

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



Інженерно-технологічний факультет

Кафедра механічної та електричної інженерії

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання курсового проєкту

«Розрахунок та конструювання машин»

для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» за спеціальністю G11 «Машинобудування» спеціалізацією G11.03 «Технологічні машини та обладнання» галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво



Полтава
2025

Методичні вказівки до виконання курсового проєкту «Розрахунок та конструювання машин» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» за спеціальністю G11 «Машинобудування» спеціалізацією G11.03 «Технологічні машини та обладнання» галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво. Попов С. Полтава: ПДАУ, 2025. 38 с.

Автор:

Попов Станіслав, завідувач кафедри механічної та електричної інженерії, кандидат технічних наук, доцент.

Рецензент:

Ляшенко Сергій, завідувач кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту, кандидат технічних наук, доцент.

Методичні вказівки до виконання курсового проєкту «Розрахунок та конструювання машин» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» за спеціальністю G11 «Машинобудування» спеціалізацією G11.03 «Технологічні машини та обладнання» галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво обговорені і схвалені на засіданні кафедри механічної та електричної інженерії 1 вересня 2025 р, протокол №1.

Методичні вказівки до виконання курсового проєкту «Розрахунок та конструювання машин» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» за спеціальністю G11 «Машинобудування» спеціалізацією G11.03 «Технологічні машини та обладнання» галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво рекомендовано Радою із якості вищої освіти спеціальності «Машинобудування» 1 вересня 2025 р, протокол №1.

1. Загальні положення

Курсове проектування з дисципліни «Розрахунок та конструювання машин» є самостійною інженерною роботою здобувачів вищої освіти (з.в.о.) та займає особливе місце в системі підготовки здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Машини та обладнання сільсько-господарського виробництва». Виконання проєкту закріплює та узагальнює знання, які з.в.о. отримали під час аудиторних занять. У процесі курсового проектування з.в.о. виконує комплексну задачу з дисципліни «Розрахунок та конструювання машин», готуючись до виконання складнішого завдання – дипломного проектування. Під час виконання цього курсового проєкту з.в.о. повинен опиратися на знання та навички, отримані під час вивчення таких курсів: Вища математика, Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка, Теоретична механіка, Опір матеріалів, Теорія машин і механізмів, Безпека життєдіяльності, Електротехніка і електроніка, Технологічні основи машинобудування, Деталі машин, Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Поряд з цим курсове проектування повинно навчити з.в.о. роботі з довідковою літературою, державними та міжнародними стандартами, нормами, вміло поєднуючи їх з теоретичними знаннями, отриманими в процесі вивчення теоретичних положень відповідної дисципліни.

Мета курсового проектування «Розрахунок та конструювання машин» – зміцнення, поглиблення та узагальнення знань, отриманих при вивченні дисципліни «Розрахунок та конструювання машин» та набуття практичних навичок розрахунку та проектування сільськогосподарських машин та їх вузлів.

Компетентності та програмні результати навчання для з.в.о. наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Компетентності та програмні результати навчання для з.в.о.

<i>Загальні компетентності</i>
ЗК3. Здатність планувати та управляти часом.
ЗК5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
ЗК8. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.
<i>Фахові компетентності</i>
ФК5. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в галузі машинобудування.
ФК7. Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання.
ФК8. Здатність реалізовувати творчий та інноваційний потенціал у проєктних розробках в сфері галузевого машинобудування.
<i>Програмні результати навчання:</i>
ПРН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

Продовження таблиці 1

ПРН2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.
ПРН4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.
ПРН6. Відшуковувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема, іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її.
ПРН8. Розуміти відповідні методи та мати навички конструювання типових вузлів та механізмів відповідно до поставленого завдання.
ПРН9. Обирати і застосовувати потрібне обладнання, інструменти та методи.
ПРН14. Розробляти деталі та вузли машин із застосуванням систем автоматизованого проєктування.
ПРН15. Розв'язувати задачі щодо підвищення якості продукції сільськогосподарського виробництва.

У процесі виконання курсового проєкту з.в.о. розвиває здібності до конструювання вузлів та машин, інженерної творчості, раціоналізації та винахідництва отримує навички роботи з довідковою літературою, вміння користуватись таблицями і графіками та розробляти технічну документацію.

На курсове проєктування «Розрахунок та конструювання машин» відводиться 90 годин навчального навантаження, що відповідає 3 кредитам ЄКТС.

2. Тематика курсових проєктів

Враховуючи те, що дисципліна «Розрахунок та конструювання машин» вивчає машини сільськогосподарського призначення, у технічному завданні на курсовий проєкт передбачається проєктування (конструкторська модернізація) машин (вузлів), що використовуються за наступними технологічними операціями: обробка ґрунту; сівба; садження; внесення добрив; хімічний захист рослин; збирання врожаю та його транспортування; молотьба та очищення; сушіння зерна, приготування кормів, транспортування гною, переробка тощо.

Саме для виконання таких технологічних операцій є найбільш поширеним у сільському господарстві. Тому переважна кількість сучасних технологічних машин та агрегатів переробної галузі сільськогосподарського виробництва спрямована на їх реалізацію.

Орієнтовна тематика проєктів:

- 1 Розрахунок та конструювання фрези для обробки ґрунту.
- 2 Розрахунок та конструювання культиватора.
- 3 Розрахунок та конструювання плуга.
- 4 Розрахунок та конструювання вузла зернозбиральної машини.
- 5 Розробка та конструювання транспортно-технологічного шасі для використання у сільському господарстві.
- 6 Розрахунок та конструювання сівалки.
- 7 Розрахунок та конструювання картоплесаджалки.

- 8 Модернізація приводу жатки.
- 9 Розрахунок та конструювання роликового конвеєра.
- 10 Розрахунок та конструювання транспортера для переміщення гною.
- 11 Розрахунок та конструювання луцильника.
- 12 Розрахунок та конструювання дискової борони.
- 13 Розрахунок та конструювання змішувальної машини.
- 14 Розрахунок та конструювання зерноочисної машини.
- 15 Розрахунок та конструювання машини для приготування кормів.
- 16 Удосконалення гальмівної системи трактора із застосуванням систем автоматизованих розрахунків.
- 17 Розрахунок та конструювання насосу для транспортування навозу зі свинарника.
- 18 Розрахунок та конструювання установки для видалення навозу з корівника.
- 19 Розрахунок та конструювання машини для роздачі кормів ВРХ.
- 20 Розрахунок та конструювання подрібнювача коренеплодів.
- 21 Розрахунок та конструювання шнекового насосу для перекачування навозної суміші.
- 22 Розрахунок та конструювання вузла гусеничного трактора.
- 23 Розрахунок та конструювання вузла пресу для виготовлення комбікорму.
- 24 Розрахунок та конструювання установки для обробки ґрунту перед висіванням цукрового буряку.
- 25 Розрахунок та конструювання пристрою фільтрації молока.
- 26 Розрахунок та конструювання розподільника кормового завантажувача.
- 27 Розрахунок та конструювання роторного вузла дробарки кукурудзи.
- 28 Розрахунок та конструювання лопатевої установки для приготування та подачі кормової суміші.
- 29 Розрахунок та конструювання стрічково-шнекового змішувача для приготування та подачі кормової суміші.
- 30 Розрахунок та конструювання гідропривідної машини для приготування та подачі кормової суміші.

3. Принцип обрання теми курсового проекту

Тему здобувачі вищої освіти обирають самостійно за погодженням із призначеним керівником проекту, спираючись на рекомендовану тематику. Здобувач вищої освіти може подавати власні пропозиції щодо тематики та особливостей компонування передач у завданні до курсового проекту на розгляд кафедри.

За обраною темою курсового проекту складається відповідне технічне завдання за підписом з.в.о. та керівника, тематика якого затверджується протоколом засідання кафедри. Після затвердження теми курсового проекту з.в.о. повинен розпочати її виконання.

Загалом виконаний курсовий проєкт має складатися з двох частин: розрахунково-пояснювальної записки та комплексу графічної документації.

Розрахунково-пояснювальна записка повинна містити всі необхідні проєктні та перевірочні розрахунки, які мають бути розроблені та супроводжені розрахунковими схемами й необхідними ілюстраціями (за потреби), а також обґрунтування та пояснення щодо прийнятих конструктивних рішень щодо використаних стандартних виробів.

Графічна документація у проєкті має складатися із складального кресленика (або кресленика виду загального) машини (установки, агрегату, вузла), а також робочих креслеників деталей, що входять до її складу.

4. Стадії розробки проєкту

Під час виконання курсового проєкту на підставі технічного завдання, що видається з.в.о. викладачем, встановлюються такі стадії розробки конструкторської документації:

- технічна пропозиція;
- ескізний проєкт;
- технічний проєкт;
- робоча (конструкторська) документація.

Стадії розробки курсового проєкту реалізуються послідовно в порядку, наведеному вище. Вихідні дані для виконання кожної наступної стадії розробки впливають з результатів попередньої.

4.1. Технічне завдання

До технічного завдання на курсовий проєкт входять початкові дані для розрахунку, які залежать від конкретного виду сільськогосподарської машини. Наприклад:

- для ґрунтообробної фрези: швидкість агрегату, ширина захвату, глибина обробки, питомий опір різанню, призначення фрези;
- для культиватору: його тип, клас трактора, глибина обробки, максимальна робоча швидкість, тип ґрунту;
- для тукорозкидача: вид трактора, робоча швидкість, місткість бункера, норма внесення добрив, необхідна ширина захвату, коефіцієнт парусності добрива, середня питома вага добрив;
- для сівалки пневматичної: культура, кількість рядків, тип підвіски;
- для картоплесаджалки: тип агрегування, кількість рядків, ширина міжряддя, маса бульби в бункері, кількість пошкоджень бульб, кількість пропусків бульб, глибина заробки бульб, фракції посадкової картоплі, крок садіння, крок між ложечками, кількість бульб, висаджених за 1 с, кут тертя сошника, маса сошника, тяговий опір;
- для косарки: ширина захвату, швидкість машини;
- для жатки валкової: поступальна швидкість машини, режим роботи мотовила, ширина захвату жатки, урожайність зерна, співвідношення соломи до зерна за масою, хід ножа, крок пальців, крок сегментів;

- для косарки ротаційної: вид рослин, швидкість зрізування, швидкість агрегату, ширина захвату, урожайність;
- для трієра: продуктивність, кількість коротких домішок у суміші, кут між нормлями, кут тертя зернової суміші, коефіцієнт використання комірок, діаметр комірки, щільність зерна певної культури і т.д.

4.2. Технічна пропозиція

Призначення технічної пропозиції – визначити основні розміри: вузлів, деталей і машини в цілому, оптимальне відносне розташування вузлів, деталей та складальних одиниць у просторі. Технічну пропозицію розробляють на підставі аналізу технічного завдання, вивчення різних варіантів рішення, пропонованих у відповідній технічній літературі, виконання серії проєктних розрахунків та дослідження можливих конструкторських рішень (література).

Структура технічної пропозиції така:

- 1) розрахунки основних параметрів, наприклад для ґрунтообробної фрези: діаметр фрезерного барабана; кількість ножів, закріплених на одному диску; кількість дисків на барабані; кінематичний режим роботи; частота обертання барабана; подача на ніж; кут встановлення ножів на дисках відносно радіуса барабана та кут їх загострення; потужність, що реалізується фрезою;
- 2) кінематичні розрахунки: визначення передавальних чисел передач, привода в цілому, швидкостей обертання валів тощо;
- 3) енергетичні розрахунки, наприклад, визначення втрат потужності (у трансмісії, на переміщення машини, на буксування, на подолання схилів);
- 4) проєктні розрахунки з визначенням розмірів деталей, що виконуються як попередні і використовуються надалі під час розроблення ескізного та технічного проєктів.

Технічна пропозиція після погодження з викладачем є базою для розроблення технічного проєкту.

4.3. Ескізний проєкт

Розробляється на базі технічної пропозиції. Призначення ескізного проєкту – принципове розроблення в загальних рисах конструкції складальних одиниць та деталей, визначення основних параметрів та габаритних розмірів проєктованих виробів.

Структура ескізного проєкту:

- 1) загальні види складальних одиниць, де показані принципові конструктивні рішення, будова та принцип роботи виробу, конструкції деталей передач, валів та опор, корпусних деталей, способи регулювання відносного положення деталей та ін.;
- 2) розрахунки деталей на міцність, жорсткість та за іншими критеріям працездатності, що переважають.

Ескізний проєкт після погодження з викладачем є базою для розроблення технічного проєкту.

4.4. Технічний проєкт

Розробляється на базі ескізного проєкту. Призначення технічного проєкту – визначення розмірів та розробка конструкції всіх деталей виробу, прийняття рішень щодо відносного розташування і взаємодії всіх ланок приводу.

4.5. Робоча (конструкторська) документація

Розробляється на базі технічного проєкту.

Структура робочої документації:

- пояснювальна записка з розрахунками;
- складальна одиниця (вид загальний) (додаток Д);
- специфікація складальної одиниці (додаток Е);
- робочі кресленики деталей (додаток Є).

4.6. Позначення конструкторських документів

У навчальному курсовому проєкті позначення конструкторських документів (з урахуванням ДСТУ 3321:2003) складаються з таких частин:

- позначення пояснювальної записки:
КП.РКМ.G11МБбд_41.02.00.000 ПЗ, де «КП» – курсовий проєкт, «РКМ» – назва дисципліни, «G11МБбд_41» – шифр групи, «02» – номер з.в.о. за списком групи, «00» та «000» – переписати без змін, «ПЗ» – пояснювальна записка);
- позначення кресленика виду загальної машини (або складального кресленика машини): КП.РКМ.G11МБбд_41.02.00.000 ВЗ (КП.РКМ.G11МБбд_41.02.00.000 СК);
- документації кресленика складальної одиниці (вузла):
КП.РКМ.G11МБбд_41.02.01.000 СК, КП.РКМ.G11МБбд_41.02.02.000 СК і т. д. Де «01, 02, ..., 99» відповідно номери складальних одиниць (вузлів); КП.РКМ.G11МБбд_41.02.01.000 – специфікація на відповідну складальну одиницю (вузол);
- позначення кресленика деталі: КП.РКМ.G11МБбд_41.02.00.001, КП.РКМ.G11МБбд_41.02.00.002 і т. д., де «001», «002» і т. д. – номери деталей загальної складальної кресленика (виду загального) – шків, зірочка і т.п.; КП.РКМ.G11МБбд_41.02.01.001, КП.РКМ.G11МБбд_41.02.01.002 тощо, де «001», «002» тощо – номери деталей складальної одиниці (вузла) машини – корпус, вал тощо.

5. Рекомендації щодо виконання окремих етапів

Приступаючи до курсового проєктування з дисципліни «Розрахунок та конструювання машин» здобувачу вищої освіти необхідно чітко усвідомити мету та завдання роботи, детально вивчити область застосування, опрацювати літературу з наголосом на особливості проєктування сільськогосподарської машини, що містить отримане технічне завдання. Враховуючи специфіку різних видів сільськогосподарських машин, залежно від їх технологічного призначення, окремі етапи можуть мати певні відмінності. Подальші етапи наведені для прикладу проєктування та розрахунку фрези для обробки ґрунту.

5.1. Вступ

У цьому розділі необхідно обґрунтувати актуальність теми курсового проєкту, навести заходи, які забезпечують впровадження індустріальних технологій вирощування сільськогосподарських культур завдяки підвищенню технічного рівня ґрунтообробних машин, зокрема комбінованих і в тому числі фрезерних [1-5]. Поставити мету та завдання курсового проєкту.

5.2. Огляд конструкцій фрезерних машин

Описати конструкційні відмінності фрезерних машин залежно від призначення (польові, садові та інші) та положення фрезерного барабана відносно напрямку руху агрегату. Навести класифікаційну схему, марки сучасних фрез вітчизняного та зарубіжного виробництва, використовуючи патенти (авторські свідоцтва).

Техніко-економічні показники машин подати у вигляді таблиці в кінці розділу. Рекомендовані літературні джерела, а також періодичні видання.

5.3. Механіко-технологічні передумови до розробки фрези

5.3.1 Фізико-механічні властивості ґрунтів як об'єкта обробітку

Навести властивості, необхідні для виконання подальшого обґрунтування та розрахунку основних параметрів фрези. Звернути увагу на ступінь розпушування ґрунтів та знищення бур'янів. Показати зв'язок між поліпшенням фізико-механічних властивостей ґрунту та його потенційною родючістю.

5.3.2 Агротехнічні та експлуатаційні вимоги до ґрунтообробних фрез

Під час опрацювання цього розділу навести вимоги, які відповідають призначенню вибраної для розробки фрези. Використати літературні джерела [5, 7].

5.4. Обґрунтування та розрахунок основних параметрів фрези

5.4.1 Вихідні дані

Призначення фрези; ширина захвату (B , м); швидкість агрегату (V_m , км/год); глибина обробітку ґрунту (h , см); питомий опір деформації ґрунту (ρ , МПа).

5.4.2 Визначення основних параметрів фрези з горизонтальною віссю обертання

Діаметр фрезерного барабана. Діаметр фрезерного барабана D за кінцями ножів вибирати за умови забезпечення обробітку ґрунту на задану глибину h і заглиблення лише ножів (інші деталі барабана мають проходити над поверхнею поля з мінімальним зазором 50...60 мм). Для більшості фрез $D = (2,5...3,5) h$.

Кількість ножів, закріплених на одному диску. Основні критерії для вибору кількості ножів z – це подача і гребенчастість дна борозни, які задають відповідні агротехнічні вимоги.

Вибирати z потрібно згідно з рекомендаціями та оглядом конструкцій фрез [2, 5]. Зазвичай $z = 2; 4$ або 6 .

Кількість дисків на барабані. Визначається за формулою:

$$m = \frac{B}{2l + \delta}, \quad (1)$$

де $l = 0,1...0,15$ м – довжина відігнутої частини ножа;

δ – товщина диска.

Кінематичний режим роботи фрези

$$\lambda = \frac{\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{z}\right)\pi - \arcsin\left(1 - \frac{h_2}{R}\right)}{\frac{1}{R}\sqrt{2Rh_2 - h_2^2}}, \quad (2)$$

де $h_2 = (0,1...0,15)h$ – висота гребенів;

R – радіус фрезерного барабана, $R = D / 2$.

Для польових та садових фрез $\lambda = 3...8$.

Частота обертання барабана

$$n = \frac{60V_k}{\pi D}, \text{ об/хв}, \quad (3)$$

де V_k – колова швидкість барабана, м/с ($V_k = V_a \lambda$), для польових та садових фрез $V_k = 5...6$ м/с.

Подача на ніж. Визначити з урахуванням мінімальної гребенчастості дна борозни та параметрів барабана [4, 8]:

$$S = \frac{\pi D}{z \lambda}, \text{ м}. \quad (4)$$

Рекомендоване значення $S = 0,05 \dots 0,15$ м.

Кут встановлення ножів на дисках відносно радіуса барабана та кут їх загострення. Вказані кути визначити за умови найменшого опору різанню та самоочищення під час роботи [4, 5]. Кут γ_2 приймають в межах $30 \dots 40^\circ$.

$$\gamma_1 = 90 - \gamma_2. \quad (5)$$

Потужність, яка реалізується фрезою з Г-подібними ножами. У загальному вигляді потужність, яка витрачається на роботу фрези, розрахувати як суму трьох видів потужностей:

$$N = N_o + N_e + N_n, \text{ кВт}, \quad (6)$$

де N_o – потужність на деформацію ґрунту, кВт;

N_e – потужність на відкидання стружки, кВт;

N_n – потужність на переміщення фрези по полю, кВт.

Визначальною є потужність N_o , яку визначити за формулою:

$$N_o = 10^{-3} p \cdot c \cdot h \cdot z \frac{V_\kappa}{\pi D}, \text{ кВт}, \quad (7)$$

де p , Н/м²; h , м; V_κ , м/с; D , м.

c – переріз ґрунтової стружки, м², $c = s \cdot l$.

Потужність на відкидання стружки:

$$N_e = 10^{-3} \cdot \frac{k_e \cdot B \cdot z \cdot h \cdot \psi \cdot V_\kappa^2}{2}, \text{ кВт}, \quad (8)$$

де k_e – коефіцієнт який залежить від форми ножа ($k_e = 0,85 \dots 1,0$);

ψ – об'ємна маса ґрунту, кг/м³.

B , м; h , м; V_κ , м/с.

Потужність N_n на переміщення фрези:

$$N_n = \frac{G_\phi \cdot f \cdot V_m}{270} \cdot 0,736, \text{ кВт}, \quad (9)$$

де $f = 0,15 \dots 0,20$ – коефіцієнт опору перекочування;

G_ϕ – маса (вага) фрези, кгс (вибрати з існуючих аналогів).

V_m , м/с.

Потужність на ВВП трактора:

$$N_{ВВП} = \frac{N_o + N_e}{\eta_{пер}}, \text{ кВт}, \quad (10)$$

де $\eta_{пер}$ – коефіцієнт корисної дії передач від фрезерного барабана до ВВП (визначити з прийнятої кінематичної схеми приводу барабана).

Кінематичний розрахунок. За відомої частоти обертання барабана і ВВП вибрати схему передач і розрахувати загальне передатне число і відповідно до кінематичної схеми. У цьому розділі використати підручники та довідники з дисциплін «Експлуатація МТП» та «Трактори і автомобілі».

5.5. Енергетичний розрахунок

Втрати потужності в трансмісії трактора. Визначаються за формулою:

$$N_{mp} = (1 - \eta_{mp}) N_e, \text{ кВт}, \quad (11)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна трактора вибраного класу, кВт, (клас трактора вибрати орієнтовно, виходячи з технічної характеристики фрези);

η_{mp} – коефіцієнт корисної дії трансмісії трактора. Для тракторів класу 1,4 $\eta_{mp} = 0,8...0,9$.

Потужність, яка витрачається на переміщення агрегату:

$$N_f = \frac{(G_{mp} + G_\phi) \cdot f \cdot V_m}{270} \cdot 0,736, \text{ кВт}, \quad (12)$$

де G_{mp}, G_ϕ – відповідно вага трактора і фрези, кгс;

f – коефіцієнт опору на перекочування агрегату ($f = 0,01...0,1$);

V_m , км/год.

Потужність, яка витрачається на буксування:

$$N_\delta = N_e \eta_{mp} \delta, \text{ кВт}, \quad (13)$$

де δ – коефіцієнт буксування ($\delta = 0,05...0,12$).

Потужність, яка витрачається на подолання схилів:

$$N_{cx} = (G_{mp} + G_\phi) \cdot i \cdot V_m, \text{ кВт}, \quad (14)$$

де i – величина схилу ($i = 0,01...0,05$).

Сумарна потужність на роботу фрезерного агрегату:

$$N_\Sigma = N_{BBI} + N_{mp} + N_{ae} + N_\delta + N_{cx}, \text{ кВт}. \quad (15)$$

Коефіцієнт використання потужності двигуна:

$$\eta = \frac{N_\Sigma}{N_e}, \quad (16)$$

де $\eta = 0,8...0,9$ вважають нормальним.

5.6. Розрахунок на міцність

Під час опрацювання розділу використовувати літературу з розділів дисциплін «Деталі машин» та «Опір матеріалів». Виконати згідно із завданням керівника.

5.7. Будова, процес роботи, наладка і ТО фрези

Стисло описати будову, посилаючись на графічну частину курсового проекту та рисунки, процес та умови роботи фрези. Навести основні вимоги до конструкції і робочих органів. Вказати основні регулювання.

5.8. Охорона праці

Навести заходи з охорони праці під час роботи на фрезерних ґрунтообробних агрегатах. Описати пристрої, передбачені для безпечної роботи фрези.

5.9. Техніко-економічне обґрунтування

Розрахувати продуктивність розробленої фрези, навести технічну характеристику, а також фактори які впливають на підвищення ефективності роботи. Порівняльне оцінювання економічної ефективності виконати згідно з додатковим завданням викладача.

5.10. Висновки

Навести висновки, які впливають з виконаної роботи, а також рекомендації, які можуть використати розробники або експлуатаційники фрези.

5.11. Складальний кресленик

Кресленик виконують на аркуші формату, встановленого стандартом із основним написом (рисунок 1, а) (форма 1).

У відповідних графах форми основного напису (рисунок 1) послідовно вказують:

- (1) - назву виробу;
- (2) - позначення документа;
- (3) - позначення матеріалу деталі (графу заповнюють тільки на креслениках деталей);
- (4) - літеру, присвоєну документу (в навчальних проєктах літера «Н»);
- (5) - маса виробу, в кг;
- (6) - масштаб (проставляється відповідно до стандарту);
- (7) - порядковий номер аркуша;
- (8) - загальне число аркушів (вказується на першому аркуші);
- (9) - коротка назва організації, яка випустила документ (аббревіатура ПДАУ), індекс академічної групи.

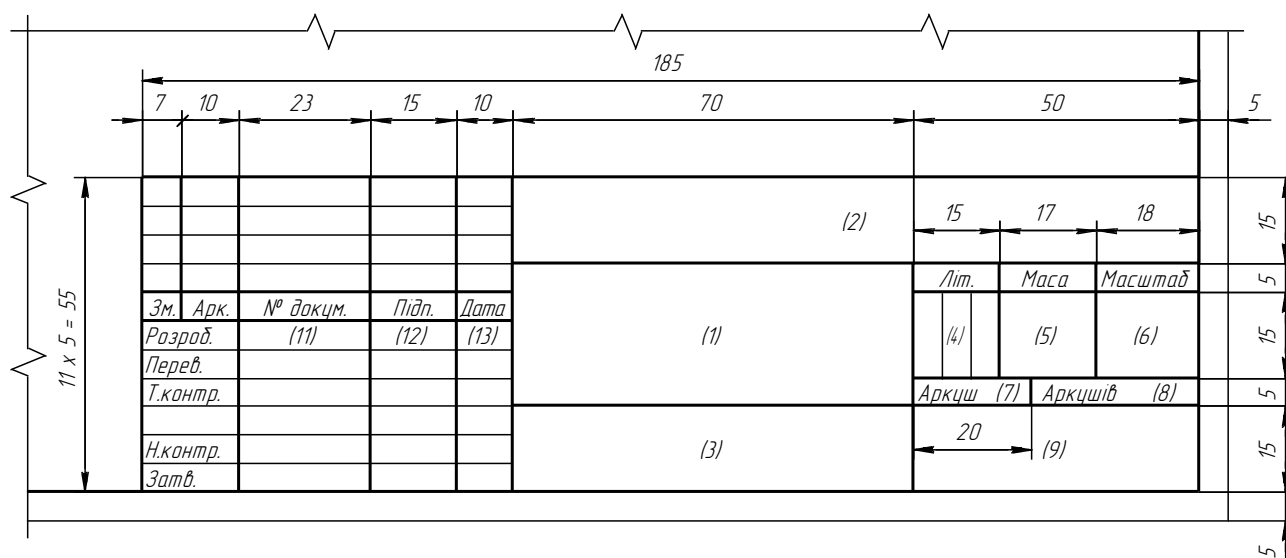


Рисунок 1 – Основний напис на аркушах креслеників

Кресленик загального виду визначає конструкцію виробу, взаємодію його складових частин і пояснює принцип роботи виробу.

Складальний кресленик (кресленик складанної одиниці) містить зображення складанної одиниці та інші дані, згідно з якими її складають (виготовляють) і контролюють.

На креслениках складальної одиниці виробу мають бути відображені всі її деталі (Додаток Д). Кількість перерізів, розрізів, виносів, а також текст напису повинні бути достатніми для виконання на його базі робочих креслеників відповідних деталей. Виносні елементи, що мають функції розшифровування (опори, ущільнення, з'єднання, сполучення, які через малі розміри можуть бути зображені умовно), викреслюють у масштабі збільшення. На кресленикові мають бути старанно опрацьовані всі з'єднання деталей і обов'язково наведені такі дані:

- габаритні розміри за трьома координатними напрямками (довжина, ширина, висота);
- приєднувальні розміри;
- основні розміри, що є характерними параметрами складальної одиниці;
- спряжені розміри посадок;
- технічна характеристика виробу;
- технічні вимоги;
- вказівки про додаткові операції, що мають виконуватись під час складання.

На кресленикові складальної одиниці показують номери позицій всіх вузлів та деталей згідно зі специфікацією.

5.12. Кресленики деталей

Кресленики деталей розробляють на основі технічного проєкту. При виконанні курсового проєкту виконуються кресленики деталей, що входять до складу даного вузла (машини).

Деталь на кресленнику зображують в робочому положенні – як вона працює у складі машини (вузла) або як вона розташована під час її обробки. Приміром, геометричну вісь деталі, що є тілом обертання (вал, колесо тощо), розташовують паралельно основному напису. Праворуч розташовується той бік деталі, де найбільше оброблюваних поверхонь.

На креслениках має бути інформація про форму, розміри деталі, граничні відхилення розмірів та форми, ступінь шорсткості поверхонь, марку матеріалу деталі, спосіб зміцнення її робочих поверхонь та інші відомості, потрібні для виготовлення та контролю деталі і т.д.

Граничні відхилення форм та взаємного розміщення поверхонь на креслениках типових деталей можна зображати умовними позначками або у вигляді текстових пояснень. Перевага надається умовним позначкам, як більш компактним, наочним і зручним для читання.

Для окремих груп деталей вказуються такі дані про граничні відхилення форм і взаємне розташування поверхонь.

Вали, черв'ячні вали, вали-шестерні:

- округлість та нециліндричність шийок для кілець підшипників, головок для маточин зубчастих та черв'ячних коліс, зірочок, пів муфт, шківів;
- биття торців запlechників для упору кілець підшипників, маточин зубчастих та черв'ячних коліс, зірочок, пів муфт, шківів;
- радіальне биття поверхонь для посадки зубчастих та черв'ячних коліс, зірочок, пів муфт, шківів відносно підшипникових шпонок.

Зубчасті та черв'ячні колеса:

- некруглість та нециліндричність базового (центрального) отвору;
- биття торців маточин; биття торців зубчастих вінців.

Стакани:

- некруглість та нециліндричність базового отвору;
- некруглість та нециліндричність зовнішнього циліндра;
- радіальне биття поверхні зовнішнього циліндра відносно осі базового отвору;
- биття торця для упору кільця підшипника;
- биття торця фланця стакану.

Шків:

- некруглість та нециліндричність базового отвору;
- биття торців маточини;
- радіальне биття обода шківу плоско пасової та канавок шківу клинопасової передач.

5.13. Загальний вид

Кресленик загального виду – це документ, що визначає відносне розташування складальних одиниць та деталей, габаритні розміри та приєднувальних поверхонь деталей. Призначення кресленика – дати повне уявлення про машину в цілому, її експлуатаційну характеристику, основні розміри, взаємозв'язки окремих складальних одиниць, з'єднувальних поверхонь деталей та їх розміри.

Загальний вид, зважаючи на значні габарити об'єкта, виконується в стандартному масштабі зменшення.

На кресленикові загального виду складальні одиниці та деталі зображують спрощено. На кресленикові не зображують дрібні конструктивні елементи деталей.

Кресленик загального виду повинен нести таку інформацію:

- зображення виробу;
- розміри габаритні, приєднувальні та посадкові;
- технічні вимоги до монтажу;
- технічну характеристику;
- номери позицій складальних одиниць та деталей згідно зі специфікацією.

На кресленикові загального вигляду треба також показати місця кріплення кожухів, що згідно з вимогами техніки безпеки прикривають всі деталі або складальні одиниці, що обертаються (Додаток Д).

5.14. Специфікації

Специфікація – документ, що включає в себе перелік усіх складових частин, які входять до даного виробу, а також конструкторські документи, які належать до цього виробу. В даному проєкті це – кресленик складальної одиниці та/або кресленик загального вигляду сільськогосподарської машини (Додаток Д). Специфікацію складають на окремих аркушах на кожен складальну одиницю, комплекс і комплект відповідно до стандарту (Додаток Е).

У кінці кожного розділу специфікації рекомендується залишати два-три вільні рядки на випадок можливих змін у конструкції виробу.

6. Вимоги щодо оформлення пояснювальної записки

Оформлення текстових документів технічного проєкту має відповідати вимогам ДСТУ 3008:2015 «Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення» з урахуванням можливих відхилень від них, пов'язаних зі специфікою проєктування в умовах навчального процесу.

Виконання пояснювальної записки – важливий етап оформлення конструкторської документації, у процесі якого здобувачі вищої освіти набувають навичок чіткого, лаконічного та аргументованого викладання в належній послідовності розрахунків сільськогосподарської машини (агрегату, установки, вузла тощо).

Пояснювальна записка – це технічний документ, що вимагає в себе опис розроблюваного виробу, обґрунтування конструктивних рішень, розрахунки на міцність, жорсткість та інші критерії працездатності вузлів та деталей, перевіірочні розрахунки на міцність елементів стандартних виробів вибір способів змащення передач та опор, мастильних матеріалів тощо.

Пояснювальна записка повинна містити титульну сторінку, зміст із зазначенням розташування розділів в тексті, технічне завдання на проєктування, вступ, основний текст і список використаної літератури.

Титульна сторінка виконується стандартним шрифтом за зразком, наведеним (додаток Б). Вона є першою сторінкою пояснювальної записки.

У змісті подають назви всіх розділів, підрозділів та пунктів пояснювальної записки, вказуючи номери сторінок (сторінка 1 – титульна сторінка, не проставляється), на яких вони розміщені.

Технічне завдання на проєктування вміщує вихідні дані, завдання та обсяг виконуваної роботи. Його розташовують після змісту.

Вступ містить відомості про призначення та можливу галузь застосування сільськогосподарської машини, її конструктивні особливості, мету та завдання проєктування.

Основний текст пояснювальної записки має розкривати конкретний зміст роботи та відображати одержані результати. У тексті наводять: всі обґрунтування та розрахунки, що підтверджують працездатність виробу; викладають метод визначення навантажень, наводять основні допущення,

прийняті в розрахунках; аргументують вибір коефіцієнтів, допустимих напружень тощо.

Наближений перелік питань, які слід розкривати в пояснювальній записці курсового проєкту та рекомендована послідовність їх викладення наведені в додатку В).

Висновки мають складатися з оцінки результатів курсового проєктування з погляду їх відповідності вимогам технічного завдання на проєктування. Вони не повинні носити конотаційний характер («розраховано», «вибрано» і т.п.) інформація кожного пункту висновків повинна бути аналітично-оціночною.

Список використаної літератури має містити всі використані джерела. Всі дані, прийняті з підручників, навчальних посібників, довідників тощо повинні бути підтвердженими посиланнями на відповідне джерело.

6.1. Титульна сторінка пояснювальної записки

Структура-титульної сторінки:

- повна назва міністерства;
- повна назва вищого навчального закладу;
- назва факультету;
- назва кафедри, де виконується проєкт;
- назва документа;
- тема проєкту (відповідно до технічного завдання);
- курс, група, прізвище та ім'я з.в.о.;
- прізвище та ім'я керівника проєкту;
- дата підписання документа;
- місто та рік виконання проєкту.

Приклад оформлення титульної сторінки пояснювальної записки подано в додатку Б.

6.2. Оформлення пояснювальної записки

Пояснювальну записку оформляють відповідно до вимог державних стандартів (ЄСКД) до текстових документів з одної сторони стандартного аркуша паперу формату А4 (210×297) у відповідності із вимогами ДСТУ 3008:2015. У відповідних графах форми основних написів (рисунки 2, 3) послідовно вказують:

- (1) - назву виробу;
- (2) - позначення документа;
- (3) - позначення матеріалу деталі (графу заповнюють тільки на креслениках деталей);
- (4) - літеру, присвоєну документу (в навчальних проєктах літера «Н»);
- (7) - порядковий номер аркуша;
- (8) - загальне число аркушів (вказується на першому аркуші);
- (9) - коротка назва організації, яка випустила документ (аббревіатура ПДАУ), індекс академічної групи.

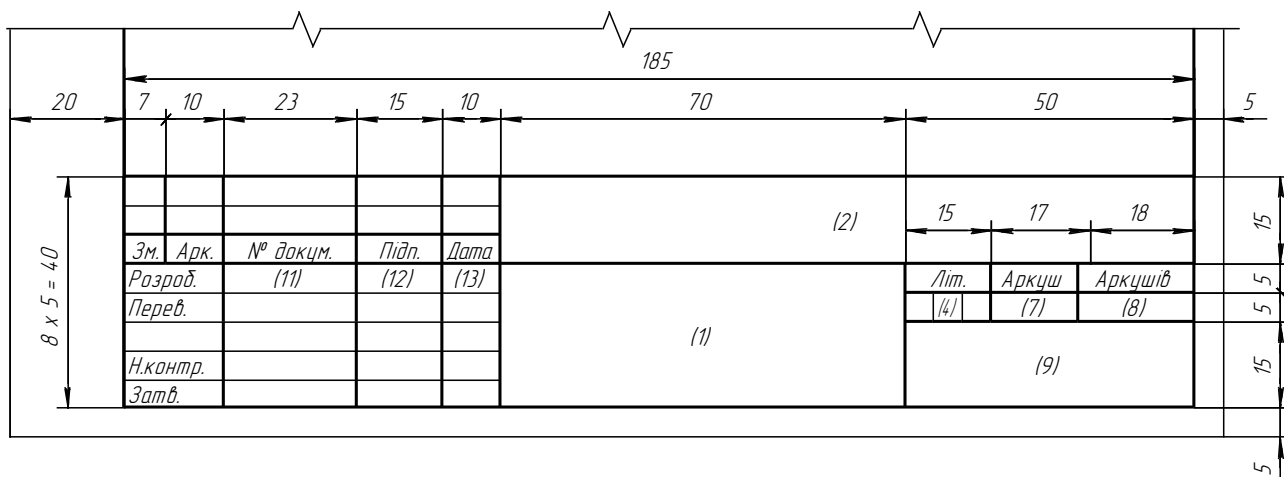


Рисунок 2 – Основний напис першого аркуша
текстового документу

Текст записки може бути друкований або написаним від руки синім, фіолетовим чи чорним чорнилами. Закреслення чи виправлення не допускаються.

Відстань від рамки до тексту на початку рядка має бути не менше 5 мм, а у кінці – не менше 3мм. Відстань до рамки зверху та знизу має бути 10-15 мм.

Текст записки викладається від третьої особи множини або в безособовій формі. Термінологія та визначення, використані в записці, мають бути однозначними та відповідати встановленим стандартам, а за їх відсутності – загальноприйнятим для науково-технічної літератури.

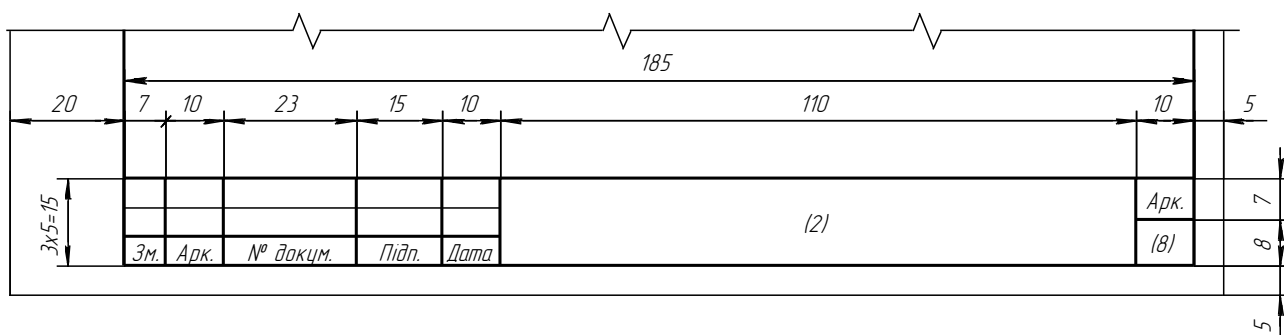


Рисунок 3 – Основний напис наступних аркушів
текстового документу

Скорочення слів у тексті, на рисунках та в таблицях за винятком загальноприйнятих в науково-технічній літературі це допускається.

Нумерація таблиць та рисунків в записці має бути наскрізною, нумерація сторінок пояснюваної записки також наскрізна з урахуванням ілюстрацій і таблиць. На титульній сторінці номер не ставлять, але в загальну нумерацію він входить.

6.3. Оформлення розрахунків

Виконуючи розрахунки, слід пояснювати, на основі якого критерію працездатності прийнято рішення, вибрані відповідні величини. Пояснення до розрахунків мають бути лаконічними, але вичерпними.

Умовні літерні та графічні позначення всіх величин у виконанні відповідних розрахункових схем повинні відповідати встановленим стандартам, а у формулах – встановленим стандартом або рекомендаціям, що міститься у технічній літературі.

Всі розрахунки оформляються за визначеним планом. Заголовок відповідного розділу (підрозділу) повинен містити в собі коротку, але достатню інформацію про об'єкт і характер розрахунку.

Всі потрібні для розрахунків формули мають бути представлені спочатку в загальному вигляді в інтерпретації відповідного літературного джерела з прийнятими в останньому розмірностями величин (літерне позначення) з посиланням на джерело. У разі використання класичних, добре відомих формул посилання на джерело необов'язкове. Формули розміщують по середині рядка.

Розшифрування (експлікація) літерних позначень (символів), що входять до формули, має бути наведено безпосередньо після формули із зазначенням розмірностей величин. Значення кожного параметра дають з нового рядка у послідовності, наведеної у формулі. Перший рядок експлікації починається словом «де» без двокрапки після нього. В кожному рядку розшифрування розмірність вказується після коми, що йде за текстовим поясненням, а закінчується кожний рядок (окрім останнього) крапкою з комою. Символи, що повторно наводяться у формулах, не розшифровуються.

Формули нумерують послідовно арабськими цифрами, номер ставиться праворуч від формули на рівні її рядка в круглих дужках, наприклад:

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1}, \quad (17)$$

де F_t – колове зусилля в зачепленні, Н;

T_1 – обертовий момент на валу шестерні, Н·м;

d_1 – дільний діаметр шестерні, м.

Допускається нумерація формул в межах розділу із зазначенням номера розділу та через крапку номеру формули, наприклад, (1.2).

У формули підставляють числові значення параметрів у відповідних одиницях величин, але без їх зазначення, після чого – остаточний результат із зазначенням одиниці вимірювання отриманої величини. Проміжні обчислення, скорочення цифр тощо при цьому не допускаються. Кількість підставлених у формулу цифр має суворо відповідати кількості символів у формулі загального виду.

У разі виконання однотипних за методикою розрахунків у записці наводять розрахунок з формулами та докладними поясненнями тільки в першому випадку, для решти ідентичних розрахунків пояснення опускаються і

додаються тільки вихідні дані, розрахункові схеми, вибір коефіцієнтів тощо. Якщо таких розрахунків кілька – остаточні розрахунки зводять до таблиці.

Висновки роблять за кожним розрахунком, в окремих випадках – загальний висновок (в разі наявності кількох однотипних розрахунків або розрахунків за кількома варіантами тощо).

6.4. Оформлення ілюстрацій та таблиць

Ілюстрації в записці (ескізи, схеми, графіки, епюри) можна виконувати як за допомогою ПК, так і від руки в довільному масштабі, забезпечуючи чітке уявлення про вузол (деталь) тощо. Всі розміщені в записці ілюстрації, якщо їх більше однієї, підлягають наскрізній нумерації, наприклад, «Рисунок 2 – Ескіз двигуна». Допускається нумерація рисунків в межах розділу із зазначенням номера розділу та через крапку номера рисунка, наприклад, «Рисунок 1.2 – ...».

Всі ілюстрації в записці повинні мати під рисункові підписи а в разі потреби – розшифрування позицій, тощо. Ілюстрації слід розміщувати по можливості безпосередньо за текстом, із посиланням на них.

У вигляді таблиць, як правило, оформляють цифровий матеріал. Якщо таблиць в записці більше однієї, вони підлягають наскрізній нумерації. Над таблицею із абзацного відступу розміщують напис із заголовком таблиці, що пояснює її суть, наприклад, «Таблиця 1 – Результати розрахунку». Допускається нумерація таблиць в межах розділу із зазначенням номера розділу та через крапку номера таблиці, наприклад, «Таблиця 1.1 ...».

Розміщують таблиці безпосередньо за текстом з посиланням на них. Посилання подають повністю, наприклад: «у таблиці 3» або у разі повторного нагадування «див. таблицю 3».

6.5. Оформлення списку використаних джерел

Джерела літератури у подаються у **списку використаних джерел** згідно з ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання» або ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Бібліографічний запис, бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання».

7. Загальні вимоги щодо оформлення курсового проєкту

Зброшуровану розрахунково-пояснювальну записку із додатками (специфікаціями) та аркуші креслеників складають для зберігання у папці що повинна мати титульну сторінку курсового проєкту.

Титульну сторінку папки курсового проєкту виконують відповідно Додатку А. Дана форма призначена для оформлення курсового проєкту і фіксування результатів його захисту.

Аркуші креслеників всіх форматів слід складати гармонікою. Аркуші креслеників після складання повинні мати основний напис на лицьовій стороні складеного аркуша.

8. Захист та оцінювання курсового проєкту

Виконаний і зареєстрований на кафедрі курсовий проєкт (відповідно до розкладу захисту) подається комісії, що призначається кафедрою і складається з викладачів кафедри, в тому числі й керівника проєкту. Підставою до захисту курсового проєкту є розроблені кресленики та оформлена розрахунково-пояснювальна записка, а також заповнений керівником лист оцінювання (додаток Ж).

Процедура захисту складається з доповіді автора проєкту (до десяти хвилин), запитань з боку комісії по суті роботи і відповідей з.в.о. на них.

У доповіді потрібно викласти:

- загальну характеристику сільськогосподарській машині;
- відомості про основні розрахунки;
- дані про принципові конструктивні рішення.

Оцінювання виконання курсового проєкту здійснюється за 100-бальною системою із подальшим переведенням до національної системи оцінок та шкали ECTS. Загальна кількість умовних балів складається із суми балів, відповідно до листа оцінювання, та балів, що нараховуються комісією при захисті проєкту (таблиця 1).

Таблиця 1 – Розподіл балів за виконання курсового проєкту

Критерії оцінювання курсового проєкту	Кількість балів
Відповідність змісту курсового проєкту вимогам навчально-методичних рекомендацій щодо його виконання	5
Обґрунтування основних інженерних, технологічних рішень, відповідність прийнятих рішень виданому завданню на проєктування	10
Дотримання під час виконання розрахунків, проєктування та конструювання вимог державних норм;	10
Забезпечення ефективності та раціональності прийнятих рішень та відповідність отриманих результатів сучасній практиці	10
Використання сучасних комп'ютерних технологій	10
Уміння працювати з нормативними та довідковими документами, наявність посилань на використані джерела	5
Оформлення пояснювальної записки, графічних матеріалів згідно з вимогами конструкторської та технологічної документації, ДСТУ.	9
Разом за виконання	59
Захист проєкту:	
- доповідь з.в.о.	11
- відповідь на питання щодо загального вигляду машини	10
- відповідь на питання щодо деталей	10
- відповідь на питання щодо розрахунків	10
Загальна оцінка	100

У разі виникнення комісією рішення про незадовільну оцінку (59 і менше балів) повторний захист проєкту не допускається. У такому випадку з дозволу деканату з.в.о. отримує нове завдання на проєкт або додаткове завдання до нього, що встановлюється кафедрою.

9. Критерії оцінювання курсового проєкту

У оцінці виконання курсового проєкту враховується наступне:

- якість оформлення записки, виконання креслеників та їх відповідність до вимог ЄСКД;
- повнота обґрунтування прийнятих рішень;
- розуміння з.в.о. будови конструкції, окремих вузлів, їх призначення, принципу роботи;
- ерудиція з.в.о. стосовно опрацьованої з даної теми літератури, вміння оперативно користуватись довідковою літературою;
- вміння презентувати виконану роботу;
- точні та вичерпні відповіді з.в.о. під час захисту проєкту.

10.Орієнтовний перелік запитань для захисту курсового проєкту

Запитання під час захисту курсового проєкту можуть стосуватися як розрахунково-пояснювальної записки, так і графічної частини. Щодо записки – це запитання про принципи і обґрунтування виконаних розрахунків, вибір матеріалів деталей та ін. Запитання можуть різнитися залежно від виду технічного завдання, теми проєкту. Щодо графічної частини проєкту, то існують групи запитань стосовно того чи іншого кресленика, які можна назвати типовими.

Складальний кресленик (кресленик загального виду сільсько-господарської машини)

1. Як класифікуються зубові борони за масою, яка припадає на один зуб борони?
2. Назвіть вимоги, які повинна задовольняти конструкція зубової борони.
3. Опишіть принцип побудови зубового поля борони за розгортками багатозахідного гвинта.
4. Як пов'язані між собою параметри сферичного диска та сфери, сектором якої він є?
5. У яких межах знаходиться значення кута атаки для ґрунтообробних знарядь із дисковими робочими органами?
6. Як класифікуються колеса?
7. Який вид руху здійснює жорстке колесо?
8. Яким колесам притаманний рух із ковзанням, а яким рух із буксуванням?
9. Як розрахувати коефіцієнти ковзання та буксування коліс?
10. Вкажіть величини від яких залежить опір коченню колеса.
11. Запишіть умову ковзання стебла буряну лезом лапи культиватора?
12. За якими схемами здійснюють загострення лез культиваторних лап?

13. Як визначити показник кінематичного режиму роботи фрези?
14. Як впливає значення показника кінематичного режиму роботи фрези на траєкторію, яку описують точки її ножа?
15. За допомогою яких параметрів можна змінити ступінь дії фрези на ґрунт?
16. Як впливає подача на висоту гребенів при роботі ґрунтової фрези?
17. Яку геометричну форму має траєкторії руху точки робочого органу ґрунтової фрези?
18. Які зони виділяють у робочому просторі катушкового висівального апарату?
19. Як розраховують робочий об'єм насіння, висіяний катушкою за один оберт ?
20. У яких межах повинен знаходитись кут входження сошника сівалки у ґрунт?
21. Опишіть процес витікання насіння через круговий отвір у бункері.
22. Чи можливий випадок, коли кожен диск дводискового сошника буде формувати власну борозенку у ґрунті?
23. З якої умови розраховують робочий об'єм насіннєвого бункера сівалки?
24. На які фази можна розділити робочий процес картоплесаджалки?
25. Які дані є вихідними для технологічного розрахунку картоплесаджалки ?
26. Як розрахувати кількість картоплин висаджену транспортерно-ложечковим апаратом за один оберт привідної зірочки (барабана)?
27. Якою умовою визначається процес гравітаційного падіння картоплини із ложечки під час її розвантаження?
28. Які пристрої використовуються для утворення та закриття борозни у картоплесаджалках?
29. Яка умова визначає якісне формування гребня?
30. Як встановити продуктивність напільного конвеєра розкидача добрив із умови забезпечення необхідної норми внесення?
31. Які сили діють на частинку органічних, що знаходиться на поверхні лопаті бітера розкидача органічних добрив ?
32. Як розрахувати мінімальну частоту обертання диска дискового відцентрового розкидаючого апарату?
33. З яких фаз складається робочий процес дискового відцентрового розкидаючого апарату?
34. Під дією яких сил відбувається рух частинки мінеральних добрив вздовж лопатки дискового відцентрового розкидаючого апарату?
35. Яким чином розмір частинок хімічних препаратів впливає на їх токсичну дію?
36. Які фактори впливають на ступінь розпилення рідини оприскувачем ?
37. Назвіть критерії якими оцінюється якість роботи оприскувача.
38. Як оцінюють інтенсивність перемішування рідини?
39. Як розрахувати секундну витрату рідини оприскувачем за відомої витрати робочої рідини?
40. Як змінюються параметри струменя отрутохімікату після виходу із сопла форсунки?

41. Які механізми застосовуються для приводу ножа у ріжучих апаратах жаток?
42. У чому полягає умова якісного зрізу стебел ріжучою парою «сегмент - протиріжуча пластина»?
43. Наведіть умову защемлення стебла у ріжучій парі «сегмент-протиріжуча пластина».
44. Наведіть умову переміщення стебла із ковзанням поверхнею прутка стеблепіднімача.
45. Що спільного у роботі мотовила та ґрунтової фрези?
46. Виконання яких вимог повинно забезпечувати встановлення мотовила за висотою стеблестою?
47. Від яких параметрів залежить завантаженість стрічково-планчастих транспортерів жаток?
48. Від яких параметрів стрічково-планчастих транспортерів залежить ширина валка, що формується жаткою?
49. У яких межах знаходиться значення коефіцієнта заповнення для шнека жатки зернозбирального комбайна?
50. Як встановити потужність необхідну на привід гвинтового конвеєра?
51. З яких основних частин складається скребковий конвеєр?
52. Як розрахувати продуктивність скребкового конвеєра?
53. Чому рівне сумарне тягове зусилля для скребкового конвеєра?
54. Із яких доданків складається повне зусилля на бичах молотильного барабану?
55. На що затрачається підведена до молотильного апарату потужність під час його холостого ходу?
56. Яку кутову швидкість обертання молотильного барабана вважають китичною?
57. Які параметри пов'язує основне рівняння молотильного барабана?
58. Як визначити довжину молотильного барабана?
59. З яких міркувань виходять під час вибору довжини деки молотильного апарату?
60. Які характеристики зернових сумішей використовують для їх розділення на складові?
61. Наведіть схему вертикальної аеродинамічної труби.
62. Якими параметрами характеризуються аеродинамічні властивості насінневих матеріалів?
63. Опишіть робочий процес відокремлення зерна від соломи на клавішному соломотрясі.
64. Наведіть залежність зміни вмісту зерна у грубому воросі за довжиною соломотряса
65. Що розуміють під кінематичним режимом роботи коливного решета?
66. У якому випадку можливе проходження зерен крізь отвори плоского решета?
67. Яким параметром характеризується завантаженість соломотряса?
68. За якими параметрами розділяють складові картопляного вороху?

69. Як між собою пов'язані кут нахилу робочої грані лемеша та висота розташування його заднього обрізу?
70. Наведіть схему до розрахунку ширини коритоподібного лемеша.
71. Як розраховують живий переріз пруткового елеватора?
72. За якої умови відбудеться відрив елементів картопляного вороху від поверхні елеватора в зоні дії еліптичного струшувача?
73. Як розрахувати період коливання решета з відомою кутовою швидкістю кривошипа його приводу?
74. У чому полягає умова інтенсифікації процесу сепарації картопляного вороху на коливному решеті?
75. Яка кількість стебел льону розташовується на 1 м² поля?
76. Яку функцію виконують подільники у льонобральних машинах?
77. Що розуміють під елементарним пучком стебел льону?
78. Як розраховують відносну розтягнутість стебел льону у пучку?
79. Якими заходами можна зменшити відносну розтягнутість стебел льону у пучку?
80. Яке співвідношення називають кінематичним режимом бральних апаратів?
81. Наведіть умову брання (висмикування з ґрунту) стебел льону бральним апаратом.
82. З якої умови визначають необхідну ширину брального паса у льонобральному апараті?
83. Як визначити щільність стебел у затискному транспортері льонокомбайна?
84. Який пристрій застосовується у льонокомбайнах для очісування насінневих коробочок?
85. Якою приймають колову швидкість зубів очісуючого барабана?
86. Наведіть умову захоплення насінневих коробочок плющильними вальцями?
87. Які сили діють на насіннєву коробочку під час її плющення вальцями?
88. Наведіть відомі типи камер пресування рулонних прес-підбирачів?
89. Як визначити тиск пасів на рослини, що ущільнюються у камері рулонного прес-підбирача?
90. Опишіть робочий процес формування рулону у камері змінного об'єму прес-підбирача?
91. Як змінюється із діаметром рулону його щільність для прес-підбирачів із сталим та змінним об'ємом камери пресування?
92. З якою метою дискові ножі гичкозрізуючих пристроїв встановлюють під деяким кутом до поверхні поля?
93. У яких межах знаходиться кут нахилу дискового ножа до поверхні поля у гичкозрізуючих пристроях?
94. Як визначити показник кінематичного режиму дискових копачів?
95. Як змінюються швидкості точок диска у дискового копача за зміни значення показника кінематичного режиму?

96. У яких межах знаходяться значення кутів встановлення дисків дискового копача?
97. Які сили діють на коренеплід зі сторони вилчастого копача?
98. У яких межах коливається значення опору витягування кореня цукрового буряка із ґрунту?
99. Із яких етапів складається сушіння сільськогосподарських матеріалів?
100. За допомогою якого середовища здійснюється волого- та теплообмін у сушарках конвективного типу?
101. Яким чином можна інтенсифікувати процес сушіння (збільшити швидкість випаровування вологи)?
102. Із яких основних частин складається конвективна сушарка?
103. Якими параметрами характеризується зовнішнє атмосферне повітря, що надходить до сушарки?
104. Якими параметрами характеризується вологий матеріал, що надходить до сушарки для сушіння?
105. Із яких доданків складається коефіцієнт теплопередачі конвективної сушарки?
106. Від чого, у загальному випадку, залежать витрати теплоти на сушіння у конвективній сушарці?
107. За якими параметрами розділяє зернові суміші трієр?
108. Які сили діють на насінину, що розташована у комірчині барабана трієра?
109. Як розрахувати продуктивність трієра?
110. За якими параметрами розділяють зернові суміші на похилій гірці?
111. Які сили діють на зернину, що розташована на поверхні полотна похилої гірки?
112. У яких межах знаходиться допустиме навантаження на 1 м ширини стрічки похилої гірки?

Робочі кресленики деталей

1. Основні правила розміщення основного вигляду деталі на робочому кресленику.
2. Які спрощення у зображеннях деталей допускаються ЄСКД?
3. Обґрунтуйте розстановку розмірів на даному робочому кресленику.
4. Що таке «вільний розмір»? Покажіть його.
5. Що таке «розмір для довідок»? Покажіть його.
6. Які види відхилень форми та взаємного розташування поверхонь вказуються на валах, зубчастих колесах, стаканах, кришках підшипників? Проілюструйте прикладом.
7. Допустимі відхилення розмірів. Проілюструйте прикладом.
8. Вимоги ЄСКД до розміщення і змісту таблички з характеристикою зачеплення.
9. Клас чистоти оброблюваних поверхонь. Як він вибирається і позначається?

10. Як скористатися характеристикою зачеплення для контролю деталі? Проілюструйте прикладом.
11. Який знак, що характеризує шорсткість поверхонь деталі, ставиться в правому верхньому куті аркуша?
12. Що означає напис «забезпечується інструментом»? Де він використовується? Наведіть приклад.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. Київ: Каравела, 2018. 552 с.
2. Войтюк Д.Г. та ін. Практикум з теорії та розрахунку сільськогосподарських машин. Навчальний посібник. Київ: НУБіП України, 2022. 184 с.
3. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С. Теорія проектування і розрахунку сільськогосподарської техніки. Методичні рекомендації до практичних занять. Вінниця: ВНАУ, 2019. 90 с.
4. Карасєв О.Г. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку машин для обробітку ґрунту: лабораторний практикум. Мелітополь: Люкс, 2020. 159 с.
5. Цизь І.Є. Конструювання і розрахунок сільськогосподарських машин: Навчальний посібник. Луцьк: ЛНТУ, 2016. 172 с.
6. Бойко А.І., Свірень М.О., Шмат СІ., Ножнов М.М. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин. Кіровоград: ЦУВ, 2003. 203 с.
7. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1. (4.1) Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. Харків: Око, 2001. 444 с.
8. Михайлов А. Д. Машини, агрегати та комплекси для післязбиральної обробки зерна і насіння. Харків: ХНТУСГ, 2012. 78 с.
9. Рудь А.В., Бендера І.М., Войтюк Д.Г. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підруч. у 2 т: Т 1. Київ: Агроосвіта, 2012. 58 с.
10. Гевко Р.Б., Ткаченко С.В., Синій С.В. Напрямки удосконалення бурякозбиральної техніки. Луцьк: ЛДТУ, 1999. 168 с.
11. Барановський В.М., Підгурський М.І., Паньків М.І. Основи розробки адаптованих транспортно-технологічних систем коренезбиральних машин: монографія. Тернопіль: ТНТУ, 2014. 315 с.
12. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник. Київ: Вища освіта, 2005. 464 с.
13. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 2. Київ: Урожай, 2002. 364 с.
14. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Київ: Урожай, 2001. 384 с.
15. Хайліс Г.А. Коновалюк Д.М. Розрахунок робочих органів збиральних машин Київ: НМК ВО, 1991. 199 с.

Приклад титульної сторінки для папки курсового проєкту

*МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Полтавський державний аграрний університет*

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра механічної та електричної інженерії

Курсовий проєкт

"Розрахунок та конструювання машин"

*на тему: "Розрахунок та конструювання
стрічково-шнекового змішувача для приготування
та подачі кормової суміші"*

КП.РКМ.G11МБдд_41.02.00.000

*Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
"Машини та обладнання сільсько-
господарського виробництва"
спеціальності G11 "Машинобудування"
спеціалізацією G11.03 "Технологічні
машини та обладнання"
ступеня вищої освіти "бакалавр"
групи G11МБдд_41
ІВАНОВ Петро*

*Керівник: канд. техн. наук, доцент
ПОПОВ Станіслав*

Полтава – 20__ року

Приклад титульної сторінки пояснювальної записки

*МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Полтавський державний аграрний університет*

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра механічної та електричної інженерії

Пояснювальна записка

*до курсового проекту
"Розрахунок та конструювання машин"*

*на тему: "Розрахунок та конструювання
стрічково-шнекового змішувача для приготування
та подачі кормової суміші"*

КП.РКМ.G11МБдд_4.102.00.000 ПЗ

*Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
"Машини та обладнання сільсько-
господарського виробництва"
спеціальності G11 "Машинобудування"
спеціалізацією G1103 "Технологічні
машини та обладнання"
ступеня вищої освіти "бакалавр"
групи G11МБдд_4.1
ІВАНОВ Петро*

*Керівник: канд. техн. наук, доцент
ПОПОВ Станіслав*

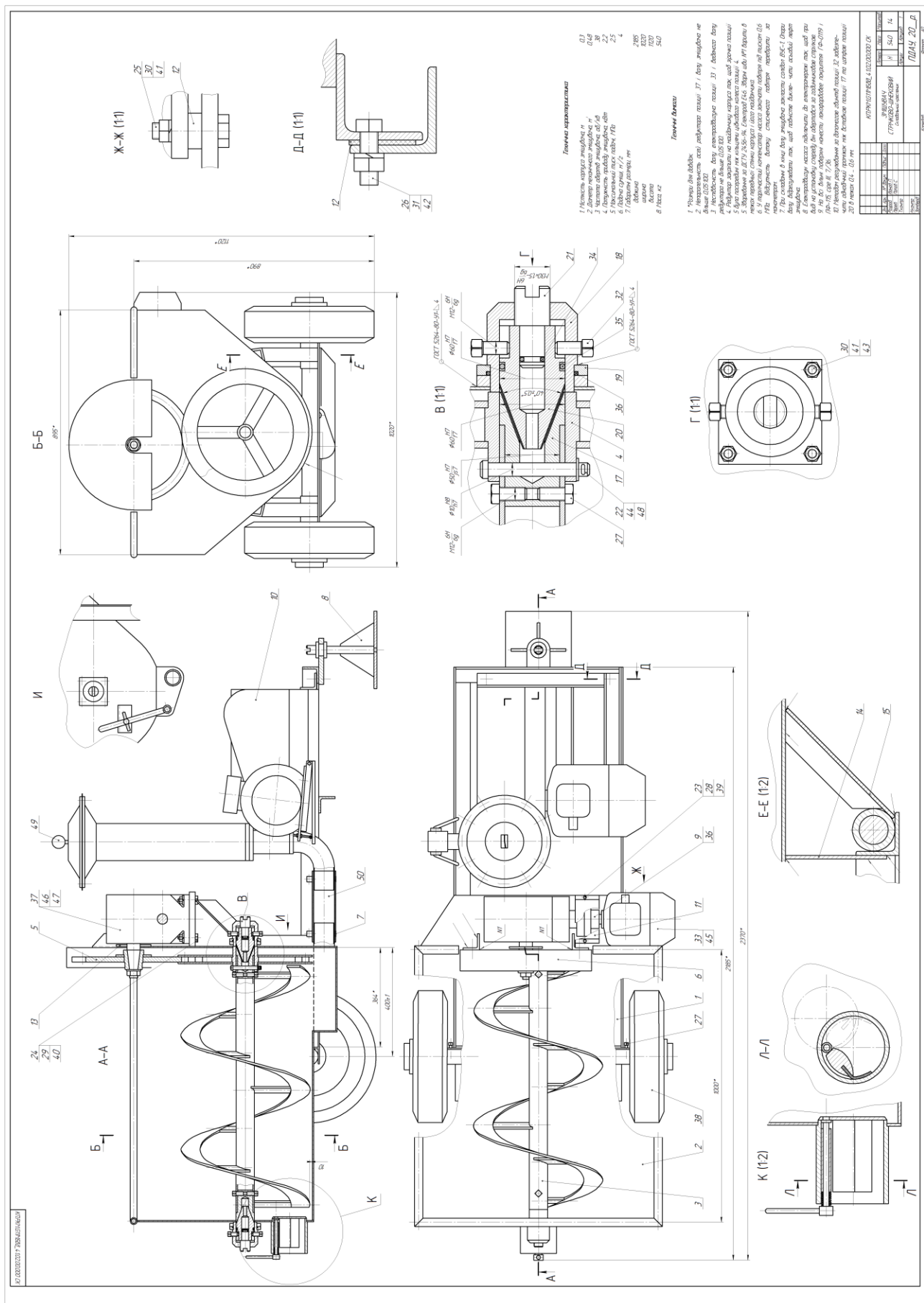
Полтава – 20__ року

Приклад змісту пояснювальної записки

<i>ЗМІСТ</i>	
<i>ВСТУП</i>	<i>3</i>
<i>ОСНОВНА ЧАСТИНА</i>	<i>5</i>
1. Огляд конструкцій машин для приготування і транспортування кормових сумішей	<i>5</i>
2. Механіко-технологічні передумови до розробки змішувача стрічково-шнекового типу	<i>8</i>
3. Обґрунтування та розрахунок основних параметрів кормового змішувача стрічково-шнекового типу	<i>12</i>
4. Енергетичний розрахунок	<i>15</i>
5. Розрахунок на міцність	<i>18</i>
6. Будова, процес роботи, наладка і ТО	<i>20</i>
7. Заходи із охорони праці	<i>21</i>
8. Техніко-економічне обґрунтування	<i>22</i>
<i>ВИСНОВКИ</i>	<i>23</i>
<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ</i>	<i>24</i>
<i>ДОДАТКИ</i>	

					<i>КП.РКМ.Г11МБдд_4.1.02.00.000 ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		<i>Літ.</i>	<i>Аркш</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Іванов П.</i>					<i>Н</i>	<i>2</i>
<i>Перев.</i>	<i>Попов С.</i>						<i>23</i>
					<i>Зміст</i>	<i>ПДАУ, 20__р.</i>	

Приклад складального креслення машини



Приклад виконання специфікації до складального кресленника

Перв. застосує		Формат	Знач.	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
						<u>Документація</u>		
Спроб. №	A0				КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.00.000 СК	Складальне креслення	1	
						<u>Складальні одиниці</u>		
	БК	1		КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.01.000 СК	Рама	1		
	БК	2		КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.02.000 СК	Корпус	1		
	БК	3		КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.03.000 СК	Змішувач	1		
	БК	4		КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.04.000 СК	Колесо цівкове	1		
	БК	5		КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.05.000 СК	Зірочка	1		
	БК	6		КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.06.000 СК	Кожух	1		
	БК	7		КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.07.000 СК	Хомут	2		
Підп. і дата	БК	8		КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.08.000 СК	Підставка	1		
	БК	9		КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.09.000 СК	Муфта	1		
	БК	10		КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.10.000 СК	Насос	1		
						<u>Деталі</u>		
	A4	11		КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.00.001	Щиток	1		
	БК	12		КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.00.002	Підкладка	4		
	A4	13		КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.00.003	Кільце	1		
	БК	14		КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.00.004	Стійка	2		
Зам. інв. №	A4	15		КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.00.005	Планка	2		
	БК	16		КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.00.006	Амортизатор	4		
	A4	17		КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.00.007	Вставка	2		
	A4	18		КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.00.008	Корпус	2		
Підп. і дата								
Інв. № орг.	Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.00.000		
	Разроб.	Іванов П.						
	Перев.	Попов С.						
	Керівник							
	Н.контр.							
	Затв.							
						ЗМІШУВАЧ СТРІЧКОВО-ШНЕКОВИЙ		
						Літ.	Аркцш	Аркцшв
						Н	1	3
						ПДАУ, 20__ р.		

Копіявав

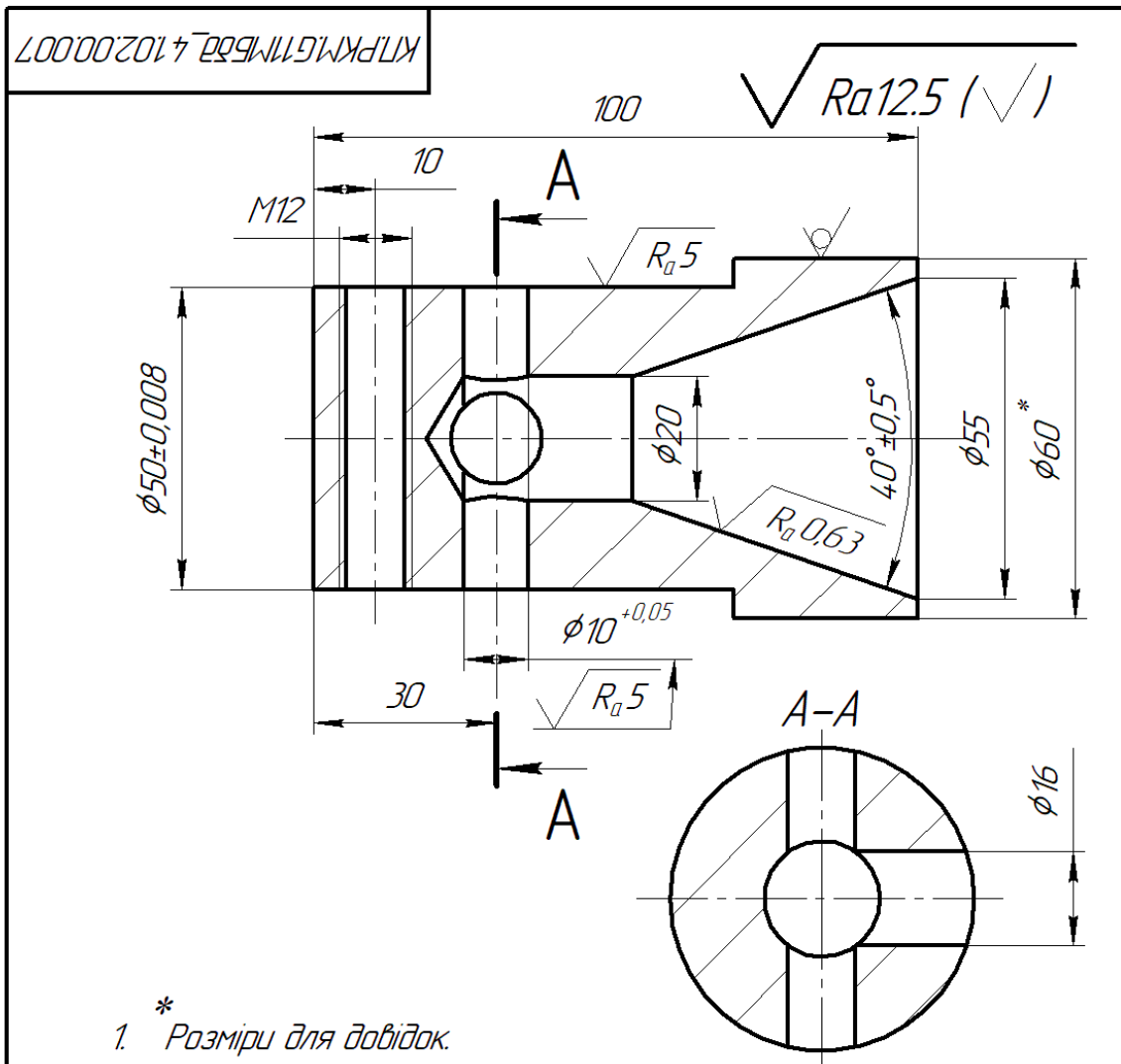
Формат А4

Формат		Знач	Поз	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка
A4		19		КП.РКМ.Г11МБдд_4.1.02.02.00.009	Фланець	2	
A4		20		КП.РКМ.Г11МБдд_4.1.02.02.00.010	Цапфа	2	
БК		21		КП.РКМ.Г11МБдд_4.1.02.02.00.011	Гвинт напискний	2	
A4		22		КП.РКМ.Г11МБдд_4.1.02.02.00.012	Палець	1	
					<u>Стандартні вироби</u>		
					Болти за ДСТУ ГОСТ 7805:2008		
		23			M8-6d×50.36	2	
		24			M10-6d×70.46	4	
		25			M12-6d×65.46	4	
		26			M16-6d×60.46	2	
		27			Болт M12-6d×25.46		
					ДСТУ ГОСТ 7798:2008	4	
					Гайки за ДСТУ ГОСТ 15526:2008		
		28			M8.4	2	
		29			M10.4	4	
		30			M12.4	12	
		31			M16.4	2	
		32			Гвинт M12-6d×25.46		
					ГОСТ 1485-84	4	
		33			Електродвигун асинхронний		
					АИР 100L6/950 Y2		
					380 В, 50 Гц, ІМ1081		
					ДСТУ ГОСТ 2582:2017	1	
					Кільця		
					за ДСТУ ГОСТ 18829:2019		
		34			016-020-25-4-2	2	
		35			050-060-58-4-2	2	
		36			075-100-58-4-2	2	
Інв. № ориг.					КП.РКМ.Г11МБдд_4.1.02.00.000		Арк.
		Зм.	Арк.	№ докум.			2
				Підп.	Дата		

Копія/авт

Формат А4

Приклад робочого креслення



1. * Розміри для довідок.

2. $H14; \pm \frac{IT14}{2}$.

3. Загартувати з самовідпусканням, занурюючи деталь в середовище гартування вертикально, донизу конусним отвором, на глибину 65...70 мм.

4. Отвори M12 і $\phi 10$ обробляти спільно з валом.

5. Допускається заміна на сталь марок X, XBГ, ШХ15.

КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.00.007				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Іванов П.			
Перев.	Попов С.			
Т.контр.				
Н.контр.				
Затверд.				
КП.РКМ.Г11МБдд_4.102.00.007				
ВСТАВКА		Літера	Маса	Масштаб
		Н	1,4	1:1
		Аркуш	Аркушів	1
В6 ДСТУ 4738:2007				
Круг 9ХС ДСТУ 3953-2000				
ПДАУ, 20_р.				

Копіював

Формат А4

Лист оцінювання
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет _____ Форма навчання _____
Спеціальність _____ Курс _____, група _____

ЛИСТ ОЦІНЮВАННЯ
курсowego проекту з дисципліни
«Розрахунок та конструювання машин»

здобувача вищої освіти _____
на тему _____

Обсяг курсового проекту _____ Кількість використаних джерел _____

Результати оцінювання

№ п/п	Критерії оцінювання курсowego проекту	Максимальна кількість балів	Отримані бали
1	Відповідність змісту курсового проекту вимогам навчально-методичних рекомендацій щодо його виконання;	5	
2	Обґрунтування основних інженерних, технологічних рішень, відповідність прийнятих рішень виданому завданню на проектування;	10	
3	Дотримання під час виконання розрахунків, проектування та конструювання вимог державних норм;	10	
4	Забезпечення ефективності та раціональності прийнятих рішень та відповідність отриманих результатів сучасній практиці;	10	
5	Використання сучасних комп'ютерних технологій;	10	
6	Уміння працювати з нормативними та довідковими документами, наявність посилань на використані джерела;	5	
7	Оформлення пояснювальної записки, графічних матеріалів згідно з вимогами конструкторської та технологічної документації, ДСТУ.	9	
Загальна кількість балів за виконання курсового проекту (до захисту)		59	

Висновки (підкреслити):

- ☐ рекомендувати до захисту без доопрацювання;
- ☐ рекомендовано до захисту за умови доопрацювання: _____
- ☐ не рекомендовано до захисту, необхідно суттєво доопрацювати _____

Роботу перевірів: _____ (_____)

«_____» _____ 20__ р.

ЗМІСТ

1. Загальні положення	3
2. Тематика курсових проєктів	4
3. Принцип обрання теми курсового проєкту	5
4. Стадії розробки проєкту	6
4.1. Технічне завдання	6
4.2. Технічна пропозиція	7
4.3. Ескізний проєкт	7
4.4. Технічний проєкт	8
4.5. Робоча (конструкторська) документація	8
4.6. Позначення конструкторських документів	8
5. Рекомендації щодо виконання окремих етапів	9
5.1. Вступ.....	9
5.2. Огляд конструкцій фрезерних машин.....	9
5.3. Механіко-технологічні передумови до розробки фрези	9
5.4. Обґрунтування та розрахунок основних параметрів фрези.....	10
5.5. Енергетичний розрахунок	11
5.6. Розрахунок на міцність.....	12
5.7. Будова, процес роботи, наладка і ТО фрези.....	12
5.8. Охорона праці	12
5.9. Техніко-економічне обґрунтування	13
5.10. Висновки	13
5.11. Складальний кресленик.....	13
5.12. Кресленики деталей	14
5.13. Загальний вид	15
5.14. Специфікації	16
6. Вимоги щодо оформлення пояснювальної записки	16
6.1. Титульна сторінка пояснювальної записки	17
6.2. Оформлення пояснювальної записки.....	17
6.3. Оформлення розрахунків	19
6.4. Оформлення ілюстрацій та таблиць.....	20
6.5. Оформлення списку використаних джерел.....	20
7. Загальні вимоги щодо оформлення курсового проєкту	20
8. Захист та оцінювання курсового проєкту	21
9. Критерії оцінювання курсового проєкту	22
10. Орієнтовний перелік запитань для захисту курсового проєкту	22
Література	28
Додатки.....	29