

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ МАШИН, СПОРУД ТА ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ  
МАШИН

**РАТУШНЯК НАЗАРІЙ РОМАНОВИЧ**

УДК 631.34

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИЛОВОГО  
АГРЕГАТУ МАШИНИ ПРТ-3,2**

133 «Галузеве машинобудування»

**Автореферат**  
дипломної роботи магістра

Тернопіль 2019

Роботу виконано на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин  
**Бабій Андрій Васильович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент кафедри обладнання харчових технологій  
**Ворощук Віктор Ярославович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 26 грудня 2019 р. о 10<sup>.00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії № 13 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №2, ауд 74.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

### **Актуальність теми роботи.**

У розв'язанні завдань щодо збільшення виробництва сільськогосподарської продукції важливе місце належить захисту сільськогосподарських культур від шкідників, хвороб та бур'янів. Для подальшого розвитку виробництва передбачено вдосконалити хімічні засоби захисту рослин, повністю механізувати технологічні процеси їх зберігання та ефективного використання. Поряд з цим поставлено завдання вдосконалити технології захисту рослин, щоб виключити або значно зменшити шкідливий вплив пестицидів на навколишнє середовище, широко застосовувати методи захисту сільськогосподарських культур, не шкідливі для людини і тварин, технічно переозброїти сільське господарство.

Виходячи із цих завдань підвищуються основні технологічні та експлуатаційні вимоги до машин для захисту рослин і в першу чергу до їх технологічної надійності, якості виконання технологічного процесу, непродуктивних втрат препаратів у навколишнє середовище.

Також в роботі приділена серйозна увага міцнісним розрахункам силового агрегату, від яких безпосередньо залежить надійність та безвідмовність роботи машини в цілому. При проектуванні будь-якої машини не можна забувати про безпечність її експлуатування та вплив на навколишнє середовище. Ці питання враховані в роботі та зроблені відповідні висновки та рекомендації щодо зменшення шкідливого впливу та підвищення умов безпечного експлуатування.

**Мета роботи:** Вдосконалити та підвищити надійність насосного агрегату приготувальника-транспортувальника робочих рідин для збільшення продуктивності агрегату в цілому.

### **Об'єкт, методи та джерела дослідження.**

Насосний агрегат приготувальника-транспортувальника робочих рідин ПРТ-3,2. Методи виконання роботи: економіко-статистичний, графічний, порівняльний, математичного моделювання; теоретико-емпіричний.

### **Отримані результати:**

- виконано аналіз умов та вимог до приготування робочих розчинів отрутохімкатів машиною ПРТ-3.2, розглянуто основні конструктивні особливості базової конструкції машини та проведено обґрунтування теми дипломної роботи магістра.
- проведено розрахунок основних елементів силового агрегату машини ПРТ-3.2 – зубчастих передач. Зроблено відповідні висновки щодо їх міцності;
- зроблено обґрунтування параметрів валів та підшипникових вузлів насосного агрегату;
- розроблено технологічний процес виготовлення деталі обойма, для якої вибрано обладнання, різальний та вимірювальний інструмент, розраховано режими різання;
- виконано техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень;

- розглянуто питання охорони праці, техніки безпеки при роботі з приготувлювачем-транспортувальником робочих рідин та екології.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Запропоноване удосконалення конструкції машина ПРТ-3,2, де обґрунтовано параметри силового агрегату насосної установки з метою збільшення її продуктивності, що дозволило вивести дану конструкцію машини на рівень світових аналогів.

**Апробація.** Окремі результати роботи доповідались на Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, 27–28 листопада 2019. М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2019.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 169 арк. формату А4, графічна частина – 12 аркушів формату А1.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** вказано на необхідність та ефективність проведення хімічного захисту рослин. Проте, зроблено застереження щодо своєчасності такої технологічної операції, оскільки зміщення строків проведення хімічного захисту рослин суттєво знижує сам ефект захисту. Тому підвищення продуктивності та надійності машин, які беруть участь в цьому процесі завжди є актуальним питанням.

**У першому розділі** наведено: умови та вимоги до виконання технологічної операції приготування робочих рідин, розглянуто будову та принцип роботи базової конструкції машини ПРТ-3,2, машин – аналогів, проведено обґрунтування теми дипломної роботи магістра.

**У другому розділі** обґрунтовано основні параметри об'єкту розробки, проведено розрахунок на міцність силового агрегату відцентрового насоса приготувлювача-транспортувальника рідин ПРТ-3.2, розрахунок зубчатих коліс силового агрегату на витривалість при згині та виконано розрахунок на міцність при згині максимальним навантаженням. Зроблено відповідні висновки.

**В третьому розділі** – Дослідження параметрів об'єкту розробки – проведено обґрунтування параметрів вихідного вала насосного агрегату та його підшипникових вузлів.

**В розділі «САПР сільськогосподарських машин»** – Проаналізовано методи САПР, розроблено модель об'єкту проектування та оброблено дані за результатами моделювання.

**В п'ятому розділі** – Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі, спроектовано технологічний процес механічної обробки деталі обойма та розроблено комплект технічної документації.

**В розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** – Розкрито питання організації інженерної діяльності як етап проектування машин. Виконано оцінку економічної ефективності запропонованих рішень.

**У розділі «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»** – Розглянуто питання про державні нормативні акти з охорони праці, техніка безпеки при приготуванні робочих рідин та безпеки праці в надзвичайних ситуаціях.

**В розділі «Екологія»** розглянуто вплив на довкілля хімічних препаратів, що використовуються при сільськогосподарському виробництві, шляхи зниження шкідливих впливів.

**У загальних висновках щодо дипломної роботи** описано прийняті в роботі технічні рішення, які забезпечують виконання завдання на проектування; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі роботи; технічні рішення роботи, які можуть бути впроваджені у виробництво; техніко-економічні показники та їх порівняння з базовими.

В додатках до пояснювальної записки наведено відомості специфікацій, комплект технологічної документації згідно ГОСТ 3.1404-86.

В графічній частині наведено складальні креслення та схеми машини приготування-транспортувальника рідин ПРТ-3.2, деталювання окремих вузлів, схеми технологічних наладок, складальні креслення засобів технологічного оснащення та ін.

## ВИСНОВКИ

Актуальність теми полягає, перш за все, у підвищенні продуктивності даної машини при збереженні показників її надійності.

В даній роботі ця проблема успішно вирішується, вдосконаленням насосного агрегату при проведенні певних розрахунків в результаті яких отримано:

1. При розрахунку циліндричної косозубої передачі, видно, що контактна міцність зубів забезпечується, тобто розрахункова величина контактних напруг менша допустимих:  $\sigma_n = 435,04$  МПа,  $\sigma_{np} = 839,17$  МПа.

2. Розрахункова контактна напруга при дії максимального навантаження менша допустимої:  $\sigma_{n\max} = 687,86$  МПа,  $\sigma_{np\max} = 2020$  МПа,  $\sigma_{np\max_2} = 1824$  МПа, значить, умова міцності виконується.

3. Розрахункова напруга згину менша допустимої напруги при розрахунку на витривалість:  $\sigma_F = 100,58$  МПа,  $\sigma_{FP} = 353,14$  МПа, значить, умова міцності виконується.

4. Розрахункова напруга згину при дії максимального навантаження менша допустимої:  $\sigma_{FN} = 242,95$  МПа,  $\sigma_{FPN} = 1230,11$  МПа,

умова міцності виконується.

5. Розрахункова довговічність підшипників А і В (№ 208) вхідного вала насосного агрегату складає (при дії проти годинникової стрілки)

$$L_{h_A} = 91200 \text{ год}; \quad L_{h_B} = 483000 \text{ год}$$

при необхідній  $L_{hmp} = 2240$  год.

Працездатність підшипників А і В вхідного вала забезпечується.

6. Розрахункова довговічність підшипників С і Д /№ 308/ вихідного вала насосного агрегату складає  $L_{hC} = 127000$  год;  $L_{hD} = 31540$  год

при необхідній  $L_{hmp} = 2240$  год.

7. З розрахунку вхідного вала насосного агрегату на статичну міцність і витривалість витікає:

- в січеннях вала коефіцієнти запасу міцності по границі текучості  $n_T$  і границі витривалості  $n$  більше мінімально допустимих значень  $[n_T]=1,8$  і  $[n]=1,8$ ;

- коефіцієнт запасу по границі витривалості дорівнює

$$n_{I-I} = 5,8, \quad n_{II-II} = 6,83;$$

- коефіцієнт запасу по границі текучості дорівнює

$$n_{T_{I-I}} = 9,6, \quad n_{T_{II-II}} = 7,11.$$

Умова міцності виконується.

8. З розрахунку вихідного вала насосного агрегату на статичну міцність і витривалість витікають наступні висновки:

- в січеннях вала коефіцієнти запасу міцності по границі текучості  $n_T$  і границі витривалості  $n$  більше мінімально допустимих значень  $[n_T]=1,8$  і  $[n]=1,8$ ;

- коефіцієнт запасу по границі витривалості дорівнює:

$$n_{I-I} = 40,9; \quad n_{II-II} = 30;$$

- коефіцієнт запасу по границі текучості дорівнює

$$n_{T_{I-I}} = 18,7; \quad n_{T_{II-II}} = 32,4.$$

Умова міцності виконується.

9. Розрахункова напруга при зминанні шпонок вихідного і вхідного валів менше допустимих напруг:

$$[\sigma_{зм}] = 140 \text{ МПа};$$

- для шпонки вхідного вала  $12 \times 8 \times 50$   $\sigma_{зм1} = 104,715$  МПа;

- для шпонки вихідного вала  $12 \times 8 \times 45$   $\sigma_{зм2} = 32,35$  МПа;

- для шпонки вихідного вала  $5 \times 5 \times 36$   $\sigma_{зм3} = 89,35$  МПа;

Міцність шпонок на зминання забезпечується.

Річний економічний ефект становить 73190 грн., а при визначенні терміну окупності встановлено, що його значення – 2,15 р.

В роботі також пророблені питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, а також екології.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ

1. Бабій А.В. Визначення робочих навантажень приводного вала насосного агрегату / А.В. Бабій, Н.Р. Ратушняк, В.В. Кирніцький // Актуальні

задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27–28 листоп. 2019.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2019. – С.40.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

2. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. *Машини сільськогосподарського виробництва*. - Тернопіль, 2005.- 228с.

3. Бабій А.В. *Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Сільськогосподарські машини та знаряддя для рослинництва» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» зі спеціалізацією «Машини сільськогосподарського виробництва» для здобуття освітнього рівня «бакалавр»* / А.В. Бабій. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя. Частина 1, 2018. – 48 с.

4. Бабій А.В. *Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Конструкція, розрахунок і виробництво сільськогосподарських машин» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» зі спеціалізацією «Машини сільськогосподарського виробництва» для здобуття освітнього ступеня «бакалавр»* / А.В. Бабій. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. – 100 с.

5. Rybak T. I., Babii A. V., Bortnyk I. M., Tsion G. B., and Konovalenko S. I. Estimation of resource of frame steel sections of barbell field sprinklers // *Materials Science*. - 2019. 55, No 6.– P. 68–74.

6. Andreikiv O.E, Lysyk A.R., Shtayura N. S., Babii A. V. Evaluation of the Residual Service Life of Thin-Walled Structural Elements with Short Corrosion-Fatigue Cracks // *Materials Science*. – 2017. 53, No 4.– P. 514–521.

7. Данильченко М. Г., Гладич Б. Б., Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г. *Експертно-аналітична оцінка технологічних і економічних показників сільськогосподарської техніки: Навчально-методичний посібник для студентів економічних спеціальностей*. – Тернопіль: Економічна думка, 2001. – 61с.

8. Improving the efficiency of a sowing technology based on the improved structural parameters for colters / Alexander Nanka, Ivan Morozov, Vladimir Morozov, Mykola Krekot, Anatolii Poliakov, Ivan Kiralhazi, Mykhailo Lohvynenko, Konstantin Sharai, Andriy Babiy, Mykola Stashkiv // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. - VOL 4, NO 1 (100) (2019) Engineering Technological Systems. – pp. 33 – 45.

9. Хомик Н.І. *Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 галузеве машинобудування з орієнтацією на спеціалізацію «Машини сільськогосподарського виробництва»* / Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. – Терноп.: ФОП Паляниця В.А., 2018. – 164 с.

## АНОТАЦІЯ

Ратушняк Н. Р. Обґрунтування параметрів силового агрегату машини ПРТ-3,2. 133 «Галузеве машинобудування». – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2019.

В дипломній роботі виконано обґрунтування параметрів силового агрегату машини для приготування та транспортування робочих рідин, що дозволило збільшити її продуктивність.

**Ключові слова:** хімічний захист, робоча рідина, міцність, транспортування, пестициди.

## ANNOTATION

Ratushniak N. Substantiation of the machine PRT-3,2 power unit parameters. 133 «Industrial Machinery Engineering» – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University. – Ternopil, 2019.

In diploma work the ground of parameters of power aggregate of machine is executed for preparation and transporting of workings liquids of, which allowed to increase its productivity.

**Key words:** chemical defence, working liquid, durability, transporting, pesticides.



