем // 36. Наук. Праць національного

аграрного університету «Механізація сільськогосподарського виробництва». Т.8. – К.: НАУ, 2000. – С.184-190. (Особистий внесок – вивів залежності для визначення конструктивно-технологічних параметрів гвинтових транспортно-змішувальних систем).

16. Гурик О.Я. Розрахунок елементів конструкції лопатевого змішувача на міцність. Сільськогосподарські машини//36 наук.статей. Вип. 7. – Луцьк: ЛДТУ, 2000. – С. 54-60.

17. Гурик О.Я., Драган А.П., Гевко І.Б. до питання моделювання геометрії робочих органів гвинтових змішувачів//Вісник ТДТУ. – 2002. – Т.7, №4.- С.54-60. (Особистий внесок – запропонував опис геометрії гвинтової спіралі з гофрованою поверхнею витка за всією його шириною).

18. Матвійчук А.В., Гурик О.Я. Фрикционная муфта.- М. Машиностроитель, 1991.- №6 – С.32 (Особистий внесок – провів конструктивний розрахунок елементів запобіжної муфти).

19. Пилипець М.І., Гевко І.Б., Паньків М.Р., Гурик О.Я. Обґрунтування параметрів гвинтових механізмів на основі навитих заготовок//36. Наук.статей «Сільськогосподарські машини». – Вип.8. – Луцьк: ЛДТУ, 2000. – С.190-197. (Особистий внесок – запропонував конструкцію гнучкого гвинтового конвеєра).

20. Пилипець М.І., Гурик О.Я. Дослідження процесу транспортування і змішування сипких матеріалів шнеково-лопатевою агрегатом//36. Наук.праць національного аграрного університету «Механізація сільськогосподарського виробництва». – Т.9. – К.: НАУ, 2000.- С.206 – 214. (Особистий внесок – запропонував методику визначення продуктивності лопатевого агрегату і провів комплекс експериментальних досліджень змішування сипких матеріалів).

21. Радик Д.Л., Гурик О.Я. Дослідження енерговитрат шнеково-лопатевого змішувача//Вісник ТДТУ, 2001. – Т. 6, №3. – С. 56-61. (Особистий внесок – використав існуючу методику для розрахунку енерговитрат шнеково-лопатевого змішувача).

22. Шнековий агрегат для подачі кормів. Пат.40287А, Україна, 7В65G 33/16/Пилипець М.І., Гевко І.Б., Гурик О.Я. - №2000/116494; Заявл. 17.11.10; Опубл. 16.07.01; Бюл. № 6. (Особистий внесок – запропонував конструкцію шнекового агрегату для усунення мертвої зони при транспортуванні і змішуванні).

23. Шнеково-допатевий агрегат. Пат.40935 А, України, 7B65G33/16/Пилипець М.І., Гурик О.Я., Гевко І.Б. - № 2000116492; Заявл.17.11.00; Опубл. 15.08.01; Бюл. №7 (Особистий внесок – запропонував нову конструкцію шнеково-допатевого робочого органу).

24. Гвинтовий змішувач. Пат. 52286А, Україна, 7B65G33/26/Гевко І.Б., Гупка Б.В., Гурик О.Я., Лясота О.М. - №2002042624; Заявл.02.04.02; Опубл. 16.12.02; Бюл.№12 (Особистий внесок – запропонував схему робочого органу гвинтового змішувача).

25. Пристрій для вимірювання величини крутного моменту. Пат.52275А, Україна, 7G01L5/24/Гупка Б.В., Білик С.Г., Комар Р.В., Гурик О.Я., Лясота О.М. №2002042597; Заявл.02.04.02; Опубл.16.12.02; Бюл.№12. (Особистий внесок – запропонував технічну схему пристрою для вимірювання крутного моменту).

26. Гурик О.Я. До процесу змішування сипких матеріалів//Тези доповіді п'ятої науково-технічної конференції.- Тернопіль: ТДТУ, 2000.- С.46.

27. Гурик О.Я. Результати експериментальних досліджень процесу змішування сипких матеріалів//Тези доповідей четвертої науково-технічної конференції ТДТУ «Прогресивні матеріали, технології та обладнання в машино- і приладобудуванні». – Тернопіль: ТДТУ, 2000.- С.59. (Особистий внесок – запропонував і дослідив технологічний процес змішування).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

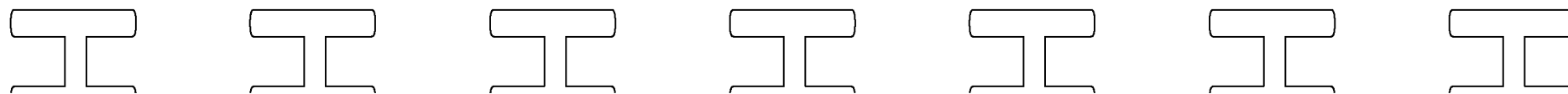
НУБІП України

НУБІП **Додатки** України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



**Національний університет біоресурсів і Природокористування України**

**Факультет конструювання та дизайну**

**Кафедра конструювання машин і**

**обладнання**

**«Обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів гвинтового  
конвеєра із рухомою проміжною опорою»**

**17.05. МР**

**Дипломник: Рижий Володимир Анатолійович**

**Керівник проекту: Рибалко В.М.**

**Київ 2023**

кравіни

кравіни

кравіни

кравіни

кравіни

кравіни

кравіни

нуе

нуе

нуе

нуе

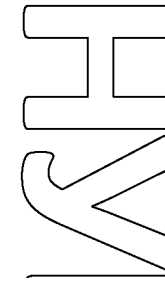
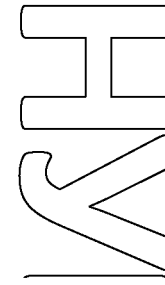
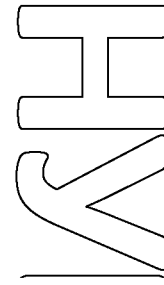
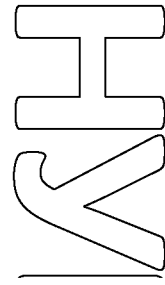
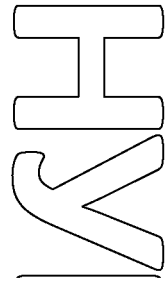
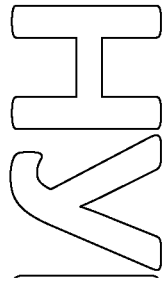
нуе

нуе

нуе

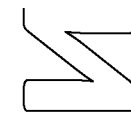
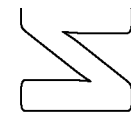
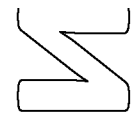
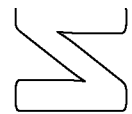
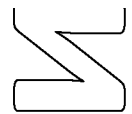
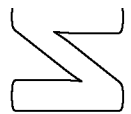
## МЕТА РОБОТИ

Збільшення продуктивності конвеєра та зменшення пошкоджуваності вантажу шляхом обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів запропонованої рухомої проміжної опори



## Задачі

- Провести аналіз існуючих конструкцій гвинтових конвеєрів із проміжними опорами
- Запропонувати конструкцію рухомої проміжної опори валу, яка б забезпечувала рух вантажу без пошкоджень
- Обґрунтувати конструкційно-технологічні параметри рухомої проміжної опори



**НУБІП України**  
*Об'єкт дослідження* – робочий процес переміщення вантажу зернонавантажувачем.

*Предмет дослідження* – конвеєр із проміжними опорами та вплив його конструкційно-технологічних параметрів на його продуктивність.

**НУБІП України**

**НУБІП України**

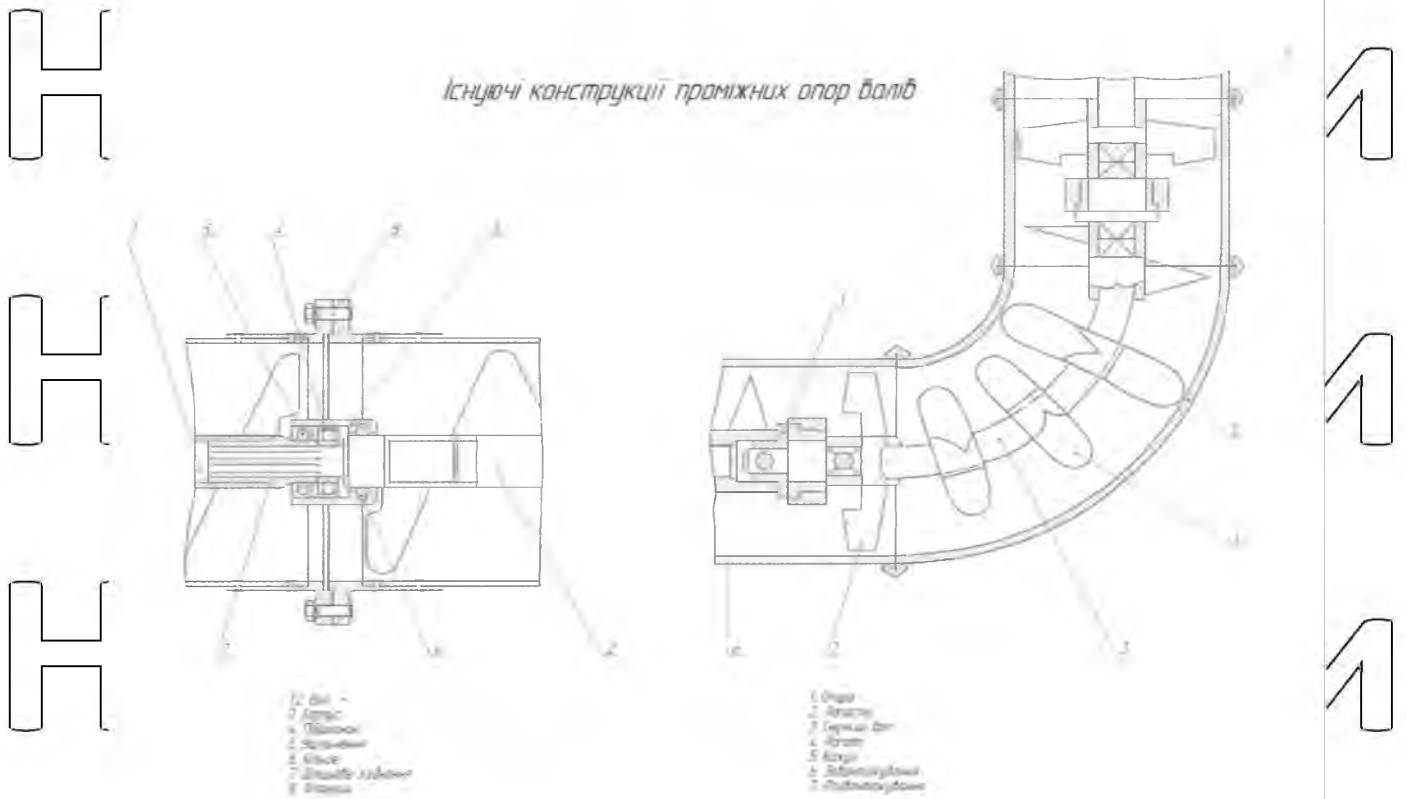
**НУБІП України**

**НУБІП України**

**НУБІП України**

**НУБІП України**

Існуючі конструкції проміжних опор балів



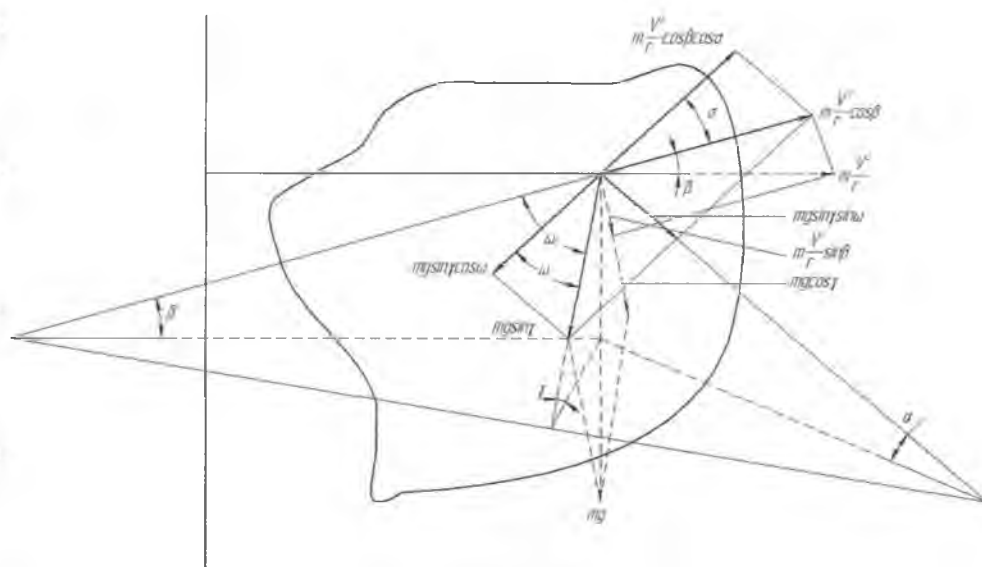
НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## Рух зернин по криволінійній гвинтовій поверхні



$$\frac{gr_0^2 \Delta_0^2}{a^2 + r_0^2} \frac{df(r_0, \varphi)}{d\varphi} = -2 \left\{ g + \frac{gr_0 f(r_0, \varphi)}{a^2 + r_0^2} [f(r_0, \varphi)] \right\}$$

$$\left\{ \frac{a}{r_0} - k \sqrt{1 + \frac{r_0^2}{a^2 + r_0^2} [f(r_0, \varphi)]^2} \right\}$$

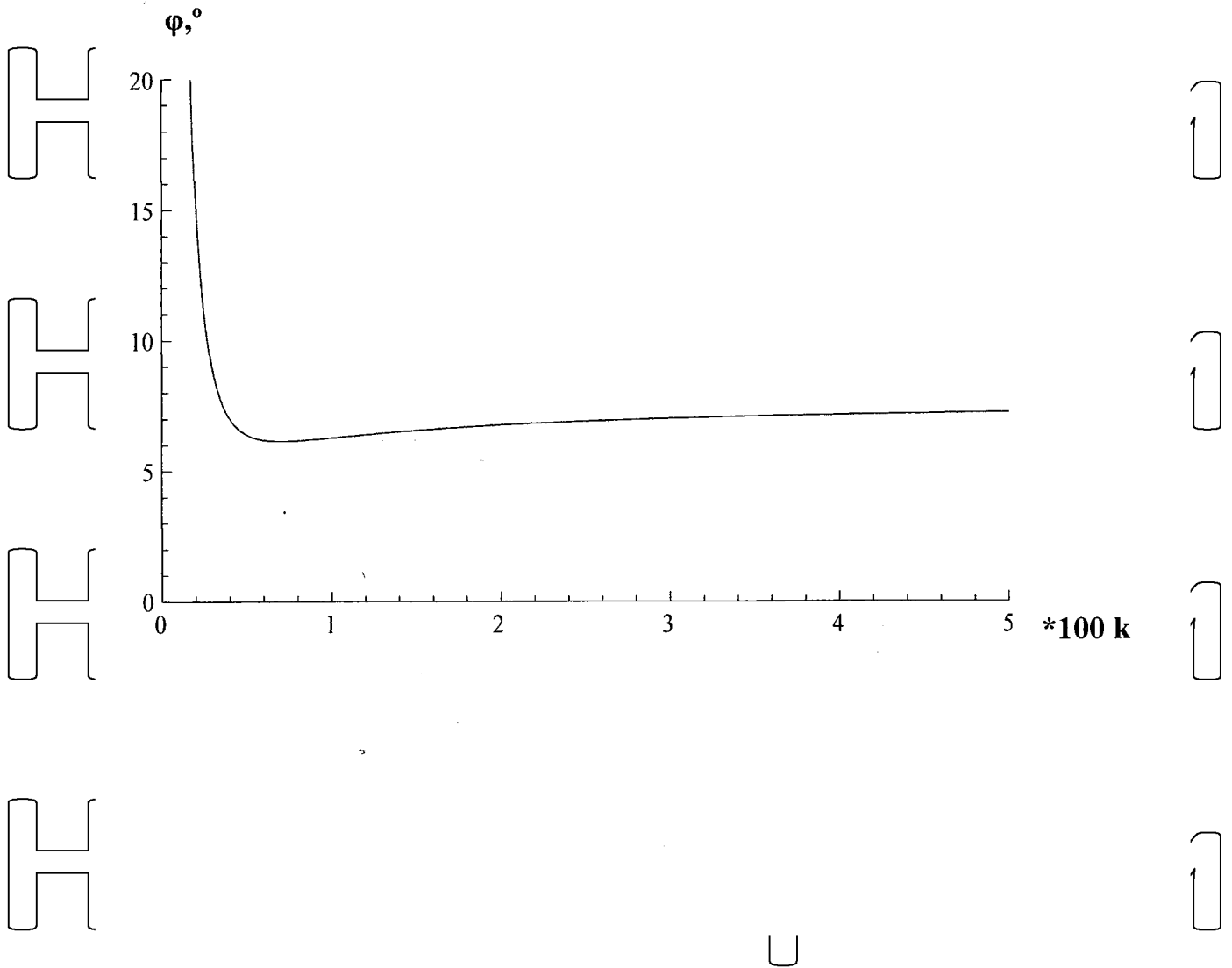
або

$$\frac{d}{d\varphi} [f(r_0, \varphi)] = -2 [tg\alpha - k \sqrt{1 + \cos^2 \alpha [f(r_0, \varphi)]^2}]$$

НУБІП України

# НУБІП України

Дослідження руху частинки по гвинтовій лінії при різних типах поверхонь



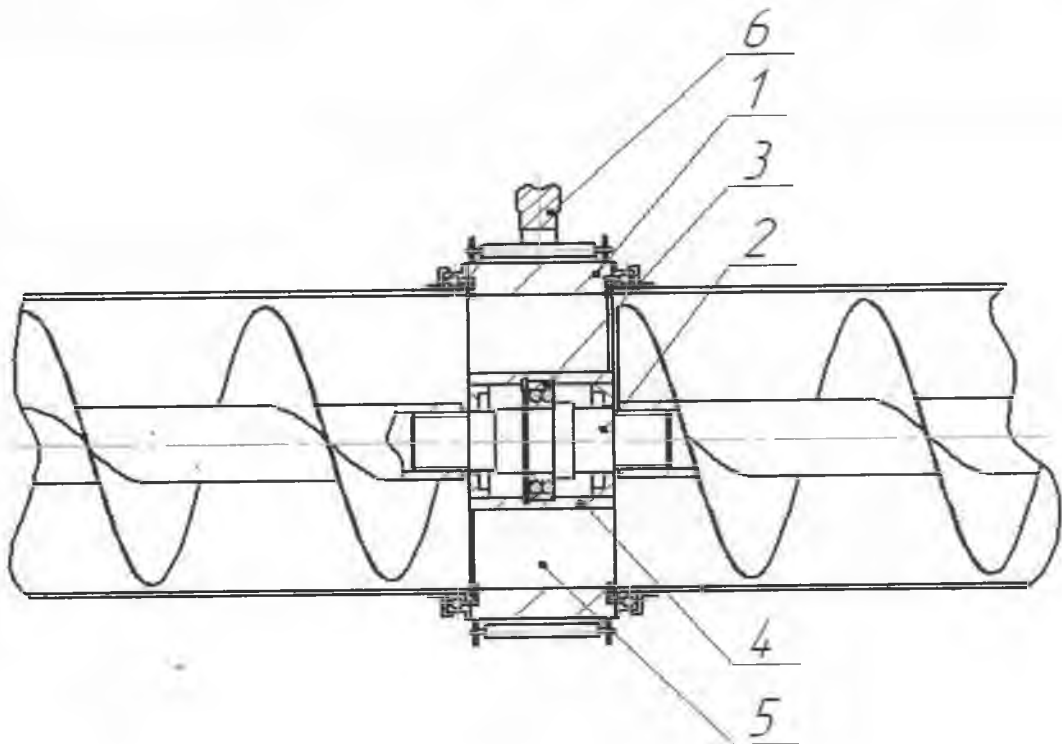
НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

## АКТИВАТОР ГВИНТОВИЙ

Активатор 1 руху вантажу, складається із проміжного валу 2, який з'єднаний шліцами, підшипника 3, корпусу підшипника 4, скребків 5, зірочка 6.



НУБІП України

НУБІП України

# Оцінка техніко-економічної ефективності гвинтового конвеєра

## НУБІП України

Таблиця 2. Економічна характеристика пруткового конвеєра

Показники	Стара машина	Нова машина
Вартість машини, грн	95000	113000
Кількість машин	1	1
Амортизаційні відрахування у % до вартості машини	22710	25320
Витрати на поточний ремонт машин у % до балансової вартості машини	14040	16580
Сумарні витрати на утримання обладнання	36750	41900
Сумарний економічний ефект від впровадження нової машини	384800	

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**Дякую за**

НУБІП України

**увагу**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України