

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ВІДДІЛЕННЯ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

ЦИКЛОВА КОМІСІЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН СПЕЦІАЛЬНОСТІ

«АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи (дипломного проєкту)

фаховий молодший бакалавр

(освітньо-професійний ступінь)

на тему: «Використання техніки при внесенні мінеральних добрив з
удосконаленням планетарного редуктора»

Виконав: студент IV курсу, групи Аі-44
Галузь знань 20 «Аграрні науки і

продовольство»

спеціальність 208 «Агроінженерія»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Знаховський В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Довбиш А.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Поліщук О.С.

(прізвище та ініціали)

м. Житомир – 2024 року

«Використання техніки при внесенні мінеральних добрив з удосконаленням планетарного редуктора»

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка 41 с., 5 розд., 14 рис., 11 табл., 8 літературних джерел та 5 аркушів формату А1 графічної частини.

Об'єктом досліджень є технологічний процес внесення мінеральних добрив та машина для внесення їх.

Мета дипломного проекту – підвищити паливну економічність трактора "Білорусь" тягового класу 1,4 на не енергоємних сільськогосподарських роботах.

В процесі виконання проекту були проведені теоретичні та експериментальні дослідження залежності паливної економічності тракторів "Білорусь" від вдосконаленої будови ВВП.

Під час виконання дипломного проекту було модернізовано ВВП тракторів "Білорусь", удосконалено технологічний процес внесення мінеральних добрив, що дало можливість підвищити продуктивність МТА, а також зменшити витрату палива і знизити затрати праці.

Основні конструкційні та технічно- експлуатаційні показники: висока якість виконання робіт при підвищенні продуктивності і зменшення витрат праці й пального.

Ефективність запропонованої технології та вдосконаленого валу відбору потужності визначається підвищеною продуктивністю, низькими витратами палива та затратами праці.

Ключові слова: АГРЕГАТ, ВВП, ЗАТРАТИ ЕНЕРГІЇ, ГОДИННА ПРОДУКТИВНІСТЬ, РЕДУКТОР ПЛАНЕТАРНИЙ, ТЕХНІЧНО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ВДОСКОНАЛЕННЯ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	
1.1 Розроблення технологічної карти на вирощування кукурудзи на зерно...	
1.2 Розрахунок потреби техніки, робочої сили, технологічних матеріалів....	
2 ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ...	
2.1. Агротехнічні вимоги	
2.2. Комплектування агрегату	
2.3. Підготовка агрегатів до роботи	
2.4. Підготовка поля	
2.5. Робота агрегату в полі.....	
2.6. Технологічне обслуговування.....	
2.7. Контроль якості.....	
3 ВДОСКОНАЛЕННЯ ВВП ТРАКТОРА МТЗ-80.....	
3.1 Задній ВВП заводського трактора МТЗ-80.....	
3.2 Будова розробленого ВВП	
3.3 Розрахунок головних елементів вдосконаленої розробки.....	
3.3.1 Розрахування передачі планетарної.....	
3.3.2. Розрахування і вибирання валів шестерень і осей сателітів.....	
3.3.3 Розраховування шліцьових з'єднань.....	
3.3.4 Розрахунок і вибір підшипників, ущільнюваних пристроїв і змащування редуктора.....	
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	
4.1 Розроблення інструкції з охорони праці при внесенні мінеральних добрив.	
4.2 Розрахунок стійкості агрегата.....	
4.3 Пожежна безпека.....	
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	
5.1 Економічне обґрунтування розробки.....	
ВИСНОВКИ	
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	
ДОДАТКИ	

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата				
Розробив	Знаховський				Використання техніки при внесенні мінеральних добрив з удосконаленням планетарного редуктора	Літера	Арк.	Аркушів
Керівник	Довбиш						5	41
Консульт						ЖАТФК гр. Аі-44		
Н. Контр.	Бучко							
Затвердив	Руденко							

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Розроблення технологічної карти на вирощування кукурудзи на зерно

Технологічну карту розробляють на кожну культуру окремо на задану площу сівби.

Врожайність культури приймаєть із враховуванням прогресивної технології вирощення та збирання.

Норми внесення орг-, мінер- і рідких добрив в загальному, також під основний обробіток, при сійні і догляді за рослинами, повинні прийматися під запланований урожай з врахуванням наявності в ґрунті корисних речовин [6].

Дана культури вирощується по інтенсивній технології. Операції які відповідають цій технології записуються в графу 1 “Назва операцій” технологічної карти в послідовності їх виконання з врахуванням одиниць виміру (т, га...).

В графу 2 ”Обсяг робіт у фізич. гектарах” заносимо обсяг робіт по даній технологічній операції.

В графу 3 ”Обсяг робіт в умовних етал. гектарах” заносимо об’єм робіт в умовах еталонних гектарах для МТА, обсяг роботи яких визначається в тих одиницях.

В графі 4 і 5 “Агροстроки” вказуємо дату початку робіт і їх тривалість. Початок робіт плануємо з врахуванням досвіду набутого в даному господарстві. Він може змінюватись відповідно до погодніх умов.

В графі 6, 7 та 8 “Склад агрегата” ставиться самий раціональний склад агрегату. При розрахуванні складу МТА враховуємо: затрати пального, продуктивність, а також узгодженість роботи з іншими МТА в даній операції, наявність с/г машин та інші фактори.

В графу 9 “Кількість обслуговуючого персоналу” записуємо необхідну кількість працівників для роботи і обслуговування МТА, яка визначається в залежності від його складу, прийнятої технологічної схеми роботи і

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА		
Розробив	Знаховський						
Керівник	Довбиш						
Консульт							
Н. Контр.	Бучко						
Затвердив	Руденко						
					Літера	Арк.	Аркуші
						6	4
					ЖАТФК гр. Аі-44		

рекомендації заводу виготовлювача.

В графу 10 “Продуктивність агрегата на протязі години часу” записую результати, які отримані під час розрахування годинної продуктивності:

$$W_{год} = W_{зм}/T_{зм}, \quad (1.11)$$

де $W_{год}$ - продуктивність агрегата за годину змінного часу;

$W_{зм}$ - продуктивність агрегату за зміну;

$T_{зм}$ - число годин роботи за зміну.

Змінену продуктивність агрегата приймаю на основі норм виробітку (беремо з довідників).

В строку 11 “Число годин роботи на добу”. Діючі норми наробітку на механізовані роботи враховані для 7-годинної робочої зміни а роботи з шкідливими умовами роботи – на шість годин. Но є випадки, коли треба, щоб агрегат робив у дві зміни.

У стовпчик 12 “Добовая продуктивність агрегата” записується добову продуктивність агрегату, яка знаходимо:

$$W_{доб.} = w_{год} \cdot t_{доб.}, \quad (1.12)$$

де $t_{доб.}$ - число годин роботи агрегату за добу.

В графу 13 “Потрібне число агрегатів” записується число агрегатів, яка визначається по формулі:

$$n_a = U/(w \cdot T_{доб.} \cdot D_p), \quad (1.13)$$

де U - обсяг роботи у фізичних величинах;

d_p - число днів роботи агрегата.

В графу 14 “Затрати пального на одиницю роботи” та стовпчик 16 “Витрати робочого часу на 1-ю роботи” записуємо результати, взяті з довідників або визначені по формулі:

$$Q = (N_{EH} \cdot q_E \cdot K_3)/W, \quad (1.14)$$

де Q – втрата пального на одиницю роботи;

N_{EH} - номінальна потужність двигуна;

q_E - питома затрата пального двигуном;

K_3 - коефіцієнт завантаженості двигуна.

Витрати робочого часу на одиницю виконаної роботи обчислюють:

$$Z_q = (m \cdot T_{зм})/W_{зм} = (m_M \cdot m_B)/W, \quad (1.15)$$

де Z_q - витрати робочого часу на 1 га;

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

m - число робітників, що обслуговують агрегат;

m_M – число механізаторів, які обслуговують агрегат;

m_B – число допоміжних працівників, що обслуговують агрегат.

У стовпі 15 “Затрати пального на весь обсяг” і графу 17 “Затрати робочого часу на весь обсяг” заносяться результати, які торимали помноживши питомі показники на фізичний обсяг роботи.

У стовпик 18 “Приведені затрати на одиницю роботи” записуються числа, які визначені по формулі:

$$ПВ = EB + E_n \cdot K, \quad (1.16)$$

де ПВ - приведені витрати;

ЕВ - експлуатативні затрати;

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень.

У стовпчик 19 записую значення отримані множенням приведених витрат на одиницю роботи на весь обсяг операції.

Результати обрахунків виконані у технологічній карті зображені на аркуші 1 графічної частини дипломного проекту.

1.3 Розрахунок потреби техніки, робочої сили, технологічних матеріалів

Для визначення складу МТП треба будувати графік завантаженості тракторів, комбайнів, автомобілів, с/г машин, потреби в робітниках.

Приблизна потреба тракторів певної марки визначається по кількості робіт в годинах і середньомім нормативним річним завантаженням тракторів:

$$n_i = \frac{\sum_{i=1}^k T_i}{T_{in}}, \quad (1.17)$$

де n_i – число тракторів i -ої марки, шт;

$\sum_{i=1}^k T_i$ – загальна завантажуваність тракторів даної марки по технологічній карті, год;

T_{in} – нормативна річна завантажування трактора i -ої марки, год. [10, 13].

$$n_{T-150K} = \frac{1155}{1300} = 0,88 \approx 1$$

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Графік будується на основі технологічних норм для певного трактора окремо. Для цього по осі абсцис відкладають календарні терміни виконання робіт, а на осі ординат – час роботи на протязі доби. Аналогічно треба будувати графіки потреби механізаторів і допоміжних робітників. Графік завантаженості с/г машин будується в вигляді графіка лінійності.

Потреба в мінеральних і органічних добривах, а також гербіцидах:

$$M = D_m \cdot F, \quad (1.18)$$

де D_m – доза внесення міндобрив чи оргдобрив, або також гербіцидів, кг/га;

F – площа посіву культури, га.

$$M = 6.59 \cdot 200 = 1318_{кг}$$

Результати розрахувань потреби необхідної техніки, робочої сили та матеріалів заносяться в таблицю 1.1, яка винесена в додаток 1.1.

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

2 ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВНЕСЕННЯ МІНДОБРІВ

2.1 Агротехнічні вимоги

Мінеральні добрива слід розкидати по поверхні поля безпосередньо перед оранням. Розбіжності в часі між розкиданням добрив і їх заробкою не повинні перевищувати 12 год.

Безпосередньо перед розкиданням міндобрива слід подрібнити.

Вносити добрива треба з встановленою для даної культури нормою. Відхилення від норми допускаються в межах $\pm 15\%$.

Міндобрива треба вноситися рівномірно по всій площі поля. Нерівномірність відцентрових розкидачів не має перебільшувати $\pm 25\%$ [18].

2.2 Комплектування агрегату

Для внесення міндобрив вибираємо агрегат в складі МТЗ-80+МВУ-5. Високоєфективне використання с/г техніки залежить від правильного комплектування МТА. При комплектуванні вирішується декілька цілей, але слід визначити режим його роботи [9].

Вказаний агрегат є тягово-приводним, у якого швидкість руху по полю обмежується двома факторами: допустимою агровимогами швидкістю і номінальною потужністю двигуна трактора [26].

Робоча швидкість є одною з основних показників роботи МТА.

Для забезпечення належної якості роботи відповідно з агротехнічними вимогами швидкість руху агрегату знаходиться в межах $V_p = 8 \dots 10$ км/год.

Швидкість руху, яка залежить від потужності двигуна [9]

$$V_{p \max}^{Ne} = \frac{N_{en} \cdot [\xi_N] - \frac{N_{вом}}{\eta_{вом}}}{\frac{R_m + G_{mp}(f_m + i)}{\eta_{мг} \cdot \eta_6}}, \quad (2.1)$$

где N_{en} - ефективна потужність двигуна, у МТЗ-80 = 55,6 кВт;

$[\xi_N] = 0,95$ - допустимий коефіцієнт завантаженості двигуна;

$N_{вом}$ - потужність на привід ВВМ, дорівнює 21 кВт;

$\eta_{вом}$, $\eta_{мг}$ – ккд ВВП і трансмісії, становить десь 0,95 і 0,8;

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВНЕСЕННЯ МІНДОБРІВ		
Розробив	Знаховський						
Керівник	Довбиш						
Консульт							
Н. Контр.	Бучко						
Затвердив	Руденко				ЖАТФК гр. Аі-44		
					Літера	Арк.	Аркушів
						10	10

R_m - тяговий опір с/г машин під час руху на підйом, кН;

η_6 – коефіцієнт буксування;

$G_{тр}$ – експлуатаційна маса трактора, рівна 52 кН;

i – кут похилу поля, %;

f_t – коефіцієнт опору перекочуваності коліс трактора.

R_m залежить від технічного процесу виконуваної роботи:

- Для кузовникових розкидачів мінеральних добрив[9]:

$$R_m = (G_o + G_m) \cdot (f_m + i), \quad (2.2)$$

де G_o , G_m – маса розкидача і міндобрив, яка вміщується в кузов, кН;

f_m – коефіцієнт опору перекочуваності коліс машини.

$$R_m = (20,3 + 60) \cdot (0,08 + 0,02) = 8,03 \text{ кН}.$$

$$\eta_6 = 1 - \delta, \quad (2.3)$$

де δ – буксування коліс машини.

$$\eta_6 = 1 - 0,06 = 0,94,$$

$$V_{p \max}^{Ne} = \frac{96 \cdot 0,95 - \frac{21}{0,95}}{\frac{8,03 + 52 \cdot (0,1 + 0,02)}{0,8 \cdot 0,94}} = 3,278 \text{ м/с} = 11,8 \text{ км/ч}.$$

Вибираю швидкість руху агрегату $V_p \leq 10$ км/год, так як швидкість агрегату по потужності двигуна вище швидкості згідно агрономічного. При цьому, потужність, яку споживає агрегат буде лише біля 30 % від номінальної потужності двигуна $N_{ен}$, тобто 28,8 кВт.

При тяговій характеристиці трактора МТЗ-80 для одержання швидкості руху $V_p = 2,8$ м / с (10 км / год) слід працювати на 3 (2) передачі при номінальній частоті обертання колінвалу двигуна. Але при цьому двигун не повністю завантажений, тому для зменшення витрат пального і кращому завантаженні двигуна зменшимо частоту обертання двигуна $n_{дв}$ до 1600 об / хв на холостому ході і включимо 3 (3) передачу. На цій передачі при $n_{дв} = n_{ном}$, $V_p = 11,9$ км/год, а при $n_{дв} = 1600$ об/хв $V_p = 10$ км/год [25].

2.3 Підготовки агрегату до роботи

Всі с/г машини повинні бути відповідним чином підготовлені до роботи.

Перш за все, вони повинні бути технічно справні. Перед початком роботи потрібно укомплектувати машину.

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

При підготовці трактора МТЗ-80 слід зробити наступне:

- 1) розставити колеса на колію 1800 мм;
- 2) перевірити тиск в шинах коліс: передніх - 0,17 МПа, задніх - 0,08 МПа;
- 3) встановити на навіску гідрокрюк;
- 4) звільнити хвостовик ВВП.

Перед підготовкою трактора до агрегування на ВВП встановлюємо частоту обертання 1470 хв^{-1} , але при переході на знижений швидкісний режим двигуна частоту обертання ВВП ставимо стандартну 1000 хв^{-1} .

Підготовлення розкидача добрив МВУ-5 полягає в огляді та перевірці кріплення всіх вузлів і деталей, а так само перевіряють комплектність, наявність змащувальних рідин і відсутність течі їх з редуктора. Перед завантаженням добрив оглядають кузов і диски, чи не залишилися на них якісь предмети, які можуть викликати поломку. Тиск у шинах ходових коліс встановлюємо $0,17 \pm 0,02 \text{ МПа}$. Згідно інструкції з експлуатації встановлюємо задану норму внесення добрив, 40 ц / га .

Переконавшись у справності роботі вузлів, проводиться приєднуємо машину до трактора, фіксуємо гідрокрюк. Карданний вал машини під'єднується до ВВП трактора і встановлюємо огорожувальні щитки на карданну передачу. Після цього під'єднуються повітропроводи пневмогальмівної системи машини і трактора, вилка електрообладнання машини підключається до розетки трактора, і перевіряємо їх роботу

Проводиться прокручу робочих органів розкидача без навантаження. При цьому заїдань і сторонніх звуків не повинно бути. Потім кузов машини завантажуюмо до номінальної вантажопідйомності, і перевіряється робота гальмівної системи. Гальмівний шлях тракторного агрегату з вантажем 5 т на горизонтальній ділянці сухої дороги з твердим покриттям має бути не більше 11,9 м.

При сильному вітрі (понад 4-5 м / с) слід встановлювати вітрозахисні пристрої.

2.4 Підготовка поля

Перед початком внесення мінеральних добрив поле має бути підготовлено.

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		12

Для цього вирішуються такі завдання: вибір напрямку і способу руху, виду повороту агрегату, розраховуємо ширину поворотної смуги, визначення ширини загінки і їх кількості, вибираємо спосіб руху [9, 26].

Відповідно до завдання напрям руху агрегату вибирається вздовж довшої сторони поля (875 м).

Для розкидання добрив варто вибрати човниковий спосіб руху. При цьому поле на загінки не розбивають, а також відмічаємо поворотні смуги, які знаходимо так [9]

$$E_{\min} = 2,3 \cdot R_0 + e + d_k, \quad (2.4)$$

де R_0 – радіус повороту, м;

e - довжина виїзду агрегату, м;

d_k - ширина агрегату кінематична, м.

При роботі тягово-приводних агрегатів за допомогою кардану від ВВП трактора радіус повороту обмежується допустимим кутом переломлювання карданного валу. Для таких агрегатів з тракторами класу 1,4 тс радіус $R_0 \geq 7 \dots 8$ м. Приймаю $R_0 = 7,5$ м [9].

Довжиною виїзду агрегату [9]:

$$e = 0,5 \cdot l_a, \quad (2.5)$$

де l_a - кінематична довжина агрегату, м.

$$l_a = l_m + l_M, \quad (2.6)$$

де l_t - кінематична довгота трактора, м;

l_m - кінематична довжинність машини, м.

Для вибраного агрегату кінематична довжина його буде

$$l_a = 1,3 + 5,6 = 6,9 \text{ м.}$$

$$e = 0,5 \cdot 6,9 = 3,45 \text{ м.}$$

Кінематична ширина розкидання [9]

$$d_k = 0,5 \cdot b_k + 0,5, \quad (2.7)$$

де b_k – конструктивна ширина розкидання, м.

$$d_k = 0,5 \cdot 2,2 + 0,5 = 1,6 \text{ м.}$$

Отже, ширина поворотної смуги:

$$E_{\min} = 2,3 \cdot 7,5 + 3,45 + 1,6 = 22,3 \text{ м.}$$

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		13

Поворотна смуга буде оброблена тим агрегатом, що має робочу ширину захвату 17 м.

Кількість проходів агрегату при обробленні поворотної смуги [9]:

$$n^1 = \frac{E_{\min}}{B_p}, \quad (2.8)$$

де B_p - робоча ширина захвату розкидача міндобрив, м.

$$n^1 = \frac{22,3}{17} = 1,312.$$

Приймаємо $n = 2$.

Тоді дійсна ширина поворотної смуги буде:

$$E = 2 \cdot 17 = 34 \text{ м.}$$

При роботі з розкидачами слід врахувати шлях спорожнення бункера, щоб проводити завантаження на кінці поля [9]

$$L_p = L_n - 2 \cdot E, \quad (2.9)$$

де L_n – довжина сторони поля, вздовж якої рухається агрегат, м.

$$L_p = 875 - 2 \cdot 34 = 807 \text{ м.}$$

Коефіцієнт робочих ходів [9]

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (2.10)$$

де L_x - середня довжина холостого повороту агрегату на загінці, м.

При петльовому грушоподібному повороті:

$$L_x = 7,3 \cdot R_0 + 2 \cdot e, \quad (2.11)$$

$$L_x = 7,3 \cdot 7,5 + 2 \cdot 3,45 = 61,65 \text{ м}$$

$$\varphi = \frac{807}{807 + 61,65} = 0,929.$$

Цей спосіб руху вибраний правильно. Чим більший коефіцієнт φ , тим менший холостий шлях агрегату і вищою буде продуктивність. Величина φ залежить не тільки від вибраного способу руху, але й від виду повороту (R_0) і розмірів поля (L_p). Найбільш впливає на величину φ довжина гону. Коефіцієнт φ різко зменшується при роботі агрегату на ділянках з довжиною гонів менш 600...800 м [9].

За час спорожнення кузова агрегат пройде деяку відстань, яку визначають [9]

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$L_T = \frac{Q}{B_p \cdot U_m}, \quad (2.12)$$

де Q – вага добрив, кг;

B_p – робоча ширина захвату машини, м;

U_m – норма внесення, кг/м².

$$L_T = \frac{3800}{17 \cdot 0,4} = 558,82 \text{ м.}$$

Рисуємо схему підготовки поля з розмірами поворотних смуг, з траєкторією руху агрегату. Відмічаємо лінію першого проходу агрегату.

2.5 Робота агрегату в полі

Для нормування польових робіт треба розрахувати технічно-економічні показники роботи агрегату: технічну швидкість, продуктивність, витрату палива і витрати праці на 1 га.

Агрегат МТЗ-80+МВУ- 5 працює по перевантажувальній технології, тому завантаження його добривами проводимо на полі. Агрегат заїжджає на полі в місці заїзду і зупиняється на поворотній смузі. Автомобіль – завантажувач САЗ - 3508 довозить добрива, підїжджає до розкидача і завантажує його в бункер. Після цього розкидавальний агрегат починає роботу, а автомобіль відїжджає за новою порцією добрив.

Рух агрегату здійснюється вздовж сторони поля, довжина якої 875 м відповідно до вибраного способу руху.

Продуктивність агрегату (га/год) [9]

$$W = 0.1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (2.13)$$

де V_p – робоча швидкість агрегату, км/год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни.

Визначаю баланс часу зміни [9]:

$$T_{cm} = T_{вц} + T_{ц}, \quad (2.14)$$

де $T_{вц}$, $T_{ц}$ – відповідно позацикловий і цикловий час, хв.

В свою чергу:

$$T_{вц} = T_{пз} + T_o + T_{то}, \quad (2.15)$$

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

де $T_{пз}$, T_o , $T_{то}$ – відповідно підготовлювально-заклучний час, час на відпочинок і T_O , хв.

Для даного агрегату:

$$T_{вц} = 30 + 30 + 32 = 92 \text{ хв}$$

Щоб визначити $T_{ц}$, потрібно визначити тривалість одного циклу $t_{ц}$

$$t_{ц} = a \cdot t_p + a_1 \cdot t_{пов} + b \cdot t_T, \quad (2.16)$$

де a , a_1 , b – коефіцієнти, що показують частину часу окремих операцій з розрахунку на прийнятий цикл;

t_p , $t_{пов}$, t_T – відповідно час чистої роботи, поворотів і переїздів і технологічного обслуговування за цикл, хв.

Приймаю за 1 цикл проміжок часу від завантаження до наступного завантаження бункера розкидача.

Число робочих гонів за час спорожнення кузова розкидача [9]

$$a = a_1 = L_T / L_p. \quad (2.17)$$

Підставляючи в формулу (3.17) значення величин, отримаю:

$$a = a_1 = 558,82 / 807 = 0,69247.$$

Отже, до циклу увійдуть 0,69 робочих ходів, 0,69 поворотів і одне завантаження.

Час робочого ходу буде

$$t_p = \frac{60 \cdot L_p}{V_p}, \quad (2.18)$$

де L_p – довжина гону, км.

Тривалість повороту дорівнює:

$$t_{пов} = \frac{60 \cdot L_x}{V_n}, \quad (2.19)$$

де L_x – середня довжина холостого повороту агрегату на загінці, км;

V_n – швидкість руху агрегату під час повороту, км/год.

В результаті розрахунків формул (3.18) і (3.19) отримаю:

$$t_p = 60 \cdot 0,807 / 10,2 = 4,7471 \text{ хв}$$

$$t_{пов} = 60 \cdot 0,06165 / 5 = 0,7398 \text{ хв}$$

Час перевантаження добрив з автомобіля в розкидач можна прийняти рівною 4 хв.

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Тоді час циклу буде

$$t_{\text{ц}} = 0,69247 \cdot 4,7471 + 0,69847 \cdot 0,7398 + 4 = 7,7995 \text{ хв}$$

Кількість циклів визначаю[9]:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{см}} - T_{\text{вц}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.20)$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{420 - 92}{7,7995} = 42,054.$$

Приймаю $n_{\text{ц}} = 42$.

Дійсна тривалість зміни складе [9]:

$$T_{\text{см.ф.}} = n_{\text{ц}}^{\circ} \cdot t_{\text{ц}} + T_{\text{вц}}, \quad (2.21)$$

$$T_{\text{см.ф.}} = 42 \cdot 7,7995 + 92 = 419,58 \text{ хв}$$

Довготривалість чистої роботи агрегату:

$$T_{\text{р}} = a \cdot t_{\text{р}} \cdot n_{\text{ц}}, \quad (2.22)$$

$$T_{\text{см.ф.}} = 0,69247 \cdot 4,7471 \cdot 42 = 138,06 \text{ хв}$$

Тепер можу визначити коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{смф}}}, \quad (2.23)$$

$$\tau = \frac{138,06}{419,58} = 0,32905.$$

Тоді продуктивність агрегату буде:

$$W = 0,1 \cdot 17 \cdot 10,2 \cdot 0,32905 = 5,7 \text{ га / ч.}$$

Питома витрата пального з розрахунку на гектар обробленої площі:

$$q_{\text{га}} = \frac{Q_{\text{тн}} \cdot k_{\text{т}}}{W}, \quad (2.24)$$

де $Q_{\text{тн}}$ – годинна витрата пального при нормальному тяговому завантаженні, кг/год; $k_{\text{т}}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує неповне завантаження двигуна при холостих розворотах і під час зупинки агрегату з працюючим двигуном.

$$q_{\text{га}} = \frac{12,5 \cdot 0,83}{5,7057} = 1,82 \text{ кг / га.}$$

Затрати праці з розрахунку на гектар обробленої площі (людгод/га) складає:

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$Z_T = \frac{m_T + m_B}{W}, \quad (2.25)$$

де m_T , m_B – кількість механізаторів і допоміжних працівників, що обслуговують агрегат.

$$Z_T = \frac{1+0}{5,7057} = 0,17526 \text{ чел} - \text{ч/га}.$$

2.6 Технологічне обслуговування

Добрива доставляють на поле автомобілями-завантажувачами САЗ- 3508.

Для визначення числа автомобілів, необхідних для обслуговування одного розкидача, розрахуємо час обороту автомобіля

$$t_{об} = t_{дг} + t_{дх} + t_z + t_p + t_{взв}, \quad (2.26)$$

де $t_{дг}, t_{дх}, t_z, t_p, t_{взв}$ - відповідно, час руху з вантажем і без вантажу, завантаження, розвантаження і зважування транспортного засобу, хв.

$$t_{дг} = \frac{60 \cdot S}{V_{аг}}, \quad (2.27)$$

$$t_{дх} = \frac{60 \cdot S}{V_{ах}}, \quad (2.28)$$

де S - відстань, на яку необхідно перемістити вантаж, км;

$V_{аг}, V_{ах}$ - середня швидкість руху засобу відповідно з вантажем і без вантажу, км/год.

$$t_{дг} = 60 \cdot 15 / 25 = 36 \text{ хв}$$

$$t_{дх} = 60 \cdot 15 / 30 = 30 \text{ хв}$$

Час завантаження автомобіля приймаю з розрахунку 1 хв на 1 тону вантажу, тоді цей час складе 3,8 хв [26].

Час одного зважування по нормативах 4,5 хв, а час перевантаження приймаю 4 хв [26].

Підставляю в формулу (3.26) необхідні числа, отримую:

$$t_{дг} = 36 + 30 + 3,8 + 4 + 4,5 = 78,3 \text{ хв}$$

Число автомобілів визначаю:

$$n_a = \frac{t_{об} \cdot n_k}{t_y \cdot n_o}, \quad (2.29)$$

де $t_{об}$ – середній час обороту транспортного засобу, хв;

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

n_k – агрегатів агрегатів, які працюють на полі;

n_6 – число перевантажень за один оборот автомобіля;

$t_{ц}$ - час циклу роботи агрегату, хв.

$$n_a = \frac{78,3 \cdot 1}{7,7995 \cdot 1} = 10,039 = 10.$$

Таким чином, на один розкидний агрегат МТЗ-80+МВУ- 5 в заданих умовах роботи потрібні 10 автомобілів-завантажувачів САЗ- 3508.

2.7 Контроль якості

Контролювати якість роботи на відповідність агротехнічним вимогам треба на лінії першого проходу і на протязі зміни не менше двох разів.

Якість роботи перевіряють і після усунення несправностей механізмів, від яких залежить якість роботи. При незадовільній роботі агрегат треба зупиняти для підрегулювання.

При значному відхиленні від нормативів роботу вибраковують [9].

Нині набуває поширення бальна оцінка якості роботи , яка показана в табл. 2.1, яка винесена в додатки.

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		19

3 ВДОСКОНАЛЕННЯ ВВП ТРАКТОРА МТЗ-80

3.1 Задній ВВП серійного трактора МТЗ-80

Задній ВВП трактора МТЗ-80 виконаний в найбільш розповсюдженому виконанні і являє собою приводну систему вала хвостовика від двигуна, карданну передачу, а також двохшвидкісний редуктор для забезпечення стандартизованих вимог по двох швидкостях (540 і 1000 об/хв) не залежного і синхронного (3,7 об/хв) привода. При цьому допустима потужність на хвостовику ВВП повинна бути не більше 58,8 кВт (80 к.с) при 540 об/хв і не більше 81 кВт (110 к.с) при 1000 об/хв хвостовика ВВП.

Незалежний привід здійснюється від ведучого диску сцеплення через двохшвидкісний редуктор приводу ВВП, вторинний вал коробки передач (КП) і муфту перемикавання приводу (рис. 3.1) на вал коронної шестерні планетарного редуктора ВВП.

Синхронний привід здійснюється через муфту перемикавання, що сполучає вал планетарного редуктора з шестерньою коробки передач.

Планетарний редуктор ВВП розміщений в корпусі заднього моста.

З аналізу літературних джерел встановлено, що велика кількість тягово-приводних машин є малоенергоємкою, тобто вони не забезпечують дозавантаження двигунів по раціональний рівень (К.К.Д складає 20-60 % замість рекомендованих 85-95 %), що призводить до надмірної перевитрати пального. Для забезпечення кращого завантаження двигуна і зменшення питомої витрати пального, слід використовувати двигун на понижених швидкісних режимах. Однак тепер густина обертання ВВП вибігає за допустимі оберти агротехнічними вимогами.

Вирішення проблеми досягається застосуванням різних видів введення

	в привід ВВП додаткових "економічних" східців, що дозволять використати				ДП.208.433у.044.070.ПЗ					
	часткові швидкісні режими				двигуна і покращити паливну економічність					
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата						
Розробив					Привід тягово-приводних МТА на малоенергоємних		Листопад	25	%	Аркуші
Керівник					ВДОСКОНАЛЕННЯ ВВП				20	16
Консульт					ТРАКТОРА МТЗ-80		ЖАТФК гр. Аі-44			
Н. Контр.										
Затвердив										

У нашому випадку ми ставимо додатковий планетарний редуктор на

хвостовик ВВП. Планетарна передача компактніша і має меншу масу порівняно з простою передачею. Використовуючи планітарну передачу можна зменшити масу в 2...4 рази і більше. Планетарний принцип дозволяє отримати при невеликій кількості зубчастих коліс великі передаточні відношення - до 1000, а інколи навіть більше. Но тепер понизиться к.к.д. Також в планітарну передачу додатково вставлена зубчата муфта, що сполучає сонячну шестірню з вихідним валом, що пов'язана з водилом, завдяки цьому блокується планетарний редуктор, що дає можливість отримати частоту обертання хвостовика 540 і 1000, 750 і 1400 хв⁻¹.

3.2 Будова розробленого ВВП

Запропонована конструкція планетарного редуктора представлена на рис. 3.1.

Планетарний редуктор має таку будову: 1 - кришка редуктора; 2 - шліцьова втулка; 3 - муфта; 4 - шліцьова втулка сонячної шестерні; 5 - видавлювальне кільце; 6 - вилка; 7 - важіль перемикача; 8 - фіксатор; 9 - вал перемикача; 10 - вал водила; 11 - сонячна шестерня; 12 - проміжна стінка; 13 - кришка планетарного механізму; 14 - водило; 15 - хвостовик; 16 - корпус; 17 - сателіт; 18 - втулка сателіта; 19 - втулка хвостовика; 20 - кришка вихідного валу; 21 - вісь сателіта.

Цей редуктор ставимо замість подовжувача заднього ВВП. Механізм перемикачання працює таким чином: для отримання двох стандартних частот обертання необхідно важіль перемикачання перемістити в крайнє ліве положення до фіксації механізму. При переміщенні ричага перемикач (7) провертає вал (9), на якому жорстко закріплена вилка перемикача (6), вилка у свою чергу тисне на видавлювальне кільце (5), яке рухомо закріплено на муфті (3). Муфта своїми шліцами сполучає шліцьову втулку (2) (яка сполучає вал заднього ВВП і вал водила (10)), і шліцьову втулку сонячної шестерні (4), яка сидить нерухомо на шліцах сонячної шестерні. При такому з'єднанні частота

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

обертання сонячної шестерні (11) і води (14) однакові, цим самим редуктор обертається як одно ціле (частота на вхідному валу дорівнює частоті на вихідному валу).

Для отримання додаткових частот обертання необхідно перемістити важіль перемикача в крайнє праве положення. При цьому муфта (3) сполучає шліцями сонячну шестерню (11) через шліцьову втулку і проміжною стінкою (12), цим самим фіксує сонячну шестерню. Сателіти (17) обертаються по сонячній шестерні і передають обертання корончастій шестерні, яка в зачепленні з вихідним валом (15). При цьому забезпечується додатковий "економний" ступінь.

3.3 Розрахунок головних елементів вдосконаленого ВВП

3.3.1 Розрахування планітарної передачі

Розрахунок слід виконувати при частотному обертанні ВВП 540 хв, потужність, яка витрачена на приведення сільськогосподарських ма, дорівнює 27 кВт.

При підборі числа зубів шестерень планетарного редуктора т₁ врахувати обмеження, які викликані геометрією передачі. Т₁ дотримуватися умов складання, які полягають в тому, щоб зуби сателітів встановленні на пальці води, заходили у впадини зубів сонячної і коронч шестерень, умови співвісності, щоб сонячна і коронна шестерні мали загальний вісь обертання, і, нарешті, умову спряженості, щоб зуби суміжних сател при роботі не торкалися один одного і між ними залишалася достатньо гарантована відстань. Усі ці обмеження ускладнюють точну кількість планетарній коробці заданого ряду передаточних чисел.

Передатне відношення вважають додатнім якщо обертання ведуче веденого зубчастих коліс проходить в одному напрямі і негативним обертанні їх у різних напрямках.

Передаточне відношення редуктора

$$i = \frac{n_1}{n} = 1 + \frac{Z_3}{Z_1} Z_2, \quad (3.1)$$

де n_1 - частота обертання вхідного вала, хв⁻¹;

n - кількість обертів вихідного вала, хв⁻¹.

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$i = \frac{540}{750} = 0.72$$

Різниця між дійсним і заданим передатними відношеннями повинна бути $\pm 4\%$ (не більше).

Число зубів некоригованих шестерень з умови не підрізання зубів $z_{min} \geq 17$. Приймаю кількість зубів сонячної шестерні $Z_1 = 24$ [11].

Число зубів корончатої шестерні:

$$Z_3 = \frac{Z_1 \cdot i}{i - 1}, \quad (3.2)$$

$$Z_3 = \frac{24 \cdot 0.72}{0.72 - 1} = 61.7$$

Буде $Z_3 = 62$.

Оскільки при умові симетричного розташування сателітів треба, щоб Z_1 и Z_2 були кратні K_c , де K_c кількість сателітів дорівнює 3, тому приймаю $Z_3 = 60$.

Число зубів сателітів

$$Z_3 = \frac{Z_4 \cdot Z_1}{2}, \quad (3.3)$$

$$Z_2 = \frac{60 \cdot 24}{2} = 18$$

Після визначення чисел зубів Z_1 , Z_2 і Z_3 планетарну передачу перевіряють при збиранні. При цьому кількість зубів може бути скориговане.

В планитарній передачі потрібно дотримуватися таких умов:

- симетричного розміщення сателітів по ділильному колу - у разі рівності числа зубів Z_1 і Z_3 числу сателітів K_c ;
- співвісному збігу вісей ведучого і веденого валів, що забезпечимо при рівності;
- сусідство - передбачає гарантовану відстань між вершинами зубів сателітів, мінімальне значення якого 2 мм (не менше):

$$(Z_1 + Z_3) \cdot \sin\left(\frac{180}{K_c}\right) > Z_2 + 2 \quad (3.4)$$

$$(24 + 60) \cdot \sin\left(\frac{180}{3}\right) > 18 + 2$$

$$25,6 > 20$$

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		23

Отже, умова дотримується.

По умові співвісності, тобто збігу осей ведучого і веденого валів.

$$Z_3 = Z_1 + Z_2 \cdot 2 \quad (3.5)$$

$$60 = 24 + 18 \cdot 2$$

$$60 = 60$$

Перевіряємо по передаточному відхиленню

$$i = \frac{Z_3}{Z_1 + Z_3} \quad (3.6)$$

$$i = \frac{60}{24 + 60} = 0,714 \sim 0,72$$

Умови виконуються.

Розрахую розміри шестерень. Зачеплення приймаю прямозубе. Матеріал шестерні - сталь 40ХНМА при середній твердості $HV \geq 302$. Матеріал шестерні призначаємо сталь 40ХН при твердості $HV 270$ [11]. Оброблення шестірні призначаємо поліпшене: загартування в оливі ($830 \dots 850^\circ\text{C}$), відпуск ($600 \dots 620^\circ\text{C}$), що і дає твердість $HV \geq 302$. Оброблення сателітів призначаю поліпшення: загартування ($830 \dots 850^\circ\text{C}$), відпуск ($540 \dots 580^\circ\text{C}$).

Передаточне відношення для даного зачеплення.

$$i = \frac{Z_2}{Z_1}, \quad (3.7)$$

$$i = \frac{18}{24} = 0,75$$

Визначаю діаметр шестірні Z_1

$$d_1 = K_d \cdot \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot K_{H\beta} \cdot (i+1) \cdot K_H}{\Psi_{bd} \cdot [\sigma_H]^2 \cdot i \cdot K_c}}, \quad (3.8)$$

де T_1 - крутний момент на ведучому валу, Н·мм;

$K_{H\beta}$ - коефіцієнт, $K_{H\beta} = 770$ [11];

K_H - коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження по довжині контактних ліній, $K_H = 1,02$ [11];

i - передаточне відношення між сонячною і сателітними шестірнями;

Ψ_{bd} - коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження між сателітами, Ψ_{bd}

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

= 1,5 [11];

K_d - коефіцієнт ширини кільця колеса по діаметру, $K_d = 0,65$ [11];

$[\sigma_H]$ - допустиме контактне напруження, МПа;

i - кількість сателітів.

Крутний момент знаходим по формулі.

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{P_1}{n_1}, \quad (3.9)$$

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{27}{540} = 477,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Допустиме контактне напруження

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H \lim \beta} \cdot K_{H\beta}}{S_H} \quad (3.10)$$

де $\sigma_{H \lim \beta}$ - межа міцності сателіта;

$K_{H\beta}$ - коефіцієнт довговічності при змінних навантаженнях $K_{H\beta} = 1$;

S_H - коефіцієнт безпеки, приймаємо, $S_H = 1,1$ [11].

Межа міцності буде

$$\sigma_{H \lim \beta} = 2 \cdot HB + 70, \quad (3.11)$$

$$\sigma_{H \lim \beta} = 2 \cdot 302 + 70 = 674$$

Тоді

$$[\sigma_H] = \frac{674 \cdot 1}{1,1} = 612,7 \text{ МПа}$$

Визначаю діаметр шестірні

$$d_1 = 770 \cdot \sqrt[3]{\frac{477,5 \cdot 1,02 \cdot (0,75 + 1) \cdot 1,5}{0,65 \cdot [612,7]^2 \cdot 0,75 \cdot 3}} = 102,1 \text{ мм}$$

Визначаю модуль із формули діаметра початкових кіл.

$$m = \frac{d_1}{Z_1} \quad (3.12)$$

$$m = \frac{102,1}{24} = 4,252$$

Згідно ГОСТ 9563-60 приймаю $m = 4,5$.

Поправляю діаметр дільного кола шестерні по формулі:

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$d = m \cdot Z \quad (3.13)$$

Діаметр сонячної шестірні

$$d_1 = 4,5 \cdot 24 = 108 \text{ мм}$$

Діаметр сателітів

$$d_2 = 4,5 \cdot 18 = 81 \text{ мм}$$

Діаметр корончатої шестерні

$$d_3 = 4,5 \cdot 60 = 270 \text{ мм}$$

Визначаю ширину шестерні. Ширина шестірні буде на 2...4 мм більшою сателіта.

$$\beta_2 = d_1 \cdot \Psi_{bd} \quad , \quad (3.14)$$

$$\beta_2 = 108 \cdot 0,65 = 70,2 = 70 \text{ мм}$$

$$\beta_1 = \beta_4 = 70 + 2 = 72 \text{ мм}$$

Перевіряю розрахунок на контактну міцність шестерні.

Визначаю контактне навантаження

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{K_d^3 \cdot T_1 \cdot K_{H\beta} \cdot (i+1) \cdot K_H \cdot K_{HV}}{d_1^3 \cdot \Psi_{bd} \cdot i \cdot K_c}} \leq [\sigma_H] \quad , \quad (3.15)$$

Для цього слід визначити колову швидкість

$$v = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \quad , \quad (3.16)$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 108 \cdot 540}{60 \cdot 1000} = 3,05 \text{ м/с}$$

Приймаєм ступінь точності 8. Тоді $K_{HV} = 1,109$

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{770^3 \cdot 477,5 \cdot 1,02 \cdot (0,75+1) \cdot 1,5 \cdot 1,109}{108^3 \cdot 0,65 \cdot 0,75 \cdot 3}} = 592,747 \text{ МПа}$$

$$\sigma_H \leq [\sigma_H]$$

$$592,747 \leq 612,7$$

Отже, контактна міцність зубів дотримана.

Проводжу перевіряючий розрахунок на згин зубів. Розрахунок проводжу для сателітів, оскільки вони схильні до знакозмінного навантаження.

Допустиму міцність на згин зубів

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F \lim \beta} \cdot K_{FC} \cdot K_{FL}}{S_F}, \quad (3.17)$$

де $\sigma_{F \lim \beta}$ - межа твердості зубів, МПа;

K_{FC} - коефіцієнт, який враховує вплив двохстороннього завантаження, $K_{FC} = 0,7$ [5];

K_{FL} - коефіцієнт довговічності, $K_{FL} = 1$;

S_F - коефіцієнт безпечності, $S_F = 1,75$ [11].

Визначаю із рекомендацій [11] приймаю $\sigma_{F \lim \beta}$

$$\sigma_{F \lim \beta} = 1,8 \cdot HB \quad (3.18)$$

$$\sigma_{F \lim \beta} = 1,8 \cdot 302 = 543,6 \text{ МПа}$$

Тоді

$$[\sigma_F] = \frac{543,6 \cdot 0,7 \cdot 1}{1,75} = 217,44 \text{ МПа}$$

Визначаємо навантаження при згині.

$$\sigma_F = \frac{2 \cdot T_1 \cdot K_{F\beta} \cdot K_{FV} \cdot Y_F \cdot K_H}{Z_1^3 \cdot \Psi_{bd} \cdot m^3 \cdot K_c} \leq [\sigma_F], \quad (3.19)$$

де $K_{F\beta}$ - коефіцієнт нерівномірності навантаження, $K_{F\beta} = 1,05$ [11];

K_{FV} - коефіцієнт динамічного навантаження, $K_{FV} = 1,264$ [11];

Y_F - коефіцієнт форми зуба, $Y_F = 3,88$ [11].

$$\sigma_F = \frac{2 \cdot 477,5 \cdot 10^3 \cdot 1,05 \cdot 1,264 \cdot 3,88 \cdot 1,2}{24^2 \cdot 0,65 \cdot 4,5^3 \cdot 3} = 72,072 \text{ МПа}$$

$$\sigma_F \leq [\sigma_F]$$

$$72,072 \leq 217,44$$

Усі розміри для розрахунку другої пари (сателіт - корончата шестірня) відомі.

Розрахунок будемо виконувати на контактну міцність і на згин зубів.

Розрахунок на контактну міцність.

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{K_d^3 \cdot T_1 \cdot K_{H\beta} \cdot (i+1) \cdot K_H \cdot K_{HV}}{d_1^3 \cdot \Psi_{bd} \cdot i \cdot K_c}} \leq [\sigma_H]$$

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		27

Передаточне відношення пари.

$$i = \frac{Z_3}{Z_2}, \quad i = \frac{60}{18} = 3,33$$

Визначаємо колову швидкість.

$$v = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_1}{60 \cdot 1000},$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 270 \cdot 540}{60 \cdot 1000} = 7,634 \text{ м/с}$$

Тоді

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{770^3 \cdot 477,5 \cdot 1,02 \cdot (3,33+1) \cdot 1,5 \cdot 1,271}{270^3 \cdot 0,65 \cdot 3,33 \cdot 3}} = 160,534 \text{ МПа}$$

Визначаємо допустиме навантаження

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H \lim \beta} \cdot K_{HL}}{S_H}$$

де $\sigma_{H \lim \beta} = 2 \cdot HB + 70 = 2 \cdot 270 + 70 = 610 \text{ МПа}$

$$[\sigma_H] = \frac{610 \cdot 1}{1,1} = 554,545 \text{ МПа}$$

$$\sigma_H \leq [\sigma_F]$$

$$160,534 \leq 554,545$$

Значить, умова міцності виконується.

Проводимо перевірочний розрахунок на згин.

$$\sigma_F = \frac{2 \cdot T_1 \cdot K_{F\beta} \cdot K_{FV} \cdot Y_F \cdot K_H}{Z_3^3 \cdot \Psi_{bd} \cdot m^3 \cdot K_c} \leq [\sigma_F]$$

Допустиме навантаження згину

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F \lim \beta} \cdot K_{FC} \cdot K_{FL}}{S_F}$$

Межа міцності зубів.

$$\sigma_{F \lim \beta} = 1,8 \cdot HB$$

$$\sigma_{F \lim \beta} = 1,8 \cdot 270 = 486 \text{ МПа}$$

Для корінчатої шестерні σ_F , так як на неї діє одностороннє навантаження

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		28

[11]

$$[\sigma_F] = \frac{486 \cdot 1 \cdot 1}{1,75} = 194,4 \text{ МПа}$$

Тоді

$$\sigma_F = \frac{2 \cdot 477,5 \cdot 10^3 \cdot 1,05 \cdot 1,264 \cdot 3,88 \cdot 1,2}{60^2 \cdot 0,65 \cdot 4,5^3 \cdot 3} = 14,082 \text{ МПа}$$

$$\sigma_F \leq [\sigma_F]$$

$$14,082 \leq 194,4$$

Умова міцності на згин зубів дотримана.

Колова сила, що діє на водило з боку одного з сателітів, визначається з рис. 3.2.

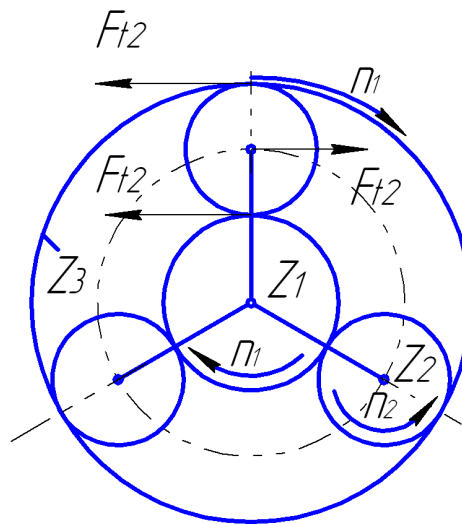


Рис. 3.2. Схема прикладання сил в редукторі.

$$F_{t3} = 2 \cdot F_{t2} \quad (3.20)$$

де F_3 - колова сила, яка діє на водило, Н;

F_{t2} - колова сила, яка діє на сателіт, Н.

$$F_{t2} = \frac{2 \cdot T_1 \cdot K_H}{d_1 \cdot K_c} \quad (3.21)$$

Тоді

$$F_{t2} = \frac{2 \cdot 477,5 \cdot 10^3 \cdot 1,2}{108 \cdot 3} = 4421 \text{ Н}$$

$$F_{t3} = 2 \cdot 4421 = 8843 \text{ Н}$$

Підбір підшипників для сателітів буде проводитись відповідно силі, F_3 так як радіальні сили взаємно врівноважені.

3.3.2. Розрахування і підбір валів шестерень і вісей сателітів

Розрахую діаметр вхідного валу з врахуванням того, що він входить в зачеплення з хвостовиком ВВП трактора. Зовнішній діаметр хвостовика $D=38$ мм, тоді найменший діаметр проєктованого валу, з урахуванням нарізання шліців, складе $d=40$ мм.

Крутний момент на валу вже відомий з попереднього розрахунку $T_B=477,5$ Н·м. Згідно рекомендацій [11] приймаю матеріал валу сталь 45, термооброблення – загартування з охолодженням у воді (НВ 170...190). $\sigma_s=1100$ МПа, $\sigma_{-1}=485$ МПа, $\tau_{-1}=285$ МПа. Відповідно даним [11] $[\sigma_u]=95$ МПа.

Тоді, навантаження на скручення

$$[\tau_k]=0,5 \cdot [\sigma_u] \quad , \quad (3.22)$$

$$[\tau_k]=0,5 \cdot 95 = 46,5 \text{ МПа} \quad .$$

Визначаю діаметра вала

$$d = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot T_B}{[\tau_k]}} \quad , \quad (3.23)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 477,5 \cdot 10^3}{47,5}} = 36,905 \text{ мм} \quad .$$

Мінімальний допустимий розмір валу приймаю $d=40$ мм

Вихідний вал виготовляю з такого ж матеріалу і з таким термообробленням.

Діаметр вихідного валу буде трохи більше хвостовика ВВП, дорівнює 38 мм. Приймаю рівний 40 мм

Визначаю сили, що діють на вал. Накреслю схему і епюру.

З попередніх розрахунків відомий момент $M=T_1=477,5$ Н·м. Оскільки шестерні мають прямозубе зачеплення дією сили можна нехтувати.

Реакції під підшипниками

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$\sum m_o = m \cdot R_a \cdot (b+c) = 0 \quad (3.24)$$

$$R_a = \frac{m}{b+c}$$

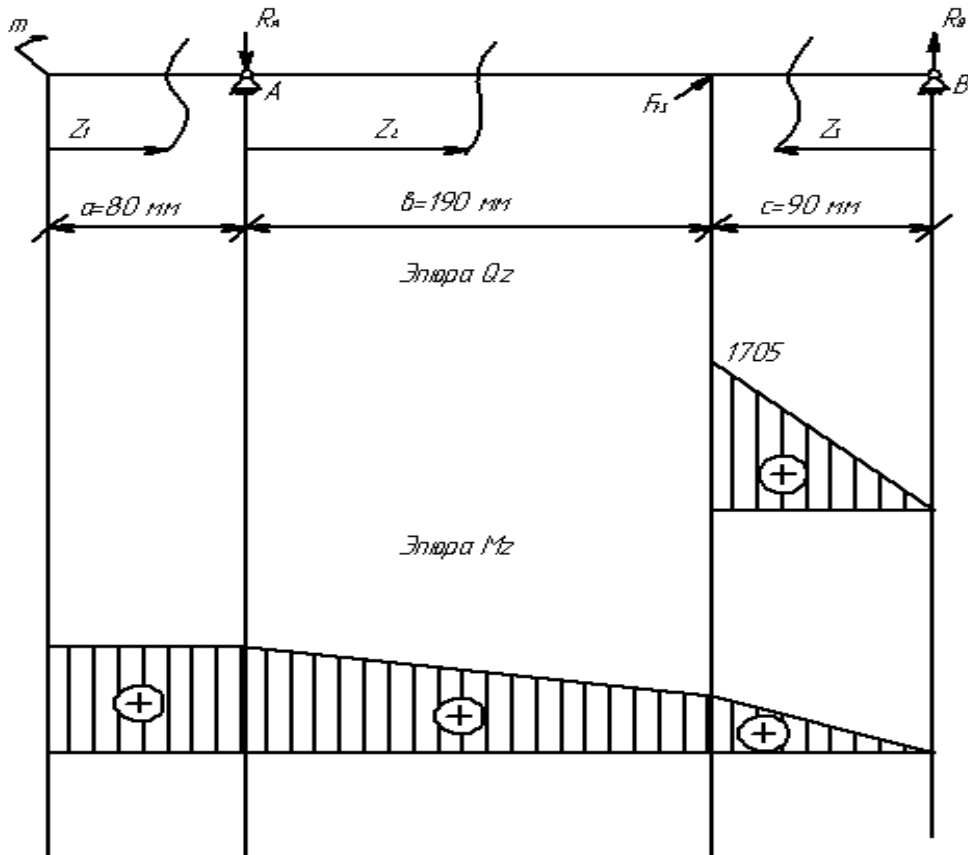


Рис. 3.6. Схема і епюра навантажень, і моментів ведучого валу.

$$R_a = \frac{477,5 \cdot 10^3}{190+90} = 1705 \text{ Н}$$

Знайдемо реакцію R_b

$$\sum m_a = m \cdot R_b \cdot (b+c) = 0 \quad (3.25)$$

$$R_b = \frac{m}{b+c}$$

$$R_b = \frac{477,5 \cdot 10^3}{190+90} = 1705 \text{ Н}$$

Проведем перевірку правильності визначення реакції в опорах.

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum F_y = R_a + R_b = -1705 + 1705 = 0$$

$$\sum m_c = m \cdot R_a \cdot b - R_b \cdot c = 0$$

$$\sum m c = 477,5 \cdot 10^3 - 1705 \cdot 190 - 1705 \cdot 90 = 0$$

Будуємо епюри Q_z и M_z .

Разбиваю вал по довжині на ділянки.

$$1 \text{ ділянка } 0 \leq Z_1 \leq 80$$

$$\theta_{z1} = 0$$

$$M_{z1} = m$$

$$\text{при } Z_1=0 \quad M_{z1} = m = 477,5 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм} ,$$

$$\text{при } Z_1=80 \text{ мм } M_{z1} = m = 477,5 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм} ,$$

$$2 \text{ участок } 0 \leq Z_2 \leq 190 ,$$

$$\theta_{z2} = - R_a ,$$

$$M_{z2} = m - R_a \cdot Z_2 ,$$

$$\text{при } Z_2=0 \quad \theta_{z2} = - R_a = 1705 \text{ Н} ,$$

$$\text{при } Z_2=190 \quad \theta_{z2} = - R_a = 1705 \text{ Н} ,$$

$$M_{z2} = m - R_a \cdot Z_2 = 477,5 \cdot 10^3 - 1705 \cdot 190 = 153,5 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм} ,$$

$$3 \text{ участок } 0 \leq Z_3 \leq 90 \text{ мм} ,$$

$$\theta_{z3} = R_b ,$$

$$M_{z3} = R_b \cdot Z_3 ,$$

$$\text{при } Z_3=0 \quad \theta_{z3} = R_a = 1705 \text{ Н} ,$$

$$M_{z3} = 0 ,$$

$$\text{при } Z_3=90 \quad \theta_{z3} = R_b = 1705 \text{ Н} ,$$

$$M_{z3} = R_b \cdot Z_3 = 1705 \cdot 190 = 153,5 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм} .$$

Визначасмо амплітуду циклу при згині.

$$\sigma_a = \frac{M}{0,1 \cdot d^3} , \quad (3.26)$$

де M – згинаючий момент на валу, Н·м.

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$\sigma_a = \frac{477,5 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 40^3} = 74,609 \text{ МПа}$$

Ефективні коефіцієнти концентрації навантаження при згині:

$$K_\sigma = K_{\sigma\phi} + K_{\sigma\psi} - 1, \quad (3.27)$$

де K_σ - коефіцієнт ефективного контактного навантаження, $K_\sigma = 2,1$ [6];

$K_{\sigma\phi}$ - коефіцієнт концентрації навантаження, $K_{\sigma\phi} = 1,25$ [6].

$$K_\sigma = 2,1 + 1,25 - 1 = 2,35$$

Ви значаю запас міцності.

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_\sigma \cdot \sigma_a}{K_d \cdot K_V} + \psi_\sigma \cdot \sigma_m} \quad (3.28)$$

Визначаємо масштабний фактор [11]; Визначаємо коефіцієнт впливу поверхні зміцнення $\psi_\sigma \cdot \sigma_m$ [11];

$$n_\sigma = \frac{485}{\frac{2,35 \cdot 74,609}{0,85 \cdot 1,9} + 0,2 \cdot 0} = 2,8$$

Потімі визначаю запас міцності

$$n_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_\tau \cdot \tau_a}{K_d \cdot K_V} + \psi_\tau \cdot \tau_m}, \quad (3.29)$$

де τ_a – амплітуда циклу при згині

$$\tau_a = \frac{T}{0,2 \cdot d^3} \quad (3.30)$$

$$\tau_a = \frac{477,5 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 40^3} = 37,305 \text{ МПа}$$

Визначаємо ефективний коефіцієнт навантаження при крученні.

$$K_\tau = K_{\tau\phi} + K_{\tau\psi} - 1, \quad (3.31)$$

$$K_\tau = 2,1 + 1,25 - 1 = 2,35$$

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Зрештою:

$$n_{\tau} = \frac{285}{\frac{2,35 \cdot 37,305}{0,85 \cdot 1,9} + 0,1 \cdot 37,305} = 4,913 \text{ МПа}$$

Сумарний запас міцності

$$n = \frac{n_{\sigma} \cdot n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 \cdot n_{\tau}^2}} = [n] \approx 1,5 \dots 2,5, \quad (3.32)$$

$$n = \frac{2,8 \cdot 4,913}{\sqrt{2,8^2 \cdot 4,913^2}} = 2,432$$

Запас міцності забезпечується, отже вал вибраний правильно.

Виконую розрахунок осей сателітів.

Для розрахунку валу необхідно знати його будову, тобто місця прикладання навантажень, розташування підшипників і так далі. Згідно рекомендацій [11] приймаю матеріал валу сталь 45, термооброблення - загартування з охолодженням у воді (НВ 170...190). $\sigma_{\sigma} = 1100 \text{ МПа}$, $\sigma_{-1} = 485 \text{ МПа}$, $\tau_{-1} = 285 \text{ МПа}$.

Розраховую діаметр осей.

$$d = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M}{[\sigma_{\text{и}}]}}, \quad (3.33)$$

Згідно даним [11] $[\sigma_{\text{и}}] = 157 \text{ МПа}$

Згинальний момент (М)

$$M = \frac{F_{\text{тз}} \cdot l}{4}, \quad (3.34)$$

де l – довжина осі, приймаємо $l = 142 \text{ мм}$

$$M = \frac{8843 \cdot 142}{4} = 313912,037 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Тоді

$$d = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 313912,037}{157}} = 27,142 \text{ мм}$$

Приймаємо $d = 30 \text{ мм}$

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Визначаємо запас міцності

$$n = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\tau} \cdot \sigma_a}{K_d \cdot K_v} + \psi_{\sigma}} \quad (3.35)$$

Амплітуда циклу при згині

$$\sigma_a = \frac{0,5 \cdot M}{0,1 \cdot d^3} \quad (3.36)$$

$$\sigma_a = \frac{0,5 \cdot 313912,037}{0,1 \cdot 30^3} = 78,5 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт концентрації навантаження

$$K_{\tau} = K_{\tau\phi} + K_{\tau\Pi} - 1$$

Приймаю $K_{\tau\phi}$, K_m [11]

$$K_{\tau} = 3,5 + 1 - 1 = 3,5$$

Тоді

$$n = \frac{485}{\frac{78,5 \cdot 3,5}{0,88 \cdot 1,2} + 0,2} = 1,862$$

Запас міцності забезпечено (1,5...2,5). А значить, вісь вибрана правильно.

Розрахунки шліцьових з'єднань та підшипників і їх вибір, ущільнювальних пристроїв і змащування редуктора перенесено в додаток 3.1.

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		35

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Розроблення інструкції з охорони праці при внесенні мінеральних добрив

Інструкція з охорони праці при внесенні мінеральних добрив машинно-тракторним агрегатом МТЗ-80+МВУ-5 винесена в додаток 4.1.

4.2 Розрахунок стійкості агрегата

Перекидна швидкість трактора

$$v_{опр} = \sqrt{\frac{9,81 \cdot r \cdot B}{2h}}, \quad (4.1)$$

де, r – радіус повороту трактора, м;

B – поперечна база трактора, м;

h – висота центра тяжіння трактора, м.

$$v_{опр} = \sqrt{\frac{9,81 \cdot 7,7 \cdot 3,2}{2 \cdot 2,71}} = 6,7 \text{ м/с, або } 25 \text{ км/год.}$$

Перекидна сила

$$P = \frac{G \cdot v^2}{g \cdot r}, \quad (4.2)$$

де, G – сила тяжіння, Н.

$$P = \frac{140 \cdot 6,7^2}{9,81 \cdot 7,7} = 83,1 \text{ кН.}$$

Радіус повороту, при якому починається перекидання трактора

$$r = \frac{2,6 \cdot 7,2 \cdot 2,71}{9,81 \cdot 3,2} = 7,75 \text{ м.}$$

Отже, при радіусі повороту менше 7,75 м. починається перекидання трактора при швидкості руху 25 км/год. Як бачимо розрахунковий радіус					Літера		
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		Арк.	Аркушів
Розробив		Знаховський				36	1
Керівник		Довбиш			ОХОРОНА ПРАЦІ		
Консульт		Герасимчук					
Н. Контр.		Бучко					
Затвердив		Руденко					
					ЖАТФК гр. Аі-44		

повороту майже дорівнює мінімальному радіусу повороту трактора (7,7м), що свідчить про достатню стійкість агрегату.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Економічне обґрунтування розробки

Метою дипломного проекту є підвищення паливної економічності трактора МТЗ-80 при роботі з тягово-приводними машинами. Для цього вал відбору потужності трактора оснащується додатковим "економічним" ступенем, що дозволить працювати на понижених швидкісних режимах.

Згідно нормативним даним середньорічне завантаження тракторів МТЗ-80 складає 1960 год, при цьому зайнятість з тягово-приводними машинами тракторів впродовж року складає приблизно 20 %. Таким чином, економічний розрахунок проводитимемо для середньорічного завантаження з тягово-приводними машинами $1960 \cdot 0,2 = 392$ год.

Модернізація валу відбору потужності потребує додаткових витрат, розрахунок яких приведений в табл. 5.1, яка показана в додатку 5.1.

Годинне напрацювання серійного трактора МТЗ-80 складає 1,2 ум. ет. га/год. Враховуючи, що трактори МТЗ-80 близько 20 % зайняті при роботі з тягово-приводними сільськогосподарськими машинами, то наробіток для розрахунків складе $392 \cdot 1,2 = 470,4$ у.э.га.

Номинальна потужність двигуна серійного трактора МТЗ-80 і питома витрата палива відповідно складають відповідно до 58,8 кВт і 0,233 кг/кВт-год. Середнє завантаження двигуна на роботах з тягово-приводними машинами складає $K_z = 0,5$. При такому завантаженні з регуляторних характеристик питома витрата палива на номінальному швидкісному режимі

	складає 0,284 кг/кВт.год, а	на зниженому - 0,243 кг/кВт.год. Тоді годинна	ДП.208.433у.044.070.ПЗ		
Зм.	Витрати палива	складає 1,26 і 11,6 кг/год відповідно на номінальному і	зниженому швидкісних режимах [21].		
Розробив	Знаховський	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА			Літера
Керівник	Довбий				Арк.
Консульт	Веремій				Аркушів
Н. Контр.	Бучко				
Затвердив	Руденко				
			ЖАТФК гр. Аі-44		

Початкова інформація для економічного розрахунку представлена в табл. 5.2, яка винесена в додаток 5.1.

Прямі експлуатаційні витрати визначаються по формулі:

$$I_{\Gamma} = OT + \Gamma + P_m + A_m,$$

де OT - оплата праці механізатора, грн;

Γ - вартість ПММ, грн;

P_m – затрати на усі види ремонтів, ТО, заміна шин і зберігання, грн;

A_m – затрати на реновацію (амортизаційні відрахування), грн.

Використовуючи вихідні дані, визначимо оплату праці тракториста в рік за формулою:

$$OT = Y_{\text{опл.}} \cdot T_{\text{вр.роб}}$$

де $Y_{\text{опл}}$ - годинна ставка тракториста;

$T_{\text{вр.роб}}$ - затрати робочого часу.

$$OT = 60 \cdot 470,4 = 18816 \text{ грн.}$$

Визначимо річні витрати на ПММ за формулою:

$$\Gamma_{\text{баз}} = 52 \cdot 13,6 \cdot 470,4 = 255897,60 \text{ грн.}$$

$$\Gamma_{\text{прое}} = 52 \cdot 11,6 \cdot 470,4 = 218265,6 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на ПР, ТО, зберігання і знос шин за формулою:

Для базового агрегату:

$$P_m = (375000 \cdot 12,5/100) \cdot 0,5 = 30258,3 \text{ грн.}$$

Для проектного агрегату:

$$P_{\text{пр}} = (384672 \cdot 12,5/100) = 48084 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на амортизацію

Для базового агрегату:

$$P_m = (375000 \cdot 9,1/100) \cdot 0,5 = 34125 \text{ грн.}$$

Для проектного агрегату:

$$P_{\text{пр}} = (384672 \cdot 9,1/100) = 35005,2 \text{ грн.}$$

Отже, сума прямих річних експлуатаційних витрат буде:

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		38

Для серійного агрегату:

$$И_{Г1} = 18816 + 255897,60 + 30258,3 + 34125 = 224092,1 \text{ грн.}$$

Для проєктного агрегату:

$$И_{Г2} = 18816 + 218265,6 + 48084 + 35005,2 = 203982 \text{ грн.}$$

Для проєктованого агрегату:

Визначаю економію річних експлуатаційних затрат

$$E_B = И_{Г1} - И_{Г2}$$

де $И_{Г1}$, $И_{Г2}$ - відповідно об'єм транспортних робіт, виконаних базовим і проєктуємим агрегатами.

$$E_B = 224092,1 - 203982 = 20110,1 \text{ грн.}$$

Обчислюємо економічний ефект на протязі служби

$$K_m = \frac{P_{rt} \cdot [(1 + NS)^T - 1]}{NS},$$

де NS - коефіцієнт, що відображає облікову річну ставку по вкладу в банк ($NS = 0,12$);

T - строк експлуатації розробки.

$$K_m = 20110,1 \cdot ((1 + 0,12)^{10} - 1) / 0,12 = 49843,3 \text{ грн.}$$

Коефіцієнт ефективності капіталовкладень

$$E_m = \sqrt[T]{\frac{K_m}{K_o}} - 1,$$

де K_o - додаткові капітальні вкладення, грн.

$$E_m = \sqrt[10]{\frac{49843,5}{9672}} - 1 = 0,6$$

Визначимо строк окупності капіталовкладень

$$T_{ок} = - \frac{\ln(1 - \frac{K_o \cdot NS}{P_{rt}})}{\ln(1 + NS)},$$

$$T_{ок} = (\ln(1 - 9672 \cdot 0,12 / 48375,9) / \ln(1 + 0,12)) = 1,16 \text{ року}$$

Результати розрахунків представлені в табл. 5.3, яка зображена в додатку 5.1.

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Підводячи підсумки виконання дипломного проєкту можу зробити наступні висновки:

1. Двигуни внутрішнього згорання сучасних потужних тракторів у тягово-привідних агрегатах на малоенергоємних сільськогосподарських роботах викори-стовуються з недозавантаженням, яке підвищує питому витрату палива даними агрегатами.

2. Щоб виконувалися вимоги стосовно частоти обертання ВВП ($540 \pm 10\%$ і $1000 \pm 10\%$) доцільно мати додаткові східці в приводі ВВП при роботі двигуна на пониженому частотному режимі.

3. В даному проєкті запропонований планетарний редуктор, що встановлюється на хвостовик ВВП, який дасть нам дві додаткові ступені передаточного числа.

4. Розроблена операційна карта на внесення мінеральних добрив (агрегатом МТЗ-80 + МВУ- 5). Особливість операційної карти полягає у використанні двигуна на пониженому швидкісному режимі при використанні розробленого редуктора.

7. В розділі «Охорона праці» проведений розрахунок МТА на перекидання й розроблена інструкція з охорони праці при внесенні міндобрив.

8. Проведені розрахунки в економічній частині засвідчують доцільність використання зниженого швидкісного режиму двигуна замість максимального при недозавантажуванні за рахунок економії палива, який забезпечить

	економічний ефект на протя			ві року 20110,1 грн. Термін окупності додаткових					
					ДП.208.433у.044.070.ПЗ				
Зм.	Капіт.	аловкладень	складає	1 рік 6	року.				
Розробив	Знаховський				ВИСНОВКИ	Літера	Арк.	Аркуші	
Керівник	Довбиш						40	1	
Консульт						ЖАТФК гр. Аі-44			
Н. Контр.	Бучко								
Затвердив	Руденко								

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Калашніков О.Г. Ремонт машин: підручник. Київ: Вища школа, 1983. 397 с.
2. Третяков О.В., Нестеренко С.В. Розслідування, облік і аналіз нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві: курс лекцій з дисципліни. Харків: Нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, 2015. 426 с.
3. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник. Київ: Знання - Прес, 2003. 511с.
4. Лапін В. М. Основи охорони праці : навч. посіб. Львів : ЛБІ НБУ, 2004. 142 с.
5. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: підручник. Київ: Знання, 2004. 478 с.
6. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: підручник. Київ: Вища школа, 2007. 527 с.
7. Основи охорони праці: підручник / Запорожець О.І., Протоєрейський О. С., Франчук Г. М., Боровик І. М. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 264 с.
8. Купчик М.Л., Гандзюк М.П., Степанець І.С. Основи охорони праці: підручник: Київ: Основа, 2000. 416 с.

					ДП.208. 433у.044.070.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		
Розробив	Знаховський						
Керівник	Довбиш						
Консульт							
Н. Контр.	Бучко						
Затвердив	Руденко				ЖАТФК гр. Аі-44		
					Літера	Арк.	Аркуші
						41	1