

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет інженерно-технологічний**

**Кафедра механічної та електричної інженерії**

## **Пояснювальна записка**

*до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти*

*бакалавр*

на тему: «Проектування та розрахунок стрічкового транспортера для потокової лінії приймання, очищення, зберігання зерна»

КРБ.133ГМбд\_41.06.00.00.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти  
за освітньо-професійною програмою  
*«Машини та обладнання  
сільськогосподарського виробництва»*  
спеціальності 133 «Галузеве  
машинобудування»  
ступеня вищої освіти *бакалавр*  
групи 133ГМбд\_41  
СЕРГІЄНКО Владислав

Керівник: канд. техн. наук, доцент  
ЛЕВЧЕНКО Юлія

**Полтава – 2024 року**

## ВСТУП

Переробна галузь агропромислового комплексу України переживає період технічного переозброєння та впровадження нових технологій на основі найсучаснішого високопродуктивного обладнання. Забезпечення підприємств висококваліфікованими спеціалістами є неодмінною умовою прискорення технічного переозброєння переробної промисловості та підвищення її ефективності. Велика увага, яка приділяється переробній галузі агропромислового комплексу, зумовлена тим, що щорічні темпи зростання сільськогосподарського виробництва України значно перевищують річні темпи експорту продукції переробної промисловості, що жодним чином не відповідає можливостям АПК, продуктивні сили суспільства. Нині зростає рівень експорту сільськогосподарської сировини України та збільшується імпорт продовольчих товарів, що уповільнює економічне зростання галузі сільськогосподарського виробництва та економіки країни в цілому. Проблема підвищення якості продукції та раціонального використання сировини є складовою частиною конкурентоспроможності продукції.

Україна має розвинену зернопереробну промисловість із сучасним обладнанням, здатним забезпечити державу необхідною кількістю високоякісної хлібобулочної продукції. Розвиток галузей, що здійснюють повноцінну переробку зерна, є одним із найважливіших завдань економіки держави. На території України функціонує близько 204 хлібоприймальних пунктів, які здійснюють збирання, зберігання та відправку зерна на переробні підприємства; 76 хлібних баз зберігання державного резерву та стратегічних запасів зерна; 91 зерносховище; 151 зернопереробне та фасувальне підприємство з виробництва борошна, комбікормів та зерна. Хлібозаводи мають виробничі цехи з переробки технологічного насіння кукурудзи, зернових, зернобобових та інших культур.

Оскільки зернові є важливим продуктом харчування для людини, забезпечення зростання виробництва є основним напрямком збільшення кількості всіх продуктів харчування. Збільшення виробництва зерна можливе за рахунок введення в обробку нових земель або підвищення врожайності земель, що використовуються. Підвищення врожайності зернових і зернобобових культур є основним напрямком виробництва продуктів харчування.

Сучасні хлібоприймальні підприємства — це важливі механізовані й автоматизовані комплекси, що складаються з виробничих цехів і приміщень, призначених для приймання, обробки, зберігання і відпуску зерна і продуктів його переробки. До хлібоприймальних закладів належать заготівельні (на продовольче та насіннєве зерно), збутові (приймання, зберігання та реалізація готових продуктів переробки - борошна, крупи, комбікормів) і державних запасів (для тривалого зберігання зерна).

Найбільш розвиненою мережею є зернозбиральні господарства, розташовані поблизу виробників зернових та олійних культур.

**Мета роботи** – розрахувати та обґрунтувати параметри роботи та режими стрічкового конвеєра.

**Предметом дослідження** є стрічковий конвеєр продуктивністю 70 т/год.

**Об'єктом досліджень** є розрахунок конструктивних параметрів транспортного обладнання та його приводу, обґрунтування режимних параметрів.

У кваліфікаційній роботі поставлені наступні завдання

1. Провести аналіз існуючого технологічного обладнання для горизонтального транспортування зерна та зернопродуктів.

2. Розглянути загальні підходи до проектування стрічкових конвеєрів, особливості їх конструкцій.

3. Провести розрахунки та обґрунтувати режими роботи транспортерів, яке обрані в роботі в якості предмету дослідження.

4. Проаналізувати існуючі небезпеки та заходи з охорони праці на зернопереробному підприємстві, розглянути правила безпечної експлуатації норії

5. Виконати техніко-економічні розрахунки.

## РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНИЙ

В залежності від конструкції і степені механізації розрізняють амбарні, механізовані зерносховища і елеватори.

Елеватори складаються з силосного корпусу і робочої башти. В робочій башті встановлюється обладнання для зважування, очищення і сортування зерна; бункера для зберігання відходів зерна і транспортні засоби по їх відвантаженню в машини або вагони.

Стрічковими конвеєрами називають машини безперервного транспорту, несучими і тяговими елементами яких є гнучка стрічка. Стрічкові конвеєри знайшли широке застосування для переміщення сипучих і дрітучих вантажів на короткі, середні і далекі відстані у всіх галузях сучасного промислового і сільськогосподарського виробництва, при добуванні корисних копалин, в металургії, на складах і в портах, використовують в якості елементів навантажувальних і перевантажувальних пристроїв, а також машин, які виконують технологічні функції.

По способу передачі переміщуваному вантажу рухомої сили стрічковий конвеєр відноситься до машин, яка діє за допомогою механічного привода, зокрема електричного.

По характеру прикладення рухомої сили і конструкції конвеєр відноситься до машин з тяговим елементом (стрічкою) для передачі рухомої сили.

По роду переміщуваних вантажів стрічковий конвеєр для стружки відноситься до машин для транспортування насипних матеріалів. По призначенню і положенню на виробничому майданчику конвеєр відноситься до стаціонарної машини.

Стрічкові конвеєри класифікують за слідуючими прикметами:

- по області застосування - на конвеєри загального призначення, спеціальні ( для навантажувальних машин, транспортування людей, пересувні) і підземні;

- по формі траси – на прості з одним прямолінійним відрізком і складні з ламаною трасою, які складаються з горизонтальних і похилих відрізків, з'єднаних перегинами, а також криволінійні, які вигинаються в площині стрічки (в просторі);

по направленні руху вантажу – на підйомні з нахилом вгору і спускні з нахилом вниз (бремсбергові),

- по формі стрічки і розміщенню вантажу на ній – на конвеєри з плоскою і жолобчатою стрічкою, з верхньою і нижньою або з обома несучими гілками;

- по типу тягового елемента – на конвеєри з гумово лентковою, гумово тросовою, металевую і дротовою стрічками.

Важкою перевагою стрічкових конвеєрів є відчутна продуктивність, яка при великих швидкостях руху (близько 8 м/с) і ширині стрічки може бути доведена до 200 і більше тонн/годину, яка багаторазово перевищує продуктивність інших конвеєрів. Стрічкові конвеєри можуть мати складні траси з горизонтальними і похилими відрізками, а також з згинами в горизонтальній площині. Довжина горизонтальних конвеєрів може бути 3...5 км для однієї машини, а в окремих випадках складає 14 км.

Завдяки простоті конструкції та експлуатації, зручності контролю за роботою і автоматизацією керування стрічкові конвеєри мають високу надійність при роботі в тяжких умовах.

Для зерноприймальних підприємств сировиною являється зерно, що містить певну кількість вологи та різні домішки (як органічні, так і неорганічні) та феромагнітні, що надходять з полів автотранспортом.

Прийнята компоновка технологічного устаткування забезпечує умови для його нагляду, експлуатації та ремонту при мінімальному числі обслуговуючого

персоналу, передбачає максимальне використання самопливу та мінімальну протяжність транспортних механізмів при переміщенні зерна.

На даній технологічній схемі розглядається приймання зерна з автомобільного транспорту, його очищення, сушіння та складування в зерносховища підлогового типу.

З метою повноцінного контролю та обліку зерна, яке надійшло на зерносховище, передбачено його зважування на автомобільних платформених вагах.

Зерно на підприємство доставляється автомобільним транспортом, автомобілями самоскидами і бортовими автомобілями. При розвантажуванні бортових автомобілів використовують автомобілерозвантажувачі У1-ГУАР-30 або У1-УРВ поз.1. Він призначений для розвантаження автомобілів через задній та боковий борти, а також причепів до них.

Вологе і неочищене зерно розвантажують у приймальний бункер поз.2 ємкістю не менше 30 м<sup>3</sup>. Такий об'єм ємкості необхідний для одночасного розвантаження великовагового автомобіля з причепом. Із приймального бункера стрічковим конвеєром ЛТ-500 поз.5.1 та стрічковою норією П-100 поз.3.1 зерно подається на попереднє очищення від домішок. Відділення очищення зерна включає в себе магнітний сепаратор БКМ поз.4 та повітряно-ситовий сепаратор поз.6.

Магнітним сепаратором відокремлюються металомагнітні домішки. Повітряно-ситовим сепаратором проводиться очищення від дрібних та легких домішок. Дрібні та середні домішки направляються стрічковим конвеєром поз.5.2 та стрічковою норією І-20 поз.3.2 у бункери дрібних та середніх домішок поз.9 і 10. Легкі домішки відокремлюються в аспіраційній камері повітряно-ситового сепаратора поз.6, відділяються від повітря у циклоні поз.11 і при допомозі шлюзового затвору циклона накопичуються в бункері для легких домішок поз.8. Крупні, дрібні і легкі домішки з бункерів транспортують на звалище.

Очищене вологе зерно стрічковою норією П-100, поз.3.3, транспортується на сушіння в зерносушарку У13-СШ поз.13, де його вологість зменшується до 14 %. Сушарка входить до складу сушильного комплексу. Крім сушарки до комплексу входять стрічкові норії П-100 поз.3.2, 3.3 та 3.4; скребкові

конвеєри У9-УТФ-320 поз.17.1, 17.2 та 17.3. Накопичувальними ємкостями зерна є металеві силоси МСВУ поз. 14.1 та 14.2. Обладнанням сушильного комплексу передбачено виконання декількох операцій пов'язаних із сушінням вологого зерна, накопичуванням його парчій перед сушінням у металевих силосах, поверненням вологого зерна на досушування і транспортування сухого зерна на зберігання у напілні склади. Крім цього розроблена лінія транспортування очищеного зерна без сушіння у напілні склади поз.15.

Сухе зерно стрічковим конвеєром складської галереї ЛТ-500 поз.5.4, з норії П-100 поз.3.5 при допомозі розвантажувального візка У1-УТР-500 поз.16 рівномірно розподіляється по відсіках зерноскладу. При відвантаженні зерна споживачам на залізничний транспорт використовують стрічковий конвеєр ЛТ-500 поз.5.3 та стрічкову норію П-100 поз.3.6. При відвантаженні на автотранспорт використовують пересувні стрічкові конвеєри.

## РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

### 2.1 Опис технологічної схеми підготовки зерна

### 2.2 Опис існуючих конструкцій та запроєктованого обладнання

Робота зерносховища, яка передбачає приймання, сушіння і зберігання зерна, складається з таких етапів: приймання зерна та переміщення його відповідними транспортними засобами (скребковими конвеєрами, стрічковими конвеєрами, норіями) по території сховища для подальшої обробки зерна та подачі його на зберігання; очищення зерна на повітряно-ситовому сепараторі; сушіння зерна на зерносушарці шахтного типу, зберігання зерна в сховищах.

Підприємство приймає зерно різне по вологості, в тому числі і сире. Довгочасно зберігати можна тільки сухе зерно вологістю не більше 14,5-15,0%, не боячись його пошкодження.

Для транспортування зерна використовуються автомашини і автосамоскиди різної вантажопідйомності і різних марок, а також автопоїзда. Автосамоскиди розвантажуються самостійно, а для розвантаження автомобілів і причепів використовуються авторозвантажувачі різної конструкції та вантажопідйомності. Розрізняють автомобілерозвантажувачі типу БПФШМ, ПГА-25М, ГУАР-16С, ГУАР-30М, У15-УРВС.

Автомобілерозвантажувач У15-УРВС призначений для розвантаження автомобілів, автотягачів з напівпричепами через відкритий задній борт і напівпричепів через відкритий боковий борт. Авторозвантажувач є машиною періодичної дії. Основні вузли розвантажувача: велика платформа, гідросистема, мала (бокова) платформа, стійки і система управління.

Велика платформа є найбільш важливим вузлом установки. Одна сторона її шарнірно опирається на залізобетонний фундамент, друга вільно

лягає на його виступ. Гідросистема призначена для підймання та опускання великої і нахилу малої платформи.

Мала платформа встановлюється над приймальним бункером і служить для розвантаження причепів при нахилу платформи і відкритому боковому борту.

Система управління забезпечує дистанційне керування роботою обох платформ.

При експлуатації автомобілерозвантажувача У15-УРВС щоденно перед початком роботи перевіряють працездатність контактичних вимикачів: фіксації встановлення автомобіля (причепи) на упорах великої платформи; відключення великої платформи при повному нахилу. Слідкують до якості і марка мастила, яке заливається в гідросистему, відповідає відповідним вимогам. Поверхні тертя змащують через кожний місяць, а підшипники, двигун – двічі на рік. Контролюють стан масляних фільтрів, очищають їх через кожні 100 годин роботи.

При обслуговуванні автомобілерозвантажувачів звертають увагу на:

- роботу гідравлічних циліндрів, які повинні працювати плавно, без ривків підймати платформу на необхідний кут;
- роботу гідронасосу при появі неполадок (шум, стукіт, падіння тиску та інше), негайно зупиняють автомобілерозвантажувач і ліквідують неполадку;
- щільність з'єднань вузлів гідравлічної системи, не допускаючи витіку мастила.

Стрічкові конвеєри застосовують для переміщення сипучих, кускових та штучних вантажів в горизонтальній і похилій площині. Вони поділяються на стаціонарні та пересувні. Простота конструкції, надійність в роботі, велика кількість типорозмірів стрічкових конвеєрів дозволяє широко використовувати їх в різних галузях промисловості.

Стаціонарні стрічкові транспортери по своєму виконанню діляться на легкі, нормальні та важкі і надто важкі. Конвеєри легкого типу виконуються

тільки з плоскою стрічкою і застосовуються тільки для переміщення штучних і тарних вантажів; нормального типу – з плоскою і лотковою стрічкою для транспортування сипучих та кускових матеріалів; важкого і надто важкого типу – тільки з лотковою стрічкою і для транспортування сипучих і кускових вантажів.

По напрямку руху стрічки конвеєра розрізняють з рухом стрічки в одному напрямку і реверсивні, що розвантажують матеріал, як з привідного, так і з натяжного барабанів.

Стационарний стрічковий конвеєр складається з двох барабанів: привідного і натяжного (веденого), через які перекинута нескінченна стрічка. Для запобігання прогинання робочої і холостої гілок стрічки під ними встановлюють опори роликів. Привід транспортера складається з двигуна, редуктора і з'єднувальної муфти або механічних передач (пасової, ланцюгової). Всі елементи конвеєра виготовлені із конструктивної сталі кускового або швелерного профілю і змонтовані на опірній станині. Станина конвеєра великої довжини виготовляється у вигляді окремих секцій, які можуть з'єднуватися між собою болтами або зварюванням.

Елемент стрічкового конвеєра, що складається з привідного барабана, приводу і опорної станини, називається привідною станцією, а який складається із веденого барабана і натяжного пристрою – натяжною станцією. Привідна станція передочається в кінці транспортера, де проходить розвантаження матеріалу.

В якості гнучкого тягового органу стрічкових конвеєра застосовують бавовнянопаперові, прогумові, гумові і металеві стрічки. Бавовнянопаперові стрічки застосовуються для транспортування вантажів в сухих середовищах з температурою не вище 45°C. Найбільш широко застосовують прогумовані стрічки, основою яких є бавовнянопаперова тканина, бельтинг марок Б-820, ОПБ-5, ОПБ-12 та тканина, що прошарована вулканізованою гумою; такі

стрічки можуть застосовуватися в середовищах з підвищеною вологістю та температурою.

Ширина стрічки повинна бути на 50-100 мм більше за ширину вантажу. Швидкість руху стрічки залежить від ряду факторів (виду вантажу, умов роботи) і знаходиться в межах 0,1-0,25 м/с. Для центрування стрічки привідні барабани виконують злегка випуклими, ширина барабана на 50-100 мм більша за ширину стрічки.

Опірні ролики виготовляють із металевих труб діаметром 50-100 мм, пластмаси, склопластику. Крок роликів транспортера на робочій гілці повинен бути не більше половини довжини штучного вантажу і в межах 500-1,5 м при транспортуванні дрібно штучних та сипучих матеріалів. В зоні завантаження стрічки крок роликів приймається меншим, під холостою гілкою крок роликів складає 1,5-4 м.

Для створення необхідного щеплення стрічки з привідним барабаном, компенсації витягування стрічки в процесі експлуатації і відповідно зменшення її провисання між опорними роликми застосовують гвинтові і вантажні натяжні пристрої. Гвинтові натяжні пристрої більш компактні, але вимагають періодичного натягу стрічки обертанням гвинтів. Вантажні натяжні пристрої застосовуються в конвеєрах довжиною більше 50 м. Вони більш громіздкі, але в той же час забезпечують постійний натяг стрічки.

Завантаження матеріалу на стрічку і розвантаження його можливе в різних точках по довжині конвеєра, в залежності від вимог виробництва.

Розвантаження штучних і сипучих вантажів, як правило, проводиться через кінцевий барабан скидання матеріалу на приймальний лоток при огинанні стрічкою барабану. При необхідності розвантаження в проміжній його частині використовують одно-або двоплужкові скидачі, розвантажувальні самохідні візки.

Пересувні стрічкові конвеєра використовуються, як засоби механізації при проведенні перевалочних робіт з сипучими матеріалами. Рама транспортера в

середній частині опирається на колісну рухому частину, а в хвостовій – безпосередньо на підлогу або коліщата малого діаметра. Головна розвантажувальна частина розташована консольно. В нижній частині рама облаштована прийомно-завантажувальною воронкою.

Транспортери виконуються довжиною 5-20 м з лотковою або плоскою стрічкою. Використовуються досить широко при транспортуванні зерна в зерносховищах, на площадки, при обробці зерна, завантаженню та розвантаженню автомашин.

Пересипні стрічкові конвеєра працюють таким чином.

Сипучий матеріал, що падає на швидко рухому стрічку, набуває її швидкість і відривається в кінці робочої гілки, під дією інерції продовжує рух в повітрі. Вони застосовуються для розвантаження зерна з вагонів, а в зерносховищах для повітряного просушування і охолодження зерна (при перекиданні його з місця на інше місце).

При регулюванні привідних та натяжних станцій транспортерів необхідно слідкувати за тим, щоб поздовжні осі барабанів були перпендикулярні осі транспортера, а середина барабанів співпала з цією віссю. Стрічка конвеєра повинна бути точно і якісно зшита і рівномірно натягнута з навантаженням, яке не перевищує розривне зусилля. Необхідно постійно слідкувати за працездатністю роликів опору, що облаштовані підшипниками і ущільнювальними пристроями.

Змащування підшипників проводиться згідно карти змащування у відповідні строки і якісним мастилом. Якщо при експлуатації конвеєра стрічка весь час збігає в одну сторону – це означає що неправильно виставлені барабани або опірні ролики, необхідно відрегулювати їх положення. Необхідно не допускати попадання на стрічку мастила, жирів дії, атмосферних осадів і сонячних променів. Необхідно постійно оглядати стрічку звертати увагу на стан обкладок робочої і не робочої сторони, міцність зеднання кінців стрічки, відсутність обривів, розшиву.

Під час експлуатації слідкують за тим, щоб стрічка не проковзувала на барабані, завантаження стрічки було рівномірне, без завалів, просипання та забезпечувало задану продуктивність конвеєра. По закінченню роботи конвеєр повністю очищають від зерна, зупиняють і оглядають.

Запроектований стрічковий конвеєр застосовується для переміщення зерна, до складу якого входить станина, на якій змонтовані ведучий і ведений барабани. Ведучий барабан привідної станції через муфту зв'язаний з приводом, до складу якого входить електродвигун та циліндричний редуктор, що з'єднані між собою муфтою. На барабани одита безкінечна стрічка, що виконана з протумованої тканини. При своєму русі стрічка опирається на верхні і нижні роликосопери. Верхня гілка стрічки є лотковою і утворена опорою, що складається з 3 роликів, а нижня є плоскою і утворена одним роликком. Під час роботи стрічка розтягується. Для запобігання її провисання призначений спеціальний натяжний пристрій. Він виконаний у вигляді салазок, на яких встановлені підшипники веденого барабана. За допомогою гвинтів підшипники можуть пересуватися і натягувати таким чином стрічку.

Стрічковий конвеєр можливо встановлювати горизонтально або під нахилом, кут нахилу може бути невеликим.

#### Технічна характеристика

Продуктивність конвеєра, т/год	70
Довжина конвеєра, м	30
Ширина стрічки, мм	500
Швидкість руху стрічки, м/с	2,0
Електродвигун приводу, тип	5А80МВ4
потужність, кВт	1,5
частота обертання, об/хв.	1410
Редуктор, тип	1Ц2У-100
передаточне число	20
Частота обертання привідного барабана, об/хв.	61,1
Габаритні розміри, мм	
довжина	32000
ширина	2550
висота	1830

Норії ( елеватори) призначені для транспортування штучних, кускових і сипучих матеріалів у вертикальній площині.

Норія складається з вертикального кожуха, в якому рухається нескінченний ланцюг або стрічка з ковшами. Верхній барабан є ведучим і приводиться в рух від електродвигуна через редуктор.

Під час обертання під дією сил тертя барабан переміщає стрічку, яка по одну сторону барабана піднімається , а з іншої сторони опускається. Матеріал підводиться знизу , підхвачується ковшами і піднімається. При переході стрічки через верхній барабан ковші перевертаються і зерно з ковшів висипається під дією відцентрової сили та сили тяжіння в відповідний патрубок.

Верхня частина норії, де закріплені в нерухомих підшипниках вал з ведучим барабаном, називається головою норії. Нижній барабан встановлений в підшипниках, які можуть пересуватись в направляючих по вертикалі і цим самим досягається необхідний натяг стрічки. Нижня частина кожуха з натяжним пристроєм називається башмаком і призначена для задачі в норію матеріала , заповнення ковшів і закріплення нижнього барабана.

Привідний пристрій норії облаштовується стопорним пристроєм або гальмом, які запобігають від зворотнього руху голової частини. Для видалення зерна з башмака в разі завалу служить лючок.

При експлуатації норії (елеватора) необхідно контролювати натяг стрічки, її розташування на барабанах, плавність руху. Для ліквідації сильного перенавантажування матеріал необхідно подавати тільки під час руху стрічки з ковшами і забезпечувати рівномірну подачу матеріалу. Необхідно систематично слідкувати за надійністю закріплення ковшів, так як обривання ковша може привести до аварії елеватора.

Перед експлуатацією елеватор необхідно попередньо опробувати прокручуючи редуктор від руки і тільки увійшовши в тому, що в кожусі

елеватора немає посторонніх предметів і ковші не чіпляють кожух, включити його від двигуна.

Стрічка і ковші під час роботи норії не повинні чіпляти внутрішні стінки норійних труб, так як це може привести до обриву ковшів і тягового органу, утворенню іскри всередині труби, запалюванню та вибуху зернової пилу. Натяг тягового органу проводиться під час роботи норії.

При ліквідації завалу необхідно дотримуватись особливої обережності так, як по мірі видалення зерна з башмака навантажена гілка норії може дати зворотній хід. Тому очищення башмака норії від завалу проводити з допомогою спеціального скребка.

При роботі норії контролюють степінь нагріву підшипників та редуктора (їх температура не повинна перевищувати 60 С), ущільнювачі їх не повинні пропускати мастило. Необхідно, щоб справно працювала аспіраційна система.

Скребок конвеєра призначений для транспортування сипучих матеріалів в горизонтальній і похилій площинах. Скребок конвеєра складається з приводної і натяжної станції, між якими розташовані тяговий шарнірний ланцюг зі скребками. Робочою частиною в конвеєрі може бути як верхня так і нижня гілка конвеєра. Скребки транспортують вантаж по дну жолоба до розвантажувального отвору, що перекривається засувками. Конфігурація скребка та жолоба повинна відповідати одна одній, зазор між стінками жолоба і скребками повинен знаходитись в межах 3-6 мм.

При експлуатації ланцюгових скребок конвеєрів необхідно встановлювати ґратки в місцях завантаження, щоб ліквідувати попадання всередину кожуха посторонніх предметів. В приводі конвеєра необхідно передбачити встановлення запобіжного пристрою для захисту редуктора і ланцюга від поломок при раптових перенавантаженнях. Кришки коробів повинні легко зніматися і щільно закривати короб при роботі транспортера.

Розвантажувальні отвори і шибера скребок конвеєрів необхідно розташовувати в місцях, які легко доступні для обслуговування.

Зерно, що поступає на підприємство підлягає очищенню перед подачею його на склад, так як засмічене зерно швидше підлягає порчі, ніж очищене. Для цієї цілі з плоскими ситами і циліндричними. Найбільш поширені сепаратори з плоскими ситами.

Повітряно-ситовий сепаратор складається з ситових корпусів, приймальної і аспіраційної системи, вентиляторів з приводами, пневмосепаруючого каналу з магнітним захистом, приводу коливального механізму і станини. Сита змінні, розмір отворів сит підбирають виходячи з виду і якості зерна. Безпосередньо до металевої станини за допомогою сталевих пружин підвішені 2 ситових корпуса - верхній з двома нахиленими під кутом  $11^\circ$  ситами і нижній з одним ситом. Обидва корпуса здійснюють зворотньо-поступальний рух під дією коливача, який приводиться в рух від електродвигуна через клинчову передачу.

У верхній корпусі встановлено два сита - сортувальне і розвантажувальне, в нижній - одне підсівне сито. Сита встановлені в рамки, які можливо самостійно виймати для заміни і ремонту. Під кожним ситом знаходиться інерційний очищувальний механізм, який звільняє отвори сит від застряглих в них посторонніх домішок або шуплих зерен. Вище сортувального сита розташоване приймальне сито.

У верхній частині сепаратора розташовані дві камери, в які відводять легкі домішки потоком повітря і направляють вентилятором на циклон. Кількість повітря, що відбирається регулюється шиберами.

Зерно, проходячи з приймальну камеру, віджимає вантажний клапан і рівномірним потоком через утворену щілину поступає в перший аспіраційний канал. Повітря, що рухається назустріч, відбирає легкі домішки і виносить в камери, звідки вентилятор направляє їх в циклон-розвантажувач.

З аспіраційної камери зерно поступає на приймальне сито з отворами діаметром 18 мм. Крупні домішки сходять з сита і по лотку виводяться з сепаратора, а зерно, проходячи дане сито, поступає на сортувальне сито, розмір

отворів на якому грохи більший за розмір зерна. Домішки більші за зерно сходять з сортувального сита і по лотку виводяться назовні.

Зерно, що пройшло сортувальне сито, поступає на розвантажувальне сито, схід з якого (крупне зерно без дрібних домішок) через другий аспіраційний канал виводиться назовні, а прохід поступає на підсівне сито.

Дрібні домішки проходять через нього по лотку виводяться назовні, а схід зерно через другий аспіраційний канал виводиться з основним потоком зерна. В другому аспіраційному каналі зерно повторно продувається повітрям. На виході зерно проходить через магнітний сепаратор, де відбувається очищення від металевих домішок.

При експлуатації сепаратора один раз на рік його розбирають, оглядають всі механізми і перевіряють шпоночні, стопорні і різьбові з'єднання, ексцентрикний коливальний механізм, ситові корпуси, інерційний очищувач, вали, підшипники. Перед початком очищення зерна обслуговуючий персонал очищає машину від залишків зерна, сміття і нилу, перевіряє справність коливального механізму, сит, пружин, клапанів.

Під час роботи контролюють хід ситових корпусів його плавність, відсутність стукоту, биття. Перевіряється робота пасів передач, обертання валів, шківів, відсутність витіку мастила, перегріву підшипників. Необхідно забезпечити рівномірну і безперебійну подачу зерна, відведення очищеного зерна та домішок, вести регулярний контроль за якістю очищеного зерна, не допускаючи попадання відходів в очищене зерно і зерна в відходи.

Зерносушарка призначена для сушки інпениці, жита, ячменю, вівса. Зерносушарка У13-СШ-50 прямооточного типу. Агентом сушіння служить суміш топкових газів з атмосферним повітрям. Судильні секції працюють за допомогою нагнітання агента сушіння, охолоджувальні - на всмоктування повітря.

Сире зерно з оперативного бункера надходить у завантажувальний транспортер ( норію ), який направляє його в надсушильний бункер шахти і

безпосередньо в саму шахту. Пройшовши сушильну зону, зерно потрапляє в секції охолодження. Далі, через випускний механізм (арк. 3, поз. 6), розвантажується конвеєром. Режим роботи випускного механізму шахти коригується залежно від вологості зерна на виході із зерносушарки.

Шахта зерносушарки є її основною частиною і складається з металевих секцій. У бічних стінках секцій є гнізда для коробів. Одні з них служать для підведення агента сушіння до зернової маси і називаються підвідними, а інші, служать для відводу агента сушіння, - відвідними. Короба виготовляються з оцинкованої листової сталі товщиною 1,5 мм.

Процес сушіння.

Вентилятор через шар зерна шахти всмоктує повітря безпосередньо з атмосфери, повітря проходить через пальник, де він змішується з топковим газом і повітрям, підігрітим після охолодження зерна. Далі, направляється в сушильну секцію та відібравши вологу з зерна йде через очишувач в атмосферу.

Охолоджувальні секції призначені для охолодження зерна та часткового знімання вологи. Конструкція, пристрій і габаритні розміри охолоджувальних секцій аналогічні сушильним секціям і відрізняються тільки розташуванням коробів.

Шахта встановлюється на розвантажувальну секцію і стійки, які спираються на фундамент. Для відбору проб зерна в бункері розвантажувальної секції необхідно встановити пробовідбірник.

Для ремонтно-монтажних і сервісних цілей призначені оглядові люки секцій, люки в каркасі надсушильного бункера, сервісні прорізи в повітряних камерах. З аналогічною метою встановлена і вертикальні металеві сходи з майданчиками і огороженнями.

Перед початком експлуатації зерносушарки необхідно перевірити справність обладнання, огорожень, реміток і інших запобіжних пристроїв, забезпечуючи безпечні умови праці. Перевірити щоб електропроводка і пускові пристосування були в повній справності.

Переконалися, щоб електродвигуни, електроапаратура, труби, в які вкладені електропроводи, повинні бути заземлені. Електропроводка і електроосвітлювальна апаратура повинна бути виконана в захисному виконанні.

Під час роботи сушарки потрібно слідити за процесом сушіння. Перевіряти, щоб вміст вологи в зерні після сушарки відповідав заданому значенню.

Під час роботи вентиляторів забороняється відкривати оглядові люки повітропроводів.

Слідкувати за справністю вибухорозрядних клапанів топки.

У разі виявлення витоків мастила чи змащувального матеріалу з машини, слід негайно провести прибирання і усунути неполадку. Наявність слідів масла на підлозі значно підвищує ризик виникнення нещасних випадків.

Усунення неполадок, завалів зерна, а також ремонт і очистку обладнання сушарки здійснювати тільки після повної його зупинки. Перед початком ремонту вимкнути електродвигун, а на пускову апаратуру повісити спеціальну табличку «Не вклучати, працюють люди».

Для обслуговування високо розташованого обладнання повинні бути стійкі і міцні драбини з площадками і перилами висотою 1 м з захвилюю їх по низу на 150 мм.

Категорично забороняється ремонтувати і змащувати рухомі і обертові частини механізмів на ходу.

Повинна бути забезпечена можливість пуску і зупинки машин і механізмів як з пульта управління, так і з робочого місця.

Оператор зерносушарки та інженер по техніці безпеки підприємства, перед пуском сушарки після довготривалої перериви повинні особисто перевірити стан обладнання, огорожень, решіток, талобіжних пристроїв і індивідуальних засобів захисту.

Запуск топок після довготривалої зупинки перед початком сушильного сезону або після ремонту повинен проводитися в присутності начальника дільниці.

Обслуговуючий сушарку персонал допускається до роботи після інструктажу по правилам пожежної безпеки при роботі на сушарках.

Паливна система включає в себе резервуари для палива, паливопроводи і інше паливне обладнання, яке повинно бути захищене від вогню, іскор, нагрітих поверхонь і добре заземлена.

В топках для спалювання газоподібного палива повинно бути устаткування для автоматичного відключення подачі палива в випадку затухання факела.

Електродвигуни, світильники, електропроводку очищати від пилі не рідше одного разу в тиждень.

По закінченню роботи оператор повинен повідомити про всі замічені неполадки старшому по зміні або механіку, якщо вони можуть бути усунені самостійно згідно з інструкціями (по кожній машині чи механізму), і далі діяти за їх вказівками.

Для якісної і безпечної роботи з зерносушаркою з нею потрібно своєчасно проводити контрольні перевірки.

### **2.3 Ремонт і монтаж обладнання**

Стаціонарні конвеєри надходять на місце експлуатації в розібраному вигляді. Їх монтують на легких фундаментах і в галереях. Нормальна робота стрічкового конвеєра багато в чому залежить від якості виконання монтажу. Перекоси, допущені при монтажі, не дають можливості відрегулювати конвеєр і під час експлуатації його часто зупиняють для налагодження. Всі елементи стрічкового конвеєра монтують на металоконструкції, яка кріпиться до фундаменту або до опорних частин споруди за допомогою електрозварки.

Металоконструкція з приводом розвантажувальною коробкою називають приводною станцією. Частина конструкції з натяжним пристроєм і завантажувальною воронкою складає натяжну станцію. Між обома станціями розташована середня частина конвеєра, яка виконана з однакових лінійних секцій. Лінійні секції, перехідні ділянки, привідна і натяжна станції з'єднані болтами. Для скіпких вантажів застосовують багато роликові опори, які формують жолобчаті стрічку. Така форма стрічки при однаковій ширині і швидкості дозволяє отримати більш ніж двохразове збільшення продуктивності.

При підготовці конвеєра до монтажу необхідно перевірити комплектування по специфікації, що додається до загального виду. Всі вузли стрічкового конвеєра повинні бути пронумерованими. Монтаж каркасу приводної станції проводять з дотриманням перпендикулярності їх поздовжніх осей осі вала барабана. При монтажі необхідно забезпечити горизонтальне положення валів станцій з наступною затяжкою болтів кріплення підшипників. Установку натяжної станції треба виконувати з дотриманням паралельності осей направляючих і поздовжніх осей конвеєра. Монтаж барабанів ведуть після повного затвердіння цементного розчину фундаменту. Монтаж секцій також проводять з вивіркою вздовж поздовжньої осі конвеєра.

Закладку болтів в фундамент і заливку їх цементним розчином проводять після кінцевої вивірки конвеєра. Вивірену конструкцію тимчасово закріплюються розгирками. На вивіреною і закріпленою конструкції розпочинають отвори під роликові опори. Проробивши отвори, приступають до монтажу роликових опор. Цьому повинна передувати їх ретельна перевірка. Слід мати на увазі, що осьове переміщення роликів є недопустимим. Роликові опори збирають в наступному порядку: спочатку монтують нижні ролики і укладають балки з кронштейнами для верхніх опор. Після того як ролик буде вставлений в гніздо кронштейна, його перевіряють по косинці і затягують болти кріплення. Взаємне положення роликів вивіряють за допомогою

натягнутого шнура. Вертикальне положення роликів регулюють прокладками. Підшипники приводного барабана встановлюють на металеву конструкцію конвеєра і ретельно закріплюють. Барабан вивіряють і встановлюють в нормальне положення шляхом зміни кількості підкладок під підшипники. Відповідно до положення валу приводного барабана монтують вузол мотор – редуктор. Після виконання монтажних операцій, пов'язаних з установкою приводного барабана та електродвигуна з редуктором, необхідно виконати обхід цього вузла та усунути помічені дефекти. Потім переходять до установки натяжної станції. Підшипники натяжної станції закріплюють болтами, не затягуючи гайки. На закінчення перевіряють паралельність гвинтових натяжок а також горизонтальність барабану. Тільки після цього остаточно затягують гайки кріплення підшипників. Нормально змонтовані приводний і натяжний барабани легко обертаються від руки. Заключною роботою з монтажу конвеєра є установка стрічки. Для цього необхідно рулон стрічки за допомогою встановленої в нього осі (відривка валу або труби) опертися на козли або підвісити до балок естакади. Рулон встановлюють по осі конвеєра попереду, позаду або над ним, в залежності від умов, з таким розрахунком, щоб більша товста гумова прокладка служила згодом робочою поверхнею.

Стрічку з'єднують таким чином, щоб стик при роботі потрапив на верхню гілку конвеєра. В ході експлуатації стрічкового конвеєра можливе виникнення наступних неполадок: збирання стрічки, поперемильне зсування стрічки вправо і вліво, провисання стрічки між роликівми опорами і пробуксовування її на приводному барабані, ковзання переміщувального зантажу, незвичайний шум в передачі.

Для усунення цих неполадок необхідно проводити ремонт вузлів та деталей стрічкового конвеєра. При збиранні стрічки необхідно перевірити стан підшипників барабанів, усунути перекис або встановити роликівми опори перпендикулярно поздовжній осі конвеєра, перешити стрічку і відрегулювати

натягнення, налагодити відповідне завантаження, очистити барабани й роликові спори. При поперемінному зсування стрічки вправо і вліво встановити конвеєр так, щоб його вісь була горизонтальною або відрегулювати натяг. При провисанні стрічки між роликовими опорами і пробуксовуванням на приводному барабані необхідно підтягти стрічку, або при необхідності перешити. При ковзанні вантажу необхідно встановити борти. При незвичному шумові в передачі поповнити або замінити мастило, видалити старе мастило, замінити зубчасті колеса, перевірити правильність зачеплення, усунути неправильність складання. Поширеною неспадкою є обрив стрічки. Відновлюють стрічку за допомогою: зшивання, вулканізації і з'єднання скобами. Під час роботи також зношуються підшипники роликів, що приводить до биття і зсування стрічки. В цьому випадку потрібно замінити підшипникові вузли. Для запобігання їх швидкого спрацювання необхідно проводити змащування підшипників і запобігти роботі без змащування. Вали барабанів піддаються деформації і спрацюванню. В даному випадку вал потрібно відновити до початкових розмірів. При роботі інколи виникає вібрація, яка глибоко впливає на раму конвеєра, що приводить до виникнення тріщин. Дану неспадку потрібно усунути за допомогою зварювання. Після виконання перевіряючих робіт дозволяється включити конвеєр в безперервну роботу.

#### Ремонт стрічкового транспортера

При капітальному ремонті конвеєр розбирають і знімають стрічку. Ремонт приводних і натяжних станцій зводиться до ревізії підшипників, валів і зубчастих коліс. При невеликому зносі деталі ремонтують, в іншому випадку замінюють новими. Зношені ролики підлягають заміні. Слід звертати увагу на те, щоб вісі натяжного і привідного барабанів знаходилися в суворому перпендикулярному положенні до вісі конвеєра.

Відповідальним і важним являється ремонт гумової стрічки, що потребує клопіткої роботи. Під час експлуатації конвеєра потрібно уважно спостерігати за її станом, щоб під час роботи виявляти тріщини і розриви, які необхідно

своєчасно усувати. Місця розриву, розшарування поверхневих шарів і інші малі пошкодження можна ліквідувати, не знімаючи стрічки, за допомогою переносного вулканізатора. Такий спосіб застосуємо також для склеювання кінців при заміні нової стрічки.

При капітальному ремонті або заміні стрічки її кінці зшивають або з'єднують іншим способом безпосередньо на конвеєрі. Найбільш поширений спосіб з'єднання стрічок в напуск: для тонких стрічок з розширеним кінцем на дві ступені (рисунк 5.1, а), а для товстих (не менше 4 прокладок) – ступінчатої (рисунк 5.1, б).

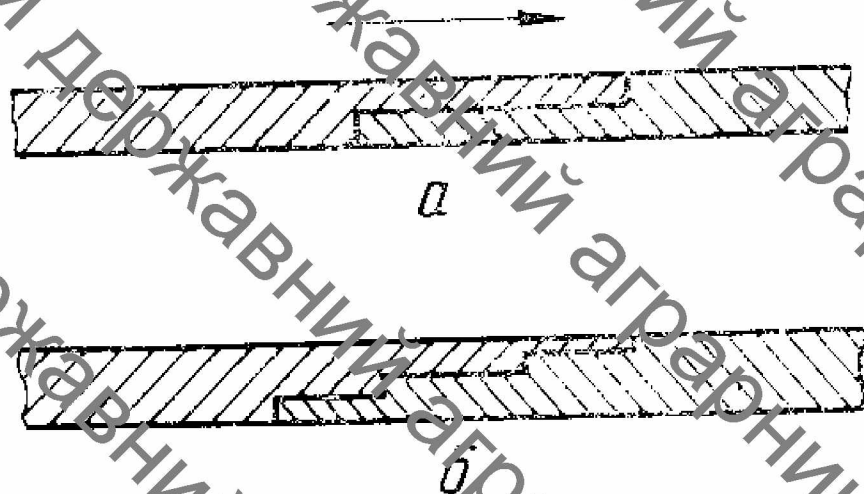


Рисунок 2.1 (а, б)

Кінці стрічки з'єднують наступним чином. Нагяжний барабан ставлять в крайнє переднє положення, коли відстань між центрами барабанів мінімальна. Потім кінці стягують за допомогою спеціального пристрою (рисунк 5.2). Прижимні планки пристосування повинні бути розташовані строго перпендикулярно до кромки стрічки, що легко піддається перевірці за допомогою кутника. Необхідно також перевіряти, щоб зажаті кінці мали достатню довжину і площу для склеювання і зшивання.

Далі кінці стрічки підтягують рівномірним затягуванням гайок з двох сторін стягуючого пристосування до потрібної довжини, після чого їх обрізають під кутом  $30^\circ$  на відстані, рівній ширині стрічки. Паралельно косому

зрізу проводять лінію, вздовж якої роз'єднують кінці стрічки і послідовно відрізають

одну із половин роз'єданого кінця. Таку ж обробку, тільки в зворотньому порядку, здійснюють на другому кінці стрічки з таким розрахунком, щоб при накладанні кінців ступені заходили одна в одну, а краї стрічки співпадали.

Кінці з'єднують таким чином, щоб ведучий кінець стрічки був нижнім, а в такому випадку, шви при набіганні на барабан швидко руйнуються.

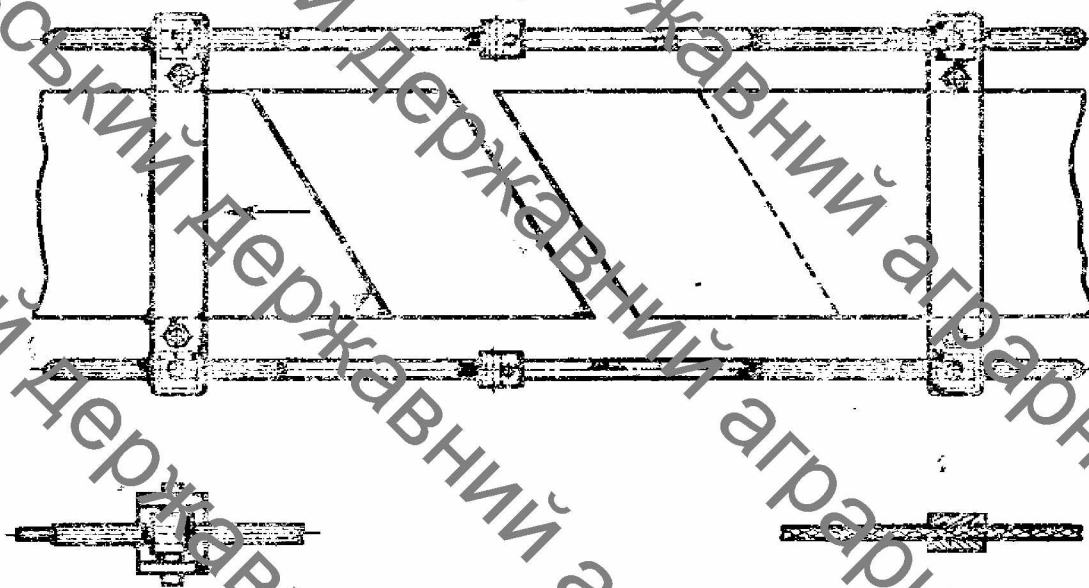


Рисунок 2.2

З метою підтримання стрічкового конвеєра придатному для експлуатації стані і попередження передчасного зносу і поломок необхідно здійснювати якісне обслуговування, догляд і своєчасний ремонт обладнання.

В процесі експлуатації стрічкового конвеєра можливе спрацювання барабанів, підшипників, осей роликів, опор, валів. При ремонті конвеєр розбирають на окремі блоки.

В барабанах заварюють тріщини в ступицях, обточують обід, розточують ступиці, виготовляють шпоночні канавки. Підшипники спрацьовані замінюють, шийки валів шліфують, відновлюють шпоночні пази на валах. Шийки осей роликів опор при спрацюванні наварюють і обробляють або міняють на нові. Ролики балансують, надто спрацьовані ролики замінюють на нові. При появі

тріщин в станині їх підварюють з накладенням заплат. В процесі ремонту проводять загальне регулювання ходу по роликam і барабанам повертанням осей барабанів.

Полтавський державний аграрний університет

## РОЗДІЛ 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

### 3.1 Розрахунок і підбір обладнання

Підприємства, які здійснюють заготівлю зерна, поділяються на 6 груп в залежності від обсягу заготівель. Згідно даних по УПС «КАЇС» обсяг заготівель зерна на зерносковище становить 4000 тонн.

В складі підприємства згідно з характером і обсягом робіт з зерном, що проводиться на підприємстві, передбачається приймальну лабораторію і вагову.

Необхідна кількість автомобільних ваг визначається по формулі

$$z_1 = 0,000666 \cdot \frac{M \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \tau_1}{\tau_2 \cdot G_A} \quad (3.1)$$

$$z_1 = 0,000666 \cdot \frac{4000 \cdot 1,6 \cdot 2,9 \cdot 2,5}{20 \cdot 8} = 0,19$$

де  $M=4000$  т – кількість зерна, що надходить за весь період заготівель від хлібоздавальників

$k_1=1,6$  – коефіцієнт добової нерівномірності подачі зерна на підприємство

$k_2=2,9$  – коефіцієнт годинної нерівномірності надходження зерна

$\tau_1=2,5$  хв. – тривалість часу, необхідна для двохкратного зважування одного автомобіля і оформлення документів

$\tau_2=20$  діб – тривалість розрахункового періоду заготівель зерна

$G_A=8$  т – розрахункова вантажопідйомність автомобіля

Згідно проведених розрахунків приймаємо один комплект автомобільних ваг марки ВТЛ-60

#### ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Норми зважування, т	2,5-60
Допустима похибка, кг	
при зважуванні до 5 т	±10
при зважуванні 5-10 т	±20

при максимальному навантаженні	±30
Габаритні розміри платформи, мм	
довжина	15000
ширина	4000
Габаритні розміри ваги, мм	
довжина	17350
ширина	7390
Маса, кг	9513

Продуктивність автомобілерозвантажувача (в т) визначається по формулі

$$G_p = \frac{G_1 \cdot k_3 \cdot k_4}{k_5} \quad (3.2)$$

де  $G_1$  - годинна кількість зерна, що поступає на підприємство, т

$k_3 = 0,8$  – коефіцієнт зниження технічної продуктивності автомобілерозвантажувача в залежності від навантаження автомобілів, продуктивність транспортного обладнання пстокової лінії, що надходить на лінію за добу

$k_4 = 1$  – коефіцієнт зміни продуктивності автомобілерозвантажувача в залежності від стану зерна по вологості і засміченості;

$k_5 = 1,2$  – коефіцієнт, що враховує різноманітність засобів доставки зерна

Максимальне добове надходження зерна автотранспортом визначається по формулі (в т/добу)

$$G_g = \frac{0,8 \cdot k_1}{\tau_2} = \frac{0,8 \cdot 4000 \cdot 1,6}{20} = 256 \quad (3.3)$$

Годинне надходження зерна розраховується по формулі (в т/год)

$$G_1 = \frac{G_g \cdot k_2}{24} = \frac{256 \cdot 2,9}{24} = 30,9 \quad (3.4)$$

Тоді

$$G_p = \frac{30,9 \cdot 0,8 \cdot 1,0}{1,2} = 20,6 \text{ т/добу}$$

## ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Вантажопідйомність, т	
- великої платформи	32
- малої платформи	15
Тривалість підйому (опускання), с	
- великої платформи	75 (20)
- малої платформи	20 (20)
Максимальний кут нахилу платформи, град	38
Потужність електродвигуна, кВт	22
Габаритні розміри, мм	
- довжина	18800
- ширина	5100
- висота	4070
Маса, т	10,3

Приймаємо тривалість циклу розвантажування одного автомобіля близько 10 хвилин (з урахуванням підняття і опускання платформ заїзду-з'їзду автомобіля на платформи його фіксація). Тоді за годину кількість розвантажень складе

$$z_2 = \frac{60}{10} = 6$$

При середній вантажності автомобіля 8 т, годинна продуктивність розвантажувача

$$G_p = z_2 \cdot G_A = 6 \cdot 8 = 48 \text{ т} > G_p = 20,6 \text{ т/год} \quad (5.5)$$

Місткість приймального бункера для зерна розраховуємо на 25 тонн. Запроектований бункер прямокутної форми з пірамідальним дном.

Приймаємо сторони прямокутника бункера:  $a = 5 \text{ м}$ ,  $b = 4 \text{ м}$

Визначаємо об'єм бункера з урахуванням коефіцієнта запасу об'єм 1,1 та насипній вазі зерна  $820 \text{ кг/м}^3$ . Тоді

$$V = \frac{25000}{800} = 34,3 \text{ м}^3$$

Визначаємо висоту пірамідального дна (в м)

$$h = (\sqrt{a^2 + b^2}/2) \operatorname{tg} \alpha = (\sqrt{5^2 + 4^2}/2) \operatorname{tg} 36^\circ = 2,3 \text{ м} \quad (3.6)$$

Об'єм в пірамідальному дну становить (в м<sup>3</sup>)

$$V_1 = \frac{1}{3} \cdot a \cdot b \cdot h = \frac{1}{3} \cdot 5 \cdot 4 \cdot 2,3 = 15,5 \quad (3.7)$$

де  $\alpha = 36^\circ$  - кут природного відкосу зерна

Об'єм призматичної частини бункера (в м<sup>3</sup>)

$$V_2 = V - V_1 = 34,4 - 15,5 = 18,9 \quad (3.8)$$

Висота прямокутної частини бункера (в м) становить

$$H = \frac{V_2}{a \cdot b} = \frac{18,9}{5 \cdot 4} = 0,95 \quad (3.9)$$

Загальна висота

$$H_3 = H + h = 0,95 + 2,3 = 3,25 \text{ м}$$

Прийнята кількість зерна при одноразовому розвантаженні автотягача з причепом 8 тонн, з урахуванням коефіцієнта неівномірності, його кількість складе

$$G_p = G_A \cdot k_{нр} = 8 \cdot 1,6 = 12,8 \text{ т} \quad (3.10)$$

Тривалість циклу розвантаження автомобіля складе 10 хвилин, тоді продуктивність стрічкового конвеєра по подачі зерна на норію і самої норії складе

$$G = \frac{G_p}{\tau_{ц}} = \frac{12800}{10 \cdot 60} = 21,3 \text{ кг/с} = 77 \text{ т/год} \quad (3.11)$$

Приймаємо швидкість руху стрічки конвеєра  $v=2,0$  м/с і визначаємо її ширину (в м)

$$B = \sqrt{\frac{G}{0,074 \cdot v \rho}} = \sqrt{\frac{21,3}{0,074 \cdot 2 \cdot 820}} = 0,42 \quad (3.12)$$

де  $\rho = 820 \text{ кг/м}^3$  – насипна вага зерна

Приймаємо для конвеєра стрічку лоткового типу шириною 500 мм.

Визначаємо об'єм ковшів зернової норії подачі зерна на сепаратор

$$V_k = \frac{G \cdot l_k}{v \cdot \rho \cdot \varphi} = \frac{21,3 \cdot 0,11}{2,5 \cdot 820 \cdot 0,7} = 0,0026 \text{ м}^3 = 2,6 \text{ л} \quad (3.13)$$

де  $l_k = 180 \text{ мм}$  – відстань між ковшами на стрічці

$v = 2,5 \text{ м/с}$  – швидкість руху стрічки при відцентровому розвантаженні в головці норії

$\varphi = 0,7$  – коефіцієнт заповнення ковша зерною масою

Приймаємо до встановлення ковші об'ємом 2,7 л, шириною 420 мм, вильотом 175 мм, висотою 185 мм. Згідно даних приймаємо норію НЦ-100, висотою (максимальною) 30 м, швидкість руху ковшів 2,4 м/с, шириною стрічки 450 мм.

Визначаємо потужність електродвигуна норії (в Вт)

$$P_1 = \frac{P \cdot H \cdot g}{\eta} = \frac{21,3 \cdot 30 \cdot 9,81}{0,7} = 8955 \quad (3.14)$$

де  $\eta = 0,7$  – к.к.д. приводу норії

Приймаємо електродвигун марки АІРМ132М4, потужністю 11 кВт, частотою обертання 1450 об/хв.

Згідно розрахункові продуктивності норії підбираємо повітряно-ситовий сепаратор для очищення зерна. Приймаємо до встановлення сепаратор марки БСХ-100, продуктивністю по товарному зерну 100 т/гол.

При очищенні зерна зернові відходи складають біля 5%, тобто за добу виділяється

$$G_2 = G_g \cdot 0,05 = 256 \cdot 0,05 = 12,8 \text{ т}$$

При добовому запасі, об'єм збірника для зернових відходів складе

$$V = \frac{G_2 \cdot 1,1}{\rho_g} = \frac{12,8 \cdot 1,1}{0,5} = 28,16 \text{ м}^3 \quad (3.15)$$

де  $\rho_g = 0,5 \text{ т/м}^3$  – насипна вага зернових домішок

Приймаємо до встановлення бункер квадратного перерізу з пірамідальним дном, стороною квадрата  $a = 3 \text{ м}$ .

Висота пірамідального дна становить

$$H = a \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \operatorname{tg} \alpha = 3 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \operatorname{tg} 36^\circ = 1,54 \text{ м} \quad (3.16)$$

Висота призматичної частини бункера

$$H = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} \cdot h = \frac{28,16}{3^2} - \frac{1}{3} \cdot 1,54 = 2,62 \text{ м} \quad (3.17)$$

Загальна висота

$$H_3 = 2,62 + 1,54 = 4,16 \text{ м}$$

Кількість сміттєвих домішок складає близько 2%, тобто їх добова кількість дорівнює

$$G_3 = 256 \cdot 0,02 = 5,12 \text{ т}$$

Об'єм збірника розраховується на 2-х добовий запас, тобто

$$V = \frac{2G_3 \cdot 1,1}{0,4} = \frac{2 \cdot 5,12 \cdot 1,1}{0,4} = 28,12 \text{ м}^3 \quad (3.18)$$

де  $\rho_g = 0,4 \text{ т/м}^3$  – насипна вага сміттєвих домішок

Приймаємо для зберігання зернових домішок 2 бункера, сміттєвих домішок 1 бункер  $3 \times 3 \times 4,16 \text{ м}$ .

Для подачі зернової маси в сушарки приймаємо зернову норію продуктивністю не меншою, ніж продуктивність сепаратора, тобто  $100 \text{ т/год}$ .

Приймаємо до встановлення норію НЦ-100

Об'єм зерна, що підлягає сушінню визначається за формулою

$$G_c = 0.8M \cdot k_n \cdot k_c = 0,8 \cdot 4000 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 4160 \text{ пл. т.} \quad (3.19)$$

де  $M = 4000$  т – маса зерна волого і сирого, що надходить на підприємство

$k_n = 1,3$  – коефіцієнт переводу фізичних тонн в планові тонни сушки зерна

$k_c = 1,0$  – коефіцієнт, що залежить від культури, вологості зерна

Для сушки розрахункової кількості вологого і сирого зерна передбачається встановлення зерносушарки. Лубенським машинобудівним заводом «Лубнимаш» запроектована та випускається новий тип зерносушарки марки У13-СП-50. Ця сушарка призначена для сушіння насіння пшениці, соняшника, кукурудзи і інших зернових культур, забезпечуючи при цьому високе видалення вологи та очищення відпрацьованого агента сушки і повітря від легких домішок.

#### ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕРНОСУШАРКИ У13-СП-50

Продуктивність, (зниження вологи з 20% до 14%) при висушуванні пшениці об'ємною масою 750...760 кг/м<sup>3</sup> при нормальних умовах (температура оточуючого середовища +10 °С, відносна вологість атмосферного повітря 70% і тиску 99,1 кПа), не менше 50 т/год

Електрична потужність зерносушарки 78,2 кВт;

Потужності пального 5,8 МВт;

Максимальна витрата газу при температурі оточуючого середовища +10 °С, не більше 500 м<sup>3</sup>/год.

(при теплоті згорання газу 9,3 кВт\*год/м<sup>3</sup>),

Витрата агента сушіння, не менше 140000 м<sup>3</sup>/год.

Для розвантаження і подачі просушеного зерна з сушарки на склад застосовується скребковий конвеєр, продуктивність якого дорівнює 50 т/год, норія НЦ-100, та накопичувальний проміжний бункер на 12,8 тонн зерна.

### 3.2 Енергетичний розрахунок

Вихідними даними для розрахунку є продуктивність конвеєра по зерну  $\Pi=19,4 \text{ кг/с} = 70 \text{ т/год}$ , його довжина  $L=30 \text{ м}$ , швидкість руху стрічки  $v=2,0 \text{ м/с}$ , насипна вага зерна  $\rho=800 \text{ кг/м}^3$

Визначаємо ширину стрічки за формулою

$$B = 1,1 \left( \sqrt{\frac{\Pi k_{\text{зар}}}{k_y C v \rho}} + 0,05 \right) = 1,1 \left( \sqrt{\frac{70 \cdot 1,25}{1 \cdot 550 \cdot 3 \cdot 0,05}} + 0,05 \right) = 0,4 \text{ м} \quad (3.20)$$

де  $k_{\text{зар}}=1,25$  – коефіцієнт запасу продуктивності конвеєра

$k_y=1,0$  – коефіцієнт, що залежить від кута нахилу конвеєра ( $\alpha=0^\circ$ )

$C=550$  – коефіцієнт, що залежить від кількості роликів в роликівій опорі, їх розташування і кута відкосу зерна на стрічці.

Приймаємо  $B=500 \text{ мм}$ .

Для визначення натягу в стрічці застосовуємо метод тягового розрахунку по контуру.

Приймаємо привід конвеєра з одним ведучим барабаном, кут обхвату якого  $\alpha=240^\circ$ . Поверхня барабана футерована гумою.

Натяг в навігаючій гілці стрічки згідно формули Ейлера

$$F_6 \leq F_1 e^{f\alpha} = 5,34 F_1 \quad (3.21)$$

Коефіцієнт тертя стрічки по гумі при сухій атмосфері  $f=0,3$ . При  $\alpha=240^\circ$  і  $a=0,4$  маємо  $e^{f\alpha}=5,34$

Розробляємо контур конвеєра

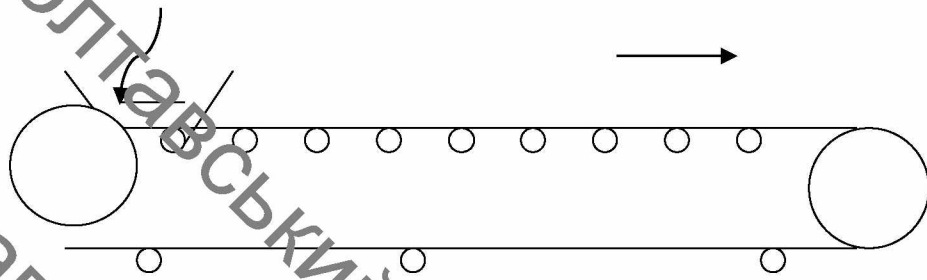


Рис. 3.1. – Контур конвеєра

Обходимо тяговий контур від точки 1 до точки 5, виражаючи натяг у всіх точках через натяг в точці 1 –  $F_1$ .

Визначаємо погонне навантаження від ваги зерна:

$$g = \frac{\Pi}{3,6v} = \frac{70 \cdot 9,8}{3,6 \cdot 2,0} = 95 \text{ Н/м} \quad (3.22)$$

Визначаємо погонне навантаження від ваги обертових частин роликів:

робочої гілки

$$g' = \frac{G'_p}{l'_p} = \frac{11,5 \cdot 9,8}{1,5} = 75 \text{ Н/м} \quad (3.23)$$

холодної гілки

$$g'' = \frac{G''_p}{l''_p} = \frac{7,5 \cdot 9,8}{3} = 24,5 \text{ Н/м} \quad (3.24)$$

де  $G'_p = 11,5 \text{ кг}$  – вага лоткової роликівної опори при діаметрі ролика 102 мм

$l'_p = 1500 \text{ мм}$  – відстань між роликівної опорами на робочій гілці

конвеєра

$G''_p = 7,5 \text{ кг}$  – вага плоскої роликівної опори при діаметрі 102 мм

$l''_p = 2l'_p = 2 \cdot 1500 = 3000 \text{ мм}$  – відстань між роликівними опорами на

холодної гілці конвеєра.

Геометричні розміри роликівних опор:

для робочої гілки

$$d_p = 102 \text{ мм}; c = 20 \text{ мм}; a = 0,06B = 0,06 \cdot 500 = 30 \text{ мм}$$

$$\alpha = 20^\circ; d = 360 \text{ мм}$$

для холостої гілки

$$d_p = 102 \text{ мм}; l_k = b + 2a = 500 + 2 \cdot 30 = 560 \text{ мм}$$

\*Визначаємо погонне навантаження від ваги стрічки, приймаємо попередньо число прокладок в стрічці  $z=5$

$$g_0 = 1,1B(\delta z + \delta_1 + \delta_2) = 1,1 \cdot 0,5(1,25 \cdot 5 + 4 + 2) \cdot 9,8 = 66 \text{ Н/м} \quad (3.25)$$

де  $1,1 \text{ т/м}^3$  – щільність вага стрічки

$\delta = 1,25 \text{ мм}$  – товщина прокладки

$\delta_1 = 4 \text{ мм}$  – товщина верхньої обкладки

$\delta_2 = 2 \text{ мм}$  – товщина нижньої обкладки.

Натяг в характерних точках гілового контуру:

- в точці 2

$$F_2 = k_1 F_1 = 1,03 F_1 \quad (3.26)$$

де  $k_1 = 1,03$  – коефіцієнт, що враховує збільшення натягу в стрічці при огинанні барабана

- в точці 3

$$F_3 = F_2 + F_{2-3} = 1,03 F_1 + F_{2-3} \quad (3.27)$$

де  $F_{2-3}$  – опір руху стрічки на ділянці від точки 2 до точки 3.

$$F_{2-3} = (g_0 + g'')Lk_0 = (66 + 24,5)30 \cdot 0,035 = 95 \text{ Н} \quad (3.28)$$

де  $k_0 = 0,035$  – коефіцієнт опору руху стрічки (прийнято для плоскої роликової опори при відповідних умовах роботи)

Тоді

$$F_3 = 1,03F_1 + 95 \quad (3.29)$$

- в точці 4

$$F_4 = kE_3 = 1,03(1,03F_1 + 95) = 1,06F_1 + 98 \quad (3.30)$$

- в точці 5 (при завантаженні)

$$F_5 = F_4 + F_{\text{зав.}} \quad (3.31)$$

де  $F_{\text{зав}}$  - опір руху стрічки при завантаженні, Н

$$F_{\text{зав}} = \frac{c\pi}{3,6 \cdot 9,81} (1 + f_1 \sqrt{2g_3 h'}) 9,8 = \frac{1,5 \cdot 70}{3,6 \cdot 9,81} (2,0 + 0,56 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1}) 9,8 = 111 \quad (3.32)$$

де  $h' = 1,0$  м - висота падіння цукру на стрічку

$f_1 = 1,5$  - коефіцієнт, що враховує опір руху від тертя вантажу по боковим стінкам і по стрічці.

Тоді

$$F_5 = 1,06F_1 + 98 + 111 = 1,06F_1 + 209 \quad (3.33)$$

- в точці 6

$$F_6 = F_5 + F_{5-6} = 1,06F_1 + 209 + F_{5-6} \quad (3.34)$$

де  $F_{5-6}$  - опір руху стрічки на ділянці від точки 5 до точки 6.

$$F_{5-6} = (g + g_0 + g_p') L k_0 = (95 + 66 + 75) 30 \cdot 0,035 = 234 \text{ Н} \quad (3.35)$$

Тоді

$$F_6 = 1,06F_1 + 209 + 234 = 1,06F_1 + 443$$

Маємо систему рівнянь

$$\begin{cases} F_6 = 1,06F_1 + 443 \\ F_6 = 5,34F_1 \end{cases} \quad (3.36)$$

Розв'язуючи її, маємо

$$5,34F_1 = 1,06F_1 + 443$$

$$F_1 = 104\text{H}$$

Звідки

$$F_2 = 1,03 \cdot 104 = 107\text{H}$$

$$F_3 = 107 + 95 = 202\text{H}$$

$$F_4 = 1,03 \cdot 202 = 208\text{H}$$

$$F_5 = 208 + 111 = 319\text{H}$$

$$F_6 = 319 + 234 = 553\text{H}$$

Тягове зусилля для стрічки складе

$$F_{\text{тв}} = F_6 - F_1 = 553 - 104 = 449\text{H} \quad (3.37)$$

Визначаємо розрахункову потужність двигуна приводу стрічки конвеєра

$$P_p = \frac{F_{\text{тв}} v}{1000 \zeta_M} = \frac{449 \cdot 2,0}{1000 \cdot 0,75} = 1,2 \text{ кВт} \quad (3.38)$$

де  $\zeta_M = 0,75$  – к.к.д. приводу

з урахуванням коефіцієнта запасу потужності  $k_3 = 1,2$  встановлена потужність двигуна складає

$$P = P_p \cdot k_3 = 1,2 \cdot 1,2 = 1,44 \text{ кВт} \quad (3.39)$$

Приймаємо до встановлення електродвигун марки 5А80МВ4 потужністю 1,5 кВт, частотою обертання 1410об/хв..

### 3.2 Конструктивний розрахунок

Максимальний натяг в стрічці становить  $F_{\max}=553 \text{ Н}$

Число прокладок стрічки

$$z = \frac{F_{\max} k_2}{\sigma_p B} = \frac{553 \cdot 10}{55 \cdot 50} = 2,0 \quad (3.40)$$

де  $k_2 = 10$  – коефіцієнт запасу міцності конвеєрної стрічки з бавовнянопаперового бейтінгу

$\sigma_p = 55 \text{ кг/см}$  – розривне зусилля матеріалу стрічки

$B = 50 \text{ см}$  – ширина стрічки

Приймаємо число прокладок  $z=5$  де задовольняє розраховану кількість.

Діаметр привідного барабана

$$D_3 = a_1 \cdot z = 125 \cdot 5 = 625 \text{ мм} \quad (3.41)$$

де  $a_1 = 125$  – для стрічок гумотканевих з прокладками з Б - 820

Діаметр натяжного барабана

$$D_1 = 0,8 D_3 = 0,8 \cdot 625 = 500 \text{ мм} \quad (3.42)$$

Діаметр відхиляючого барабана

$$D_2 = 0,65 \cdot 625 = 400 \text{ мм}$$

Довжина барабанів

$$L = B + a_6 = 500 + 100 = 600 \text{ мм} \quad (3.43)$$

Частота обертання привідного барабана

$$n_6 = \frac{30v}{\pi D} = \frac{60 \cdot 2,0}{3,14 \cdot 0,625} = 61,1 \frac{\text{об}}{\text{в}} \quad (3.44)$$

Передаточне число редуктора

$$u_p = \frac{n_{дв}}{n_6} = \frac{1410}{61,1} = 23 \quad (3.45)$$

Визначаємо обертовий момент на вихідному валу редуктора

$$T_2 = 9,55 \frac{P_p}{n_6} = 9,55 \frac{1200}{61,1} = 187 \text{ Н м} \quad (3.46)$$

Приймаємо до встановлення редуктор 1Ц2У-100 з передаточним числом  $u_p = 20$ , тоді частота обертання барабана складе

$$n_6 = \frac{n_d}{u_p} = \frac{1410}{20} = 70 \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad (3.47)$$

Визначаємо обертовий момент на валу електродвигуна

$$T_1 = 9,55 \frac{P_{дв}}{n_d} = 9,55 \frac{1500}{1410} = 10 \text{ Н м} \quad (3.48)$$

Розрахунковий момент складає

$$T_p = k_p T_1 = 2 \cdot 10 = 20 \text{ Н м} \quad (3.49)$$

де  $k_p = 2$  – коефіцієнт режиму роботи

Приймаємо до встановлення втулково-пальцеву муфту з допустимим номінальним моментом  $[T_p] = 125 \text{ Н м}$

Перевіряємо гумові втулки на змятти поверхонь їх дотику з пальцями

$$\sigma_{зм} = \frac{F_t}{d_h l_b} \leq [\sigma_{зм}] \quad (3.50)$$

де  $F_t$  – колова сила, Н

$d_h = 10 \text{ мм}$  – діаметр пальця

$l_b = 15 \text{ мм}$  – довжина втулки

$[\sigma_{зм}] = 2 \text{ МПа}$  – допустима напруга змяття гуми

Колова сила, що передається одним пальцем

$$F_t = \frac{T_p}{0,5D_1z} = \frac{20}{0,5 \cdot 88 \cdot 6 \cdot 10^{-3}} = 78 \text{ Н} \quad (3.51)$$

де  $D_1$  – діаметр кола розташування пальців в полу муфті

$z = 6$  – кількість пальців

Тоді

$$\sigma_{зм} = \frac{78}{10 \cdot 15 \cdot 10^{-6}} = 0,52 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}] \quad (3.52)$$

Визначаємо навантаження на вал привідного барабана

$$F = F_6 + F_1 = 553 + 104 = 657 \text{ Н} \quad (3.53)$$

Визначаємо реакції опор  $R_A$  і  $R_B$ , визначивши момент відносно точки В

$$\sum M_B = 0$$

$$R_A l - \frac{Fl}{2l} = 0 \quad (3.54)$$

Звідки

$$R_A = \frac{Fl}{2l} = \frac{F}{2} = 328,5 \text{ Н} \quad (3.55)$$

Максимальний згинальний момент буде в точці прикладання сили F

$$M_{\max}^{32} = R_A l = 328,5 \frac{0,8}{2} = 131 \text{ Нм} \quad (3.56)$$

Крутний момент на валу  $T_2 = 74 \text{ Нм}$ , визначаємо приведений момент

$$M_{\text{пр}} = \sqrt{(M_{\max}^{32})^2 + T_2^2} = \sqrt{131^2 + 74^2} = 158 \text{ Нм} \quad (3.57)$$

Згідно третьої теорії міцності

$$\frac{M_{\text{пр}}}{W_x} \leq [\sigma_n]_{-1} \quad (3.58)$$

де  $W_x$  – осьовий момент опору круглого періоду вала

$[\sigma_n]_{-1}$  - допустима напруга, МПа

Допустима напруга

$$[\sigma_u]_{-1} = \frac{\sigma_{-1} k_{pu}}{[k_\sigma] k_\nu} = \frac{228 \cdot 1,3}{2 \cdot 2} = 74 \text{ МПа} \quad (3.59)$$

де  $k_{pu} = 1,3$   $[k_\sigma] = 2$ ;  $k_\nu$  - відповідно коефіцієнт режиму роботи, концентрації напруги, запасу міцності.

$$\sigma_{-1} = 0,43 \cdot \sigma_b = 0,43 \cdot 530 = 228 \text{ МПа} \quad (3.60)$$

де  $\sigma_b = 530 \text{ МПа}$  - межа витривалості для сталі Ст5

Тоді

$$W_x = \frac{m_1}{[\sigma_n]_{-1}} = \frac{228}{74 \cdot 10^{-6}} = 3,1 \cdot 10^{-6} \quad (3.61)$$

Виходячи з формули

$$W_x = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \quad (3.62)$$

Визначаємо діаметр вала в небезпечному перерізі

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W_x}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 3,1 \cdot 10^{-6}}{3,14}} = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 23 \text{ мм} \quad (3.63)$$

Приймаємо діаметр вала 50 мм, під підшипники 45 мм, під напівмуфту 40 мм (згідно діаметра вихідного вала редуктора). Для з'єднання валів приймаємо муфту з допустимим крутним моментом  $[T] = 200 \text{ Нм}$

## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

#### 4.1 Розрахунок економічної ефективності норії

##### Вихідні дані

Даним дипломним проєктом передбачена розробка стрічкового конвеєра за базу порівняння взято скребковий конвеєр ТСП- 100.

Вихідні дані для розрахунку передбаченні завданням і зібрані на ТДВ «Гадяцький елеватор» приведені в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 Вихідні дані

Показники	Кількість
Вартість придбання стрічкового конвеєра ,грн.	42450
Вартість придбання скребковий конвеєр , грн.	61600
Норма амортизаційних відрахувань, % від вартості обладнання	15
Річний фонд роботи обладнання, діо	250
Потужність двигунів на обладнанні,кВт год:	
- Базовий варіант	7,5
- Розрахунковий варіант	2,2
Тариф на 1 кВт·год., грн.	0,99
Коефіцієнт використання обладнання	0,8
Кількість робочих змін	2
Амортизаційні відрахування, % до вартості обладнання	15,0
Тривалість роботи обладнання на протязі зміни, год.	6,0
Витрати на поточний ремонт, % від суми амортизації	50,0
Транспортні витрати,% до вартості придбання обладнання	5,0
Заготівельно-складські витрати,% до вартості придбання обладнання	1,25
Проектні роботи,% до вартості придбання обладнання	5,0
Монтажні роботи,% до вартості придбання обладнання	20,0
Продуктивність обладнання, т/год.	
- базовий варіант	70
- розрахунковий варіант	45

## Розрахунок капітальних витрат

Вартість придбання обладнання;

$$K = K_0 + K_T + K_C + K_{\text{ПР}} + K_M \quad (4.1)$$

де  $K_0$  – вартість придбання обладнання

базовий варіант  $K_1 = 61600$  грн.

розрахунковий варіант  $K_2 = 41450$  грн.

$K_T$  – транспортні витрати (5% від вартості обладнання)

$$K_T = K_0 \cdot 0,05 \quad (4.2)$$

базовий варіант  $K_{T1} = 61600 \cdot 0,05 = 2580$  грн.

розрахунковий варіант  $K_{T2} = 41450 \cdot 0,05 = 1922,5$  грн.

$K_C$  – заготівельна складність (1,25% від вартості обладнання)

$$K_C = K_0 \cdot 0,0125 \quad (4.3)$$

базовий варіант  $K_{C1} = 61600 \cdot 0,0125 = 645$  грн.

розрахунковий варіант  $K_{C2} = 41450 \cdot 0,0125 = 480,6$  грн.

$K_{\text{ПР}}$  – проекти роботи (5% від вартості обладнання)

$$K_{\text{ПР}} = K_0 \cdot 0,05 \quad (4.4)$$

базовий варіант  $K_{\text{ПР}1} = 61600 \cdot 0,05 = 3080$  грн

розрахунковий варіант  $K_{\text{ПР}2} = 41450 \cdot 0,05 = 2022,5$  грн.

$K_M$  – монтажні роботи (29% від вартості обладнання)

$$K_M = K_0 \cdot 0,29 \quad (4.5)$$

базовий варіант  $K_{M1} = 61600 \cdot 0,29 = 10320$  грн.

розрахунковий варіант  $K_{M2} = 41450 \cdot 0,29 = 7690$  грн.

Підставляємо дані у формулу 4.1

базовий варіант  $K_1 = 61600 + 2580 + 645 + 3080 + 10320 = 67725$  грн.

розрахунковий варіант  $K_2 = 41450 + 2022,5 + 480,6 + 1922,5 + 7690 = 50465,6$  грн.

Розрахуємо потужність конвеєра:

$$Q = q \cdot n_{зм} \cdot t_{зм} \cdot P_{п} \cdot k \quad (4.6)$$

де  $q$  – годинна продуктивність конвеєра, т;

$n_{зм}$  – кількість робочих змін,

$t_{зм}$  – тривалість роботи обладнання за зміну, год.,

$P_{п}$  – робочий період, діб.

Базовий варіант  $Q_1 = 70 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 250 = 180000$ т

Розрахунковий варіант  $Q_2 = 45 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 250 = 105000$ т

Визначимо питомі капітальні вкладення на 1 т

$$K_{п1} = \frac{K_1}{Q_1} \quad (4.7)$$

базовий варіант  $K_{п1} = \frac{67725}{180000} = 0,429$  грн.

розрахунковий варіант  $K_{п2} = \frac{50465,6}{105000} = 0,501$  грн.

Розрахунок зміни поточних витрат

Витрати електроенергії:

$$E_{ел.} = \frac{(N_{дв} \cdot T \cdot K_{ев} \cdot K_{пт} \cdot U_{е})}{\cos} \quad (4.8)$$

де  $N_{дв}$  – сумарна потужність вилучених встановлених або вилучених двигунів;  $N_{дв1} = 7,5$  кВт,  $N_{дв2} = 2,2$  кВт

$T$  – час роботи двигуна;  $T = 6 \cdot 250 = 3000$  год.

$K_{ев}$  – коефіцієнт, що враховує витрати електроенергії в мережі заводу;

$K_{ев} = 1,06$ .

$K_{пт}$  – коефіцієнт використання потужності устаткування;  $K_{пт} = 0,85$ .

$\cos$  – коефіцієнт корисної дії електродвигуна;  $\cos = 0,9$ .

Отже, витрати електроенергії:

базовий варіант

$$B_{\text{ед}} = \frac{7.5 * 3000 * 1.06 * 0.8 * 0.99}{0.9} = 26235 \text{ грн.}$$

на 1т.  $26235/60000=0,44$  грн.

розрахунковий варіант

$$B_{\text{р.п.}} = \frac{2.2 * 3000 * 1.06 * 0.8 * 0.99}{0.9} = 6156 \text{ грн.}$$

на 1т.  $6156/45000=0,14$  грн.

Витрати на амортизацію обладнання:

$$A = \frac{\Phi * H_A}{100} \quad (4.9)$$

де  $\Phi$  – вартість обладнання;  $\Phi = K$

$H_A$  – річна норма амортизаційних відрахувань;  $H_A = 15\%$

$$\text{базовий варіант } A_1 = \frac{67725 * 15}{100} = 10158.8 \text{ грн.}$$

на 1т  $10158.8/60000= 0,17$  грн.

$$\text{розрахунковий варіант } A_2 = \frac{50465.6 * 15}{100} = 7569.8 \text{ грн.}$$

на 1т  $7569.8/45000= 0,16$  грн.

Витрати на поточний ремонт:

$$B_{\text{п.р.}} = A * 0,5 \quad (4.10)$$

$$\text{базовий варіант } B_{\text{п.р.1}} = 10158.8 * 0,5 = 5079,4 \text{ грн.}$$

на 1т  $5079,4/60000= 0,085$  грн.

$$\text{розрахунковий варіант } B_{\text{п.р.2}} = 7569,8 * 0,5 = 3784,9 \text{ грн.}$$

на 1т  $3784,9/45000= 0,084$  грн.

Витрати по змінних статтях калькуляції приведені в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 - Витрати по змінних статтях калькуляції

Статті витрат	Базовий варіант	Розрахунковий варіант	Зміни
Витрати електроенергії	0,44	0,14	-0,30
Амортизація обладнання	0,17	0,16	-0,01
Витрати на поточний ремонт	0,085	0,084	-0,001
Всього	0,695	0,384	-0,311

Основні показники економічної ефективності

Визначимо річний економічний ефект за формулою

$$E_p = ((C_1 + E_n \cdot K_{п1}) - (C_2 + E_n \cdot K_{п2})) \cdot Q_2 \quad (4.11)$$

де  $C_1$ ;  $C_2$

– собівартість продукції відповідно базовий і розрахунковий варіант;

$K_{п1}$ ;  $K_{п2}$  – питомі капітальні вкладення відповідно базовий і розрахунковий варіант;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт економічної ефективності

$E_n = 0,15$ ;

$Q_2$  – розрахунковий обсяг виробництва продукції.

$$E_p = ((0,695 + 0,15 \cdot 1,129) - (0,311 + 0,15 \cdot 1,121)) \cdot 45000 = 10475 \text{ грн.} \\ = 10,48 \text{ тис. грн.}$$

#### 4.2 Охорона праці та правила безпечної експлуатації

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Управління охороною праці на підприємстві – це сукупність дій службових осіб, що здійснюються на підставі постійного аналізу інформації про стан охорони праці на всіх робочих місцях для поліпшення та підтримання його на певному рівні, відповідно до законодавчих та нормативних актів. Метою управління охороною праці (СУОП) – є всебічне сприяння виконанню вимог, які повністю ліквідують, нейтралізують або знижують до допустимих норм вплив на працюючих небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища, забезпечують усунення джерел небезпеки, ізолювання від них персоналу, використання засобів, що усувають небезпечні ситуації та підвищують технічну безпеку, створюють надійні санітарно - гігієнічні та ергономічні умови. СУОП передбачає встановлення конкретних кількісних показників діяльності виробничих підрозділів, підтримування котрих в заданих межах забезпечує досягнення основної мети щодо організації безпечних та нешкідливих умов праці.

Для дотримання всіх вищевказаних вимог на підприємстві діє служба охорони праці. Згідно з Законом України "Про охорону праці" служба охорони праці створюється роботодавцем для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям у процесі праці. Роботодавець з урахуванням специфіки виробництва, видів діяльності, чисельності працівників, умов праці тощо розробляє та затверджує Положення про службу охорони праці відповідного підприємства, визначає структуру служби охорони праці, її чисельність, основні завдання, функції та права її працівників відповідно до законодавства.

Згідно з Типовим положенням на службу охорони праці підприємства покладаються такі завдання:

- відпрацювання ефективної системи управління охорони праці на підприємстві та сприяння вдосконаленню діяльності в цьому напрямку кожного структурного підрозділу і кожного працівника;

- забезпечення професійної підтримки рішень роботодавця щодо цих питань;

- організація проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, запобігання нещасним випадкам на виробництві, професійним захворюванням та іншим випадкам загрози життю або здоров'ю працівників;

- вивчення та сприяння впровадженню у виробництво досягнень науки і техніки, прогресивних і безпечних технологій, сучасних засобів колективного та індивідуального захисту працівників;

- контроль за дотриманням працівниками вимог законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці, положень (за наявності) галузевої угоди, розділу «Охорона праці» колективного договору та актів з охорони праці, що діють у межах підприємства.

Перелік шкідливих і небезпечних чинників, що виникають при обслуговуванні обладнання потокової лінії приймання, сушіння і зберігання зерна приведені в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 - Шкідливі і небезпечні виробничі чинники

Джерела виникнення шкідливих і небезпечних виробничих чинників	кількість, шт	Шкідливі і небезпечні виробничі чинники
Ваги автомобільні	1	Електричний струм
Розвантажувач ГУАР-30	1	Високий тиск, електричний струм, зерновий пил
Транспортер стрічковий ТБ-500	3	Зерновий пил, електричний струм, вібрація, виробничий шум, обертові деталі
Норія 11-100	4	Зерновий пил, електричний струм, швидкообертові деталі, вібрація, виробничий шум
Сепаратор повітряно-ситовий А1-БСХ-100		Зерновий пил, електричний струм, вібрація, швидкообертові

Продовження таблиці 4.1

Джерела виникнення шкідливих і небезпечних виробничих чинників	К-сть, шт	Шкідливі і небезпечні виробничі чинники
Магнітний сепаратор Гвинтовий конвеєр	1 1 1	деталі, виробничий шум Пил Електричний струм, швидкообертові деталі, виробничий шум, пил
Зерносушарка У13-СШ-50	1	висока температура, зерновий пил, електричний струм, пожежо та вибухонебезпечність
Каретка розвантажувальна ТР-50-М	2	Електричний струм, швидкообертові деталі, зерновий пил

Заходи охорони праці при обслуговуванні основного обладнання потокової лінії приймання, очищення і зберігання зерна

При монтажі та розміщенні стаціонарних конвеєрів ширина проходу для обслуговування повинна становити не менше 0,75 м, а ширина проходу між паралельно встановленими конвеєрами – не менше 1 м. Випускні воронки для подачі зерна на нижній конвеєр обладнують горизонтальними решітками і міцно закріпленими до підлоги вертикальними колонами, для запобігання затягуванню у воронку працівників.

Під час роботи категорично забороняється знімати або надівати привідні ремні, регулювати їх натяг. Перед пуском

обладнання в роботу необхідно переконатися, що біля рухомих частин відсутній обслуговуючий персонал, а при дистанційному управлінні повинен бути поданий сигнал про запуск обладнання. Його змащування, підтягування болтових з'єднань, усунення несправностей дозволяється виконувати тільки після повної зупинки. Пуск і робота обладнання з несправними або знятими огороженнями забороняється, також не дозволяється знімати огороження під час роботи. Біля кожного обладнання

або групи однотипного обладнання вивішуються інструкції по обслуговуванні і безпечним методам праці.

Забороняється розчищати руками завали зерна в шнеках, башмаках та інших вузлах машин під час їхньої роботи.

Для обслуговування високо розміщеного обладнання необхідність наявності стійких і міцних сходиць з площадками і перилами висотою 1 м, з балівкою їх внизу на 0,2 м.

На підприємстві використовуються транспортні галереї і ділянки, де переміщується зерно насипом; робочі приміщення і силосні корпуси елеваторів; зерносушарки; приймально-відпускні пристрої; очисне обладнання; виробничі лабораторії. Дане обладнання та машини розміщені в приміщеннях, що відносяться до пожежо-небезпечних приміщень класу П-П.

Інструкція з охорони праці при обслуговуванні стрічкового конвеєра

#### Загальні вимоги

1.1. Працівник зобов'язаний: знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, особисто вживати посилюючі заходи щодо усунення небезпечної виробничої ситуації; виконувати вимоги інструкції підприємства. Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я, або для людей, які його оточують і навколишнього середовища.

1.2 До обслуговування стрічкових конвеєрів допускаються особи, що пройшли медичний огляд, спеціальне навчання з обов'язковим складанням іспиту з охорони праці, вступний та первинний на робочому місці інструктажі з охорони праці.

1.3 У робочій зоні можливі впливи таких шкідливих та небезпечних виробничих факторів:

- частин устаткування, що рухаються (противаг, приводів, хитних механізмів);

- електричного струму (при порушенні ізоляції відсутності або ушкодженні заземлення чи занулення); | підвищеної запиленості повітря робочої зони (при порушенні вимог експлуатації устаткування);

- наслідків пожежі чи вибуху (відкритого вогню, підвищеної температури повітря, диму, ударної хвилі, обрушення устаткування і конструкцій будівлі).

1.4. Працівник повинен додержуватися вимог внутрішнього трудового розпорядку:

- дотримуватися технологічної дисципліни; дбайливо ставитись до устаткування, інструменту, пристроїв, матеріалів, спецодягу та інших засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), передбачених для цієї спеціальності, зберігати їх у спеціально відведених місцях;

- утримувати в чистоті робоче місце та територію підприємства.

1.5 Не допускається управління устаткуванням, яке обслуговується іншими працівниками, крім його вимкнення при виникненні аварійної або травмонебезпечної ситуації.

1.6 На робочому місці не дозволяється палити, вживати спиртні напої та інші речовини, що справляють наркотичну дію на організм людини. Палити дозволяється тільки в спеціально відведених і обладнаних місцях.

Г. Щоб запобігти травмуванню та виникненню травмонебезпечних ситуацій, дотримуйтеся таких вимог:

- не залишайте працююче устаткування без нагляду та не допускайте до роботи на ньому осіб, які не пройшли навчання;

- працюйте на справному устаткуванні, справними пристроями та інструментом;

- при виявленні несправностей повідомте безпосереднього керівника або ліквідуйте їх самі, якщо це входить у ваші обов'язки.

Недозволяється працювати на устаткуванні знятим захисним засобом травмонебезпечних зон;

- не наступайте на переносні електричні провoda, що лежать на підлозі, не доторкайтесь до неізолюваних або пошкоджених проводів, не відчиняйте двері електрошаф та і ремонтуйте електроустаткування, яке вийшло з ладу;

- переходьте через конвеєри по перехідних містках, і не підлазьте під них;
- будьте уважними до сигналів внутрішньоцехового транспорту;
- не виконуйте роботи, які не входять у ваші обов'язки.

1.8 На території підприємства пересувайтесь по пішохідних доріжках, проїзну частину дороги переходьте в установлених місцях.

1.9 При виконанні роботи використовуйте такі засоби індивідуального захисту:

- комбінезон робочий без просочення;
- ковпак бавовняний; чоботи гумові;
- черевики юртові на гумовій підошві; респіратор "Астра-2" протиасбозольний фільтрувальний; окуляри захисні.

1.10. Умійте надавати першу (долікарську) допомогу при кровотечах, переломах, ураженні електричним струмом, раптовому захворюванні. Отримавши травму повідомте про це безпосереднього керівника самі або через товариша.

1.11 Дотримуйтеся вимог особистої гігієни: верхній одяг, головний убір, вуличне взуття, особисті речі залишайте в гардеробній;

роботу виконуйте в чистому спецодязі; приймайте їжу в кімнаті для приймання їжі.

## 2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1 Працівник повинен:

- старанно оглянути частини механізмів стрічкового транспортера;
- перевірити щільність прилягання стрічки до поверхні барабана і відсутність пошкоджень стрічки;

– перевірити наявність і справність захисних засобів рухомих частин механізму, чи міцне їх кріплення;

– перевірити при пробному пуску транспортера легкість обертання барабанів і роликів, рух стрічки, достатність її натягу, а також стан захисних засобів проти ваги натяжного пристрою;

– надіти спецодяг, спецвзуття, а при потребі, і засоби індивідуального захисту;

– оглянути стан пускової електроапаратури, відповідних запобіжників, а також заземлення електродвигунів;

– перевірити записи у журналі «Прийом-здача» зміни.

### 3. Вимоги безпеки під час роботи

Перед пуском стрічкового конвеєра слід переконатись у відсутності на ньому залишків матеріалів, інструменту та інших сторонніх предметів, а також попередити робітників, які обслуговують механізм звуковим сигналом про його пуск. Забороняється присутність сторонніх осіб біля механізму при пуску його в роботу.

Зробити пробний пуск транспортера без навантаження. Якщо при цьому не виявляться будь-які несправності, його слід поступово завантажувати.

Під час пробного пуску необхідно перевірити правильність роботи всіх частин машини.

Для забезпечення нормальної роботи стрічкових транспортерів необхідно додержуватись таких правил:

- систематично спостерігати за роботою роликів;
- постійно спостерігати за роботою натяжних пристроїв;
- регулярно оглядати завантажувальні воронки, розвантажувальні і очистні пристрої.

Оператору забороняється:

- зупиняти стрічкові транспортери в завантаженому стані (за винятком аварійних випадків);

- очищати і ремонтувати під час руху;

- відвертати збігання стрічки вбік за допомогою упору, усувати буксування стрічки на приводному барабані, підсипаючи каніфоль, пісок та інші матеріали.

Забороняється під час роботи транспортера усувати ковзання транспортерної стрічки, підсипаючи пісок, глину, шлак, каніфоль, гудрон і т.п. між стрічкою та барабаном, натягати, укріплювати, виправляти стрічку, переставляти ролики, що підтримують стрічку, а також очищати натяжні і приводні станції (барабани), зірочки вручну.

Ці операції дозволяється проводити при виключеному електродвигуні, коли запобіжники та вилки розриву зняв електрикомонтер.

#### 4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

Оператор повинен:

-повідомити робітників про припинення завантаження стрічкового транспортера матеріалами;

-зупинити механізм і виключити рубильник; ящик, у якому він встановлений, замкнути на замок.

Оглянути і очистити частини механізму від бруду, матеріалу і пилу. При очищенні механізмів необхідно користуватись запобіжними окулярами.

Після закінчення зміни і перед початком роботи необхідно періодично змашувати підшипники ролики, які не крутяться, і несправні замочити.

Зняти спецодяг, очистити його від пилу та іншого бруду і віднести у відведене для зберігання місце. Потім вимити обличчя і руки теплою водою з милом або прийняти душ.

Про всі несправності, виявлені при огляді або роботі транспортера, зробити записи в журналі «Прийом-здача» зміни.

## 5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Якщо на стрічці транспортера виявлені надриви металу, різкі прогини і дефекти зварних швів, роботу слід негайно припинити. Оглядати стрічку необхідно перед початком кожної зміни.

Забороняється гасити проводи або електрокабель, які горять, не виключивши напруги.

В разі пожежі необхідно негайно відвести людей на безпечну відстань, повідомити пожежну охорону та вжити заходів до гасіння.

В разі раптового припинення подачі струму машиніст стрічкового транспортера повинен виключити рубильник і загальмувати механізм.

Негайно виключити струм при таких обставинах:

- при поломці якоїсь деталі механізму;
- при нещасному випадку, що трапився біля механізму, з кимсь із обслуговуючого персоналу;
- в разі виникнення пожежі в зоні робіт.

На всій території підприємства знаходяться пожежні гідранти. Витрата води на пожежогасіння залежить від вогнестійкості будівлі. Для виробництв категорії В-II витрата води складає на зовнішнє гасіння 20 л/с, на внутрішнє 5 л/с.

### 4.3 Охорона навколишнього середовища

Законом України від 25 червня 1991 р. No 1264-XII «Про охорону навколишнього природного середовища» визначено, що охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки діяльності людини є невід'ємними умовами сталого економічного і соціального розвитку України. Більшість принципів охорони навколишнього середовища так чи інакше закладені в діяльності підприємств, а саме: пріоритет вимог екологічної безпеки,

обов'язковість дотримання екологічних стандартів та обмеження використання природних ресурсів при здійсненні господарської, управлінської діяльності, та інші види діяльності, забезпечення екологічно безпечного середовища для життя і здоров'я людей, екологізація матеріального виробництва на основі комплексності вирішення питань охорони навколишнього середовища, використання і відтворення відновлюваних природних ресурсів, широкого впровадження новітніх технологій тощо.

На законодавчому рівні в Україні відсутнє визначення поняття «екологічна безпека підприємства», хоча це питання на сьогоднішній день є дуже актуальним, тоді як у статті 50 Закону № 1264-ХІІ законодавець дав роз'яснення. : Екологічна безпека — стан навколишнього природного середовища, який запобігає погіршенню екологічної обстановки та виникненню загрози здоров'ю людей. Тому, здійснюючи свою діяльність, підприємство повинне дотримуватись екологічних норм, забезпечувати сплату платежів і штрафів за забруднення навколишнього середовища, забезпечувати екологічність своєї продукції тощо забезпечуючи тим самим екологічну безпеку виробництва. У разі недотримання у господарській діяльності вимог екологічної безпеки підприємство або його працівники несуть дисциплінарну, адміністративну, цивільно-правову, а в окремих випадках і кримінальну відповідальність. З цієї причини компанія повинна бути зацікавлена в належній організації роботи виконавців екологічних послуг.

Витрати на реалізацію природоохоронних програм і заходів потребують значних ресурсів. Проте в найближчі 5-10 років країна матиме дуже обмежені ресурси для покращення стану навколишнього середовища та забезпечення раціонального використання природних ресурсів.

Тому необхідно чітко визначити пріоритетні напрями та проблеми для розробки реалістичних, ефективних та економічно вигідних рішень. Для цього, виходячи з фактичного екологічного стану території України, необхідно враховувати такі основні критерії та фактори:

Погіршення здоров'я людей внаслідок значного забруднення навколишнього середовища;

Втрати, що призводять до зниження продуктивності національної економіки внаслідок втрати або знищення фізичного капіталу та природних ресурсів;

Погіршення стану або ризик чепоправної шкоди біологічному та ландшафтному різноманіттю, зокрема лукам, пасовищам, озерам, водосховищам, річкам, землі, лісам, прибережжям і морським екосистемам і гірським районам;

еколого-економічна ефективність природоохоронних заходів.

До основних пріоритетів охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів належать:

забезпечення екологічної безпеки ядерних установок та радіаційного захисту населення і навколишнього природного середовища, мінімізації шкідливого впливу наслідків аварії на Чорнобильській АЕС;

Покращення екологічного стану водних басейнів України та якості питної води;

Стабілізація та поліпшення екологічного стану в містах і промислових центрах Донсько-Дніпровського регіону;

Будівництво нових та пересаднання існуючих потужностей міських очисних споруд;

Запобігання забрудненню Чорного та Азовського морів та покращення їх екологічного стану;

Формування збалансованої системи природокористування та відповідної структурної перебудови виробничого потенціалу економіки, екологізації технологій у промисловості, енергетиці, будівництві, сільському господарстві та транспорті;

Збереження біологічного та ландшафтного різноманіття, заповідна справа. Охорона повітряного басейну від забруднення, особливо у великих містах і промислових центрах; Охорона та збереження земельних ресурсів від забруднення, виснаження та нерационального використання;

Збереження та розширення територій зі статусом природного ландшафту, посилення природоохоронної діяльності на заповідних і рекреаційних територіях; підвищення стійкості та екологічних функцій лісів;

Утилізація, знешкодження та утилізація промислових та побутових відходів;

Запобігання забрудненню морських і внутрішніх водойм, зменшення і припинення скидання забруднених стічних вод у водні об'єкти, охорона підземних вод від забруднення;

Збереження та відродження малих річок, здійснення управління водними ресурсами за басейновим принципом;

Завершення створення державної системи моніторингу довкілля;

Створення системи прогнозування, попередження та оперативних заходів при виникненні надзвичайних ситуацій природного та природно-технічного походження;

Забезпечення екологічного забезпечення необхідного процесу військово-промислового комплексу;

Здійснення заходів екологічного контролю за діяльністю Збройних Сил України;

Розробка механізмів впровадження систем природокористування;

Впровадження ефективних економічних складових впливу на систему природокористування;

Створення системи екологічної освіти, навчання та ч формування.

Державна політика у сфері охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної

безпеки реалізується через окремі міжурядові, державні, галузеві, регіональні та місцеві програми, спрямовані на реалізацію визначених пріоритетів.

Головне завдання на найближчу перспективу – не допустити збільшення забруднення та виснаження природних об'єктів.

Реконструкція техногенного середовища, технічне переоснащення виробничого комплексу на основі впровадження новітніх досягнень науки, енерго- та ресурсозберігаючих технологій, безвідходних та екологічно безпечних технологічних процесів, використання відновлюваних джерел енергії, вирішення проблем утилізації та використання всіх видів відходів;

Встановити ефективний екологічний контроль за науково-дослідними роботами зі створення об'єктів штучного походження, проектування, будівництва та експлуатація яких здійснюється людиною з метою господарювання.

## ВИСНОВКИ

Проведено аналіз існуючих конструкцій технологічного обладнання для вертикального транспортування зернопродуктів. Розглянув особливості проектування зернових норій, особливості їх конструкцій. Проведено розрахунки та обґрунтував режими роботи транспортного обладнання, яке обрав в роботі в якості предмету дослідження. Проаналізовано існуючі небезпеки та заходи з охорони праці на зернопереробному підприємстві, розглянув правила безпечної експлуатації норії.

Розраховано та обґрунтував параметри та режими роботи зернової норії.

У загальному розділі наведено стислу оцінку сучасного стану предмету і об'єкту розробки; обґрунтував актуальність роботи та підстави для її виконання; мету роботи, можливі сфери застосування її результатів; практичне значення кваліфікаційної роботи.

У технологічному розділі розглянуто технологічну схему приймання зерна, особливості конструкції норії, правила монтажу та експлуатації норії.

У конструкторському розділі розраховано конструктивні та режимні параметри норії, розглянув особливості кінематичної схеми, підібрав електродвигун та розрахував відповідний редуктор.

У розділі економіки, охорони праці та навколишнього середовища розрахував економічну ефективність використаних технічних рішень, запропонував безпечні умови праці оператора, а також заходи щодо усунення шкідливого впливу машини на довкілля.

Розрахована норія може бути використана в умовах роботи зерноприймального елеватора в системі транспортного обладнання.

Сферою застосування результатів роботи є виробництво засобів малої механізації ручної праці у сільському господарстві.

Графічна частина проекту становить 4 аркуші формату А1.