

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АЕРОКОСМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЙ АЕРОПОРТІВ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри

_____ О.Тамаргазін

"__" _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

ЗА ОСВІТНО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ
«ТЕХНОЛОГІЇ РОБІТ ТА ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ АЕРОПОРТІВ»

Тема: Підвищення ефективності використання шнеко-роторних машин під час зимового утримання аеродромів

Виконавець: здобувач вищої освіти групи ТА-205М
Чабан Микита Миколайович
(група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: д.т.н., професор Тамаргазін Олександр Анатолійович
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу «Охорона праці»: _____ Гунченко О.М.
(підпис) (П.І.Б.)

Консультант розділу
«Охорона навколишнього середовища»: _____ Бовсуновський Є.О.
(підпис) (П.І.Б.)

Нормоконтролер: _____ Білякович О.М.
(підпис) (П.І.Б.)

КИЇВ 2021

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Підвищення ефективності використання шнеко-роторних машин під час зимового утримання аеродромів»: сторінок 98, ілюстрацій 13, таблиць 7, інформаційних джерел 38.

Об'єктом досліджень є шнеко-роторна машина для зимового утримання аеродрому.

Метою роботи є вдосконалення існуючих ШРМ для зимового утримання аеродромів.

Виходячи з мети кваліфікаційної роботи у пояснювальній записці сформульовано та вирішено наступні задачі:

1. Проведено інформаційний пошук з тематики шнеко-роторних машин під час зимового утримання аеродрому, проаналізовано основні недоліки.
2. Проаналізувати основні види снігоприбиральних машин під час зимового утримання аеродромів.
3. Оптимізована навісна система шнеко-роторних машин та створена технічно-економічна доцільність проекту.
4. Розроблено рекомендації, що до поліпшення охорони праці та екологічної безпеки при роботі шнеко-роторних машин під час зимового утримання аеродромів.

АЕРОПОРТ, АЕРОДРОМ, ШНЕКО-РОТОРНА МАШИНА, АВІАЦІЙНА НАЗЕМНА ТЕХНІКА, АВІАЦІЙНА БЕЗПЕКА.

Матеріали дипломного проекту рекомендується використовувати під час проведення наукових досліджень, у навчальному процесі та в практичній діяльності підприємств.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. Проблеми зимового утримання аеродрому	11
1.1. Нормативні документи, що регламентують правила зимового утримання аеродрому	11
1.2. Техніка, яка використовується під час зимового утримання аеродрому	14
1.3. Особливості використання шнеко-роторних машин	18
1.3.1. Основні види шнеко-роторних машин.....	20
1.3.2. Недолік шнеко-роторних машин	27
Висновки по розділу	30
РОЗДІЛ 2. Розробка рекомендацій з усунення недоліків шнеко-роторних машини, які використовуються під час зимового утримання аеродромів	32
2.1. Технічні розрахунки з модернізації шнеко-роторних машин	32
2.2. Економічне обґрунтування модернізації шнеко-роторних машин.....	47
2.3. Гідравлічний розрахунок.....	57
Висновки по розділу	59
РОЗДІЛ 3. Технологія підвищення ефективності шнеко-роторних машин.....	60
3.1. Технічні розрахунки процесу виготовлення частин для шнеко-роторних машин	60
3.1.1. Розрахунок припусків на механічну обробку.....	60
3.1.2. Розрахунок режимів обробки деталей.....	62
3.2. Розрахунок економічних параметрів базового обладнання шнеко-роторних машин	71
3.3. Розрахунок і капітальні витрати на проект нової технології	73
3.4. Розрахунок річного економічного ефекту.....	77
Висновки по розділу	80
РОЗДІЛ 4. Охорона праці	81

4.1. Аналіз умов праці.....	82
4.2. Безпека виробничої діяльності	86
4.3. Розрахунок пристрою для захисту від шуму	88
4.4. Заходи протипожежної безпеки.....	89
Висновки по розділу	91
РОЗДІЛ 5. Охорона навколишнього середовища	92
5.1. Фактори негативної дії на довкілля	93
5.2. Розрахунок еколого-економічного збитку при обробці деталей	95
Висновки по розділу	96
ВИСНОВКИ.....	98
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ	
ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	99

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

АНТ – авіаційна наземна техніка;

АД – аеродром;

АС – аеродромна служба;

КТС – контроль технічного стану;

ПММ – паливно-мастильні матеріали;

РД – руліжна доріжка;

ТО – технічне обслуговування;

СМ – спецмашина;

ШРМ – шнеко-роторна машина;

ВСТУП

Актуальність теми. Для зимового утримання аеродромів застосовують різноманітну техніку. Це плужні, плужно-щіточні снігоочисники, вітрові та теплові машини. Всі ці машини в процесі функціонування переміщують сніг до країв ЗПС та РД. Далі, у залежності від стану снігової маси в роботу вступають роторні, шнеко-роторні та фрезерно-роторні снігоочисники, які перекидають

Так при наявності снігової маси із щільністю до 450 кг/м^3 доцільно застосовувати роторні або шнеко-роторні машини (ШРМ). На снігу з більшою щільністю відмінно працюють снігоочисники фрезерно-роторного типу.

На сьогоднішній день, у сучасних умовах експлуатаційного утримання аеродромів, більш широке поширення отримали шнеко-роторні снігоочисники. Це пов'язано, у першу чергу, з тим, що в аеропортах прибирання снігу починається одразу після початку його випадіння і значення щільності снігу, як правило, не встигають збільшитись до суттєвих величин – снігові маси в оперативному порядку прибирають снігоочисники аеродромної служби аеропорту.

Шнеко-роторні снігоочисники забезпечені активним робочим органом, що змонтований на самохідному шасі і призначені для очищення аеродромів і автомобільних доріг від снігових заносів і лавинних завалів, а також для видалення снігових валів, утворених іншими снігоприбиральними машинами.

Снігоочисники шнеко-роторного типу оснащені робочим органом у вигляді двох або трьох, розміщених один над одним, шнеків і встановленим за ними ротором для відкидання снігової маси.

Кожен із шнеків має по дві секції з правим і лівим напрямком витків, що забезпечують подачу відділяючого шнеками снігу до ротора.

Метою і завданням виконання кваліфікаційної роботи є підвищення та оптимізація конструктивних експлуатаційних параметрів аеродромного шнеко-роторного снігоочисника для його використання в регіональних аеропортах.

Для його реалізації у кваліфікаційній роботі вирішені наступні **задачі**:

1. Проведено аналіз сучасних моделей ШРМ та його основних технічних параметрів.

2. Розроблено напрямок вдосконалення шнеко-роторної снігоочисної машини за допомогою механічної обробки деталей, проведено розрахунки основних елементів спеціального обладнання ШРМ.

3. Проведено розрахунки припусків деталей та їх подальшої механічної обробки ШРМ.

4. Розроблено рекомендації щодо експлуатації та технології роботи шнеко-роторної снігоочисної машини.

5. Розроблено рекомендації з охорони праці та довкілля при експлуатації ШРМ.

Об'єктом дослідження роботи є аеродромний шнеко-роторний снігоочисник.

Предмет дослідження є конструктивні та технічні параметри шнеко-роторної снігоочисної машини, що застосовується для роботи на аеродромах.

Методи дослідження. Використовувався аналітично-розрахунковий метод, сучасні програмні засоби, зокрема , графічні, текстові та презентаційні редактори.

Наукова новизна отриманих результатів. Проведено розрахунки та розроблено оптимальну конструкцію гвинтового снігоочисника з гідравлічним приводом на базі УРАЛ-4320. Навіщується попереду машини на навісну систему. Приведення в дію за допомогою гідроприводу.

Практичне значення отриманих результатів - Матеріали дипломної роботи можуть бути використані при проектуванні нових та модернізації існуючих шнеко-роторних снігоочисних машин вітчизняного виробництва, а також при виборі оптимальної конструкції ШРМ для регіонального аеропорту.

Особистий внесок випускника. Випускником особисто виконано інформаційний пошук щодо особливостей компоновальних схем та технічних характеристик сучасних ШРМ, які можуть використовуватись у регіональних аеропортах розробка компоновальної схеми ШРМ, розрахунок та розробка найбільш оптимальної конструкції шнеко-роторної машини з гідравлічним приводом на базі УРАЛ-4320, розробка

технології та заходів безпеки при експлуатації машини. Загальне компонування дипломної роботи та подання її до захисту виконано спільно з керівником.

РОЗДІЛ 1

ПРОБЛЕМИ ЗИМОВОГО УТРИМАННЯ АЕРОДРОМУ

1.1. Нормативні документи, що регламентують правила зимового утримання аеродрому

Утримання аеродрому передбачає такі роботи: перевірку стану покриттів і прилеглих ґрунтових ділянок, очищення покриттів від сміття, пилу, бруду, знепилювання, поливання холодною водою для послаблення температурних напружень за високих температур повітря, підсушування покриттів, відновлення або нанесення нових маркувальних знаків на покриття, контроль стану швів.

У холодний період – снігозатримання та снігоочищення і вивезення снігу з валів, боротьба з ожеледицею, ущільнення снігу до необхідної товщини, яка зберігає трав'яний покрив, з наступним знищенням свіжого снігу. Механізми і технологія робіт – такі самі, як і на дорогах. Ширше застосовується здування снігу струменями газів від списаних турбореактивних двигунів, які встановлені на автомобільному шасі (ТМ-59, КрАЗ-ТМ-76, АЛМІ-1). Ефективним способом боротьби з ожеледицею є такий, коли турбореактивний двигун устанавлюється перед машиною на висоті до 1 м і під кутом 45° до поверхні покриття. Гарячі газові потоки розплавляють лід і здувають краплини води. Покриття після очищення має сухий і чистий вигляд [35].

Основними роботами з експлуатаційного утримання аеродромів у зимовий період є [15]:

- Очищення елементів аеродрому від снігу (снігоочищення);
- Запобігання та видалення з покриттів ожеледицьких утворень (боротьба з ожеледицею);
- Ущільнення снігового покриву (снігоущільнення);
- Снігозахист елементів аеродрому від снігометельових заметів;
- Підготовка та утримання вертодромів та посадкових майданчиків.

У кожному аеропорту та управлінні ГА не пізніше ніж за два місяці до настання

негативних температур має бути складений план заходів щодо підготовки льотного поля та засобів аеродромної механізації до роботи в осінньо-зимовий період. План повинен передбачати проведення заходів щодо утримання та ремонту елементів аеродрому, відновлення маркування покриттів та маркувальних знаків. Відповідно до цього плану має бути проведений ремонт аеродромних машин та механізмів, обладнання їх засобами радіозв'язку, проблісковими та габаритними вогнями [36].

Штати аеродромної служби та служби спецтранспорту мають бути укомплектовані та з ними організовано виробничо-технічне навчання з особливостей проведення робіт із утримання аеродрому в зимовий час. Навчання проводиться з використанням альбому технологічних карт, який є основним та обов'язковим для виконання документом, що регламентує тактику льодо- та снігоприбиральних робіт на аеродромі. Альбом складає начальник (старший інженер) аеродромної служби, на якого також покладається відповідальність за виконання льодо- та снігоприбиральних робіт відповідно до технологічних карт цього альбому [36].

Альбом технологічних карток повинен містити [15]:

- титульний лист, що включає наступну інформацію: повна офіційна назва аеропорту, вказівка посад і прізвища осіб, які узгодили, а також особи, що затверджують технологічні карти; термін дії технологічних карт, місяць та рік їх складання;
- схему аеродрому із зазначенням робіт, що належать до першої черги очищення;
- схему організації взаємодії та зв'язку при льодо- та снігоприбиральних роботах;
- перелік наявних в аеропорту засобів механізації для льодо- та снігоприбиральних робіт із зазначенням основних технічних характеристик та призначення;
- технологічні карти на основні характерні льодо- та снігоприбиральні роботи, що виконуються в аеропорту;
- лист змін та доповнень технологічних карт.

Технологічні карти складаються з вихідних даних (найменування елемента аеродрому, характеристики опадів, швидкості та напрямку вітру), схеми руху збиральних

машин, таблиці необхідних засобів механізації та робочої сили, технологічного опису виконуваних робіт та лінійного графіка робіт. Лінійний графік робіт складається тільки на льодоприбиральні роботи із застосуванням хімічних реагентів і відображає послідовність виконання наступних операцій: розтарювання, подрібнення та завантаження в розкидачі хімічного реагенту, розсип реагенту покриттю та видалення сльози, що утворилася після плавлення льоду [36].

Для забезпечення регулярності польотів та раціонального використання засобів механізації всі роботи в зимовий період з очищення від снігу та підготовки елементів аеродрому (за наявності однієї ІВПП) розбивають на черзі:

- перше – очищення ІВПП, бічної смуги безпеки (БПБ) на ширину 10 м від кордону ІВПП, що використовуються для рулювання (робітників) РД з відкиданням валів роторними снігоочисниками, перону, обмежувальних «вогнів» (світильників) по межах ІВПП та підготовка зони «А» курсового і глісадного радіомаяків (КРМ і ГРМ);
- друга – підготовка запасної ГВПП, очищення МС, інших РД, узбіччя всіх РД на ширину 10 м і привокзальної площі;
- третя – очищення КПБ на половину її довжини, БПБ на ширину до 25 м, узбіччя МС та перонів з плануванням укосів, під'їзних шляхів до об'єктів радіозв'язку, ПММ, внутрішньо-аеропортових доріг та інші роботи.

Для аеродромів, що мають дві ІВПП, до першої черги очищення від снігу відноситься одна ІВПП, БПБ по 10 м, робочі РД, зони «А» КРМ та ГРМ, що примикають до цієї ІВПП, перон та вогні (світильники) по межі цієї ІВПП. Очищення від снігу другої ІВПП проводиться у другу чергу [36].

Підготовка елементів аеродрому, що належать до першої черги, повинна бути розпочата методом патрулювання з початку снігопаду та закінчена не пізніше 1 години після його припинення. Після закінчення робіт першої черги дозволяється відкривати аеродром для прийому та випуску ЗС. Роботи, що належать до наступних черг, повинні бути розпочаті відразу після закінчення робіт першої черги [36].

1.2. Техніка, яка використовується під час зимового утримання аеродрому

Взимку аеродроми використовують:

- деайсери;
- снігоприбиральну техніку;
- розподільники рідких реагентів

Деайсери

Використовуються, щоб запобігти утворенню інею на фюзеляжі літака під час стоянки. Іній також може з'явитися на крилах та стабілізаторі. На літаку може утворитися крига, його нерідко обліплює сніг. Деайсери покликані вирішити цю проблему.



Рис.1.1. Деайсер

Вони являють собою спеціальні машини з вантажними шасі та висувними платформами. На цих платформах знаходиться кабіна оператора та розпилювачі реагентів. Для забезпечення безпеки машини також оснащуються датчиками та сигнальними вогнями. Машини оснащуються потужними насосами, які розпорошують на літак реагенти, що запобігають утворенню льоду. Гідравлічна система є гнучкою, що допомагає контролювати точність нанесення речовин. Машина містить також підігрівачі, змішувачі компонентів та прилади обліку витрати реагентів [5].

Снігоприбиральна техніка

Снігоочисники для аеропортів здатні впоратися зі сніговими заметами заввишки до трьох метрів, рухаючись зі швидкістю до 50 км/год. Жодна ручна праця не здатна зрівнятися у продуктивності.



Рис.1.2. Снігоприбиральна машина

Найбільш поширені два типи техніки: фрезерно-роторна та плунжерно-щіткова. Сніг очищається шляхом розкидання його щітками праворуч і ліворуч у міру просування машини. Снігові маси відкидаються на відстань до двадцяти метрів від злітно-посадкової смуги. Дані машини здатні привести злітно-посадкову смугу в готовність за лічені хвилини.

Розподільники рідких реагентів

Незамінні в холодну пору року, коли злітно-посадкова смуга та дороги для аеродромної спецтехніки можуть покритися льодом. Розподільники рідких реагентів обробляють усі дороги та смугу спеціальними хімічними речовинами, які суттєво знижують ризик утворення льоду. Вони створені так, щоб у короткий термін обробити значну частину шляхів, забезпечуючи необхідний рівень безпеки. Це можливо завдяки великим бакам, використанню спеціальних матеріалів для стійкості до хімічного впливу та всюдихідного шасі [5].



Рис.1.3. Розподільник рідких реагентів

Плужні та плужно-щіткові снігоочисники

Призначені для патрульного обслуговування доріг та поточного очищення злітно-посадкових смуг та руліжних доріжок аеродромів у зимовий час. Їх використання найефективніше по тонкому шару свіжого, що не злежався і некатаного снігового покриття. Плужні снігоочисники випускаються, головним чином, у вигляді навісного змінного обладнання до бульдозерів, автогрейдерів і потужних тягачів, здатних завдяки великій силі тяги і курсовій стійкості очищати за один прохід всю смугу руху зі швидкістю, що забезпечує відкидання снігу на узбіччя [8].



Рис.1.4. Плужні снігоочисники

При регулярному очищенні міських і аеродромних територій від свіжого снігу найбільш часто використовуються плужно-щіткові снігоочисники на базі серійних або адаптованих автомобільних шасі, що зсувають основну масу снігу плугом з

проїжджої частини в бік узбіччя і очищають покриття від його залишків. Плуг встановлюється попереду автомобіля, а циліндрична щітка – під його рамою, між передньою та задньою осями. Кут між плугом і поздовжньою віссю машини може змінюватися від 90° до 70° , а вісь щітки повернута під кутом у плані, щоб сніг змівся від машини вперед, до правої узбіччя. Плуг складається з відвалу, ножів та рами.

У найбільш простих і дешевих конструкціях відвал є монолітною плитою з циліндричною поверхнею. Нижня кромка відвалу оснащується болтовими затискачами для кріплення секційних гумових ножів, завдяки еластичності яких покращується очищення поверхні і виключаються аварійні ситуації при наїзді на нерівності покриття, кришки люків і т. п. У центрі задньої стінки відвалу прикріплена поворотна рама плуга рами під різними кутами. При найпростішому варіанті фіксатором служить металевий палець, що вставляється в збігаються отвори поворотної та зчіпної рам. Зчіпна рама у свою чергу через шарніри з'єднується з штангами, що штовхають, тяговою рамою, прикріпленою до лонжеронів шасі [7].

Штанги, що штовхають, можуть бути і моноблочними і телескопічними, з амортизаторами всередині. Амортизатори оберігають раму базового шасі від ударних навантажень, що сприймаються плугом. Існують плуги з багатосекційними відвалами, що адаптуються до нерівної поверхні, кожна секція якого кріпиться до загальної несучої конструкції незалежної важільно-пружинної підвіскою, що притискає секцію до поверхні покриття і дозволяє їй перескакувати через нерівності, кришки люків та інші шп.

В останні роки на ринку з'явилося вітчизняне плужне обладнання з відвалами змінної по довжині висоти та конічним козирком, які виключають пересипання снігу через верх відвалу та дозволяють прибирати сніг на підвищених швидкостях із дальністю відкидання снігу до 15 м і більше.

Циліндрична щітка є трубою, на яку надягають, щільно притиснуті один до одного, плоскі кільця із запресованим по зовнішній кромці ворсом. Зібрана щітка кріпиться до кронштейнів, підвішених до рами шасі гідроциліндрами підйому/опускання, і наводиться об'ємним гідромотором або через вбудований планетарний в

щітку, або через зовнішній ланцюговий редуктор. Щітковий ворс сучасних машин виготовляється з капронового моноволокна, але найкраща якість очищення покриття від снігу дає жорсткіший і тонший дротяний ворс. Його застосування обмежене небезпекою, яку представляють для пневмоколів автотранспорту фрагменти дротяного ворсу, що обламуються, що залишаються на дорозі [7].

Снігонавантажувачі. Призначені для евакуації снігових мас значної товщини за межі покриття або транспортні засоби. Їх використання найбільше ефективно при прибиранні снігу, складованого у високі лоткові та придорожні вали або бурти.

Лапові снігонавантажувачі (рис. 1.5) використовуються в основному для перевантаження в транспорт снігу, зібраного плужними снігоочисниками у вали на лотковій частині міських вулиць. Навантажувачі монтуються на спеціалізованих шасі, зібраних із стандартних конструкцій та агрегатів серійних вантажних автомобілів. Робоче обладнання складається з лапового живильника, розташованого перед навантажувачем, та похилого скребкового конвеєра, орієнтованого вздовж поздовжньої осі машини.



Рис.1.5. Лаповий снігонавантажувач

Робочі органи розташовані в коробі, широка частина якого з лаповим живильником, що загібає сніг у короб, починається перед машиною, а вузька – з конвеєром, проходить над усіма агрегатами машини і виступає так далеко, щоб під неї міг стати самоскид.

Машини для розподілу сипких антижеледних матеріалів, як правило, є універсальними і в теплу пору року переобладнаються в поливомийні. Вони монтуються на шасі серійних вантажних автомобілів, або спеціалізованих пневмоколісних шасі.

Пісок, гранітна крихта або суміш піску із сіллю засипаються в бункер у формі трапецієподібної призми, зверненої меншою основою вниз. Відкритий верх бункера забраний двосхилими ґратами, що грає роль сита. Днищем бункера прокладено ланцюговий скребковий конвеєр (живильник), що виносить вміст до заднього торця бункера, де встановлено розподільний пристрій. Горизонтальний диск з вертикальними радіальними лопатями на нижній площині, закритий кожухом, обертаючись, розкидає антижеледний матеріал через щілини в кожусі по навколишній поверхні відносно рівномірним шаром. Витрата матеріалу може регулюватися швидкістю живильника, швидкістю обертання диска, розміром та орієнтацією витратних щілин кожуха. Розподіл рідких хлоридів здійснюється з автомобільних, напівпричіпних або причіпних цистерн для перевезення рідин, обладнаних системами дозування та розподілу [34].

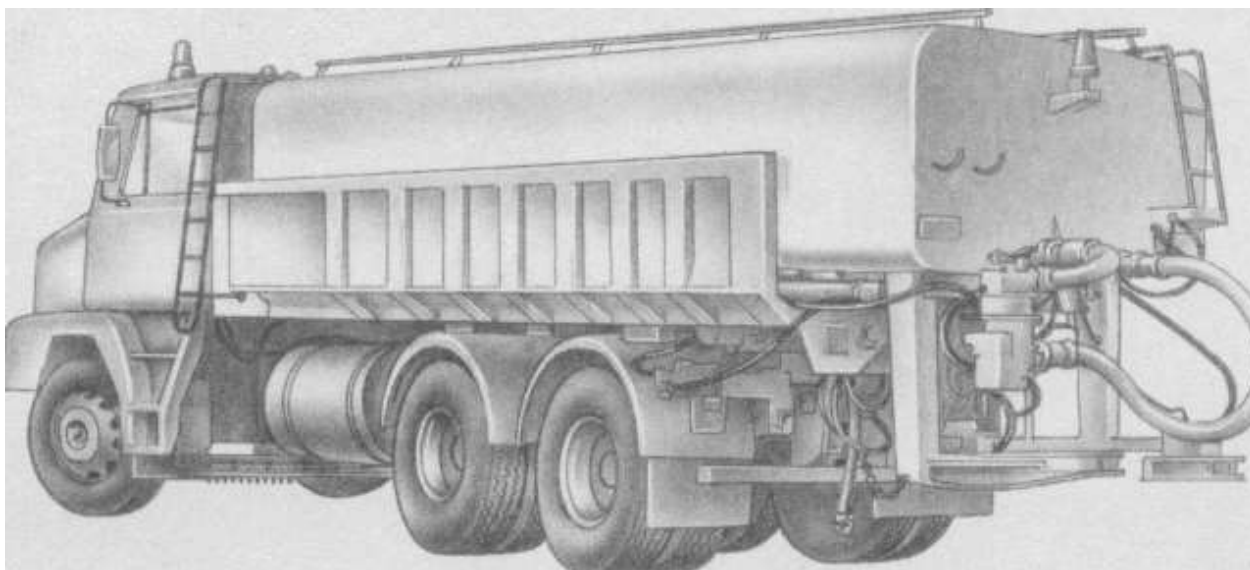


Рис.1.6. Розподільник антижеледних сольових розчинів
на шасі вантажного автомобіля

1.3 Особливості використання шнеко-роторних машин

1.3.1. Основні види шнеко-роторних машин

Фрезерно-роторні снігоочисники

Застосовується фрезерно-роторний робочий орган дуже широко. Обладнаним машини використовуються для прибирання ущільненого снігу та снігових валів з подальшим навантаженням у кузови самоскидів або відкиданням убік. Встановлений на шасі робочий орган здійснює фрезерування зледенілого снігу по краю дороги торцевими фрезами з наступним навантаженням у вантажний автомобіль або відкиданням снігу убік.

Устаткування встановлюють на тракторному, автомобільному, спеціальному шасі чи шасі фронтального навантажувача. На тракторі встановлюють обладнання на кронштейнах спеціальної рами. Привід проходить через редуктор від валу відбору потужності трактора на фрези [10].

Дуже ефективно використання агрегату, в якому фрези встановлені всередині корпусу (його робоча частина має форму скошеного плуга) на шасі Unimog. Наявність транспортних та знижувальних робочих швидкостей дозволяють експлуатувати Unimog як на магістралях із твердим покриттям, так і на великих площах із утрамбованим снігом. Таке обладнання змонтовано і на деяких моделях Амкодор та Schmidt.



Рис.1.6. Амкодор-СНТ-2500

У 2001 році був випущений тракторний снігоочисник Амкодор-СНТ-2500, навісний фрезерно-роторний робочий орган якого розташований не спереду, як завжди, а ззаду трактора і приводиться в дію від заднього ВОМ (так званий робочий орган задньопривідний). Таким чином, збиральний механізм не закриває огляд, що підвищує безпеку роботи в місті, а також у місцях, де велика ймовірність попадання

сторонніх предметів на робочий орган (склади, заводи) [10].

Пристрій роторних снігозбирочних машин

Роторні снігоприбиральні машини, що застосовуються на прибиранні снігу з дорожніх покриттів, поділяються на два основні типи: із суміщеним циклом (одноступінчасті), коли розробка снігу та відкидання здійснюються одним механізмом, і з роздільним робочим циклом (двоступінчасті), коли один механізм – живильник – відокремлює сніг від вибою, а металевий апарат транспортує розроблену масу за межі ділянки, що очищається.

Роторні машини із суміщеним циклом

До машин із поєднаним циклом відносяться плужнороторні снігоочисники (рис.1.7) та фрезерні (рис. 1.8).

Поєднання операцій дозволяє створити компактний, менш металомісткий робочий орган, завдяки чому машина набуває дуже важливої властивості – маневреності. Оскільки знижується навантаження на ближній до робочого органу міст, снігоочисник йде із більшою транспортною швидкістю.



Рис.1.7. Плужно-роторні снігоочисники



Рис.1.8. Фрезерний снігоочисник

Однак поєднання операції розробки снігу та транспортування його у бік від напрямку руху неминує веде до непродуктивних втрат потужності, оскільки різання снігу, виходячи з умов енергоємності процесу, обмежене швидкостями 9...10 м/с, а для відкидання необхідні окружні швидкості 2...3 рази більші. Тому збільшення дальності відкидання в снігоочисниках цього за рахунок підвищення частоти обертання виконавчого механізму призводить до нераціонального розподілу потужності в робочому органі і, отже, до зниження продуктивності машини [7].

Роторні машини з роздільним циклом

Роздільний принцип видалення снігу з покриттів дає певні переваги. Привід живильника та метального апарату здійснюється через індивідуальний кінематичний ланцюг, тому режим роботи, конструктивні форми елементів, їх розташування та кількість вибирають для кожного механізму, виходячи з умов раціонального робочого процесу.

Снігоочисники, робочий орган яких виконаний за такою схемою, отримали назву шнеко-роторних та фрезерно-роторних, а розрізняються вони виконанням та комплектуванням живильника, конструктивне оформлення якого визначає розмір шнека, що використовується для розробки снігового масиву.

На рисунку 1.9 показаний Movi 170 ZAUGG. Це моноблок з 6-циліндровим

дизельним двигуном Mercedes і фрезерно-роторним робочим кузовом ZAUGG SF-90-85-R шириною 2,30-2,96 м. Моноблок має масу близько 3200 кг, тому для роботи потрібен передній навантажувач з перекидним навантаженням не менше 6 тонн [37].



Рис. 1.9. Моноблок Мобі 170 ZAUGG з фрезерно-роторним робочим корпусом ZAUGG SF-90-85-R

МБ-73 ZAUGG - моноблок з чотирициліндровим дизельним двигуном Deutz і фрезерно-роторним робочим корпусом ZAUGG SF-72 або SF-90 (рисунок 1.11) [37].



Рис.1.11. Моноблок МБ-73 ZAUGG з фрезерним і поворотним робочим корпусом ZAUGG SF-72

Снігоочисники ДЕ-226, КО-605, ДЕ-210БМ

За двомоторною схемою виготовлений снігоочисник ДЕ-226. Привід робочого органу здійснюється від додаткового двигуна, встановленого на рамі базового автомобіля, за кабіною, а пересування від штатного.



Рис. 1.12. Шнеко роторний снігоочисник КО-605М

Головною відмінністю снігоочисника КО-605 від інших машин, що виробляються в країнах СНД, є робочий орган, у якому використано нову конструкцію металевого апарату. Мельник – дисковий, лопатевий. Центральна завантажувальна область виконана коноїдально для вільного входу снігової маси порожнину металевого апарату. Лопатки метача складаються з двох сполучених між собою ділянок: розгінної та напрямної. Таке конструктивне рішення дозволяє збільшити пропускну здатність металевого апарату і надати часткам снігу в момент розвантаження в напрямний патрубок однакову за величиною та напрямом швидкість [11].

Таким чином, конструктивне рішення металевого апарату снігоочисника КО-605М враховує особливості його робочого процесу: запобігає викиду снігової маси з лопат, створює компактний однорідний сніговий потік з мінімальною площею розсіву. Застосування такої конструкції метача дозволило збільшити продуктивність

шнекороторного снігоочисника на 30...40%, а дальність відкидання – на 25...45% (без збільшення потужності встановленого двигуна!). Крім того, одномоторна схема, за якою виконаний снігоочисник КО-605М, дозволяє забезпечити простоту управління та технічного обслуговування, зробити машину компактною.

Дві механічні трансмісії снігоочисника ДЕ-226 містять роз'єднувальні муфти, редуктори, що перетворюють частоту обертання, карданні передачі та інші вузли, що забезпечують привід робочого органу та механізму пересування [11].

Існує думка, що двомоторна схема виконання снігоочисника дозволяє отримати незалежне регулювання швидкості пересування машини в широкому діапазоні, використовуючи п'ятиступінчасту коробку передач і додаткову, двоступінчасту, які забезпечують набір з 10 передач, а в межах включеного ступеня швидкість можна регулювати, змінюючи частоту обертання основного двигуна однак такий погляд є помилковим. Для того щоб адаптувати швидкість машини до умов снігоочищення, що змінюються, треба мати найбільше співвідношення передавальних чисел в робочому діапазоні швидкостей не більше 1,2, що тягне за собою збільшення передач мінімум в 3 рази. Крім того, за умовами раціонального робочого процесу лінійна швидкість машини не повинна перевищувати прийнятну окружну швидкість шнеків. Якщо це співвідношення порушується, то опір пересування машини стає порівняним з тяговими показниками снігоочисника зі зчеплення. Насправді це означає, що водій використовує лише дві перші передачі.

Основним недоліком схеми, що розглядається, є нераціональне використання дизеля базового шасі в робочому режимі, який завантажений всього на 10% і тривалий час працює з частотою обертання менше номінальної. Ця обставина призводить до закоксування камери згоряння, клапанів та форсунок, що значно скорочує ресурс двигуна, знижує ефективність його використання та призводить до непродуктивної витрати палива. Іншим недоліком цієї схеми є перехресний напрямок силових потоків, коли ходовий двигун приводить задній візок автомобільного шасі, а з двигуна, розташованого за кабіною, крутний момент передається на робочий орган, що навішується перед нею. Крім того, обладнання та ходовий двигун перевантажують

передній міст на 2200 кг у транспортному режимі, тому з метою запобігання його руйнуванню швидкість пересування обмежується 40 км/год. Таким чином, думка про те, що наявність другого двигуна покращує показники машини, виявляється неспроможною.

Привід робочого органу цієї машини одноступінчастий, тому частота обертання гвинтового живильника фіксована і має жорстку кінематичну зв'язок з металевим апаратом (з незмінним у процесі передатним числом). При такому виконанні приводу частота обертання шнеків та лопатевого колеса металевого апарату змінюється тільки при зміні частоти обертання двигуна, синхронно та у бік зменшення.

Принцип роботи шнеко роторної машини в тому, що робочий снігоприбиральний орган приводиться в дію від силового агрегату через роздатковий редуктор, що знижує, і систему карданних валів. При русі машини шнеки, виготовлені зі спеціального зносостійкого металу, вриваються в сніг, рихлять його і завдяки правому і лівому напрямку витків подають сніг у середину, де він захоплюється лопатями ротора, що обертається і викидається через жолоб [8].

Привід робочих органів снігоочисника здійснюється через вал карданний, кінцевий редуктор з масляною ванною, контрпривод і ланцюгову передачу. Редуктор з масляною ванною не вимагає додаткового мастила, а технічно справний стан та постійна готовність машини до роботи досягаються шляхом планомірного здійснення робіт з технічного обслуговування.

На карданному валу та контрприводі передбачені зрізні елементи, що дозволяє оберігати вузли снігоочисника у разі попадання до робочих органів великих предметів [8].

Висота шнека над землею контролюється опорними лижами. Ними оснащена кожна з модифікацій очисників снігу. Опорні лижі регулюють висоту розташування корпусу снігоприбирача над землею, тобто фактично мінімальну товщину шару снігу, що не забирається.

Корпус – один із найдовговічніших вузлів снігоприбирача – виготовлений із високоміцного металу, терміни його експлуатації значно збільшуються порівняно з

аналогами.

Також машина може оснащуватися додатковими механізмами та пристроями, які полегшують оперування нею та розширюють можливості снігоприбиральної машини: компанія може поставити як опцію комплект переднього ВОМ для фронтальної навішування на трактор МТЗ-80/82.

1.3.2. Недолік шнеко-роторних машини

Шнеко-роторні очищувачі користуються досить великою популярністю. З їхньою допомогою можна в досить короткі терміни здійснювати прибирання снігу на великій площі. Машини, обладнані шнеком, мають як переваги, так і недоліки.

Серед переваг виділяють можливість встановлення обладнання практично на будь-який вид спецтехніки. Спеціальні навіси можуть бути розташовані на тракторах, вантажних машинах та навіть невеликих снігоходах. Обладнання може використовуватися як для очищення громадських місць, так і для очищення приватної території. Також серед переваг виділяють:

- можливість збирати сніг для його подальшого транспортування до іншого місця;
- можливість працювати з твердими кучугурами завдяки шнекам, що обертаються;
- простоту в монтажі та експлуатації.

Для кожного типу спецтехніки можна підібрати навісне обладнання. Шнеко-ротор дозволяє здійснювати прибирання більш високої швидкості. Навіть тверді кучугури не є перешкодою для очищення певної території. При шнеко-роторному прибиранні сніг може відкидатись убік.

Недоліком обладнання є його вартість. Крім цього, воно може виходити з ладу, особливо якщо в шнеко-ротор потрапляють занадто тверді частинки, наприклад, велике каміння. Недоліків у виробу набагато менше, ніж переваг, проте через ціну шнеко-ротори поширені не так сильно. Їх використовують у місцях, де потрібно

проводити ретельне очищення доріг та прилеглої території у максимально короткі терміни.

У робочих органах суміщеного типу розробку валів снігу та його відкидання убік виконує один і той самий робочий орган. На відміну від цього, робочий орган роздільного типу складається з двох пристроїв – один розробляє сніг і подає його в інший, а інший відкидає сніг. Міцність снігу у валах на міських дорогах різна. Тому найбільш важливою вимогою до робочого органу для роторних снігоочисників, що застосовуються у міських умовах, є здатність розробки снігу великої міцності. Найбільш повно цій вимозі відповідає робочий орган фрезерно-роторного типу, у якого розробка валів снігу забезпечується фрезою з горизонтальною віссю обертання, а відкидання снігу – ротором [37].

У зв'язку з тим, що заводи комунального машинобудування нині виготовляють роторний снігоочисник для зимового прибирання всього одного типу, у містах застосовують роторні снігоочисники, призначені для утримання автомобільних доріг та аеродромів. З цих машин найбільшого поширення набули два снігоочисники шнеко-роторного типу – ДЕ-210 і ДЕ-211. Ці снігоочишувачі з аналогічними робочими органами розрізняються пристроєм приводу.

Шнеко-роторний снігоочисник ДЕ-210 змонтований на автомобільному шасі ЗІЛ-13 за одномоторною схемою. Двигун автомобільного шасі демонтований і для приводу робочого органу снігоочисника та ходового обладнання базового шасі використано один дизельний двигун. Спеціальне обладнання машини складається з робочого органу, його корпусу, механізмів підвіски робочого органу, гідрообладнання, механізмів приводу робочого органу та ходового обладнання базового шасі [8].

Робочий орган встановлений за допомогою механізму підвіски попереду автомобіля та прикріплений до лонжеронів базового шасі. Він складається з двох шнеків та ротора. Ці механізми розміщені в корпусі робочого органу. У передній частині корпусу один над іншим розміщено два шнеки, напрямок витків яких забезпечує переміщення розробленого снігу до поздовжньої осі машини. Корпус зварний суцільно-металевий, у робочому положенні спирається на лижі. У задній частині корпусу є

лобовий лист з отвором і чотири вуха, що служать для з'єднання корпусу з механізмом підвіски. На корпусі закріплений редуктор приводу робочого органу. Шнеки змонтовані на боковинах корпусу на само встановлюваних підшипниках. Ротор є зіркоподібною литою маточиною з шістьма отворами, до яких болтами прикріплені лопаті ротора. Кожух ротора є равликopodobною конструкцією, що складається з обичайки, що має патрубок для викидання снігу, і задньої стінки. Робочий орган разом з корпусом приєднаний до механізму підвіски, що складається з рами, двох важелів та двох гідроциліндрів підйому робочих органів. Для завантаження снігу в транспортні засоби робочий орган має вантажний жолоб, який з'єднаний з отвором викидного патрубка кожуха ротора.

Гідравлічна система машини включає шестеренний насос, три гідроциліндри, два з яких служать для переміщення робочого органу в робоче положення і транспортне положення і один – для повороту кожуха ротора, та інше обладнання. Механізми машини наводяться в роботу дизелем за допомогою карданних валів та роздаткового редуктора, який передає крутний момент коробки передач автомобіля та редуктору робочого органу. Цей редуктор має одну пару конічних шестерень і верхній ведений вал, на якому закріплена маточина ротора. Ведучий вал за допомогою карданного валу передає крутний момент зірочці дворядної ланцюгової передачі приводу шнеків [14].

Роторний снігоочисник ДЕ-211, що монтується на автомобілі Урал-375, відрізняється від машини ДЕ-210 системою приводу, яка виконана за двомоторною схемою. На рамі базового шасі встановлено другий дизельний двигун, який служить для приводу механізмів спеціального обладнання. Другий двигун за допомогою карданного валу та спеціальної муфти передає крутний момент тривальному проміжному редуктору, який, у свою чергу, карданними валами приводить в роботу редуктор робочого органу, що має циліндричну та конічну пару шестерень. Загальний вал циліндричної та конічної шестерні несе на вільному кінці маточину ротора. Ведуча конічна шестерня за допомогою карданного валу забезпечує передачу крутячого моменту ланцюгової передачі приводу шнеків робочого органу.

В даний час в експлуатації є кілька снігоочисників Д470 і Д450. Шнеко-роторний снігоочисник Д470, який монтується на шасі автомобіля ЗІЛ-157, послужив базою при створенні машини ДЕ-210. Найбільш потужною машиною є снігоочисник закономірностей руху снігу за його взаємодії з лопаттю ротора.

Висновки до розділу

Очищення покриттів від сторонніх предметів проводиться з метою унеможливлення їх потрапляння в авіадвигуни та пошкодження лопаток компресорів. До сторонніх предметів відносяться: щебінь і розчинна частина бетону, що руйнується, частинки зруйнованого і відшарованого герметика з температурних швів, окремі шматки відшарувався і відколовся на кромках швів і тріщинах асфальто- та цементобетону, металовироби і сталевий ворс від щіток. Крім того, сторонні предмети у вигляді шматків бруду, щебеню та сміття потрапляють на покриття шляхом перенесення з ґрунтових ділянок льотного поля колесами транспортних засобів та під впливом аероповітряних струменів від двигунів ПС. Очищення аеродромних покриттів повинне проводитися не менше двох разів на добу, як правило, без припинення льотної експлуатації високопродуктивними машинами типу ДЕ-224 та вітровими машинами. Плужно-щітково-пневматична машина ДЕ-224 забезпечує якісне очищення поверхні покриттів за один прохід. При цьому очищення від великих предметів проводиться щіткою, а від дрібних – високошвидкісним газоповітряним потоком авіадвигуна. Якісне очищення покриттів від сторонніх предметів може проводитися загоном машин, що включають плужно-щіткові машини типу ПМ-130 та електромагнітний очищувач ЕМО-2. Видалення сторонніх предметів з поверхні покриттів здійснюється щіткою, а очищення покриттів від металевих предметів, у тому числі від ворсу щіток машин ПМ-130, проводиться ЕМО-2. Недоліком цього загону машин є його мала продуктивність. Так, комплект машин, що складається із шести машин ПМ-130 та одного електромагнітного очищувача ЕМО-2, має продуктивність 10-12 га/год. Тому доцільно цей загін машин застосовувати при очищенні покриттів МРД та РД.

Для зменшення забруднення поверхні покриттів металевим ворсом від машин ПМ-130 необхідно здійснювати контроль за правильною установкою висоти щіток і тим самим унеможливити їх руйнування, а також застосовувати конструкцію щіток з м'якою загортанням ворсу, що виготовляються на щітково-намотувальному верстаті ЩНС-2. Для встановлення потенційно небезпечних ділянок покриттів, що мають лушення, відколи кромки, вибоїни та інші руйнування, необхідно проводити регулярні обстеження стану покриттів та складати дефектні плани. За цими дефектними планами слід своєчасно проводити ремонтні роботи та заливання швів. Це сприятиме усуненню однієї з причин потрапляння продуктів руйнування покриттів в авіадвигуни. Міцність та ерозійна стійкість ґрунтових узбіччя повинні створюватися шляхом влаштування штучного покриття з асфальтобетону, кам'яних матеріалів або місцевих ґрунтів, оброблених в'язучими матеріалами.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ З УСУНЕННЯ НЕДОЛІКІВ ШНЕКО-РОТОРНИХ МАШИНИ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПІД ЧАС ЗИМОВОГО УТРИМАННЯ АЕРОДРОМІВ

2.1. Технічні розрахунки з модернізації шнеко-роторних машин

Робоче устаткування снігоочисника, виконаного за двохмоторною схемою, рекомендується змонтувати на шасі автомобіля УРАЛ-4320 і повинно складатись з двох шнеків, встановлених один над одним, і розташованого за ними ротора. Окрім цього, до складу спеціального обладнання цього снігоочисника входять: роздавальний редуктор, підвіска робочого органу, карданна передача, гідросистема і система управління.

Підмоторна рама і капот призначені для кріплення силової установки, а також інших вузлів і агрегатів снігоочисника. Рама зварної конструкції кріпиться до рами шасі автомобіля за допомогою болтів.

Підмоторна рама складається із двох поздовжніх швелерів, з'єднаних між собою трьома поперечинами. До рами приварені кронштейни під встановлення радіатора, паливного бака, акумуляторів і виконані отвори для кріплення двигуна 1Д12БМС, трубопроводів, капота, ресиверів та інших вузлів [11].

Капот використовується для захисту обладнання, встановленого на підмоторній рамі, від атмосферних опадів, що відкидається під час роботи машини. Він встановлюється на підмоторну раму симетрично щодо поздовжньої осі машини та кріпиться до неї за допомогою болтів. Капот складається з каркаса, кришки, шести бічних й одного заднього щитів.

Силова установка призначена для приводу робочого органу снігоочисника і складається з наступних вузлів та систем:

установки дизеля 1Д12БМС;

системи охолодження і мащення дизеля;

паливної системи;
установки радіаторів;
установки очисника повітря.

Роздавальний редуктор - двохступінчатий, шестивальний передає крутний момент від двигуна на трансмісію ходової частини і робочий орган. Редуктор встановлений в передній частині рами шасі, під переднім мостом має два вихідні вали; один передає крутний момент через карданний вал на редуктор робочого органу, який перерозподіляє його на ротор і шнеки, а інший - на роздаточну коробку, яка перерозподіляє його між переднім, середнім і заднім мостами.

Крутний момент від редуктора на шнеки передається за допомогою ланцюгової передачі з механізмом натягнення. Ведуча зірочка конструктивно об'єднана з муфтою граничного моменту, що захищає шнеки від перевантажень за рахунок зрізу пальців, що калібруються.

Гідропривід снігоочисника призначений для підйому і опускання робочого органу, повороту кожуха ротора і складається з шестеренного насоса, гідробака з фільтром, гідророзподілювача, двох гідроциліндрів (підйому і опускання робочого органу), гідроциліндра повороту кожуха ротора, сповільнювального клапана, гідроліній [30].

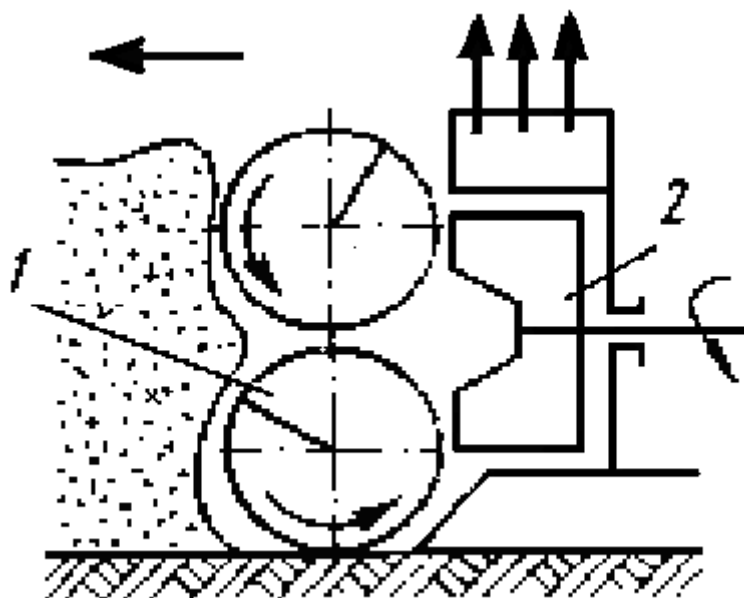


Рис.2.1. Робочий орган шнеко-роторного снігоочисника: 1 – шнеки; 2- ротор

Робочий орган снігоочисника кріпиться у передній частині машини до лонжеронів шасі і в робочому положенні спирається лижами на очищену від снігу поверхню дорожнього покриття. У транспортному стані робочий орган фіксується стопорним пристроєм у верхньому положенні.

Робочий орган шнеко-роторного снігоочисника складається з шнекового живильника з одним, двома або трьома шнеками (у нашому випадку – з двома) і лопатевого ротора, змонтованих в загальному корпусі [37].

Корпус робочого органу в нижній частині забезпечений двома регульованими по висоті лижами, на які він спирається під час роботи.

Ротор призначений для відкидання снігу, поданого шнеками в порожнину ротора. Він встановлений на консольному кінці валу редуктора робочого органу. Складається з маточини і шести лопатей. Кожна з шести лопатей кріпиться до маточини чотирма болтами [37].

Ротор виконаний у вигляді зіркоподібної маточини з шістьма лапами, до яких кріпляться шість лопаток. Маточина посаджена вільно на вал ротора і сполучена з фланцем, насадженим на шліцьовий вал редуктора ротора пальцями, які зрізаються і розривають кінематичний зв'язок між редуктором і ротором у разі перевищення розрахункового крутного моменту.

Ротор, що статично відбалансований, укладений в кожух, забезпечений поворотним відкидним патрубком. Поворот кожуха ротора, підйом і опускання робочого органу здійснюються з кабіни водія за допомогою гідроциліндрів двосторонньої дії. Гідросистема живиться від шестерного насоса НШ-10, що приводиться від двигуна, через коробку передач і редуктор.

Вал приводу шнеків обертається на роликових підшипниках, змонтованих в стакані, закріпленому болтами в корпусі редуктора. Корпус редуктора у верхній частині має люк для контролю регулювання зачеплення конічних шестерень і огляду внутрішніх порожнин редуктора.

Шнеки призначені для розкидання снігу і транспортування його до ротора. Вони встановлюються в передній частині робочого органу.

Шнеки є зварною конструкцією з труби, гвинтів і фланців і виконані взаємозамінними. Витки правої половини шнеків мають правий напрям спіралі, а витки лівої половини - ліве. Така конструкція забезпечує при обертанні шнеків переміщення снігу до ротора робочого органу. При великому зносі спіралей нижнього шнека його необхідно поміняти місцями з верхнім шнеком.

Шнеки живильника виконані з порожнистих труб, на які навіті гвинтові лопаті з правими і лівими напрямками спіралі, завдяки чому снігова маса транспортується шнеками до осі машини. Обертання шнеків забезпечується передачею моменту від редуктора робочого органу через додаткову карданну і ланцюгову дворядну передачі [38].

Для полегшення пуску двигунів передбачені роздільні підігрівачі, а для дизельного двигуна приводу робочого органу - додаткова система пуску стислим повітрям. Щоб підтримати необхідний тепловий режим, дизельний двигун, паливний бак і акумуляторні батареї забезпечені утеплювальними чохлами. Деталі робочого органу виконані з морозостійких сталей з підвищеною ударною в'язкістю.

Редуктор робочого органу призначений для розподілу і передачі крутного моменту до шнеків і ротора. Двоступінчатий, конічно-циліндровий редуктор встановлений безпосередньо за кожухом ротора і кріпиться болтами в трьох точках до корпусу робочого органу [38].

Дизельний двигун 1Д12БМС працює по чотирьохтактному циклу із запаленням палива від стискання. Повний цикл робочого процесу здійснюється за два оберта колінчастого вала і включає в себе такти: впуск, стискання, робочий хід і випуск. Періодичність і тривалість тактів у кожному циліндрі забезпечується розподільним механізмом.

Двигун має дванадцять циліндрів, які розміщені в два ряди під кутом 75° . Така компоновальна схема дозволяє отримати найменші габаритні розміри двигуна. Номінальна потужність 500 к.с., номінальне число обертів за хвилину – 2100.

Електрообладнання призначене для забезпечення запуску двигунів, зовнішнього та внутрішнього освітлення машини, контрольних і сигнальних приладів і радіостанції.

Електрообладнання машини складається з електрообладнання автомобільного шасі й електрообладнання, що забезпечує роботу органів, систем і приладів снігоочисного обладнання.

Електрообладнання, що забезпечує роботу агрегатів, систем і приладів снігоочисного обладнання, складається із джерел живлення (генератора й акумуляторних батарей), системи запуску дизеля, контрольно-вимірювальних приладів і електричної проводки. Напруга в мережі 24 В. В якості джерела живлення використовується генератор Г-731 і чотири акумуляторних батареї 6СТЭ-128 [11].

Принцип роботи шнеко-роторного снігоочисника полягає у тому, що при поступальному русі машини шнеки робочого органу, що обертаються, відділяють від сніжного масиву шматки снігу і транспортують їх до середини робочого органу, де знаходиться приймальний отвір ротора. Сніг потрапляє в порожнину ротора, захоплюється лопастями ротора, що обертаються, які викидають його через направляючий патрубок кожуха.

З метою зміни кута кидання і напряму струменя снігу управо або вліво по ходу машини кожух ротора виконаний поворотним.

Технічні характеристики шнеко-роторного очисника

Базове шасі	УРАЛ-4320
Число двигунів.....	2
Продуктивність, т/год	1600
Потужність двигуна для приводу робочого органу, кВт	370
Ширина захвату, м.....	2,55
Висота прибирального шару, м.....	1,3
Дальність відкидання, м.....	35

Силова установка приводу робочого органу	1Д12БМС
Транспортна швидкість, км/год	41
Мінімальний радіус повороту по боковим нолам робочого органу, м...	10,8
Габарити машини, мм:	
довжина	8400
ширина	2550
висота.....	2700
Маса машини при повній заправці, кг	10800

Снігоочисник шнекороторний ДЕ-226 призначений для очищення від снігу аеродромів, автомагістралей, доріг загального користування та інших територій, відкидання снігових валів, утворених іншими снігоочисниками, а також навантаження снігу на транспортні засоби за допомогою жолоба [11].

Для обмеження дальності відкидання снігу під час роботи поблизу об'єктів є знімна насадка, що встановлюється на кожух ротора. Відкидання снігу здійснюється вліво або вправо у напрямку руху машини.

ДЕ-226 побудований за двомоторною схемою: привід механізму пересування здійснюється від двигуна базового автомобіля, а привід обладнання від додаткового двигуна, встановленого за кабіною. У трансмісію ходової частини вбудований крокозменшувач, що дозволяє отримати набір робочих швидкостей пересування в діапазоні 0,334-6,74 км/год [11].

Снігоочисник може працювати у всіх кліматичних зонах при температурі до -45°С. До трактора кріпиться каркас коробки-секції, на яку кріпляться всі вузли снігоприбирача.

Привід робочого корпусу снігового плуга здійснюється з гідравлічного двигуна насадки приводу.

Обертання від валу гідромотора через вал шестерні і зубчасту пару з внутрішньою шестернею передається на ротор робочого корпусу. Від ротора через забійний

вал обертання передається на конічну коробку передач, а від неї в шнека робочого корпусу.

Чотириох лопатевий ротор болтами до чашки, встановленої на двох шарикопідшипниках.

У маточині ротора на прорізах встановлюється гвинтовий вал приводу.

Змінено схему призупинення роботи робочого органу. Отримати «плаваючий» режим роботи робочого органу без використання дистриб'ютора. Використання армованих карданних валів дозволяє використовувати більш потужні двигуни

Нова схема вихлопних газів дозволила скоротити протяжність маршруту.

На робочому корпусі є саморізи підвищеного діаметру.

Використання пневматичного зчеплення дозволяє запускати двигун робочого корпусу, не боячись спонтанного обертання робочого корпусу. Вплив людського фактора повністю виключений. При посягні повітря відбувається плавний початок роботи робочого органу. Використовуючи будь-який інший тип зчеплення, включаючи тиск, такого ефекту досягти не можна.

Використання поворотних жалюзі на радіаторі дозволяє регулювати потік повітря, що проходить через радіатор. Регулювання завіси радіатора з кабіни.

Використання великої ємності паливного бака дозволяє працювати автономно без дозаправки протягом трьох змін.

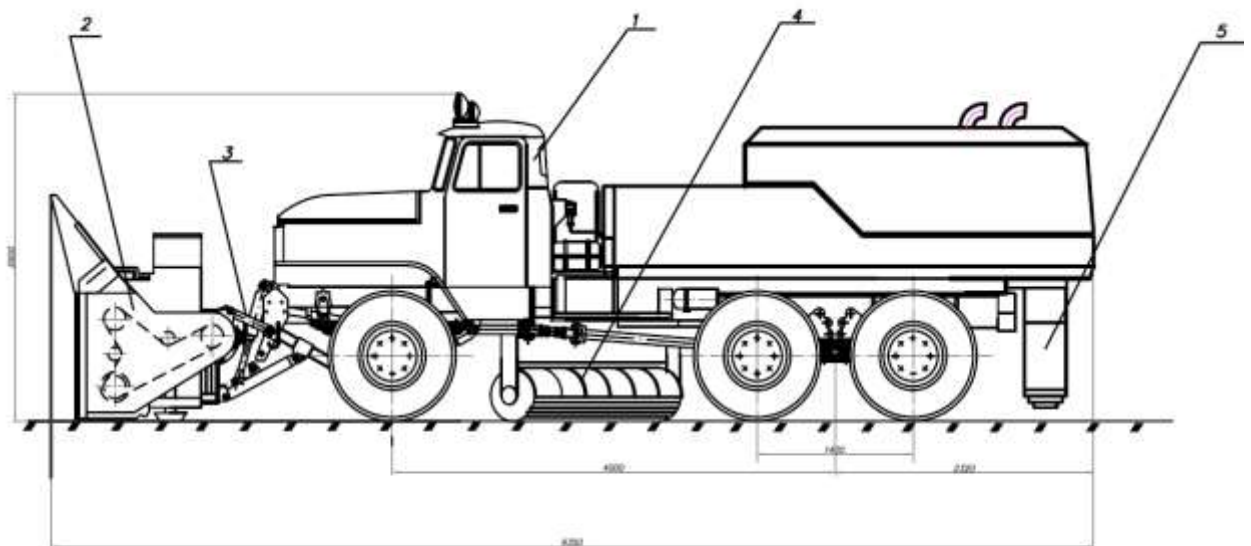


Рис.2.1. Загальний вигляд шнеко-роторної машини на базі шасі УРАЛ-4320

Силова установка пов'язана із проміжним редуктором шинно-пневматичної муфтою (ШПМ). ШПМ виключає мимовільне включення робочого органу при прогріванні та забезпечує плавний запуск та зупинку. Забезпечується

Розрахунок роторного снігоочисника містить визначення раціональних параметрів процесів взаємодії живильника та метального апарату зі снігом, кінематичний, енергетичний та розрахунок міцності робочого органу елементів його конструкції та системи управління, визначення навантажень на осі колісної машини, мулу гусеничний ходовий Пристрій, тягово динамічні розрахунки, визначення балансу потужності, розрахунки дальності метання снігу, поздовжньої та поперечної вертикальної стійкості машини, визначення продуктивності. При проектуванні снігоочисників повинні бути враховані вимоги до машин, призначених для експлуатації в районах з холодним кліматом. Працюючи найбільш поширених шнеко роторних і фрезерно-роторних снігоочисників у процесі поступального переміщення машини перед робочим органом утворюється сніговий забій, у якому права і ліва половини шнеків чи фрези вирізають серповидні стружки снігу [37].

Досить висока частота обертання живильника забезпечує розподіл снігу під дією відцентрових сил по колу обертання шнека або фрези і одночасне переміщення

снігу в осьовому напрямку до середини робочого органу, для чого права і ліва половини живильника мають протилежний напрямок гвинтових лопатей. У середній частині корпусу робочого органу утворено вікно, через яке сніг закидається гвинтовими лопатями в металевий апарат, отримуючи в момент сходження гвинтових лопат прискорення в радіальному, тангенціальному та осьовому напрямках щодо живильника. У металевому апараті сніг надходить на лопаті ротора, транспортується ними по нерухомому циліндричному кожуху у вигляді призми волочіння перед кожною лопатою з одночасним переміщенням вздовж лопат у радіальному напрямку і викидається з металевика під дією відцентрових сил через напрямний патрубок. В першу чергу залишають лопаті металевика в тангенціальному напрямку при досягненні направляючого патрубку фрагменти снігу, що знаходяться у поверхні кожуха, зі швидкістю, що дорівнює окружній швидкості ротора. Потім відбувається сход з лопатей більш віддалених від краю фрагментів снігу з абсолютною швидкістю (м/с), що дорівнює геометричній сумі окружної швидкості ротора і радіальної швидкості, придбаної цими фрагментами на момент сходу з лопаті:

$$v = \sqrt{v_p^2 + v_r^2}.$$

Максимальна дальність транспортування снігу метателем обмежена аеродинамічним опором і становить середньому трохи більше 50...60 м незалежно від максимальної частоти обертання лопатевого ротора.

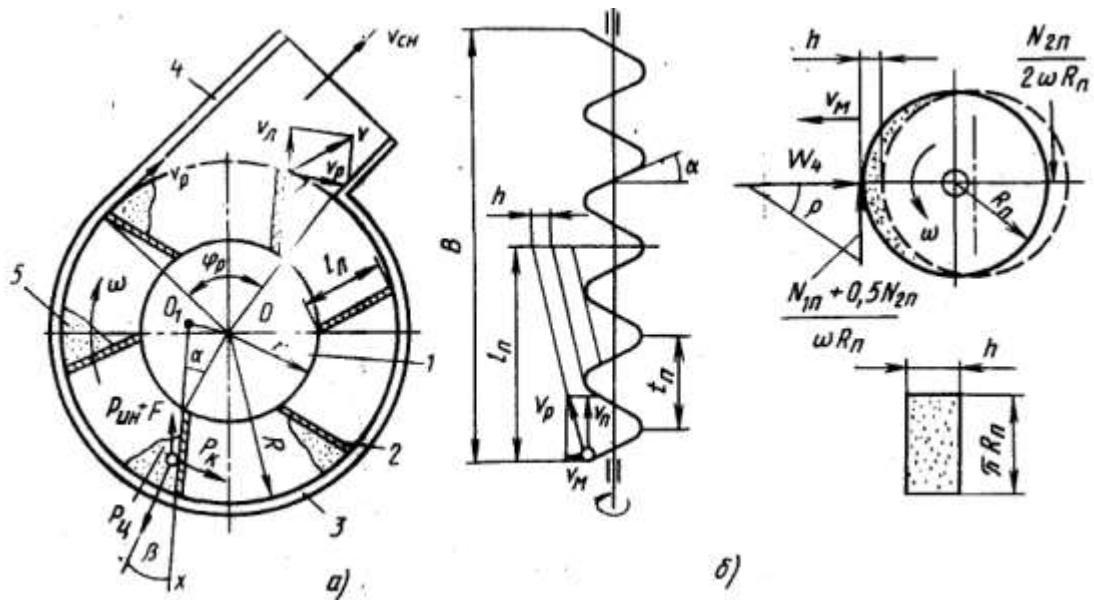


Рис. 2.2. Схема взаємодії з снігом: а – роторно-лопатевого металельника; б – шнекового та фрезерного живильників; 1 - маточина ротора; 2 – лопата; 3 – нерухомий кожух; 4 – викидний патрубок; 5 – призма волочіння снігу перед лопатею

Дальність відкидання снігу ротором є найважливішим показником роботи снігоочисника, що впливає на технологічну продуктивність машини. Відкидатися за межі смуги аеродрому є важливим параметром, в ряді випадків суттєво застосування машини та її експлуатаційність, що враховує число паралельних проходів оптимальному варіанті сніг повинен відразу очищається дороги або злітно-посадкові смуги для дорожніх снігоочисників з дальністю відкидання снігу 46° використовують спрощену.

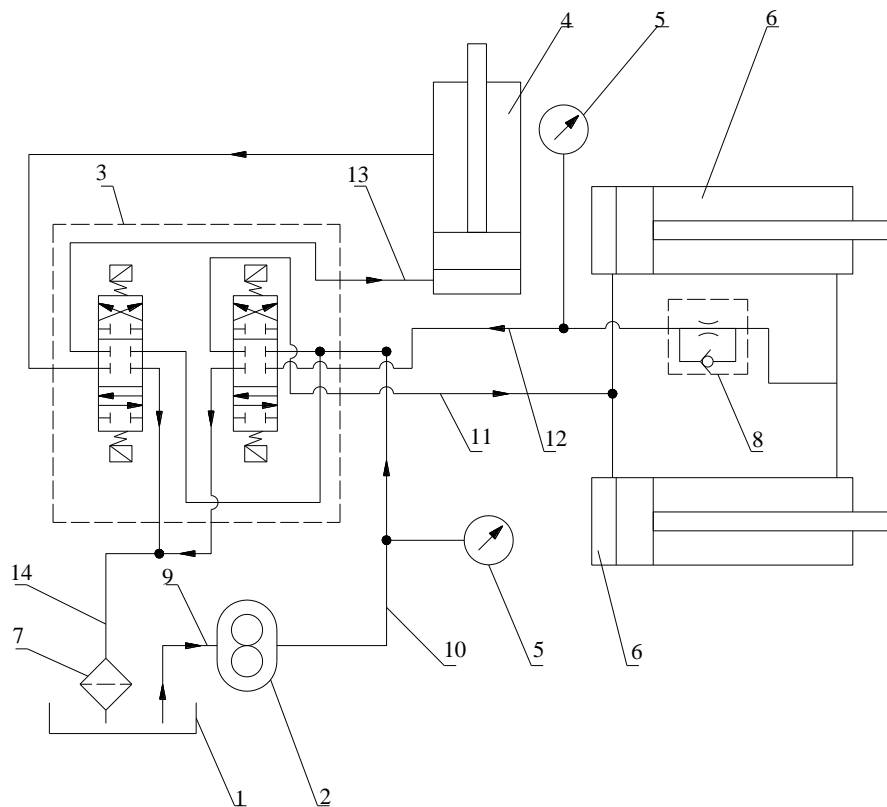


Рис.2.3. Гідравлічна схема ШРМ: 1 – бак; 2 – насос НШ-10; 3 – гідророзподільник; 4 – гідроциліндр повороту кожуха; 5 – манометр; 6 – гідроциліндр підйому; 7 – фільтр; 8 – клапан запобіжний; 9,10 – лінії напору; 11-13 – лінії зв’язку; 14 – лінія дренажа.

Гідравлічна система ШРМ призначена для підйому й опускання робочого органа і повороту кожуха ротора. Принципова схема гідросистеми показана на рис.2.3.

Вона складається із шестеренного насоса 2, гідророзподільника 3, двох гідроциліндрів 6 підйому робочого органа, гідроциліндра 4 повороту кожуха ротора, бака 1 з фільтром 7 і системи трубопроводів [30].

Манометр 5 призначений для контролю тиску в гідросистемі. Робочий тиск у системі становить 35...100 кгс/см².

В якості робочих рідин застосовуються наступні рідини:

- АМГ-10 для північних районів експлуатації машини при температурах до – 60° С;

- ДП-8 при експлуатації у помірній кліматичній зоні при температурах не нижче -20°C .

Бак 1 є резервуаром для робочої рідини. Корпус бака зварений з листової сталі, у верхній частині бака приварені заливна горловина і встановлений фільтр 7. Фільтр складається з кришки, запобіжного клапана, ущільнюючих кілець, гвинта, чашки, стрижня, відстійника та фільтруючого елемента.

Номінальна перепускна здатність фільтра – 100 л/хв., тонкість фільтрації 25 мкм, номінальний тиск – 0,65 МПа, матеріал фільтроелемента - 15МФ.

Шестеренний насос 2 служить для створення тиску в гідросистемі. Привід насоса здійснюється від двигуна базового автомобіля через коробку зміни передач за допомогою редуктора. Редуктор у зборі з насосом встановлюється із правої сторони корпусу коробки зміни передач і кріпиться болтами [38].

Може використовуватись шестеренний насос з регулюємою подачею, яка здійснюється шляхом осьового зсуву робочої ширини шестерень (довжина зуба). Конструкція шестеренних насосів допускає відносно високу частоту обертання (до 10000 об/хв) та короткочасні перевантаження по тиску, величина і тривалість котрих визначається виключно конструкційними особливостями підшипників.

Гідроциліндр 4 повороту кожуха ротора призначений для повороту кожуха з одного крайнього положення в інше та для фіксації його в проміжних положеннях.

Встановлюється на швелері корпусу робочого органа і кріпиться за допомогою пальців до вуха на швелері і повзуна, що переміщається всередині напрямної труби. Повзун за допомогою проміжної тяги зв'язаний з кожухом ротора [35].

Основними елементами гідроциліндра є поршень, шток, манжет, кільце, штуцер, корпус, брудознімник, корпус брудознімника, проушина, кришка, підшипник.

Гідроциліндри 6 підйому робочого органа призначені для керування положенням робочого органа по висоті й фіксування його у верхньому положенні. Встановлюються між штовхаючою рамою і кронштейнами гідроциліндрів і закріплюються за допомогою пальців. Конструкція циліндра забезпечує автоматичне запирання поршня зі штоком у крайньому верхньому положенні.

Гідророзподільник 3 призначений для направлення робочої рідини у відповідні порожнини циліндрів і запобігання гідравлічних перевантажень у системі [30].

Встановлений на задній стінці кабіни. Важелі керування робочими секціями розподільника розташовані між спинками сидінь. Золотники розподільника можуть бути встановлені в чотири положення: "нейтрально", "підйом", "опускання" (поворот "ліворуч" – "праворуч") та "плаваюче".

У положенні "нейтрально" робоча рідина, що подається насосом, пропускається через розподільник у бак. При цьому порожнини циліндрів закриті й поршні утримуються в заданому положенні.

В "плаваючому" положенні золотника обидві порожнини циліндрів з'єднані через зливну магістраль розподільника з баком. У цьому випадку шток циліндра може вільно переміщуватись під дією сил, прикладених до нього.

Всі положення золотників фіксуються спеціальними фіксаторами. У корпусі розподільника розташовані перепускний і запобіжний клапани.

До складу робіт з періодичного технічного обслуговування (ТО-1, ТО-2, ТО-3) в залежності від складності машин включаються всі роботи з ЕО, а також очищення, миття, огляд, перевірка та контроль із застосуванням засобів технічного діагностування стану складальних одиниць, вузлів, агрегатів, включаючи двигуни або інші види приводів, прилади, гідравлічну систему, передачі, ходову частину та машини в цілому, кріплення, а у разі зносу – заміна деталей та складальних одиниць (залежно від виду технічного обслуговування), випробування дії механізмів, робочого обладнання, приводу та обкатки машини.

Сезонне технічне обслуговування

Сезонне технічне обслуговування передбачається плановими нормативами і його проведення не залежить від витрати машиноресурсів, тобто. кількості відпрацьованих машиною годинника або обсягу виконаних робіт. Обсяг обов'язкових робіт при даному виді обслуговування залежить тільки від типу та конструкції машин, умов їх експлуатації та зберігання. Однак цей вид ТО повинен приурочуватися до чергових періодичних ТО (ТО-1, ТО-2, ТО-3) та здійснюється як низка додаткових до них

робіт. Терміни та місце проведення такого поєднаного обслуговування передбачаються планом заходів щодо переведення парку машин на весняно-літні або осінньо-зимові роботи, що складаються дорожньо-будівельними організаціями двічі на рік.

До складу робіт входять контрольні-діагностичні роботи, приймання, очищення, миття, розбирання, дефектування, комплектування, відновлення або заміна зношених деталей та складальних одиниць, збирання, регулювання, стендові та ходові випробування відремонтованих елементів, агрегатів машини в цілому, а також фарбування машин. .

Поточний ремонт

Поточний ремонт виконують у процесі експлуатації. При поточному ремонті виконують часткове розбирання двигуна із заміною швидкозношуваних деталей, притирання клапанів, очищення від нагару головки циліндрів і днищ поршнів; повністю очищають систему мастила та охолодження; регулюють паливну систему, гідроприводи та електроустаткування; в агрегатах трансмісії та ходової частини виробляють регулювання натягу ланцюгів і приводних ременів, регулювання фрикційних та гальмівних муфт; перевіряють стан зірочок та планок ланцюгів живильників, регулюють натяг гусеничних ланцюгів, замінюють втулки, ланцюги, ремені, сальники, прокладки, манжети та інші дрібні деталі; у разі потреби правлять, заварюють окремі деталі металоконструкцій, капоти, арматуру. Поточним ремонтом має бути забезпечена надійна робота машини протягом міжремонтного періоду. Поточний ремонт виконують у стаціонарних та польових умовах [5].

Капітальний ремонт

Капітальний ремонт проводять з метою відновлення справності та повного або близького до повного відновлення ресурсу виробу із заміною або відновленням будь-яких його частин та регулюванням їх. Ресурс – напрацювання виробу до граничного стану, обумовленого технічною документацією. Відновлюють початкові посадки у сполученнях. Капітальним ремонтом має бути забезпечений термін служби машини до наступного планового капітального ремонту. Капітальний ремонт складних машин (екскаваторів, самохідних скреперів, тракторів тощо) виконують як правило, на

спеціалізованих ремонтних заводах. Капітальний ремонт машин середньої складності та простих можна виконувати у ремонтних майстернях дорожніх організацій.

Істотний вплив на скорочення термінів перебування у ремонті та якості ремонту ШРМ надають організаційні форми проведення ремонтів. У дорожніх організаціях ремонти ШРМ можуть здійснюватися такими методами: агрегатним, періодичної заміни комплектів агрегатів та достатньо-обмінним капітальним ремонтом машин. Агрегатний метод полягає в тому, що зняті з ремонту машини несправні агрегати замінюються новими або заздалегідь відремонтованими [5].

Розбирально-складальні роботи зі зняття та встановлення агрегату виробляють в експлуатаційних умовах. Зняті з машини несправні агрегати ремонтують у майстернях на виробничо-ремонтних базах або заводах. Для організації агрегатного методу ремонту у майстерні дорожньої організації створюється зворотний фонд агрегатів з допомогою комплектування його з відремонтованих деталей списаних машин, і навіть нових запасних частин 17-ї та агрегатів, одержуваних із заводу. Крім того, дорожня організація повинна укладати договори на проведення капітальних ремонтів агрегатів та вузлів із ремонтними підприємствами.

Метод періодичної заміни комплектів агрегатів. У процесі експлуатації однотипних дорожніх машин деталі однієї й тієї ж номенклатури зношуються за певних умов роботи майже однаково через рівні періоди часу. Виходячи з умов однакового зношування однотипних деталей, машину конструктивно розчленовують на певну кількість ремонтних одиниць, що складаються з декількох вузлів і деталей. Ремонтні одиниці з однаковими термінами служби групують у ремонтні комплекти. Наприклад, може бути розчленований на три комплекти: до першого (К-1) входять катки та натяжні колеса; у другій (К-2) – двигун, радіатор, муфти повороту, муфта зчеплення, візки з натяжним пристроєм, катками, натяжними колесами та гусениця у зборі; в третій (К-3) - корпус заднього моста з муфтою повороту, муфтою зчеплення і коробкою передач, бортовий редуктор, механізми управління, ресори та кабіна. Термін служби ремонтних комплектів встановлюється кратним терміном служби найменш стійкого комплекту. Термін служби комплекту К-1 – 1500 год, К-2 – 3000 год, К-3 – 6000 год.

Ремонт ШРМ шляхом заміни комплектів проводиться після виконання машиною певної кількості машино-годин. Встановлено чотири планові ремонти: Р-1, Р-2, Р-3, Р-4. У обсяг планових ремонтів входить заміна ремонтних комплектів, регулювання та випробування машини загалом. Ремонт Р-1 проводиться через 1500 год роботи машини і полягає в заміні комплекту К-1. Ремонт Р-2 виконується через 3000 годин роботи. При цьому замінюються комплекти К-1 та К-2. Ремонт Р-3, у якому замінюється комплект К-1, проводиться через 4500 год роботи машини, а ремонт Р-4 – через 6000 год роботи [5]. При ремонті Р-4 замінюються всі три комплекти (К-1, К-2, К-3). Комплекти замінюють примусово після закінчення певної кількості годин роботи. Розбирально-складальні роботи зі зняття та встановлення ремонтних комплектів виробляють в експлуатаційних умовах, а ремонт комплектів виконують на ремонтних заводах чи центральних ремонтних майстернях. Зняття та встановлення на машину ремонтних комплектів, відправлення їх на ремонтні підприємства, отримання відремонтованих комплектів, регулювання та випробування машин під час ремонту здійснюють силами дорожніх організацій, що експлуатують машини. Для проведення цих робіт організують шефмонтажні летучки, в обов'язок бригад яких входить заміна та транспортування комплектів відремонтованих агрегатів із ремонтних підприємств до місця експлуатації машин. За такого методу усуваються простої машин, викликані транспортуванням їх у ремонтні підприємства, знижується собівартість і поліпшується якість ремонту. За звітними даними за такого методу тривалість капітального ремонту становить 5-7 днів замість 30 днів у заводських умовах [2].

Доставково-обмінний метод капітального ремонту машин. Сутність його полягає в тому, що машини, що потребують капітального ремонту, замінюються в експлуатаційних господарствах заздалегідь відремонтованими на ремонтному заводі або центральних ремонтних майстернях з обмінного фонду. Відремонтовані машини доставляють у дорожні господарства переважно безпосередньо на ділянку будівництва дороги, а які потребують ремонту на ремонтні підприємства за графіком транспортними засобами ремонтного підприємства. При такому методі машину, що вимагає ремонту, не знімають з об'єкта до тих пір, поки відремонтована машина, що прибула з

ремонтного підприємства, не буде повністю підготовлена до роботи і випробувана перед початком експлуатації. Ремонт машин таким

Таким чином дозволяє здійснювати дорожньо-будівельні роботи без перерви. Доставково-обмінний метод капітального ремонту машин є найбільш економічним із усіх методів ремонту, що застосовуються. Наприклад, середній економічний ефект від запровадження доставочно-обмінного методу ремонту машин за готової потужності підприємства 100 капітальних ремонтів становив 3000 грн. за кожен ремонт проти методом періодичної заміни комплектів агрегатів. Крім економічної доцільності, цей метод має й інші переваги [5]:

- всі ремонтні роботи, включаючи демонтажно-монтажні, виконуються на одному ремонтному підприємстві, внаслідок чого створюються умови для підвищення продуктивності праці та збільшення випуску продукції, а шефмонтажні летучки повністю звільняються від виконання демонтажно-монтажних робіт у польових умовах;
- скорочення часу перебування машин у ремонті, очікування ремонту та відправлення підвищує коефіцієнт готовності машинного парку.

В даний час проводиться велика робота з організації агрегатно-доставкового ремонту, при якому доставку відремонтованих агрегатів, їх заміну та транспортування виробляють ремонтні заводи, центральні ремонтні майстерні та виробничі ремонтні бази.

2.2. Економічне обґрунтування модернізації шнеко-роторних машин

Розрахунок приводу гідравлічного двигуна.

Швидкість обертання гідравлічного двигуна $n_d = 1200 \text{об/хв} \approx 20 \text{об/сек.}$

Тиск рідини $P = 150 \text{кгс/см}^2$

Перекачування рідини $q = 70 \text{см}^3/\text{сек.}$

Давайте визначимо потужність насоса:

$$Q_H = qn = 70 \cdot 20 = 1400 \text{см}^3/\text{сек.}$$

Потужність насоса

$$N = \frac{P \cdot Q_H}{7500} = \frac{150 \cdot 1400}{7500} = 28 \text{ л. с} = 20,58 \text{ кВт}$$

З урахуванням потужності двигуна (), його потужність дорівнює: $\eta = 0,8$

$$N_D = N \cdot \eta = 28 \cdot 0,8 = 22,4 \text{ л. с} = 16,464 \text{ кВт}$$

Крутний момент на валу двигуна визначається формулою

$$M = 71620 \frac{22,4}{1200} = 1337 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

Кінематичний розрахунок.

Загальний передавальне відношення

$$i_{\text{общ}} = \frac{n_D}{n_{\text{фр}}} = \frac{1200}{170} = 7,06$$

де знаходиться швидкість обертання різака. $n_{\text{фр}}$

Передавальне відношення циліндричної передачі (привід ротора)

$$i_P = \frac{n_D}{n_P} = \frac{1200}{650} = 1,8$$

де знаходиться швидкість обертання ротора. n_P

Передавальне відношення редуктора з бісеру

$$i = \frac{i_{\text{общ}}}{i_P} = \frac{7,06}{1,8} = 3,9$$

Швидкість фрезерування відповідно до прийнятого i

$$n_{\text{фр}} = \frac{n_P}{i} = \frac{650}{3,9} = 166 \text{ об/хв.}$$

Потужність на валах з урахуванням пропускної здатності

$$N_1 = 22,4 \text{ л. с};$$

$$N_2 = N_1 \eta_0 \eta_{\text{п}}^4 = 22,4 \cdot 0,94 \cdot 0,99^4 = 20,2 \text{ л. с}$$

$$N_3 = N_2 \eta_3 \eta_{\text{п}}^4 = 20,2 \cdot 0,97 \cdot 0,99^4 = 18,8 \text{ л. с}$$

де знаходиться -р. d. відкритої зубастої пари (); $\eta_1 \eta_1 = 0,94$

$\eta_{\text{п}}$ - Підшипники (). $\eta_{\text{п}} = 0,99$

Ефективність виконання робочими органами таких операцій, як відділення снігу від масиву, транспортування снігу до ротора, доставка кінетичної енергії до снігу оцінюється коефіцієнтом ефективності

$$\eta_p = \frac{\Pi v_p^2}{540gN_d},$$

P – потужність ротора, тк/год;

$$g = 9.81\text{м/сек}^2;$$

N_d - потужність робочих органів, к.с.;

v - лінійна швидкість на кінцях лопатей ротора, м / с;

$$v_p = \frac{\pi D_p \Pi_p}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,5 \cdot 650}{60} = 17$$

$$\Pi_p = \frac{100 \cdot 17^2}{540 \cdot 9,81 \cdot 22,4} \cdot 100 = 24,3\%$$

Ця коробка передач дозволяє оцінити втрати, які відбуваються між приводом і напрямну трубою ротора.

В якості показника загальної ефективності роботи робочих органів, в тому числі і операції з відкидання снігу, ми використовуємо загальну ефективність роботи робочих органів.

$$\eta = \frac{\Pi L}{540 \cdot N_d} = \frac{160 \cdot 10}{540 \cdot 22,4} \cdot 100 = 13.2\%$$

де L - діапазон метання снігу, м.

Щоб створити безперервний потік викинутого снігу і, отже, підвищити продуктивність машини, необхідно, щоб розвантаження леза почалося до повного вивантаження попереднього леза. Сніг, викинутий ротором, складається з будинків розміром до 20 см і дрібних частинок у вигляді снігового пилу. Чим більше сніг, тим далі він летить в бік.

Крім опору повітря, на діапазон снігу впливає швидкість і напрямок вітру, тому робота роторного снігоприбирача повинна бути організована так, щоб сніг викидали в бік вітру.

На коротких дальності метання втрати впливають на вирубку снігу і транспортування його на ротор за величиною. На дальній дальності метання вирішальний вплив надають опори (опір повітря, опір при зміні напрямку руху частинок і т.д.), величина яких збільшується зі збільшенням швидкості. η

Розрахункові значення коефіцієнтів ефективності знаходяться в допустимих межах для розглянутих машин.

Найважливішою складовою робочого органу шнеко- і фрезерно-роторного снігоочисника є ротор, за допомогою якого сніг відкидається в бік від машини в заданому напрямку [5]. Весь робочий процес, що відбувається в роторі снігоочисника, може бути поділений на наступні операції, що супроводжуються витратою енергії:

- 1) захоплення снігу лопатою;
- 2) переміщення снігу вздовж лопаті;
- 3) дотик снігу з нерухомим кожухом ротора;
- 4) рух снігу по кожуху ротора до викидного отвору;
- 5) рух снігу по напрямному устрою.

Захоплення снігу лопаттю ротора супроводжується витратою енергії на удар лопаті об сніг і повідомлення снігу початкової швидкості; в процесі переміщення снігу по лопаті енергія витрачається на повідомлення йому додаткової швидкості, необхідної для відкидання снігової маси до зовнішнього краю лопаті, і подолання сил опору тертя снігу про лопату; при зустрічі снігу, що зійшов з лопаті, з нерухомим кожухом ротора втрачається енергія на удар снігу об внутрішні стінки кожуха, а під час руху снігової маси по кожуху енергія також витрачається подолання сил опору тертя снігу кожух. І, нарешті, частина енергії витрачається на подолання сил опору тертя під час руху снігу по напрямному пристрою викидного патрубку. На рисунку 2.4. – Наведено схему сил, що діють на частинку снігу на роторі [37].

Незалежно від характеру подачі снігу до ротора – за допомогою активного або пасивного живильника, снігова маса надходить на лопату хаотично. Навіть при однаковому на всій робочій ділянці стані снігового вибою, що розробляється, і незмінних фізико-механічних властивостях снігу, що надходять в ротор, частинки приходять у зіткнення з лопатою в різних її точках, внаслідок чого робочий процес в роторі є, строго кажучи, стохастичним.

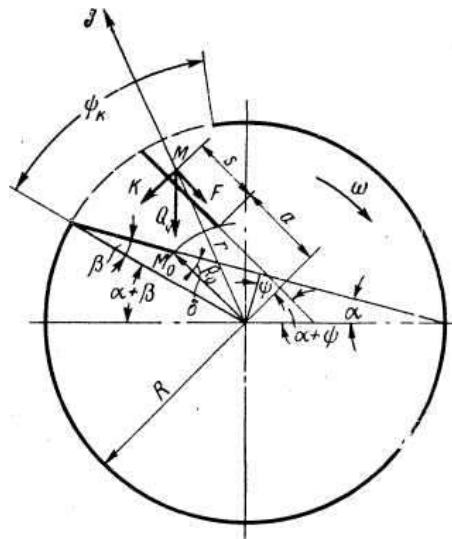


Рис.2.4. Схема сил, що діють на ротор снігоочисника

Характер руху снігової частинки по лопаті схематично може бути представлений наступним чином: частка ротора, що поступила на обертову лопату, спочатку набуває окружну швидкість тієї точки лопати, з якою вона прийшла в дотик, потім під впливом діючих на неї сил, обертаючись разом з лопатою, починає свій рух вздовж лопаті до її зовнішнього краю зі зростаючою швидкістю і, досягнувши краю лопаті, залишає ротор, коли лопата проходить викидне вікно. Отриманий часткою заряд кінетичної енергії визначається її масою і кінцевою абсолютною швидкістю, що дорівнює геометричній сумі практично постійної переносної швидкості разом з лопатою і кінцевої відносної швидкості руху вздовж лопаті, значення якої залежить, зокрема, від початкового положення частки при її зіткненні з лопатою [37].

Розрахунок параметрів ротора.

На снігову частинку, розташовану на обертovому клинку, діють наступні сили:

- 1) гравітація в кГ; $G = mg$
- 2) інерційна сила в кГ; $I = m\omega^2 x$
- 3) коріолісова сила інерції в кГ; $I_k = 2m\omega v_r$
- 4) фрикційні сили і в кГ, $F_1 = fG$ $F_2 = fI_k$

де m – маса снігової частинки в кГ · сек²/м; $m = 0,4$ т/м³

ω – кутова швидкість ротора за 1/сек;

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3.14 \cdot 650}{30} = 68 \text{ hfl} | c /$$

x – відстань від снігової частинки до осі обертання ротора в м;

$x = D/2$, потім $x = 0,25$ м.

v_r – відносна швидкість снігу уздовж леза в м/с;

$$v_r = R\omega k_1 = 0.25 \cdot 68 \cdot 1 = 17 \text{ м/сек.}$$

$$k_1 = \sqrt{1 + f_a^2} - f_a = \sqrt{1 + 0.03^2} - 0.03 \approx 1$$

f – коефіцієнт тертя снігу на металі.

Значення цих сил:

$$G = 400 \cdot 9.8 = 3920 \text{ кГ}$$

$$I = 400 \cdot 68^2 \cdot 0.25 = 4624400 \text{ кГ.}$$

$$I_k = 2 \cdot 400 \cdot 68 \cdot 17 = 924800 \text{ кГ}$$

$$F_1 = 0.03 \cdot 3920 = 117.6 \text{ кГ}, F_2 = 0.03 \cdot 924800 = 27744 \text{ кГ.}$$

І тепер, згідно з вихідними даними, ми розрахуємо і перевіримо значення продуктивності.

$$P_{\text{сн}} = 10000 \cdot B \cdot h \cdot v_m \cdot \gamma, \text{ т/ч}$$

B – ширина захвату, $B = 2$ м,

h – товщина снігу, що видаляється, $h = 0,5$ м,

v_m – робоча швидкість снігоприбирача, 1 км/год.

γ – снігова маса снігових частинок, 0,4 м/год.

$$P_{\text{сн}} = 10000 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 0,4 = 4000 \text{ м}^3 / \text{год} = 1600 \text{ т/год}$$

Вибір робочого тиску і типу робочої рідини. Для гідравлічної системи шнеко-роторного снігоочисника максимальний робочий тиск насоса повинен знаходитись у межах $P_H = 16 \dots 18$ МПа.

Величину втрати тиску на долання гідравлічних опорів у системі приймають рівною 10...15% від тиску створюваного насосом. Тоді робочий тиск у споживачах гідросистеми дорівнює:

$$P_p = (0,85 \dots 0,9) P_H, \text{ де}$$

P_p – робочий тиск у споживачах гідросистеми, МПа;

P_H – тиск, створюваний насосом, МПа;

$$P_p = 0,85 \cdot 17 = 14,45 \text{ МПа}$$

Робоча рідина для зпроектованої гідравлічної системи обирається з умов надійної роботи джерел тиску, споживачів і всієї системи в цілому. Обираємо масло гідравлічне МГ-30 або авіаційне масло гідравлічне АМГ-10.

Визначення подачі насоса. Подача насоса визначається за формулою:

$$Q_H = \frac{\sum_j V_j}{\tau}$$

де Q – подача насоса, $\text{м}^3/\text{с}$;

$\sum_j V_j$ – сума об'ємів споживачів, м^3 ;

τ – час виконання операції, с.

Теоретична подача насоса визначається з урахуванням його об'ємного ККД:

$$Q_T = \frac{Q_H}{\eta_0},$$

де Q_H – дійсна подача насоса, $\text{м}^3/\text{с}$;

η_0 – об'ємний ККД насоса.

Розраховуємо подачу насоса, необхідну для приведення в дію гідроциліндрів підйому-опускання робочого органу:

$$Q_{\text{нг1}} = 3,34 \cdot 10^{-3} / 10 = 3,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$$

Розраховуємо подачу насоса, необхідну для приведення в дію гідроциліндру повороту направляючого кожуху:

$$Q_{\text{нг2}} = 1,23 \cdot 10^{-3} / 8 = 1,53 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$$

Знаходимо загальну дійсну подачу насоса:

$$Q_H = Q_{\text{нг1}} + Q_{\text{нг2}} = 4,87 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$$

Теоретична подача насоса з урахуванням його об'ємного коефіцієнта корисної дії буде дорівнювати:

$$Q_T = 4,87 \cdot 10^{-4} / 0,95 = 5,13 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$$

На підставі значень дійсної подачі насоса робочого тиску P_H обираємо шестеренний насос НШ-10, що забезпечений достатньою подачею при заданому тиску, високим ККД, малими втратами на механічне тертя і незначні витоки через внутрішні

зазори, простотою обслуговування і надійністю роботи в період заданого терміну служби.

Приводом обраного насоса є двигун базового шасі, крутний момент від якого передається на вал гідронасоса через зчеплення, коробку передач і коробку відбору потужності.

Розрахунок діаметрів трубопроводів. Внутрішній діаметр трубопроводів при відомій об'ємній витраті робочої рідини споживача визначається за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4Q_{imax}}{\pi \cdot v}},$$

де Q_{imax} – найбільша витрата рідини, що можлива на даній ділянці гідравлічної системи;

v – середня швидкість руху робочої рідини, що приймається рівною:

для всмоктувальних трубопроводів – до 1,25 м/с;

напірних трубопроводів – до 5,5 м/с;

у лінії зливу – до 4,5 м/с;

у каналах клапанів керування до – 9,5 м/с;

у переливних і запобіжних клапанах до – 30 м/с.

Отримані значення внутрішнього діаметра трубопроводу округляють до стандартного розміру за ДСТУ 16516-70 і уточнюють швидкість рідини в обраному трубопроводі за формулою:

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

Швидкість рідини не повинна перевищувати величин, що рекомендуються.

Розрахунок діаметрів трубопроводів проводиться окремо для кожної ділянки гідравлічної системи.

Розрахуємо внутрішній діаметр трубопроводу напірної магістралі насоса.

$$d = \sqrt{4Q_{нмн} / \pi v},$$

де $Q_{нмн}$ – витрата рідини на даній ділянці трубопроводу.

$$Q_{нмн} = V_{нмн} / \tau = 8,12 \cdot 10^{-5} / 10 = 8,12 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.7)$$

$$d = \sqrt{(4 \cdot 8,12 \cdot 10^{-6}) / (3,14 \cdot 5,5)} = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

приймаємо $d = 6 \cdot 10^{-3}$ м

Уточнюємо швидкість рідини в даному трубопроводі:

$$v = 4 \cdot 8,12 \cdot 10^{-6} / 3,14 \cdot (6 \cdot 10^{-3})^2 = 1,72 \text{ м/с}$$

Розраховуємо внутрішній діаметр трубопроводу напірної магістралі гідророзподільників за формулою:

$$d = \sqrt{4Q_{\text{нмг}} / \pi v},$$

де $Q_{\text{нмг}}$ – витрата рідини на даній ділянці трубопроводу.

$$Q_{\text{нмг}} = V_{\text{нмг}} / \tau = 6,34 \cdot 10^{-5} / 2 = 3,17 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$d = \sqrt{(4 \cdot 3,17 \cdot 10^{-5}) / 3,14 \cdot 5,5} = 2,71 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

приймаємо $d = 6 \cdot 10^{-3}$ м

Уточнюємо швидкість рідини в даному трубопроводі:

$$v = 4 \cdot 3,17 \cdot 10^{-5} / 3,14 \cdot (5 \cdot 10^{-3})^2 = 3,15 \text{ м/с}$$

Розраховуємо внутрішній діаметр трубопроводу напірної магістралі гідроциліндрів підйому-опускання робочого органу за формулою:

$$d = \sqrt{4Q_{\text{нмро}} / \pi v},$$

де $Q_{\text{нмро}}$ – витрата рідини на даній ділянці трубопроводу.

$$Q_{\text{нмро}} = V_{\text{нмро}} / \tau = 1,78 \cdot 10^{-4} / 3 = 5,91 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$d = \sqrt{(4 \cdot 5,91 \cdot 10^{-5}) / 3,14 \cdot 5,5} = 1,36 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

приймаємо $d = 8 \cdot 10^{-3}$ м

Уточнюємо швидкість рідини в даному трубопроводі:

$$v = 4 \cdot 5,91 \cdot 10^{-5} / 3,14 \cdot (5 \cdot 10^{-3})^2 = 3,52 \text{ м/с}$$

Розраховуємо внутрішній діаметр трубопроводу напірної магістралі гідроциліндру повороту направляючого кожуху за формулою:

$$d = \sqrt{4Q_{\text{нмнк}} / \pi v},$$

де $Q_{\text{нмнк}}$ – витрата рідини на даній ділянці трубопроводу.

$$Q_{\text{нмнк}} = V_{\text{нмнк}} / \tau = 1,64 \cdot 10^{-4} / 6 = 2,73 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$d = \sqrt{(4 \cdot 2,73 \cdot 10^{-5}) / 3,14 \cdot 5,5} = 0,79 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

приймаємо $d = 4 \cdot 10^{-3}$ м

Уточнюємо швидкість рідини в даному трубопроводі:

$$v = 4 \cdot 2,73 \cdot 10^{-5} / 3,14 \cdot (4 \cdot 10^{-3})^2 = 0,87 \text{ м/с}$$

Розрахунок трубопроводів на міцність. Напруги від внутрішнього тиску рідини в трубопроводі можуть бути визначені за наступною формулою:

$$\sigma \frac{P_p \cdot d_B}{2\delta} [\sigma]_{max},$$

де σ_{max} – напруги від внутрішнього тиску рідини, МПа;

$[\sigma]$ – допустиме напруження, МПа;

P_p – максимальний тиск робочої рідини на даній ділянці гідросистеми, МПа;

d_B – внутрішній діаметр трубопроводу, мм;

δ – товщина стінки трубопроводу, мм.

Більш детально дану формулу можна представити у наступному вигляді:

$$\sigma \frac{P_{p.c} \cdot d_B}{2\delta} \left(1 + \frac{2\delta}{d_B}\right)_{max}$$

Допустимі напруги визначаються з урахуванням запасу міцності $n=2,5$ для трубопроводів:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_B}{n},$$

де σ_B – межа міцності матеріалу, МПа.

Визначимо напруги від внутрішнього тиску рідини в трубопроводі напірної магістралі гідроциліндру повороту направляючого кожуху:

$$\sigma \frac{11 \cdot 0.016}{2 \cdot 0.001} \left(1 + \frac{2 \cdot 0.001}{0.016}\right)_{max} 87,14 \text{ МПа}$$

$$\sigma [\sigma]_{max} \text{ МПа}$$

Зроблений розрахунок показує, що матеріал трубопроводу підібраний правильно.

2.3. Гідравлічний розрахунок

Розрахунок гідравлічної системи виконується для гранично несприятливих умов, які можуть мати місце при експлуатації ШРМ: витрата і перевантаження – максимальні, температура гідравлічної рідини – мінімальна.

Загальні втрати тиску гідравлічної системи, що проектується, складаються зі втрат на тертя і втрат на місцевих опорах:

$$\Delta P = \Delta P_{TP} + \Delta P_M$$

Втрати тиску на тертя у прямих трубопроводах можна визначити за формулою:

$$\Delta P_{TP} = \frac{l\rho v^2}{2d} \cdot \lambda \cdot 10^{-6},$$

де λ – коефіцієнт опору тертя;

l – довжина трубопроводу, мм;

d – діаметр трубопроводу, мм;

ρ – щільність рідини, кг/м³;

v – швидкість потоку рідини, м/с.

Для ламінарного потоку коефіцієнт опору тертя буде дорівнювати:

$$\lambda = \frac{64}{Re \cdot Re = \frac{v \cdot d}{\nu}}$$

де ν – кінематична в'язкість рідини, сСт.

При турбулентному потоці в технічних гладких трубах для визначення λ користуються формулою Блазеуса:

$$\lambda = \frac{0.3164}{\sqrt[4]{Re}}$$

Місцеві втрати тиску виникають у тих місцях, де відбувається зміна площі або перетину напрямку потоку, та підраховуються за формулою Вейсбаха:

$$\Delta P_M = 10^{-6} \xi \frac{\rho \cdot v^2}{2},$$

де ξ – коефіцієнт місцевих опорів.

Проведемо розрахунок втрат тиску в трубопроводах живлення робочою рідиною гідроциліндрів.

Розрахуємо число Рейнольдса для першої ділянки трубопроводу з діаметром рівним 6 мм і швидкістю робочої рідини 1,72 м/с.

$$Re = (1,72 \cdot 6) / 0,17 = 65,16$$

Отже, коефіцієнт опору тертя, при ламінарному потоці, у даному трубопроводі буде дорівнювати:

$$\lambda = \frac{64}{Re \frac{64}{811} - 2} 64/65,16 = 0,98$$

Розраховуємо втрати тиску на тертя у даному трубопроводі:

$$\Delta P_{\text{тр}} = 10^{-6} \cdot 0,98 \cdot 65,16 \cdot (840 \cdot (1,72)^2 / 2) = 0,08 \text{ МПа}$$

Визначимо втрати тиску на місцевих опорах у даному трубопроводі.

Для вищевказаного трубопроводу коефіцієнт місцевих опорів дорівнює $\zeta = 2.5$

$$\Delta P_{\text{м}} = 10^{-6} \cdot 2,5 \cdot (840 \cdot (1,72)^2 / 2) = 3,12 \cdot 10^{-3} \text{ МПа}$$

Розраховуємо загальні втрати тиску в трубопроводі:

$$\Delta P = 0,08 + 3,12 \cdot 10^{-3} = 0,083 \text{ МПа}$$

Розрахуємо число Рейнольдса для другої ділянки трубопроводу з діаметром рівним 6 мм і швидкістю рідини, що дорівнює 3,15 м/с.

$$Re = (3,15 \cdot 6) / 0,17 = 111,12$$

Обслуговування виробу

Щоденне. Щодня та перед кожним пуском виробу необхідно оглядати його та видаляти всі сторонні предмети. Видалення предметів та спресованого (оледенілого) снігу виконується спеціалізованим інструментом. Перевіряється надійність кріплення виробу [14].

ТО-1. При ТО-1 (125 ч) перевіряється надійність всіх кріплень. Здійснюється мастило опор ротора та живильника через масляки снігоочисника мастилом Літол-24. Перевіряється рівень олії в редукторі.

ТО-2. При ТО-2 (250 ч) виріб розбирається зі зняттям агрегатів з корпусу. Перевіряється та регулюється зазор у зачепленні конічної передачі редуктора. Підшипники опор промиваються, перевіряється їх знос і здійснюється мастило новим мастилом Літол-24. Замінюється мастило редуктора з його промиванням [2].

Висновки до розділу

Даний розділ був присвячений аналізу та розробці гідравлічної системи шнеко-роторного снігоочисника високої продуктивності.

У якості базового шасі було запропоновано модель УРАЛ-4320, яка задовольняє практично всім вимогам щодо розробки та проектування шнеко-роторних машин.

Запропонована гідравлічна система дає змогу ефективно використовувати ШРМ у процесі зимового утримання аеродромів, забезпечуючи швидке та плавне приведення спеціального обладнання з транспортного положення у робоче та навпаки, а також поворот направляючого кожуха для відкидання снігу в необхідний бік.

Було запропоновану оптимальну, на мій погляд, принципову гідравлічну схему, розраховано її елементи та проведено гідравлічний розрахунок, які підтвердили можливість функціонування робочого органу ШРМ з найбільшою ефективністю.

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЯ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ШНЕКО-РОТОРНИХ МАШИН

3.1. Розробка технології процесу виготовлення частин для ШРМ.

3.1.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.

Розрахунок проводиться на поверхні, на якій обробляються 2 і більше переходів.

Розрахунок припусків на механічну обробку деталі проводиться після вибору оптимального технічного маршруту для її виготовлення.

Для того щоб приступити до розрахунку припусків, необхідно скласти схему припусків на вал.

$$\delta_{\text{шл}} = 0,02\text{мм}$$

$$\delta_{\text{т.т.}} = 2 \cdot \delta_{\text{шл.}} = 2 \cdot 0,02 = 0,04\text{мм}$$

$$\delta_{\text{чис.т.}} = 2,5 \cdot \delta_{\text{т.т.}} = 2,5 \cdot 0,04 = 0,1\text{мм.}$$

$$\delta_{\text{чер.т.}} = 2,5 \cdot \delta_{\text{чис.т.}} = 2,5 \cdot 0,1 = 0,25\text{мм}$$

$$\delta_{\text{заг.}} = 2,5 \cdot \delta_{\text{чер.т.}} = 2,5 \cdot 0,25 = 0,625\text{мм.}$$

Мінімальні, номінальні та максимальні витрати на обробку методу автоматичного виміру розраховуються наступним чином:

$$2ZZ - 1_{i-1} \sqrt{E_i^2 + \Delta i^2} \quad \min$$

де, ϵ величина порушень профілю при попередньому переході. R_{z-1}

h_{i-1} – глибина дефектного шару при попередньому переході.

E_i – значення помилки пристрою, яке фіксується на машині.

Δi – Величина просторових варіацій.

l – довжина заготовки або обробка.

Δk – питома величина кривизни поверхні.

Для шліфування:

$$\Delta k = 0.02, \text{ отже } \Delta i = \Delta k \cdot l = 0.02 \cdot 235 = 4.7 \text{ мкм}$$

$$E_i = 20 \text{ мкм}; R_z = 6.3 \text{ мкм}; R_i = 12 \text{ мкм}.$$

$$2Z\sqrt{20^2 + 4.7^2}_{min}$$

Для тонкого точіння

$$2Z\sqrt{20^2 + 4.7^2}_{min}$$

Для чистового точіння

$$2Z\sqrt{20^2 + 4.7^2}_{min}$$

Для чорнового точіння

$$\Delta i = \Delta k \cdot l = 0.2 \cdot 235 = 47 \text{ мкм}$$

$$2Z\sqrt{20^2 + 47^2}_{min}$$

Після цього ми знаходимо Z_{max}

$$2Z_{шл.т.т} min_{max}$$

Для шліфування

$$2Z_{шл.т.т} min_{max}$$

Для тонкого точіння

$$2Z_{т.т.чист.т.} min_{max}$$

Для чистого точіння

$$2Z_{чис.т.чер.т.} min_{max}$$

Для чорнового точіння

$$2Z_{чер.т.заг.} min_{max}$$

Визначаємо діаметри: $d_{min_{max}}$

Для шліфування:

$$d_{min_{юшл}} = 35 \text{ мм}$$

$$d_{max_{шл}} = 45 \text{ мм}$$

Для тонкого точіння:

$$d_{min_{чист.}} = d_{max_{шл}} + 2Z_{min_{шл}} = 45 + 0,077 = 45,077 \text{ мм}$$

$$d_{max_{т.т}} = d_{min_{т.т}} + \delta_{т.т} = 45,077 + 0,04 = 45,117 \text{ мм}$$

Для фінішного точіння:

$$d_{min.чис.т.} = d_{max.т.т.} + 2Z_{min.т.т.} = 45,117 + 0,113 = 45,23\text{мм}$$

Для чорнового точіння:

$$d_{min\text{ чер.т.}} = d_{max\text{ чис.т.}} + 2Z_{min.чис.т.} = 45,23 + 0,165 = 45,495\text{мм}$$

Для заготовки:

$$d_{min\text{ заг}} = d_{max.яер.т.} + 2Z_{min.чер.т.} = 45,495 + 0,348 = 46,093\text{мм}$$

3.1.2. Розрахунок режимів обробки

I Заготовча (1-2)

- 1) Глибина різання $t = 2$ мм;
- 2) Кількість проходів $i = 1$
- 3) Поставка $S = 0,12$
- 4) Швидкість різання v ,

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} = \frac{340 \cdot 0.255}{47^{0.25} \cdot 2^{0.66} \cdot 0.12^{0.15}} = 30.2\text{м/хв.}$$

$$\text{Де } K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{pv} = 0.85 \cdot 1 \cdot 0.3 = 0.255$$

$$C_v = 340$$

$$T = 30 \div 60\text{хв}$$

$$\begin{cases} m = 0.25 \\ x = 0.66 - \text{Показники ступеня.} \\ y = 0.15 \end{cases}$$

K_{pv} – коефіцієнт, який враховує стан поверхні = 0,85, K_{mv} – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту = 1.

- 5) Швидкість обертання

$$n = \frac{1000 \cdot v}{3.14 \cdot 60} = \frac{1000 \cdot 30.2}{3.14 \cdot 60} = 160.3\text{об/хв.}$$

- 6) Основний час обробки.

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{30 \cdot 1}{160.3 \cdot 0.12} = 1,5\text{хв}$$

- 7) Допоміжний час обробки.

$$T_b = 0,03 \cdot T_o = 0,03 \cdot 1,5 = 0,045\text{хв.}$$

8) Різюча сила.

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 247 \cdot 2^1 \cdot 0.12^{0.8} \cdot 30.2^0 \cdot 1.3 = 1155H$$

9) Різюча потужність.

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1155 \cdot 30.1}{61200} = 0.57\text{кВт},$$

10) Потужність двигуна.

$$N_d = K \cdot N \cdot \eta = 1,2 \cdot 0,57 \cdot 0,9 = 0,6\text{кВт}.$$

де K – коефіцієнт запасу, $K = 1,2$, $\eta = 0,9$.

II. Токарний верстат (1-2).

I – Операція (підрізка торця).

- 1) глибина різання $t=2\text{mm}$
- 2) поставка $S=0,3$ об / хв.
- 3) Кількість проходів $i=1$
- 4) Швидкість різання v .

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} = \frac{420 \cdot 0.255}{47^{0.25} \cdot 2^{0.15} \cdot 0.3^{0.2}} = 48.6\text{м/хв}.$$

5) Швидкість n ,

$$n = \frac{1000 \cdot v}{3.14 \cdot D} = \frac{1000 \cdot 48.6}{3.14 \cdot 50} = 309\text{об/хв}.$$

6) Основний час обробки.

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{230 \cdot 1}{309 \cdot 0.3} = 2.5\text{хв}$$

7) Допоміжний час обробки.

$$T_b = 0,03 \cdot T_o = 0,03 \cdot 2.5 = 0.075\text{хв}.$$

8) Різюча сила.

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 200 \cdot 2^1 \cdot 0.3^{0.75} \cdot 48.6^0 \cdot 1.3 = 2107H$$

9) Різюча потужність.

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2107 \cdot 48.6}{61200} = 1.6\text{кВт},$$

10) Потужність двигуна машини.

$$N_d = K \cdot N \cdot \eta = 1,2 \cdot 1.6 \cdot 0,9 = 1.728\text{кВт}.$$

II – Операція (свердління).

- 1) глибина різання $t = 4\text{mm}$
- 2) постачання $S=0,15$ об / хв
- 3) кількість проходів, $i= 1$
- 4) Швидкість свердління v .

$$v = \frac{C_v \cdot K_v \cdot D^v}{T^m \cdot S^y} = \frac{7.0 \cdot 5^{0.4} \cdot 1.3}{15^{0.2} \cdot 0.15^{0.1}} = 12.3\text{м/хв.}$$

5) Швидкість n ,

$$n = \frac{1000 \cdot v}{3.14 \cdot D} = \frac{1000 \cdot 12.3}{3.14 \cdot 50} = 78\text{об/хв.}$$

6) Основний час обробки.

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{4 \cdot 1}{78 \cdot 0.15} = 0.3\text{хв}$$

7) Допоміжний час обробки.

$$T_b = 0,03 \cdot T_o = 0,03 \cdot 0.3 = 0.009\text{хв.}$$

8) Крутний момент (Нм).

$$M_{кр} = 10 \cdot D \cdot S^n \cdot K^p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 5^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 1,3 = 2,4\text{Нм}$$

9) визначити осьову лінію.

$$P_o = M_{кр} = 2,4\text{Нм}$$

10) Ріжуча потужність (кВт).

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{2.4 \cdot 78}{9750} = 0.1\text{кВт,}$$

10) Потужність двигуна машини.

$$N_d = K \cdot N \cdot \eta = 1,2 \cdot 0.1 \cdot 0,9 = 0.108\text{кВт.}$$

II Токарна (3-5).

I - операція підрізка торця

- 1) глибина різання, $t=2\text{мм}$
- 2) поставка , $S = 0.3$ об/ хв.
- 3) кількість проходів, $i = 1$

4) Швидкість різання v .

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} = \frac{420 \cdot 0.255}{47^{0.25} \cdot 2^{0.15} \cdot 0.3^{0.2}} = 48.6 \text{ м/хв.}$$

5) Швидкість n ,

$$n = \frac{1000 \cdot v}{3.14 \cdot D} = \frac{1000 \cdot 48.6}{3.14 \cdot 50} = 309 \text{ об/хв.}$$

6) Основний час обробки.

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{230 \cdot 1}{309 \cdot 0.3} = 2.5 \text{ хв}$$

7) Допоміжний час обробки.

$$T_B = 0,03 \cdot T_o = 0,03 \cdot 2.5 = 0.075 \text{ хв.}$$

8) Різюча сила.

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 200 \cdot 2^1 \cdot 0.3^{0.75} \cdot 48.6^0 \cdot 1.3 = 2107 \text{ Н}$$

9) Різюча потужність.

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2107 \cdot 48.6}{61200} = 1.6 \text{ кВт,}$$

10) Потужність двигуна машини.

$$N_d = K \cdot N \cdot \eta = 1,2 \cdot 1.6 \cdot 0,9 = 1.728 \text{ кВт.}$$

II – операція (свердління).

1) глибина різання, $t=4\text{mm}$

2) Постачання, $S=0,15$ об / хв

3) кількість проходів, $i=1$

4) Швидкість свердління v .

$$v = \frac{C_v \cdot K_v \cdot D^v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} = \frac{7.0 \cdot 5^{0.4} \cdot 1.3}{15^{0.2} \cdot 0.15^{0.1}} = 12.3 \text{ м/хв.}$$

5) Швидкість n ,

$$n = \frac{1000 \cdot v}{3.14 \cdot D} = \frac{1000 \cdot 12.3}{3.14 \cdot 50} = 78 \text{ об/хв}$$

6) Основний час обробки.

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{4 \cdot 1}{78 \cdot 0.15} = 0.3 \text{ хв}$$

7) Допоміжний час обробки.

$$T_B = 0,03 \cdot T_0 = 0,03 \cdot 0,3 = 0,009 \text{хв.}$$

8) Крутний момент (Нм).

$$M_{кр} = 10 \cdot D \cdot S^n \cdot K^p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 5^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 1,3 = 2,4 \text{Нм}$$

9) визначити осьову лінію.

$$P_o = M_{кр} = 2,4 \text{Нм}$$

10) Ріжуча потужність (кВт).

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{2,4 \cdot 78}{9750} = 0,1 \text{кВт},$$

10) Потужність двигуна машини.

$$N_d = K \cdot N \cdot \eta = 1,2 \cdot 0,1 \cdot 0,9 = 0,108 \text{кВт.}$$

III Токарна (6-13)

I– операція (обточування поверхонь).

1) Глибина різання, $t=2,0 \text{мм}$,

2) Подача інструментів, $S= 0,16 \text{ мм / об / хв}$

3) Кількість проходів, $i= 1$

5) Швидкість різання v .

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} = \frac{420 \cdot 3,14}{47^{0,25} \cdot 2 \cdot 0^{0,15} \cdot 0,16^{0,2}} = 54,8 \text{м/хв.}$$

6) Швидкість n ,

$$n = \frac{1000 \cdot v}{3,14 \cdot D} = \frac{1000 \cdot 54,8}{3,14 \cdot 50} = 349 \text{об/хв.}$$

7) Основний час обробки.

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{70 \cdot 1}{349 \cdot 0,16} = 1,2 \text{хв}$$

8) Допоміжний час обробки.

$$T_B = 0,03 \cdot T_0 = 0,03 \cdot 1,2 = 0,036 \text{хв.}$$

9) Ріжуча сила.

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 200 \cdot 2^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 48,6^0 \cdot 1,3 = 12000 \text{Нм}$$

10) Ріжуча потужність.

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{12000 \cdot 54,8}{61200} = 10,7 \text{кВт},$$

11) Потужність двигуна машини.

$$N_d = K \cdot N \cdot \eta = 1,2 \cdot 10,7 \cdot 0,9 = 11,5 \text{кВт.}$$

II -Операція (обточування поверхонь, чорнове точення).

- 1) Глибина різання, $t=0,22\text{мм}$,
- 2) Подача інструменту, $S= 0,4 \text{ мм / об / хв}$
- 3) Кількість проходів, $i= 1$
- 4) Швидкість різання v .

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} = \frac{420 \cdot 3.14}{47^{0.25} \cdot 0.22^{0.15} \cdot 0.4^{0.2}} = 83 \text{м/хв.}$$

5) Швидкість n ,

$$n = \frac{1000 \cdot v}{3.14 \cdot D} = \frac{1000 \cdot 83}{3.14 \cdot 50} = 528 \text{об/хв.}$$

6) Основний час обробки.

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{40 \cdot 1}{528 \cdot 0.4} = 0.18 \text{хв}$$

7) Допоміжний час обробки.

$$T_B = 0,03 \cdot T_o = 0,03 \cdot 0.18 = 0.0054 \text{хв.}$$

III -операція (обточування поверхонь, чистове заточення).

- 1) Глибина різання, $t= 0,087 \text{ мм}$,
- 2)Подача інструментів, $S= 0,4 \text{ мм / v}$
- 3) Кількість проходів, $i=1$
- 4) Швидкість різання v .

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} = \frac{420 \cdot 3.14}{47^{0.25} \cdot 0.087^{0.15} \cdot 0.4^{0.2}} = 89 \text{м/хв.}$$

5) Швидкість n ,

$$n = \frac{1000 \cdot v}{3.14 \cdot D} = \frac{1000 \cdot 89}{3.14 \cdot 50} = 566 \text{об/хв.}$$

6) Основний час обробки.

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{40 \cdot 1}{566 \cdot 0.4} = 0.17 \text{хв}$$

7) Допоміжний час обробки.

$$T_B = 0,03 \cdot T_0 = 0,03 \cdot 0,17 = 0,0051 \text{ хв.}$$

8) Різюча сила.

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 200 \cdot 2^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 48,6^0 \cdot 1,3 = 12000 \text{ Нм}$$

IV – Операція (підрізання торця)

1) глибина різання, $t = 10 \text{ мм}$

2) подача, $S = 0,13 \text{ об / хв.}$

3) кількість проходів, $i = 1$

4) Швидкість різання v .

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} = \frac{340 \cdot 0,351}{47^{0,25} \cdot 10^{0,15} \cdot 0,13^{0,2}} = 50 \text{ м/хв.}$$

5) Швидкість n ,

$$n = \frac{1000 \cdot v}{3,14 \cdot D} = \frac{1000 \cdot 50}{3,14 \cdot 50} = 318 \text{ об/хв.}$$

6) Основний час обробки.

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{230 \cdot 1}{318 \cdot 0,13} = 5,6 \text{ хв}$$

7) Допоміжний час обробки.

$$T_B = 0,03 \cdot T_0 = 0,03 \cdot 5,6 = 0,168 \text{ хв.}$$

8) Різюча сила.

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 200 \cdot 2^1 \cdot 0,13^{0,75} \cdot 50^0 \cdot 1,3 = 1124 \text{ Н}$$

9) Різюча потужність.

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1124 \cdot 50}{61200} = 0,9 \text{ кВт},$$

10) Потужність двигуна машини.

$$N_d = K \cdot N \cdot \eta = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,972 \text{ кВт.}$$

V – Робота (обточування поверхонь)

1) Глибина різання, $t = 0,087 \text{ мм}$,

2) Подача інструментів, $S = 0,4 \text{ мм / v}$

3) Кількість проходів, $i = 1$

4) Швидкість різання v .

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} = \frac{420 \cdot 3.14}{47^{0.25} \cdot 0.087^{0.15} \cdot 0.4^{0.2}} = 89 \text{ м/хв.}$$

5) Швидкість n ,

$$n = \frac{1000 \cdot v}{3.14 \cdot D} = \frac{1000 \cdot 89}{3.14 \cdot 50} = 566 \text{ об/хв}$$

6) Основний час обробки.

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{40 \cdot 1}{566 \cdot 0.4} = 0.17 \text{ хв}$$

7) Допоміжний час обробки.

$$T_B = 0,03 \cdot T_o = 0,03 \cdot 0.17 = 0.0051 \text{ хв.}$$

8) Різюча сила.

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 200 \cdot 2^1 \cdot 0.3^{0.75} \cdot 48.6^0 \cdot 1.3 = 12000 \text{ Нм}$$

VI – Операція (підрізання торця)

1) Глибина різання $t=10$ мм

2) Поставка $S=0,13$ об/хв.

3) Кількість перепусток $i=1$

4) Швидкість різання v .

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} = \frac{340 \cdot 0.351}{47^{0.25} \cdot 10^{0.15} \cdot 0.13^{0.2}} = 50 \text{ м/хв.}$$

5) Швидкість n ,

$$n = \frac{1000 \cdot v}{3.14 \cdot D} = \frac{1000 \cdot 50}{3.14 \cdot 50} = 318 \text{ об/хв.}$$

6) Основний час обробки.

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{230 \cdot 1}{318 \cdot 0.13} = 5.6 \text{ хв}$$

7) Допоміжний час обробки.

$$T_B = 0,03 \cdot T_o = 0,03 \cdot 5.6 = 0.168 \text{ хв.}$$

8) Різюча сила.

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 200 \cdot 2^1 \cdot 0.13^{0.75} \cdot 50^0 \cdot 1.3 = 1124 \text{ кГ}$$

9) Різюча потужність.

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1124 \cdot 50}{61200} = 0.9 \text{ кВт,}$$

10) Потужність двигуна машини.

$$N_d = K \cdot N \cdot \eta = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,972 \text{кВт.}$$

III Фрезерування (1-2).

I – Операція

1) Глибина фрезерування $t = 8$ мм,

2) Постачання $S = 0,10$ об / хв,

3) Кількість проходів $i = 1$

4) Швидкість різання v ;

$$v = \frac{C_v \cdot D \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot Z^p} = \frac{44 \cdot 70^{0,29} \cdot 1,35}{200^{0,27} \cdot 8^{0,21} \cdot 0,10^{0,48} \cdot 50^{0,3} \cdot 10^{0,1}} \cdot \frac{194}{2,6} = 74 \text{м/хв}$$

Загальний коефіцієнт корекції швидкості різання.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,35$$

K_{mv} - Коефіцієнт з урахуванням якості матеріалу, що обробляється.

K_{nv} - Коефіцієнт з урахуванням стану поверхні заготовки.

K_{uv} - коефіцієнт з урахуванням матеріалу інструменту

5) Швидкість.

$$n = \frac{1000 \cdot v}{3,14 \cdot D} = \frac{1000 \cdot 74}{3,14 \cdot 70} = 336 \text{об/хв}$$

6) Сила різання

$$P_z = \frac{C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot Z^p \cdot K_p}{D^q \cdot n^w} = \frac{12,5 \cdot 8^{0,85} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 50^1 \cdot 10^{0,1} \cdot 0,75}{70^{0,87} \cdot 336^0} = \frac{72,5 \cdot 35 \cdot 0,9}{40} = 57 \text{кГ}$$

7) Крутний момент шпинделя, М.

$$M = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{57 \cdot 80}{2000} = 2,28 \text{кГ} \cdot \text{м}$$

8) Різюча потужність, Н.

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{57 \cdot 74}{61200} = 0,06 \text{кВт}$$

9) Потужність двигуна машини.

$$N_d = K \cdot N \cdot \eta = 1,2 \cdot 0,06 \cdot 0,9 = 0,064 \text{кВт.}$$

IV – Шліфування (1-4).

- 1) Глибина шліфування $t=0,025\text{мм}$,
- 2) поздовжній корм $s=0,5\text{мм}$
- 3) радіальне годування $s_p=0,075\text{ мм/в.}$
- 4) швидкість кола $v_k=35\text{ м / сек,}$
- 5) Швидкість заготовки $v_d=25\text{м/хв.}$

3.2 Розрахунок економічних параметрів базового обладнання

Розрахунок капітальних витрат БО.

Визначення капітальних витрат на базове обладнання здійснюється за оптовою ціною $Z_0 = 50,200\text{тис. грн:}$

$$Z_k = Z_0 \cdot K_6 = 50,200 \cdot 1,05 = 52,710\text{тис. грн,}$$

де K_6 -коефіцієнт, який враховує витрати на транспортування і монтаж, $K_6 = 1,05$.

Розрахунок поточних річних витрат.

Поточні щорічні витрати включають витрати протягом року на заробітну плату працівників, на робочу рідину гідравлічної системи та масло коробки передач, на технічне обслуговування та поточний ремонт, на капітальний ремонт.

Розрахунок поточних річних витрат на паливо БО

$$Z_T = Q \cdot T_r \cdot C_T \cdot K_M,$$

де C_T -тариф на дизельне $C_T = 22\text{грн/л}$ паливо, витрата палива Q -годин, $Q=25,8\text{ кг / год}$; K_M –коефіцієнт використання потужності, $K_M = 0,4$, T_r -річний час роботи снігоприбирача, год.

$$T_r = (T_{\text{дн}} - (t_v + t_{\text{пр}}))t_{\text{см}},$$

де $T_{\text{дн}}$ - кількість днів у році, $T_{\text{дн}} = 365$ днів; t_v – кількість вихідних на рік, $t_v=96$ днів; $T_{\text{дн}} t_{\text{пр}}$ - кількість свят в році, $t_{\text{пр}}=8$ днів; $t_{\text{см}}$ – тривалість зміни, $t_{\text{см}}=8$ днів;

$$T_r = (365 - (96 + 8)) \cdot 8 = 2088\text{ч}$$

Для операції в одну зміну:

$$Z_T = 25,8 \cdot 2088 \cdot 22 \cdot 0,4 = 474,0595\text{тис. грн.}$$

Витрати на заробітну плату працівників, коефіцієнт, який враховує допоміжний час, = 1,05; – коефіцієнт коригування до тарифної ставки, = 1,105; -погодинна тарифна ставка, = 30грн/год; $Z_{зп} = K_{мэ} \cdot K_p \cdot \lambda \cdot T_{Г} \cdot C_{зп}$

$$Z_{зп} = 1,05 \cdot 1,105 \cdot 1,25 \cdot 2088 \cdot 20 = 90,8476 \text{ тис. грн}$$

Витрати на гідравлічну рідину та зубчасте масло

$$Z_{рж} = (V_{рж} + V_{м}) \cdot C_{р} \frac{T_{Г}}{T_{М}}$$

Де $V_{рж}$ обсяг робочої рідини заміна якої відбувається в одному технічному обслуговуванні $V_{рж} = 20$ кг; $V_{м}$ -об'єм масляних редукторів, $V_{м} = 8$ кг; $C_{р}$ -оптова ціна робочої рідини та масел, $C_{р} = 60$ грн / кг; $T_{М}$ -частота зміни робочої рідини і масел, $T_{М} = 500$ г

$$Z_{рж} = (20 + 8) \cdot 60 \cdot \frac{2088}{500} = 7,015 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на технічне обслуговування та ремонт складаються з витрат на заробітну плату та витрат на матеріали та запасні частини; $S_{зр} S_{мр} S_{ТО} = S_{зр} + S_{мр}$

Витрати на заробітну плату ремонтників

$$S_{зр} = \frac{T_{Г}}{T_{ц}} \cdot K_{мэ} \cdot \lambda_{р} \cdot C_{р} (Ч_{ТО} + Ч_{ТР}) \cdot T_{р}$$

де $T_{ц}$ -тривалість терміну служби машини, $T_{ц} = 16000$ годин; $T_{р}$ - тривалість періоду капітального ремонту, $T_{р} = 7000$ годин; $K_{мэ}$ – коефіцієнт з урахуванням допоміжного часу, $K_{мэ} = 1,3$; $\lambda_{р}$ – коефіцієнт премій $\lambda_{р} = 1,2$ $C_{р}$ -середня тарифна ставка, $C_{р} = 27$ грн/год; $Ч_{ТО}$ -трудомісткість утримання, $Ч_{ТО} = 2$ чол. год; $Ч_{ТР}$ -трудомісткість поточного ремонту, $Ч_{ТР} = 2$ чол. год.

$$S_{зр} = \frac{2088}{16000} \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 27 \cdot (2 + 2) \cdot 7000 = 153,906 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на капітальний ремонт БО

$$S_{кр} = \frac{K_{мн} \cdot A_{кр} \cdot Z_{к}}{100}$$

де віднімається капітальний ремонт, = 9%; – коефіцієнт, = 1,1. $A_{кр} A_{кр} K_{мн} K_{мн}$

$$S_{кр} = \frac{1,1 \cdot 9 \cdot 52710}{100} = 52.182 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на запчастини та матеріали.

$$S_{мп} = K_{мн} \cdot \frac{S_{зр}}{K_{мз}} \cdot K_{эр},$$

де $K_{эр}$ -коефіцієнт переходу від окладу до витрат на T_o і T_p , $K_{эр}=1,30-1,35$; $K_{мз}$ - коефіцієнт витрати запчастин $K_{мз}= 1,35$; $K_{мп}$ -коефіцієнт, з урахуванням маржі торгово-постачальних організацій, $K_{мп}= 1,1$.

$$S_{мп} = 1,1 \frac{153906}{1,35} \cdot 1,35 = 169,296 \text{ тис. грн.}$$

Сума річних операційних витрат

$$\begin{aligned} I_6 &= Z_T + Z_{рж} + (S_{зр} + S_{мп}) + S_{кр} \\ &= 474,059 + 90,8476 + 7,015 + (153,906 + 169,296) + 52,182 = \\ &= 947,305 \text{ тис. грн} \end{aligned}$$

3.3. Розрахунок і капітальні витрати на проект нової технології (НТ).

Оптова ціна нової технології; – витрати на науково-дослідні роботи при проектуванні зразка нової технології обладнання; – виробничі витрати, включають витрати на проектування та витрати на експерименти.

$$Ц_0 = Z_{нир} + Z_{и} Z_{нир} Z_{и} Z_{пр} Z_{э}$$

$$Z_{нир} = Z_{э} + Z_{пр}$$

Витрати на проектування визначаються залежною

$$Z_{пр} = K_{н}(C_{сб} \cdot P_{сб} + C_{д} \cdot P_{д}),$$

де $C_{сб}$ -вартість проектування монтажних блоків, вартість складання креслення формату А1, $C_{сб}= 300$ грн; $C_{д}$ -вартість деталізації формату А1, $C_{д}= 250$ грн; $K_{н}$ - коефіцієнт новизни розвитку, $K_{н}= 2,0$; $P_{д}$ -кількість монтажних креслень, $P_{д}=8$; $P_{сб}$ -кількість аркушів деталей, зменшених до формату А1 $P_{сб}= 12$;

$$Z_{пр} = 2(300 \cdot 8 + 250 \cdot 12) = 10,800 \text{ тис. грн}$$

Вартість проведення експериментів протягом 10 днів.

$$Z_{\text{э}} = C_{\text{Т}} \cdot t_{\text{см}} \cdot 10 \cdot n_{\text{э}};$$

$C_{\text{Т}}$ - погодинна тарифна ставка, = 30 грн/год; – Кількість експериментаторів, = 2; – Тривалість зміни, = 8 год. $C_{\text{Т}} n_{\text{э}} n_{\text{э}} t_{\text{см}} t_{\text{см}}$

$$Z_{\text{э}} = 30 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 2 = 4,800 \text{ тис. грн}$$

Визначте суму: $Z_{\text{нир}}$

$$Z_{\text{нир}} = 10,800 + 4,800 = 15,600 \text{ тис. грн}$$

Для визначення вартості матеріалів і комплектуючих складаємо розрахункову таблицю, в якій вказуємо назви основних матеріалів і компонентів, що входять в розроблений ротор. Витрати на основні матеріали визначають вартість допоміжних матеріалів і амортизаційні відрахування, які складають 9% від суми витрат. ($Z_{\text{м}} + Z_{\text{вм}} + Z_{\text{зп}}$)

Таблиця 3.1

Вартість матеріалів НТ.

№	Ім'я	Од.вим.	Довжина, м	Маса 1 п.м, кг	Вартість 1 кг, грн	Загальна вага, кг	Ціна, грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Аркуш h=5 СТ.4 ГОСТ 380-90	м2	2	39	20	130	2600
2	Проушина Сталь 20 ГОСТ 1050- 902	шт	4	-	-	16	250
3	Пруток	м	1,6	15,3	25	24,48	980
4	Труба	м	2	3,1	25	6,2	155
5	Редуктор конічний	шт	1	-	-	60	3500
6	Підшипник	шт	2	-	-	5	1050
	Підсумок						8535

Вартість основних матеріалів $Z_M = 8.535$ тис. грн

Заробітна плата працівників на виробництві

$$S'_{ЗП} = K_{МЭ} \cdot K_p \cdot \lambda \cdot T_{Г} \cdot C_T,$$

де C_T -погодинна тарифна ставка, $C_T = 35$ грн/год; $K_p = 1,105$; $K_{МЭ} = 1,05$; $T_{Г}$ -річний фонд робочого часу на виготовлення робочого обладнання, $T_{Г} = 300$ годин;

$$S'_{ЗП} = 1,05 \cdot 1,105 \cdot 1,25 \cdot 300 \cdot 35 = 15,228 \text{ тис. грн}$$

Вартість допоміжних матеріалів становить 2,7% від основних матеріалів:

$$Z'_{ВМ} = \frac{Z'_M \cdot 2,7}{100} = \frac{8.535 \cdot 2,7}{100} = 0,230 \text{ тис. грн}$$

Амортизаційні відрахування складають 9% від суми витрат:

$$Z'_a = \frac{(Z'_M + Z'_{ВМ} + Z'_{ЗП}) \cdot 9}{100} = \frac{(8.535 + 0.230 + 15.228) \cdot 9}{100} = 2,159 \text{ тис. грн}$$

Інші виробничі витрати $Z'_п = 0,3$ тис. грн.

Робимо оцінку загальних витрат на завод і вводимо дані в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2

Оцінка загальних витрат заводу

№	Статті витрат	Вартість, тис. грн	Ціна в %
1	Вартість основних матеріалів	8,535	32,6
2	Вартість допоміжних матеріалів	0,230	0,89
3	Витрати на амортизаційні відрахування	2,159	8,25
4	Заробітна плата	15,228	58,3
5	Інші витрати	0,3	0,001
	Підсумок	26,152	100

Оптова ціна становить:

$$\text{Ц}'_0 = 26.152 + 15.600 = 41.752 \text{ тис. грн}$$

Капітальні витрати НО:

$$\text{З}'_к = \text{Ц}'_0 \cdot \text{К}_6 = 41.752 \cdot 1,05 = 43.840 \text{ тис. грн}$$

Розрахунок поточних річних витрат.

Витрати на заробітну плату працівників

$$\text{З}'_{зп} = \text{К}_{мз} \cdot \text{К}_р \cdot \lambda \cdot \text{T}_Г \cdot \text{С}_Т = 1,05 \cdot 1,105 \cdot 1,25 \cdot 2088 \cdot 30 = 90,847 \text{ тис. грн}$$

Витрати на підвісне зубчасте масло

$$\text{З}'_{рж} = V_M \cdot \text{Ц}_р \frac{\text{T}_Г}{\text{T}_М},$$

де V_M - обсяг трансмісійного масла TAD-17 для коробок передач, замінених в одному технічному обслуговуванні, $V_M = (20 + 8) = 28 \text{ кг}$

$$\text{З}'_{рж} = 28 \cdot 60 \cdot \frac{2088}{500} = 7,015 \text{ тис. грн}$$

Витрати на технічне обслуговування та ремонт

$$S_{ТО} = S_{зр} + S_{мр},$$

Витрати на заробітну плату ремонтників

$$S'_{зр} = \frac{\text{T}_Г}{\text{T}_ц} \cdot \text{К}_{мз} \cdot \lambda_p \cdot \text{С}_р (\text{Ч}_{ТО} + \text{Ч}_{тр}) \cdot \text{T}_р,$$

де $\text{Ч}_{ТО}$ і $\text{Ч}_{тр}$ - трудова інтенсивність технічного обслуговування та планового ремонту. Трудомісткість утримання нового робочого органу в порівнянні з базовим однакова, трудомісткість поточного ремонту $\text{T}_ц = 17000 \text{ ч}$, $\text{Ч}_{ТО} = 2 \text{ чол. г}$; $\text{Ч}_{тр} = 2 \text{ чол. г}$;

$$S'_{зр} = \frac{2088}{17000} \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 27(2 + 2) \cdot 7000 = 144,853 \text{ тис. грн}$$

Витрати на капітальний ремонт НО.

$$S'_{кр} = \frac{\text{К}_{мн} \cdot \text{А}_{кр} \cdot \text{З}_к}{100} = \frac{1,1 \cdot 9 \cdot 43,840}{100} = 4,340 \text{ тис. грн}$$

Витрати на матеріали та запчастини

$$S'_{мр} = \text{К}_{мн} \cdot \frac{S_{зр}}{\text{К}_{мз}} \cdot \text{К}_{зр} = 1,1 \frac{144,853}{1,35} \cdot 1,35 = 159,338 \text{ тис. грн}$$

Витрати на паливо НТ

$$\text{З}'_т = Q \cdot \text{T}_Г \cdot \text{С}_Т \cdot \text{К}_м,$$

де $Q = 25,8$ кг / год – витрата палива.

$$Z'_T = 25,8 \cdot 2088 \cdot 22 \cdot 0,4 = 474,059 \text{ тис. грн}$$

Сума поточних річних витрат НО

$$\begin{aligned} I'_6 &= Z_T + Z_{рж} + (S_{зр} + S_{мр}) + S_{кр} \\ &= 474,059 + 90,847 + 7,015 + 159,338 + 4,3401 + 144,853 = \\ &820,402 \text{ тис. грн} \end{aligned}$$

3.4. Розрахунок річного економічного ефекту.

Річний економічний ефект визначається за формулою:

$$E_H = (Z_y - Z'_y) \cdot \Pi',$$

де-одиниці витрат на одиницю продукції, грн /одиницю: Z_y

ці витрати визначаються за формулою:

$$Z = I + Z_k(P + E_H),$$

де I -поточні витрати, Z_k -капітальні витрати, P і E_H -нормативні коефіцієнти, $P = 0,081$, $E_H = 0,15$. скласти таблицю розрахунку поточних витрат.

Таблиця 3.3

Розрахунок річних операційних витрат

№	Елементи витрат	Умовний Символ	Од. вимірювання	Показники	
				БО	НО
1	Витрати на паливо	Z_T	тисяч грн	474,059	474,059
2	Заробітна плата працівників	$Z_{зп}$	тисяч грн	90,847	90,847
3	Експлуатаційні витрати рідини	$Z_{рж}$	тисяч грн	7,015	7,015
4	Заробітна плата ремонтників	$Z_{зр}$	тисяч грн	153,906	144,853

Продовження табл.3.3

5	Витрати на матеріали та запчастини	$S_{\text{мр}}$	тисяч грн	169,296	159,338
6	Капітальний ремонт витрат	$S_{\text{кр}}$	тисяч грн	52,182	4,3401
7	Сума поточних річних витрат	I	тисяч грн	947,305	820,402

Визначаємо вищевказані витрати за раніше виявленими показниками ефективності базового обладнання.

$$Z_{6,т} = 947,305 + 52710(0,081 + 0,15) = 959,481 \text{ тис. грн}$$

Для нових технологій

$$Z'_{н,т} = 820,402 + 43,840(0,081 + 0,15) = 810,529 \text{ тис. грн}$$

Конкретні витрати визначаються залежністю

$$Z_y = \frac{Z}{\Pi}$$

Для базового обладнання, $Z_y = \frac{959,481}{350} = 2,741 \text{ тис. грн};$

Для нової технології, $Z'_y = \frac{810,529}{400} = 2,026 \text{ тис. грн}$

Економічний ефект від використання одного комплексу робочого обладнання протягом року визначається:

$$\mathcal{E}_н = (2,741 - 2,026) \cdot 400 = 286,000 \text{ тис. грн}$$

Розрахунок терміну окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{3_{\text{к}} - 3'_{\text{к}} \cdot \frac{\Pi'}{\Pi}}{(И + P \cdot 3_{\text{к}}) \frac{\Pi}{\Pi'} - (И' + P \cdot 3'_{\text{к}})}$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{52,710 - 43,840 \cdot \frac{400}{350}}{(947,305 + 0,081 \cdot 52,710) \cdot \frac{350}{400} - (820,402 + 0,081 \cdot 43,840)} = 0,3 \text{ роки.}$$

Розрахунок матеріальної економії

Річні витрати на метал визначаються за формулою

$$D = \frac{T}{T_{\text{сл}} \cdot K_M},$$

де m - маса робочого обладнання, $m = 833\text{кг}$, K_M – коефіцієнт утилізації матеріалу, $K_M = 0,7$, $T_{\text{сл}}$ – термін служби обладнання, $T_{\text{сл}} = 7$ років.

Для базового обладнання,

$$D_{\text{б.т}} = \frac{1166}{7 \cdot 0,7} = 238\text{кг.}$$

Для нових технологій,

$$D'_{\text{н.т}} = \frac{833}{7 \cdot 0,7} = 170\text{кг.}$$

Економія на матеріальних витратах за рік визначається за формулою:

$$\Delta m = D_{\text{б.т}} \frac{P'}{P} - D'_{\text{н.т}} = 238 \frac{400}{350} - 170 = 102\text{кг.}$$

розрахунки основних економічних показників робочого обладнання наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Результати техніко-економічного обґрунтування шнеко-роторної машини

№ п/п	Назва Показників	Умовний Символ	Виміряні одиниці ви- мірювання.	Економічні показники		Відхи- лення Показників (+;-)%
				БО	НТ	
1	Капітальні витрати		тисяч грн	52,710	43,840	-20,23
2	Річні опера- ційні витрати	И	тисяч грн	947,305	820,402	-15,5
3	Річний обсяг виробництва	П	тис.З	350	400	12,5

4	Економічний ефект	Δ_n	тисяч грн	-	286,000	-
5	Річна економія на матеріальних витратах	Δ_m	КГ	-	102	-
6	Термін окупності	3	Років	-	0,3	-

Висновки до розділу

В даному розділі кваліфікаційної роботи було розроблено та розраховано покращену технологію використання навісного обладнання шнеко-роторної машини під час зимового використання у регіональних аеропортах. В ході теоретичних розрахунків було досягнуто матеріальної економії на матеріальних витратах, при цьому покращуючи технічний рівень, надійність та довгий строк роботи шнеко-роторної машини.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Аеродроми, що працюють на зимовому технічному обслуговуванні, повинні бути обладнані приміщеннями для опалення, відпочинку, харчування та сушарок для одягу та взуття.

Щоб захистити руки і ноги від розморожування на педалях і обробляти важелі шнеко-роторних машин, слід носити фетрові або тканинні чохли, а фетровий або фанерний лист - під ногами.

При одночасній роботі декількох шнеко-роторних машин в одному напрямку відстань між ними повинна бути не менше 15м.

При роботі над шнеко-роторною машиною водії повинні використовувати світлозахисні окуляри.

При роботі з роторним снігоочисниками необхідно:

(а) ретельно перевіряти справність усіх важелів управління та простоту їх перемикання;

б) відстань від краю заднього колеса до краю канави або лінії колії, повинно витримуватись не менше одного метра.

Забороняється перебувати в траншеї, пробитій снігоочисником ближче, ніж 20м на робочій машині.

При експлуатації ШРМ всіх типів на них необхідно встановити наступні розпізнавальні знаки:

а) у другій половині дня - червоні прапорці на салоні і задній стороні кузова (задній капот двигуна);

б) вночі - прожектор на салоні і червоний ліхтар на верхньому куті задньої сторони або капота заднього двигуна.

Водіям ШРС заборонено перекидання рухомих автомобілів.

Перш ніж піднімати і опускати навісне обладнання для шнеко-роторної машини, необхідно спочатку переконатися, що немає небезпеки вдарити кого-небудь.

Під час прибирання снігу за допомогою кутів, прикріплених до автомобілів, заборонено перебувати під кутами.

Забороняється робота снігоочисників на ділянках дороги з ухилом понад 100 проміле без ланцюгів на колесах.

4.1 Аналіз умов праці

Аналіз робочого місця оператора

Робоче місце оператора розташоване в кабіні шнеко-роторної машини. Аналіз шкідливих і небезпечних факторів робочого місця наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Аналіз шкідливих і небезпечних факторів на робочому місці

Робоче місце	Назва об'єкта	Ім'я фактору	Од. вим.	Величина фактору	Припустимі значення	Посилання
1	2	3	4	5	6	7
Робоче місце водія	Шнеко-роторна машина	Шум	дБА	85	80	ДСН 3.3.6.037-99
		Вібрації	дБА	115	107	ДСН 3.3.6.037-99
		Освітленість	лк	70	75	ДБН В.2.5-28:2018
		Забруднення газом – чадний газ	мг/м ³	90	100	ДСТУ EN 482:2016
		Мікроклімат: теплий період року холодний період року	С°	25 15	26 22	ДСТУ EN 482:2016

Висновок: параметри безпеки робочого місця оператора в цілому відповідають вимогам нормативних документів. Захисні засоби не потрібні. У холодний період року необхідно додатково обладнати робоче місце обігрівачем.

Аналіз робочого місця проводиться за нормативними документами: ДСТУ EN ISO 18497:2020 Машины и тракторы сельскохозяйственные. Безопасность высокоавтоматизированных сельскохозяйственных машин. Принципы проектирования [21]. ДСТУ EN 13020:2016 Машины для обработки дорожного покрытия. Требования безопасности (EN 13020:2015, IDT) [27]. У аналізі шнеко-роторної машини встановлюється підресорне сидіння. Розміри сидіння наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Розміри сидінь оператора

Висота спинки сидіння, не менше, мм		250
Ширина спинки сидіння, не менше, мм		400
Висота сидіння, яке потрібно завантажити, мм		360 ÷ 400
Регульований рух сидінь	поздовжній, мм	150
	висота, мм	80
	кутове відхилення спинки, 0	30

Кабіна оснащена оглядовими вікнами, виконаними відповідно до ергономічних вимог, що дозволяє оператору стежити за робочою зоною в зручному для нього положенні.

Аналіз даних у таблиці 4.2 показує, що розмір сидіння оператора відповідає стандартам.

Аналіз управління машиною

Конструкція елементів керування повинна відповідати наступним вимогам [22]:

- точність і швидкість руху при здійсненні контролю;
- частота використання контрольного органу;
- допустимі динамічні і статичні навантаження на рухову систему людини;

- необхідність швидкого і точного розпізнавання елементів управління;
- необхідність швидкого формування та закріплення управлінських навичок;
- використання сигнального забарвлення елементів керування аварійним відключенням і відмінність форми від інших елементів управління;
- нанесення на поверхню обладнання схем і написів із зазначенням правильної послідовності операцій.

Для зручності покриття ручки і важелі управління грушоподібні (довжина 100 мм, діаметр 35 мм). Покриття виготовлене з пінополіуретану. Важелі ніг оснащені подушечками, які виключають ковзання ніг. У таблиці 4.3 наведено параметри розташування елементів керування. Окреме положення важелів і керуючих дескрипторів фіксується і має позначення, виключаючи неправильну послідовність операцій.

Аналіз даних у таблиці 4.3 показує, що розташування елементів керування відповідає стандартам.

Таблиця 4.3

Параметри розташування елементів керування

Ім'я елементів керування	Відстань елементів керування від КК, мм		Зони розташування елементів управління від КК, мм
	Основні керівні органи	Повторювані елементи керування	
Педаля зчеплення	770	750	600÷950
Педаля гальма	770	–	600÷950
Педаля контролю палива	890	760	600÷950
Важіль перемикач перемикання пере- дач	45	–	550÷750 до поверху – 100÷+100
Гідравлічний важіль розпо- дільника	70	-	550÷750 до поверху – 100÷+100

Панелі керування

Пристрої управління розташовуються на панелі, розташованій на капоті шнеко-роторної машини (рисунок 4.1). Аналіз показує, що на шнеко-роторній машині пристрої управління відповідають ДСТУ EN ISO 18497:2020 *Машины и тракторы сельскохозяйственные. Безопасность высокоавтоматизированных сельскохозяйственных машин. Принципы проектирования* [21].

Аналіз показує, що параметри пристроїв управління відповідають вимогам стандартів.

Аналіз конструкційних матеріалів

При проектуванні обладнання використовуються наступні матеріали; сталі, кольорових металів, каучуку та інших матеріалів, наведених у таблиці 4.4. З таблиці випливає, що з усіх використовуваних матеріалів тільки два види відносяться до III класу небезпеки, решта відносяться до IV класу. При правильній експлуатації пропонуване обладнання відповідає вимогам стандартів системи ДСТУ EN 482:2016.

Таблиця 4.4

Склад матеріалів, що використовуються в сніговому пласті

Назва матеріалу	Склад або ТУ по ДСТУ	Клас небезпеки	Примітка
Сталь 09Г2С	ДСТУ 8541:2015	IV	Під час експлуатації не впливає на організм
Моторне масло	Вуглеводні нафти	IV	При нормальній роботі нешкідливі
Гума	ДСТУ Б В.2.7-293:2011	III	При нормальній роботі вони нешкідливі, а при спалюванні токсичні.
Войлок	ДСТУ Б В.2.7-169:2008		

Шнековий, роторний, навісний і каркасні виготовляються з елементів з конструкційної сталі зі зварювальними з'єднаннями. Міцність зварних швів розрахована

на міцність. Кріплення гвинта приводом забезпечується фланцевим з'єднанням. Під час переоснащення підйомне обладнання та допоміжні робітники не потрібні. Коли снігоочисник відключений, його встановлюють на лижах. Перекидання виключено.

Гідроциліндри. Промислова продукція використовується за спеціальним стандартом, що має заводський сертифікат безпеки. Кріплення в вузлах зчленовані. Гідроциліндри заповнюються робочою рідиною з класом небезпеки III класу.

Гідравлічні системи трубопроводів. Використовувалися промислові зразки за ДСТУ 8938:2019 [12]. Для рукавів високого тиску за ТУ 22–3125–74, для підвищення безпеки експлуатації трубопроводи укладаються в посилену оболонку.

Для забезпечення безпеки від рухомих агрегатів передбачені частини обладнання:

міцно армовані, знімні металеві огорожі;

рухомі конструктивні елементи передбачені для фарбування в жовто-чорний колір відповідно до ДСТУ EN ISO 7010:2019 [13];

систематичний огляд і випробування міцності, балансування. Параметри балансування ротора вказуються в монтажному кресленні;

проводиться тест на перевірку міцності зварних швів ротора. Параметри випробувань вказані на креслення збірки ротора.

Для запобігання травмування допоміжних працівників і людей, які випадково опинилися в робочій зоні, передбачена звукова сигналізація.

Активні-пасивні небезпеки. У конструкції обладнання немає гострих кутів і країв, а також гарячих або переохолоджених деталей.

4.2 Безпека виробничої діяльності

Аналіз безпеки при обслуговуванні обладнання показує, що конструкція шнекороторної машини виконана з двох напіврам, з'єднаних шарнірно. При обслуговуванні машини (наприклад, при заміні колеса) та піддомкращуванні можливе порушення

стійкості. Для усунення такого недоліку передбачається монтаж на піврамах двох кронштейнів.

Зупинка пальців навісної системи забезпечується шпильками 5 мм. Таке кріплення не забезпечує необхідного рівня безпеки. Тому в кваліфікаційній роботі при прикріпленні снігоочисника передбачено фіксацію пальців корончатими гайками, які шплінтуються.

Аналіз видимості робочого обладнання для снігоочисних плугів

Конструкція розробленого виробу забезпечує видимість з робочого місця оператора в сидячому положенні наступних об'єктів спостереження: маршрут руху агрегату на аеродромі, який необхідний для забезпечення безпеки керування агрегатом; конструктивні елементи передньої навісної системи (автоматична муфта і пальці в передній частині нижньої рами), що служать для підключення снігоочисника; якість розчищеної ШРМ доріжки на аеродромі, що вимагає візуального контролю в процесі технологічного процесу; загальні елементи конструкції шнеко-роторної машини, необхідні для підключення виробу; робоча зона відкидання снігу зі снігоочисника на відстані не менше десяти метрів; перебування в робочій зоні людей, об'єктів малої архітектурної форми.

Кути огляду з робочого місця оператора не менше значень, передбачених ДСТУ EN ISO 18497:2020 *Машины и тракторы сельскохозяйственные. Безопасность высокоавтоматизированных сельскохозяйственных машин. Принципы проектирования*. [21]. Небезпечних схилів на аеродромі немає.

Безпека при зберіганні шнеко-роторної машини

При експлуатації снігоочисника необхідно забезпечити і облаштувати місце для зберігання обладнання в неробочий час відповідно до ДСТУ 8828:2019 *Пожежна безпека*. Загальні положення[26].

На ділянці повинен бути пожежний щит і ящик з піском, місткістю 1,5 м³, при відсутності ящика в безпосередній близькості від стоянки насипається пісок буртом.

Заправка паливно-мастильних матеріалів автомобіля в парку і на дорозі не допускається. Автомобіль зберігається за межами парку на неопалюваній критій

парковці. При запуску шнеко-роторної машини взимку забороняється використання легкозаймистих рідин для полегшення пуску. Забороняється запускати двигун, буксируючи ШРМ іншою машиною.

При установці снігоочисного обладнання окремо від базової машини його необхідно зафіксувати опорами, які виключають перекидання виробу. Монтаж здійснюється на рівній платформі з твердою поверхнею.

4.3 Розрахунок пристрою для захисту від шуму

Шум - будь-який небажаний звук для людини. Людське вухо сприймає звукові вібрації з частотами в діапазоні 20-20 000 Гц. Для шумоізоляції салону використовується шумопоглинаючий матеріал Ізотон - самоклеючий багат шаровий матеріал, що складається з еластичної пінополіуретану товщиною 8 мм і декоративного переднього покриття.

Пінополіуретан на простих або складних поліестерах має відкриту клітинну структуру, що дозволяє підвищити ефективність поглинання шуму. Має товщину від 5 до 40 мм, при збільшенні якого звукопоглинання зміщується в область низьких частот. Переднє покриття являє собою перфоровану ПВХ, звукопроникну металізовану плівку лавсану або текстильний матеріал. Наявність перфорованої плівки ПВХ в Ізотоні робить матеріал легким для очищення і стійким до механічних пошкоджень. Встановлюється всередині кабіни ШРМ (схема установки показана на рисунку 4.1).

Липкий монтажний шар, захищений антиклеючим папером або плівкою, дозволяє значно знизити трудовитрати при установці матеріалу на поверхню виробу. Матеріал також володіє теплозахистними властивостями. Середня щільність звукопоглинаючий матеріал Isoton $R_{sr} = 15$ кг/м³. Товщина шару звукопоглинаючий матеріал $h = 100$ мм.

Таблиця звукового тиску

Середньогометричні частоти октавних смуг	Коефіцієнт реверберації звукопоглинання	Зниження екраном №20 октавного рівня звукового тиску ΔL екр	Зниження октавного рівня звукового тиску матеріалом Ізотон
63	0.3	3	20
125	0.66	0	30
250	1	3.5	26
500	1	9	35
1000	1	9.5	39
2000	0.96	11.5	40
4000	0.7	14	46
8000	0.55	17	48

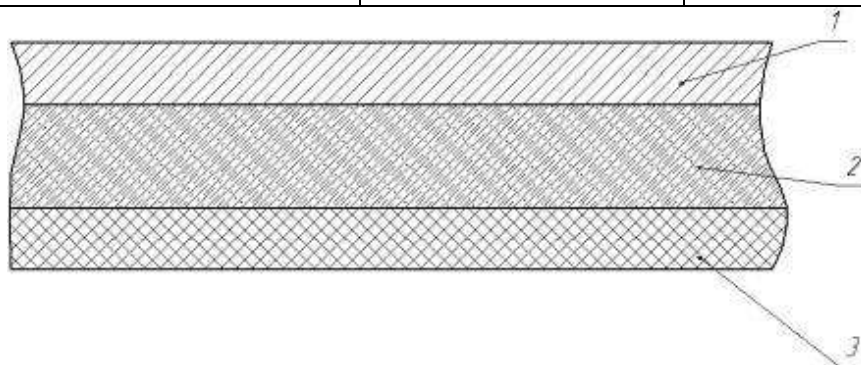


Рис.4.1. Схема захисного екрану: 1 – кузов кабіни шнеко-роторної машини; 2 – шумопоглинаючий матеріал «Ізотон»; 3 – переднє покриття

4.4. Заходи протипожежного запобігання

Для забезпечення пожежної безпеки машина має місця установки первинних засобів пожежогасіння: вуглекислого вогнегасника на підкладці машини з правого боку [26].

Найбільш небезпечними в плані пожежі на верстаті є двигун, вихлопний колектор, трубопроводи системи електропостачання і гідропроводів, паливно-масляні

резервуари, електрична система. Робоче обладнання вогнестійке. Підтримання їх в хорошому стані і чистоті, а також своєчасна заміна несправних деталей і елементів є запорукою пожежної безпеки.

Щоб уникнути пожежі, оператору забороняється:

- перевірити справність акумулятора за міцністю іскри, замикати клеми між собою;
- палити в машині і їсти;
- використовувати відкритий вогонь і курити при прогріві автомобіля взимку, при огляді машини, заправці двигуна, баків, вузлів гідравлічної системи;
- відкривати кришку паливного бака ударами металевих предметів, перевіряти рівень палива вогнем запальнички;
- зберігати використаний протираючий матеріал в невстановленому місці;
- ставити в раму шнеко-роторної машини, кабіни та інших місць сміття і легкозаймисті предмети і речовини, особливо в розташуванні вихлопної труби;
- заставляти і блокувати запасні двері і аварійний вихід;
- у разі пожежі паливний бак повинен бути загашений вогнегасником, піском або землею, щоб уникнути вибуху.

У разі виникнення пожежі оператор повинен негайно зупинити автомобіль і вимкнути двигун, за допомогою первинних засобів пожежогасіння, почати гасіння пожежі, направити вогнегасник до основи полум'я. Для гасіння пожежі можна використовувати підручні засоби (сніг, земля, пісок). Після гасіння пожежі, щоб уникнути повторного займання, необхідно стежити за машиною протягом двох годин.

Разом з температурою, вологістю і швидкістю руху навколишнього повітря, барометричним тиском теплове випромінювання розплавленого парафіну утворюють виробничий мікроклімат. Параметри мікроклімату стандартизовані ДСН 3.3.6–042 – 99. Цей документ встановлює оптимальні і допустимі значення температури, відносної вологості і швидкості повітря.

Висновки до розділу

У результаті проведеного аналізу небезпечних та шкідливих виробничих факторів при роботі зі шнеко-роторною машиною встановлено небезпечну дію фактору шуму та вібрації. Для зменшення несприятливого впливу на персонал, який виконує роботи з очищення снігу на аеродромах та при подальшому використанні шнеко-роторної машини, в кабіні розроблено заходи з покращення шумоізоляції шляхом використання матеріалу Ізотону. Також проведено проектний розрахунок пристрою для захисту від шуму. Запропоновані заходи дозволять зменшити ризик виникнення професійних захворювань та травмування при роботі на шнеко-роторній машині.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Собівартість і конкурентоспроможність продукції машинобудування в значній мірі залежать від вартості енерговитрат на механічну обробку деталей машин. Питома частка вартості енерговитрат в загальній собівартості продукції машинобудування становить від 15 до 25% і характеризується тенденцією неухильного зростання в зв'язку з постійним підвищенням цін на електроенергію.

Економія електричної енергії, що витрачається на виконання технологічного процесу виробництва, визначається зіставленням її фактичної витрати з витратою, передбаченим діючими нормами. Ці норми ґрунтуються на обліку передової технології та витрат електричної енергії на одиницю продукції. З метою зниження витрати електроенергії необхідно в автоматичних лініях та ПГР встановлювати верстати та агрегати однакової продуктивності, що дозволяє здійснювати їхню роботу в оптимальному режимі. Нормальна експлуатація верстатів, їх своєчасний ремонт, мащення частин, що труться, сприяють зниженню механічних витрат, а значить, і економії електроенергії.[32]

Профілактичні випробування верстатів із вимірюванням потужності споживання електричної енергії двигунами їх електроприводів дозволяють своєчасно виявити механічні дефекти та усунути їх, що також призводить до економії електроенергії. Значна економія електричної енергії досягається забезпеченням високого коефіцієнта навантаження електроустаткування шляхом кращого використання верстатів. Так, наприклад, якщо навантаження двигунів становить менше 70% номінальної потужності, необхідно замінювати їх на менш потужні. Якщо міжопераційний час верстата або механізму перевищує 10 с, доцільно застосувати автоматичні обмежувачі холостого ходу, або електродвигуни, що відключають від мережі, або значно знижують їх струм холостого ходу.

Відомо, що чим вище коефіцієнт потужності $\cos \varphi$, тим більше корисна активна потужність при тих же значеннях напруги і струму. При високих значеннях

коефіцієнта потужності знижується повний струм ланцюга, що дозволяє включати в мережу додаткове навантаження без збільшення потужності трансформаторної підстанції.

Основними причинами низького коефіцієнта потужності є недовикористання потужності механізмів верстатів та іншого технологічного обладнання, завищення встановленої потужності електродвигунів та трансформаторів, а також їхня робота на холостому ходу.

Ефективність виробництва, як і підвищення якості своєї продукції, визначається якістю електричного висвітлення, оскільки електроспоживання освітлювальних пристроїв може досягати значної величини від загальної витрати електроенергії. Тому підтримання номінальної напруги, застосування сучасних світильників, що мають високі к.п.д. і відбивною здатністю, а також вміст їх у належній чистоті дозволяють також суттєво знизити витрати електроенергії.

5.1. Фактори негативної дії на довкілля

У структурі продукції підприємств важкого машинобудування значну питому частку займають деталі - тіла обертання (валки прокатних станів, ротори енергетичних установок і ін.).

Специфічними особливостями обробки деталей важкого машинобудування, що зумовлюють високі енерговитрати на обробку, є:

- великі значення потужності електродвигуна приводу головного руху (ПГР) верстата, що обумовлюють високий рівень абсолютних витрат (втрат) енергії при заданому значенні питомих витрат (втрат);

- великі припуски на обробку деталей, які обумовлюють високі силові навантаження в зоні різання та отже велика потужність різання;

- великі втрати електроенергії при роботі електродвигуна ПГР верстата на холостому ходу під час зміни ріжучої пластини (різцевого блоку) внаслідок події відмови. Тому вирішення задачі підвищення енергоефективності процесів

механічної обробки деталей на важких та унікальних верстатах різних груп на підставі багатокритеріальної оптимізації технологічних параметрів є сучасною й актуальною науково-практичною задачею.[33]

В процесі досліджень на основі аналізу методів, методик та інформаційних технологій для отримання моделей даних і багатокритеріальної оптимізації параметрів технологічного процесу механічної обробки встановлено, що існуючі в даний час методи і засоби не відповідають повною мірою вимогам, оскільки не дозволяють використовувати в якості цільової функції енергоефективність процесу.

На підставі аналізу були систематизовані напрями підвищення енергоефективності процесів механічної обробки деталей на важких верстатах (рис. 5.1).

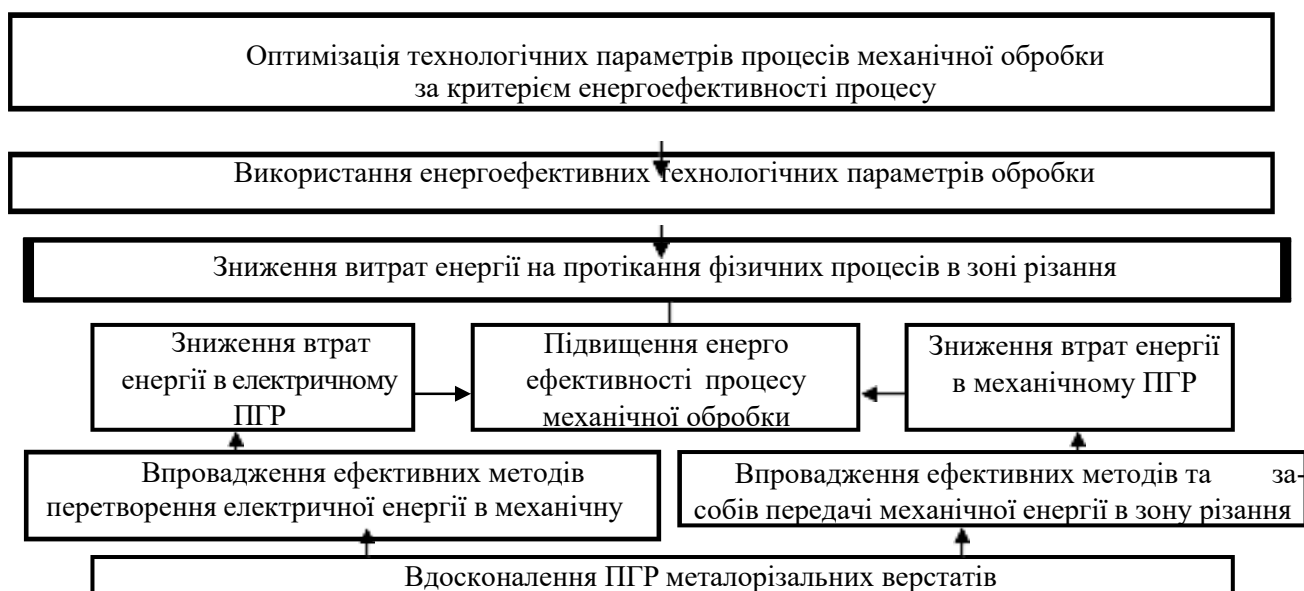


Рис. 5.1. Схема основних напрямів підвищення енергоефективності процесів механічної обробки деталей на важких верстатах

Зниження втрат енергії в електричній і механічній частини ПГР верстата передбачає модернізацію приводу, що не завжди може бути реалізовано. Більш перспективним напрямком підвищення енергоефективності обробки деталей є зниження витрат енергії на протікання фізичних процесів в зоні різання, що забезпечується за рахунок оптимізації технологічних параметрів обробки.

5.2. Розрахунок еколого-економічного збитку при обробці деталей

Розглянемо вплив подачі, глибини та швидкості різання на питомі енерговитрати. Встановлено, що найбільше впливає подача, найменше — швидкість різання.

Питомі енерговитрати W_y визначаються за формулою:

$$W_y = \frac{N}{S \times t \times l}$$

де N - Потужність, що споживається двигуном приводу головного руху при різанні, кВт;

s - подача, мм/об;

t – глибина різання, мм;

l - Довжина зрізу, мм.

Як впливає з наведеної формули, питомі енерговитрати залежать від подачі, глибини різання та швидкості різання, із зміною якої прямо пропорційно змінюється довжина зрізу. У той самий час величина питомих енерговитрат залежить від потужності холостого ходу, величина якої істотно залежить від швидкості обертання (числа оборотів), конструкції верстата і виду приводу. Проте з погляду можливостей оперативного регулювання процесу різання, досягнення мінімальних енерговитрат визначальне значення мають параметри режиму різання.

У таблиці 5.1 наведено дані про енерговитрати при точенні на верстаті Потужність N вимірюється ватметром, підключеним до комп'ютера.

Таблиця 5.1

№	v м/мин	s мм/об	t мм	n об/мин	N	W_y	Вартість, грн
1	68	0,108	0,43	280	348,32	6,7	24,99
2	68	0,108	0,88	280	463,15	4,3	16,04
3	70	0,108	1,3	280	632,6	4	14,92

№	v м/мин	s мм/об	t мм	n об/мин	N	W _y	Вартість, грн
4	70	0,108	1,8	280	838,4	3,8	14,18
5	112	0,108	0,73	460	602,25	4,1	15,29

Аналіз експериментальних даних показує, що зі збільшенням швидкості, подачі та глибини різання енерговитрати N збільшуються, а питомі енерговитрати W_y зменшуються. Причому найбільший вплив на питомі енерговитрати надає подача, а найменше швидкість різання, особливо при високих швидкостях. Отже, для досягнення мінімальних питомих енерговитрат необхідно глибину різання та подачу призначати максимальними, але такими, що забезпечують виконання заданих технічних вимог на деталь. Швидкість різання у першому наближенні рекомендується призначати, виходячи з критерію максимальної продуктивності. Однак необхідно враховувати, що при високих швидкостях різання зменшення питомих енерговитрат незначне, а зміна стійкості інструменту суттєво. У цьому випадку витрати на інструмент збільшуються і відповідно збільшується і собівартість операції. Тому швидкість різання повинна бути меншою за швидкість максимальної продуктивності. Величина зменшення швидкості встановлюється експериментально з урахуванням похибки системи діагностування, оперативного управління та стану ріжучого інструменту.

Висновки до розділу

Проаналізовано основні технологічні процеси механічної обробки металів, та їх вплив на довкілля. На основі відомих питомих показників енергетичного виділення з устаткування основного технологічного обладнання при механічній обробці металів питома енерговитрата складає 22,9 кВт що за тарифом 3,73 грн за кВт*год дорівнює 85,42 грн. Енергія, що споживається при механічній обробці, витрачається

на приведення в рух елементів верстата та на подолання сил тертя. Виділяють такі основні напрями енергозбереження: зниження енергетичних втрат у приводах головного та допоміжних рухів верстатів; зниження енергетичних втрат у електродвигунах приводів.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи підвищено технічну економічність шнеко-роторних машин під час зимового утримання аеродромів.

Основні задачі які було вирішено в процесі виконання кваліфікаційної роботи є:

1. Проведено інформаційний пошук з тематики зимового утримання аеродромів з метою обґрунтування її актуальності.

2. Проаналізовано основні види снігоприбиральної техніки під час зимового утримання аеродромів.

3. За допомогою механічної обробки деталей підвищено технічну ефективність та економічність шнеко-роторних машин під час зимового утримання аеродромів.

4. Розроблено технологію процесу виготовлення частин для шнеко-роторних машин, розраховано припуски на механічну обробку.

5. Розроблено рекомендації, щодо поліпшення охорони праці та екологічної безпеки при експлуатації шнеко-роторних машин під час зимового утримання аеродромів.

СПИСОК БІБЛЮГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ

ДЖЕРЕЛ

1. Повітряний кодекс України. Постанова Верховної Ради України № 3166-ХП від 04.05.93.
2. ДСТУ 3432-96 Авіаційна наземна техніка. Терміни та визначення.
3. Наставление по аэродромной службе аэропортов ГА (НАС ГА-87) – М: Воздушный транспорт, 1987.
4. Руководство по аэропортовым службам. Часть 2. Состояние поверхности покрытий. Док. 9137-AN/898.
5. Авиационная наземная техника. / Справочник. Под ред. В.Е.Канарчука. – М.: Транспорт, 1989. – 275 с.
6. Горецкий Л.И. Эксплуатация аэродромов: Учебник для вузов.- 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1986. – 280 с.
7. Карабан Г.Н., Баловнев В.И., Засов В.И. Машины для содержания и ремонта автомобильных дорог и аэродромов. – М.: Машиностроение, 1995.- 246 с.
8. Шишков А.Ф., Запорожец В.В., Билякович О.Н. Аэропорт: теория и практика зимнего содержания аэродромов.- К.: Диапринт, 2006. – 196 с.
9. Експлуатація авіаційної наземної техніки: Лабораторні роботи (Укладач Білякович О.М.). – К.: НАУ, 2002. – 32с.
10. Технічний опис та інструкція з експлуатації снігоприбиральної машини АМКОДОР СНТ-2500. – [Ел. ресурс] – режим доступу: http://www.sib-avto.ru/cat_item/2671/
11. Технічний опис та інструкція з експлуатації маркірувальної машини ДЭ-226 (АМКОДОР 9531/ КО605М). – [Ел. ресурс] – режим доступу: <https://www.mrmz.ru/tehnika/uborka/sneg/de226.htm>
12. ДСТУ 8938:2019 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические условия

13. ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графические символы. Цвета и знаки безопасности.
14. ГОСТ 25646-95 Эксплуатация строительных машин. Общие требования
15. ДСН 3.3.6.037-99 Санитарные нормы производственного шума, ультразвука и инфразвука.
16. Соколов Э.М., Захаров Е.И., Панфёрова И.В., Макеев А.В. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для студентов университетов. – Тула, Гриф и К, 2001.
17. Трудовой кодекс України. Прийнятий: 10 грудня 1971 Номер: 322-VIII
18. ДСТУ Б В.2.7-169:2008 Изделия теплоизоляционные из минеральной ваты ламельные. Технические условия (EN 13162:2001, NEQ)
19. ДСТУ 7238:2011. Система стандартов безопасности труда. Средства коллективной защиты работающих. Общие требования и классификация.
20. ДСТУ 3855-99. Пожежна безпека.
21. ДСТУ EN ISO 18497:2020 Машины и тракторы сельскохозяйственные. Безопасность высокоавтоматизированных сельскохозяйственных машин. Принципы проектирования.
22. ДСТУ 8690:2016 Дизайн и эргономика. Органы управления производственным оборудованием. Общие эргономические требования
23. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочник инженера дорожника / А.П. Васильев, В.И. Баловнев, М.Б. Корсунский и др.; Под. ред. А.П. Васильева. – М.: Транспорт, 1989. – 287 с.
24. ДБН В.2.5-28:2018 Естественное и искусственное освещение.
25. В ДСТУ EN 482:2016 Воздух рабочей зоны. Общие требования к характеристикам методик измерения содержания химических веществ.
26. ДСТУ 8828:2019 Пожарная безопасность. Общие положения.
27. ДСТУ EN 13020:2016 Машины для обработки дорожного покрытия. Требования безопасности (EN 13020:2015, IDT)
28. С.А. Чернавский и др., Курсовое проектирование деталей машин, 1988.

29. ICAO. Doc. 9137. Руководство по аэропортовым службам. – Монреаль: ICAO, 2005. – 134 с.
30. Васильченко, В. А. Гидравлическое оборудование мобильных машин: справ. / В. А. Васильченко, – М.:Машиностроение, 1983. – 301 с. Старков В.К. «Физика и оптимизация резания материалов» Москва:Машиностроение, 2009. 640 с.
31. Синопальников В.А., Григорьев С.М. «Надёжность и диагностика технологических систем» Учебник. - Москва: МГТУ «Станкин», Янус — К. - 2003, 331 с.
32. «Оптимизация процессов резания»: Учебно-метод. пособие/авт.-сост. А.И. Косенко; НовГУ им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2013, - 82 с.
33. ДСТУ ISO 17743:2017 Энергосбережение. Определение методологической основы расчета и отчетности по объемам энергосбережения
34. Основи експлуатації автомобільних доріг і аеродромів : навч. посіб. / В. С. Степура, А. О. Белятинський, Н. В. Кужель. — К. : НАУ, 2013. — 204 с
35. Технічний опис та інструкція з експлуатації аеродромів. – [Ел. ресурс] – режим доступу: <https://tothostel.ru/uk/questions/soderzhanie-aerodromov/>
36. Снегоуборочная техника МТД из США и Канады : рекламные проспекты. – Москва : ООО «Контурс-СДМ», 2000. – 15 с. – Текст : непосредственный.
37. Технічний опис та інструкція з експлуатації роторних машин. – [Ел. ресурс] – режим доступу: <http://mktb.com.ua/ua/articles/rotornie-snegouborschiki.html>
38. Технічний опис машин для зимового утримання. – [Ел. ресурс] – режим доступу:<https://budtehnika.pp.ua/3594-mashini-dlya-zimovogo-utrimannya-avtodorg.html>