



НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА МАШИН ТА АПАРАТІВ
ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ



КОНСТРУКТОРСЬКЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

Методичні вказівки до виконання курсового проекту
з курсу «Конструкторське проектування обладнання - 2»

Київ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» 2017

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СИКОРСЬКОГО»

ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА МАШИН ТА АПАРАТІВ
ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

КОНСТРУКТОРСЬКЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

Методичні вказівки до виконання курсового проекту
з курсу «Конструкторське проектування обладнання - 2»

Затверджено
на засіданні кафедри
машин і апаратів
хімічних та нафтопереробних
виробництв

Протокол № 1 від 28.08.17 р.

Київ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» 2017

Конструкторське проектування обладнання. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу «Конструкторське проектування обладнання - 2» для студентів інженерно-хімічного факультету спеціальності 133 Галузеве машинобудування всіх форм навчання /Укладач: Зайцев С.В. – К., КПІ ім. ІгоряСікорського, 2017. –12 с.

Відповідальний редактор Я.М. Корнієнко, д.т.н., проф.

Зміст

Вступ	4
1. Мета та завдання курсового проекту	4
2. Завдання на курсовий проект	5
3. Склад, обсяг і структура курсового проекту	5
4. Вказівки до виконання розділів курсового проекту	5
4.1 Загальні вимоги	5
4.2 Вимоги до оформлення пояснювальних записок	6
5. Рекомендації до виконання пояснювальної записки	11
6. Рекомендації до виконання графічної документації	21
7. Підготовка документації курсового проекту до захисту	22
8. Рекомендації про порядок захисту проекту	23
Список рекомендованої літератури	23
Додатки	25
Додаток А. Зразок титульного листа курсового проекту	25
Додаток Б. Зразок титульного листа пояснювальної записки курсового проекту	26
Додаток В. Зразок завдання курсового проекту	27
Додаток Г. Зразок змісту проекту	28
Додаток Д. Зразок переліку скорочень, умовних позначень та термінів	30
Додаток Е. Зразок програми розрахунку	31
Додаток Ж. Зразок опису вкладень	33
Додаток И. Перелік тем курсових проектів	34

Вступ

Шлях до впровадження у виробництво наукових розробок лежить через створення конструкторської документації. Розробка такої документації – це творчий процес, який потребує від конструктора не тільки глибоких знань дисциплін, що викладаються у ВНЗ, але й уміння використовувати їх при проектуванні. Від якості конструкторської документації, як правило, залежить кінцевий результат наукової розробки, доля нових машин і апаратів[1].

Методичні вказівки складено відповідно до вимог ЄСКД, але недостатній об'єм методичних вказівок не дозволяє викласти всю палітру цих вимог. Тому бажано користуватись стандартами ЄСКД та посібником [1], рекомендованим МОН України.

1 Мета та завдання курсового проекту

Метою курсового проекту є набуття практичних умінь з виконання конструкторської документації, знань вимог стандартів ЄСКД і конструкцій обладнання, навиків конструювання.

Завданнями курсового проекту є:

- вибір конструкції пристрою чи машини для здійснення процесу;
- проведення патентного пошуку з метою вдосконалення базової конструкції;
- виконання розрахунків які підтверджують працездатність та надійність конструкції (матеріальний і тепловий баланси, розміри та міцність конструкції, потужність приводів);
- виконання складальних креслень устаткування та його складальних одиниць, специфікацій і окремих деталей [1];
- презентація та захист виконаного проекту.

2 Завдання на курсовий проект

Завдання на курсовий проект видається кожному студенту під час проходження виробничої практики і уточнюється та підписується викладачем-керівником проекту і студентом в перший тиждень семестру, в якому виконується проект.

Зразок завдання розміщено у Додатку В.

3 Склад, обсяг і структура курсового проекту

До складу курсового проекту входять: текстова документація (пояснювальна записка, специфікації) і графічна документація (складальні креслення, креслення деталей, схеми).

Пояснювальна записка складається з розділів, наведених у зразку змісту (Додаток Г). Орієнтовний обсяг пояснювальної записки 70...80 сторінок друкованого тексту на аркушах формату А4 ГОСТ 2.301-68, в тому числі вступ – 1 сторінка, розрахунки – 20 ... 30 сторінок, висновки – 1 сторінка.

Графічна документація складається з складального креслення виробу, який розробляється – 1 лист формату А1 або А0 ГОСТ 2.301-68, креслень складальних одиниць, деталей та схем – 3 листи формату А1 ГОСТ 2.301-68.

4 Вказівки до виконання розділів курсового проекту [1]

4.1 Загальні вимоги

Текст пояснювальної записки виконують за допомогою комп'ютерної техніки згідно форм 9 і 9а ГОСТ 2.106-96 на аркушах формату А4 ГОСТ 2.301-68, в разі потреби (для схем, таблиць) допускається використання формату А3 ГОСТ 2.301-68.

Текст друкується на одному боці аркуша шрифтом Times New Roman розміром 14 пт чорного кольору з використанням 1,5 міжрядкового інтервалу з вирівнюванням по ширині, крім формул. Формула знаходиться посередині

рядка.

Розташування і розміри граф основних написів в текстових документах повинні відповідати вимогам ГОСТ 2.104-95: для першого аркуша – формі 2, для наступних аркушів – формі 2а.

Текст починають абзацним відступом, розмір якого дорівнює 15 мм. Для документів курсових проектів відстань від рамки до границь тексту потрібно залишати: на початку та наприкінці рядків не менш 5 мм. Відстань від верхнього або нижнього рядка тексту до верхньої та нижньої рамки форми повинно бути не менш 10 мм.

Помилки, описки і графічні неточності, виявлені в процесі виконання текстового документа, допускається виправляти підчищенням або зафарбовуванням білою фарбою і нанесенням на це ж місце виправленого тексту (графіки) чорного кольору.

Ушкодження аркушів текстових документів, помарки і сліди не цілком вилюченого тексту (графіки) не допускаються.

4.2 Вимоги до оформлення пояснювальних записок

Пояснювальна записка курсового проекту розпочинається титульним листом з основним надписом (додаток Б), наступним листом є "Завдання на проектування" (додаток В), яке не є конструкторським документом.

Після "Завдання" виконують "Зміст" (Додаток Г) і основну частину пояснювальної записки згідно змісту.

Повне найменування виробу на титульному листі, в основному написі і при першому згадуванні в тексті документа повинне бути однаковим з найменуванням його в основному конструкторському документі (специфікації). Найменування, що наводяться в тексті пояснювальної записки і на ілюстраціях, повинні бути однаковими.

Текст пояснювальної записки розділяють на розділи і підрозділи, відповідно до змісту. Кожний розділ починають з нового листа.

Розділи повинні мати порядкові номери в межах усього документа

(частини), позначені арабськими цифрами з крапкою. Підрозділи повинні мати нумерацію в межах кожного розділу. Номери підрозділів складаються з номерів розділів або підрозділу, розділених крапкою. Наприкінці номера підрозділу крапка не ставиться. Розділи, як і підрозділи, можуть складатися з декількох пунктів.

Найменування розділів повинні бути короткими. Найменування розділів і підрозділів записують у вигляді заголовків з абзацу прописними літерами (окрім першої великої літери). Використання курсивного та напівжирного форматування, підкреслення та переноси слів у заголовках не допускаються. Крапку наприкінці заголовка не ставлять. Якщо заголовок складається з двох речень, їх розділяють крапкою. Розташовувати найменування розділу, підрозділу та текст на різних сторінках забороняється.

Відстань між заголовком розділу або підрозділу і текстом повинна бути у 3 інтервали. Відстань між заголовками розділу і підрозділу – 1,5 інтервали. Кожен розділ пояснювальної записки починають з нового аркуша (сторінки). Відстань між попереднім підрозділом та наступним заголовком підрозділу повинна бути 3 інтервали.

Приклад оформлення заголовків:

"4 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції накату

4.1 Розрахунок продуктивності накату (далі виробу)".

Нумерація сторінок пояснювальної записки повинна бути наскрізною для всієї пояснювальної записки, включаючи додатки.

Посилання

При виконанні розрахунку по алгоритму, методиці або формулі необхідно в тексті пояснювальної записки дати посилання на джерело, з якого взято матеріали. Посилання потрібно давати перед використанням запозиченого матеріалу у квадратних дужках.

Приклад 1:

"Скористаємось алгоритмом, запропонованим авторами [12]."

Усі формули, на які є посилання в тексті, нумерують арабськими цифрами в межах розділу. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в даному розділі, розділених крапкою. Номер вказують з правої сторони листа на рівні формули в круглих дужках. Міжрядковий відступ перед формулою та після неї робиться у розмірі одного рядка.

Приклад 2:

"Гідравлічний опір ΔP , Па, сприску визначимо із залежності [3]:"

$$\Delta P = \xi \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \quad (4.21)$$

де ξ – коефіцієнт гідравлічного опору;

ρ – густина води, кг/м³;

v – швидкість води в соплі сприску, м/с."

У випадку, коли у формулу підставляється значення, вона не нумерується.

Приклад 3:

"Гідравлічний опір ΔP , Па, сприску визначимо із залежності:

$$\Delta P = \xi \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} = 1,1 \cdot \frac{1000 \cdot 3,5^2}{2} = 13475 \text{ Па},$$

де ξ – коефіцієнт гідравлічного опору, $\xi = 1,1$;

ρ – густина води, $\rho = 1000$ кг/м³;

v – швидкість води в соплі сприску, $v = 3,5$ м/с."

Посилання в тексті на номер формули подають у дужках.

Приклад:

"...в формулі (4.12)".

Оформлення ілюстрацій

Ілюстрації повинні розташовуватися по тексту пояснювальної записки після посилання на них в тексті якнайближче до відповідних частин тексту.

Приклад 1:

"... зображено на рисунку 3.1."

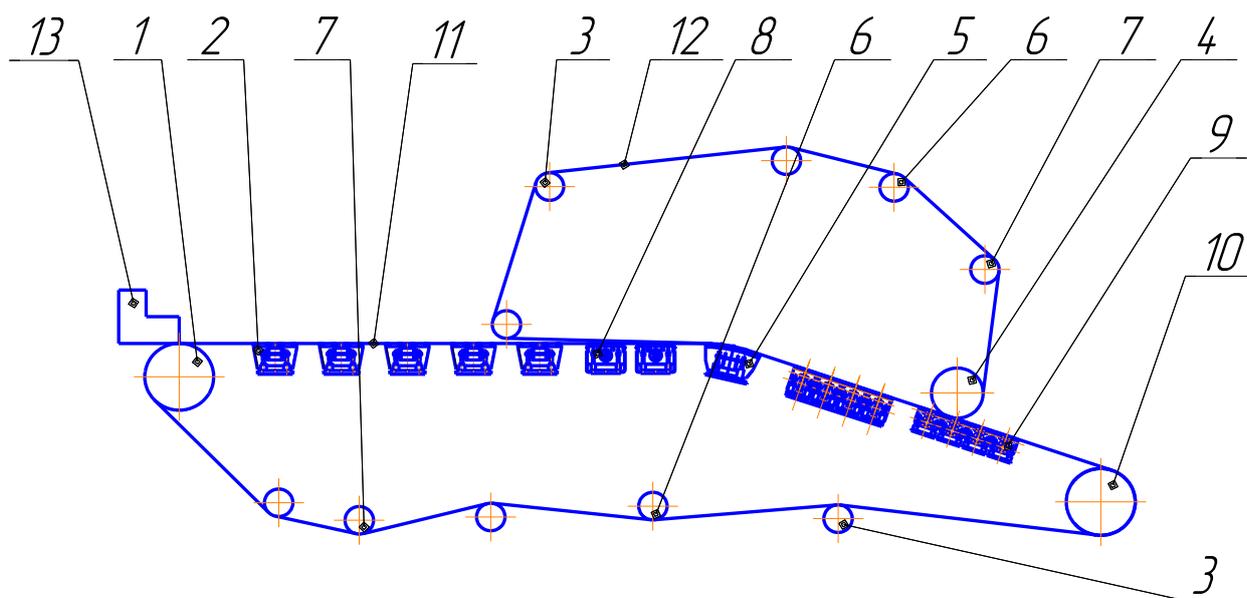
Під ілюстрацією поміщають напис "Рисунок" із вказівкою номера ілюстрації, який складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації в розділі, розділених крапкою, після номеру крапка не ставиться. Нумерація виконується арабськими цифрами.

Приклад 2:

"Рисунок 3.1"

Ілюстрації мають найменування і, при необхідності, пояснювальні написи (текст під малюнками). Пояснювальні написи розташовують під ілюстрацією. З наступного рядка розміщується номер рисунку та його найменування. Ілюстрація, пояснювальні написи і найменування ілюстрації повинні розташовуватись посередині рядків на одному аркуші.

Приклад 3:



- 1 – грудний вал; 2 – пакет гідропланок; 3 – сітководучий вал;
- 5 – сіткопривідний вал; 5 – башмак; 6 – сіткоправильний вал;
- 7 – сітконатяжний вал; 8 – відсмоктуючий ящик мокрого типу;
- 9 – відсмоктуючий ящик; 10 – сіткопривідний вал;
- 11 – верхня сітка; 12 – нижня сітка; 13 – напірний ящик

Рисунок 3.1 – Схема формуючої частини папероробної машини

Побудова таблиць

Усі таблиці нумерують у межах розділу арабськими цифрами. Номер таблиці складається з розділу і порядкового номера таблиці, розділених крапкою. Над лівим верхнім кутом таблиці поміщають напис "Таблиця" із вказівкою номера таблиці, наприклад : "Таблиця 4.1". При наявності заголовка таблиці він розміщується після номера таблиці через тире. На всі таблиці повинні бути посилання в тексті, причому посилання повинні зустрічатися раніше, ніж сама таблиця. Графу "Номер за порядком" включати до таблиці заборонено.

Приклад 1:

"Результати розрахунків заносимо до таблиці 4.1."

Приклад 2:

"Таблиця 4.1– Результати дослідів

Густина, кг/м ³	Час, с	Маса, кг
1025	35	180
1035	45	195

"

Оформлення додатків

При наявності в пояснювальній записці додатків їх виконують на аркушах формату А4. Додаток нумерують українськими літерами на першому аркуші додатку, за винятком літер Г, Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь. Кожний додаток розпочинається з нової сторінки посередині тексту словом "Додаток" з вказівкою номера додатку. В наступному рядку розташовується заголовок додатку.

Приклад 1:

"Додаток Г

Програма розрахунку"

Текст кожного додатку при необхідності розділяють на розділи, підрозділи, які нумеруються окремо по кожному додатку. Додаток може мати свій зміст та перелік посилань. Ілюстрації і таблиці в додатках нумерують у межах кожного додатка.

Приклад 2:

"Рисунок Б.2"

"Таблиця В.4 – Результати експериментів".

Для всієї роботи повинна бути наскрізна нумерація аркушів.

5 Рекомендації до виконання пояснювальної записки

Пояснювальна записка формується за змістом, який складається відповідно до ГОСТ 2.106-96 та рекомендацій кафедри.

Матеріал у розділах пояснювальної записки викладається згідно нижчезазначених вимог.

Вступ

Коротко надається інформація про актуальність розробки, що проектується. Далі відповідно до змісту роботи ставляться мета та задачі проекту. Наприкінці вступу вказується, коли було видано завдання на проектування.

1 Призначення і галузь застосування виробу (машини, складальної одиниці) та його місце в технологічній схемі

Вказати призначення виробу, в яких установках (устаткуванні) застосовується та в яких галузях виробництва може бути використаний; основні дані, які повинні забезпечувати стабільність показників якості в умовах експлуатації у відповідній технологічній схемі.

2 Технічна характеристика

Подаються основні технічні показники конструкції, які гарантує проект: продуктивність, потужність, поверхню теплообміну, питомі витрати

електроенергії, пари, пального, ККД, швидкість, термін використання, масу, габарити.

3 Опис та обґрунтування вибраної конструкції виробу

3.1 Конструкція і принцип дії виробу та його основних складальних одиниць і деталей

Виконується опис конструкції виробу і його основних складальних одиниць. Опис здійснюється за рисунками і схемами, наведеними в пояснювальній записці, або за кресленнями проекту. В цьому підрозділі наводиться максимальна кількість посилань на аналоги, які порівнюються з розробленою в проекті конструкцією.

3.2 Обґрунтування вибраних матеріалів

Проводиться обґрунтування вибраних матеріалів для основних деталей виробу з урахуванням агресивності середовищ та виконання умов міцності. Вказуються джерела, звідки взято інформацію про матеріали.

3.3 Порівняння основних показників вибраної конструкції з аналогами

Порівняння виконується в вигляді таблиці. За аналоги приймають виріб (наприклад, накат), конструкцію якого студент вивчив на виробничій практиці, і два закордонних аналогічних сучасних вироби із сайтів відомих фірм. Порівнянню підлягають такі основні показники, як продуктивність, потужність приводів, питомі витрати сировини і енергії, габаритні розміри, маса виробу та інші. Окремі показники розробленого виробу повинні бути вищими показників аналогів. Основні характеристики накатів, подібних до розроблюваного, наводять в таблиці.

Приклад:

" Порівняння основних показників формуючої частини з аналогами представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняння основних показників з аналогами

Основні показники	Аналог	Розроблена конструкція
Обрізна ширина паперу, м	2,6	3,0
Швидкість м/хв	680	730
Річна продуктивність, т/рік	32955	36835
Обслуговуючий персонал, чол.	6	3
Потужність, кВт	146	88
Маса, кг	69500	51500

3.4 Патентне дослідження

Цей розділ виконується відповідно до вимог ДСТУ 3575-97 у вигляді короткого звіту, зразок якого наведено нижче:

"Найменування теми: Модернізація формуючої частини ПРМ Жидачівського ЦПК

Шифр теми: ЛБ81.705411.001

Етапи: Проектування частини та її складових частин

Номер, дата завдання на проведення патентних досліджень: ЛБ81.07, 01.02.18.

Предмет пошуку – Двосіткова формуюча частина папероробної машини.

Мета пошуку інформації – визначення патентоспроможності проєктованого апарата й визначення тенденцій розвитку даного напрямку в техніці.

Встановлюємо такі держави пошуку: Україна, Російська Федерація, СРСР, США, Великобританія, Німеччина, ФРН, Фінляндія, Польща, ПНР, Болгарія, НРБ, Швеція, Франція, Японія.

Термін дії патенту на винахід в Україні – 20 років, тому регламент пошуку встановлюємо такий: 1999 – 2018 р.р.

Класифікаційні індекси:

- міжнародна патентна класифікація: МПК4, МПК5, МПК6 і МПК7 – D21F1/00, D21F1/08,1/48, D21F1/40;

- уніфікована десяткова класифікація: УДК 621.9, 621.927.3, 621.928, 621.928.028, 621.928.3, 622.2, 676.1.

Джерела інформації:

- патентна інформація: описи до винаходів, офіційні патентні бюлетені Держпатенту України, Роспатенту й Госпатенту СРСР;

- науково-технічна інформація: підручники й навчальні посібники з курсу папероробні картоноробні та спеціальні машини.

Початок пошуку 10.02.2012 р.

Закінчення пошуку 29.02.2018 р.

Таблиця 3.2 – Регламент пошуку

Предмет пошуку	Мета пошуку інформації	Держава пошуку	Класифікаційні індекси	Ретро-спективність пошуку	Джерела інформації
1	2	3	4	5	6
Формуюча частина папероробної машини	Визначення патентоспроможності проектованої частини й визначення тенденцій розвитку даного напрямку в техніці	Україна, Російська Федерація, СРСР, США, Великобританія, Німеччина, ФРН, НДР, Фінляндія, Польща, ПНР, Болгарія, НРБ, Швеція, Франція, Японія	МПК5, МПК6 і МПК7 – D21F1/00, D21F1/08, 1/48, D21F1/40.	1999 – 2018	Чичаев В.А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства, Т. 2. Бумагоделательные машины. – М.: Лесная промышленность, 1999. - 400 с. Эйдлин М.Я. Бумагоделательные и отделочные машины. 1970, с 202-206. Кугушев И.Д. Теория процесса отлива и обезвоживания бумажной массы. – М.: Лесная промышленность, 1967. - 380 с.

Таблиця 3.3 – Джерела інформації, використані під час проведення пошуку

Предмет пошуку	Держава пошуку	Класифікаційні індекси	Інформаційна база, що використана під час проведення пошуку	Бібліографічні дані першого та останнього джерела інформації	
				патентна інформація	інша науково-технічна інформація
1	2	3	4	5	6
Формуюча частина папероробної машини	Україна, Російська Федерація, СРСР, США, Великобританія, Німеччина, ФРН, НДР, Фінляндія, Польща, ПНР, Болгарія, НРБ, Швеція, Франція, Японія	МПК4, МПК5, МПК6 і МПК7 – D21F1/00, D21F1/08, 1/48, D21F1/40.	Фонд НТУУ "КПІ"; Державний патентний фонд	Описи винаходів України. Описи корисних моделей України. Описи винаходів Російської Федерації. Бюлетень «Промислова власність» 1999 – 2017 рр. Бюлетні «Открытия. Изобретения», «Полезные модели», «Изобретения за рубежом», «Изобретения стран мира»	Чичаев В.А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства, Т. 2. Бумагоделательные машины. - М.; Лесная промышленность, 1981. – 384 с. Эйдлин М.Я. Бумагоделательные и отделочные машины. - М.; Лесная промышленность, 1970. – 420 с. Кугушев И.Д. Теория процесса отлива и обезвоживания бумажной массы. – М.; Лесная промышленность, 1967. - 352 с.

Таблиця 3.4 – Патентна документація, відібрана для подальшого аналізу

Предмет пошуку	Документи на об'єкти промислової власності	
	Бібліографічні дані	Відомості про їх дію
1	2	3
Формуюча частина папероробної машини	Патент № 2133309 (RU), МПК6 D 21 F 1/00. Сеточная часть бумагоделательной машины / В.В. Аверкин (RU). – Заявка № 96108553/12, 25.06. 99; Опубл. 20.07. 99.	Діє
Формуюча частина папероробної машини	А.с. № 1033613 (SU), МПК4 D 21 F 1/00. Сеточный стол бумагоделательной машины / Г.З. Розенфельд, В.Д. Фомин, Л.П. Мовсесян, К.Н. Новикова. – Заявка № 3349960/29-12, 03.11. 2001; Опубл. 07.08. 2002, Бюл. № 29	Не діє
Формуюча частина папероробної машини	Патент № 1304751 (SU), МПК6 D 21 F 1/00. Секция бумагоделательной машины для формирования полотна бумаги / Марти Копенен, Эрки Коски. – Заявка № 3659006/28 –12, 28.02.2003; Опубл. 17.10.2003.	Не діє
Формуюча частина папероробної машини	Patent № 5958189 (US), D 21 F 1/66. Wet part of paper making machine / Ulrich Begemann, Dirk Thomas (DE). - № 19509522, 20.03.99; filed 20.03.00.	Діє
Формуюча частина папероробної машини	Patent № 6159341 (US), D 21 F 1/00. Voith sulzer papiermaschinen gmbh / Dieter Egelhor, Alfred Bubik, Peter Mirsberger. (DE) - № 19651493, 11.12.96; filed 12.12.00.	Діє

Висновки: на основі аналізу сукупності ознак новизни знайдених прототипів встановлено:

- 1) Розроблений пристрій та його складові частини відповідають умовам патентоспроможності винаходу.
- 2) Аналіз патентів дозволяє зробити висновок, що у галузі формуючих

частин папероробних машин основні розробки спрямовані на створення нових конструкцій як пристроїв в цілому, так і конструкцій окремих вузлів."

Копії використаних патентів розміщують в додатках пояснювальної записки.

4 Відповідність розроблюваного виробу вимогам охорони праці

Відмічається та класифікується сировина, продукція і викиди виробництва та їх вплив на довкілля.

5 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції виробу

Необхідні розрахунки виконуються для всіх нових конструкцій, запропонованих студентом, та конструкцій, визначених керівником. Всі величини надаються в системі СІ. В кожному підрозділі розрахунок складається за схемою, встановленою ГОСТ 2.105-95:

- розрахункова схема або ескіз виробу (у довільному масштабі);
- мета розрахунку з вказівкою, що потрібно визначити;
- вихідні дані;
- умови розрахунку;
- розрахунок;
- висновки, відповідно до мети.

При використанні алгоритмів та комп'ютерних програм матеріал викладається у такій послідовності:

- алгоритм розрахунку;
- алгоритмічна схема та її опис;
- вихідні дані для розрахунку;
- програма розрахунку;
- результати розрахунку на комп'ютері;
- висновки за результатами розрахунку.

Алгоритмічна схема, її опис та програма виносяться у додаток.

Приклад розрахунку

"5.1 Перевірка грудного валу на жорсткість

Розрахункова схема наведена на рисунку 4.7.

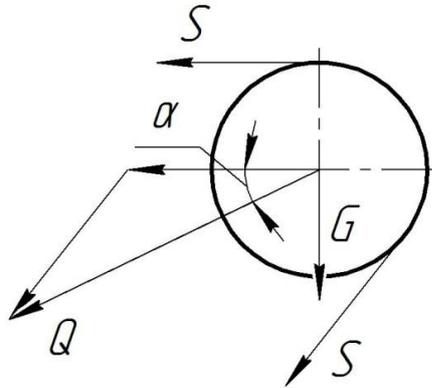


Рисунок 4.7 Схема навантажень, що діють на грудний вал

Вихідні дані до розрахунку:

Ширина сітки l_1 , м	3,1
Маса грудного валу m , кг	1500
Маса сорочки валу з облицюванням m_1 , кг	600
Прискорення вільного падіння g , м/с^2	9.81
Зовнішній діаметр сорочки D , м	0.8
Внутрішній діаметр сорочки d , м	0.78
Відстань між опорами валу L , м	3.74
Довжина сорочки валу B , м	3.25
Допустимий відносний прогин $[\varepsilon]$ [3]	$5 \cdot 10^{-5}$

Умови розрахунку:

Питомий натяг сітки q , Н/м [3]	$7 \cdot 10^3$
Матеріал сорочки валу	сталь
Модуль пружності для матеріалу сорочки E , Па	$2 \cdot 10^{11}$
Кут нахилу рівнодійної від натягу сітки α , град	64

Розрахунок здійснюється за методикою, викладеною в [3].

Навантаження від натягу сітки, що діє на вал

$$S = q \cdot l_1 = 7 \cdot 10^3 \cdot 3,1 = 21700, \text{ Н.}$$

Рівнодіюча від натягу гілок сітки

$$Q = 2S \cdot \cos \alpha = 2 \cdot 21700 \cdot \cos 64^\circ = 19025, \text{ Н.}$$

Вага валу з сорочкою

$$G = (m + m_1) \cdot g = (1500 + 600) \cdot 9,81 = 20601, \text{ Н.}$$

Вертикальна складова сумарного навантаження на вал

$$R_{\text{верт}} = G + Q \cdot \sin \alpha = 20601 + 19025 \cdot \sin 64^\circ = 37700, \text{ Н.}$$

Горизонтальна складова сумарного навантаження на вал

$$R_{\text{гор}} = Q \cdot \cos \alpha = 19025 \cdot \cos 64^\circ = 8340, \text{ Н.}$$

Сумарне навантаження на вал

$$R = \sqrt{R_{\text{верт}}^2 + R_{\text{гор}}^2} = \sqrt{37700^2 + 8340^2} = 38611, \text{ Н.}$$

Момент інерції сорочки валу

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (D^4 - d^4) = \frac{3,14}{64} \cdot (0,8^4 - 0,78^4) = 1,9 \cdot 10^{-3}, \text{ м}^4.$$

Максимальний прогин корпусу валу

$$f = \frac{R \cdot B^3 \cdot (12L - 7B)}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{38611 \cdot 3,25^3 \cdot (12 \cdot 3,74 - 7 \cdot 3,25)}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^{11} \cdot 1,9 \cdot 10^{-3}} = 5,9 \cdot 10^{-4}, \text{ м.}$$

Відносний прогин:

$$\xi = \frac{f}{L} = \frac{5,9 \cdot 10^{-4}}{3,74} = 1,58 \cdot 10^{-5} \text{ м/м.}$$

Умова жорсткості

$$\xi \leq [\xi].$$

В даному випадку маємо

$$1,58 \cdot 10^{-5} \text{ м/м} < 6,6 \cdot 10^{-5} \text{ м/м.}$$

Висновок: грудний вал задовольняє умовам жорсткості і буде нормально працювати в заданих умовах."

5 Рекомендації, що до монтажу та експлуатації

Надаються рекомендації що до монтажу та експлуатації виробу.

6 Рівень стандартизації та уніфікації

Проводиться розрахунок коефіцієнтів стандартизації та уніфікації деталей.

Приклад:

"Загальна кількість деталей і складальних одиниць згідно специфікацій $N = 58$, з них стандартних $n_c = 9$, уніфікованих $n_y = 2$.

Коефіцієнт стандартизації

$$K_c = \frac{n_c}{N} = \frac{9}{58} = 0,16 \text{ або } 16 \%$$

Коефіцієнт уніфікації

$$K_y = \frac{n_c + n_y}{N} = \frac{9 + 2}{58} = 0,18 \text{ або } 18 \%$$

Загальні висновки

У висновках перераховуються всі роботи, що були виконані для досягнення мети, поставленої в завданні, відповідно до кожного пункту змісту проекту, в тому числі і креслення. Вказуються всі авторські модифікації та модернізації.

Висновки подаються державною мовою.

6 Рекомендації до виконання графічної документації проекту

Графічна документація виконується згідно посібника [1].

7 Підготовка документації курсового проекту до захисту

7.1 Всі документи проекту повинні мати необхідні підписи. Документи, що мають основний напис, повинні бути підписані у відповідних графах. При цьому підписи розробника, нормоконтролера і керівника проекту (у графі

"Перевірів") є обов'язковими.

7.2 Документація курсового проекту, включаючи ілюстративну, повинна бути приведена до формату А4 ГОСТ 2.301-68 шляхом складання "гармошкою" згідно ГОСТ 2.501-68. При цьому основний напис документа повинен бути зовні.

7.3 В якості обкладинки папки курсового проекту використовується папір типу "ватман" чи інший щільний папір (картон) формату А3 ГОСТ 2.301-68. Допускається використовувати папки з зав'язками.

7.4 На папку для розміщення текстових і графічних документів проекту наклеюють титульний аркуш курсового проекту (Додаток А), на внутрішню сторону обкладинки папки наклеюють опис курсового проекту (Додаток Е).

7.5 Титульні аркуші курсового проекту та пояснювальної записки курсового проекту виконують на окремих аркушах формату А4 ГОСТ 2.301-68 за формою, наведеною в ГОСТ 2.105-95.

Приклад виконання титульного аркуша курсового проекту наведений в Додатку А, титульного аркуша пояснювальної записки – в Додатку Б.

7.6 Опис курсового проекту (Додаток Е) виконують на окремому аркуші формату А4 ГОСТ 2.301-68 за формами 4 і 4а ГОСТ 2.106-68. Опису привласнюють позначення виробу, зазначене в основному конструкторському документі (специфікації), і шифр ОП.

Документи в опис записують у порядку їх комплектування в папці.

7.7 Документи проекту повинні бути зброшуровані в папку в такій послідовності:

- пояснювальна записка з завданням на проектування;
- специфікації розробленого виробу;
- графічна документація в послідовності, записаній в специфікаціях;
- ілюстративні документи.

7.8 Документи пояснювальної записки курсового проекту підшиваються в такій послідовності:

- титульний аркуш пояснювальної записки (стандартний, виконаний на комп'ютері);

- завдання до курсового проекту;
- перелік скорочень, умовних позначень та термінів (додаток Д);
- зміст;
- інші документи в послідовності, зазначеній в змісті.

У цьому ж плетінні після документів пояснювальної записки підшивають специфікації виробу і складальних одиниць.

8 Рекомендації про порядок захисту проекту

Курсовий проект захищається після перевірки на консультації всіх розділів та підписання керівником всіх креслень і титульних аркушів пояснювальної записки та специфікацій.

Список рекомендованої літератури

1. Марчевський В.М. Конструкторська документація курсових і дипломних проектів: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В.М. Марчевський – К.: Норіта-плюс, 2006. – 280с.: іл.
2. Марчевський В.М. Обладнання лісового комплексу: Дослідження процесів і устаткування целюлозно-паперових виробництв: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В.М. Марчевський – К: Норі та-плюс. 2006, – 80с.: іл.
3. Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, В.Н. Носков – Л.: Химия, 1987. – 576 с.
4. Чичаев В.А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. В 2-х томах. Т.2. Бумагоделательные машины / В. А. Чичаев, М. Л. Глезин, В. А. Екимова и др. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 264 с.
5. Эйдлин И.Я. Бумагоделательные и отделочные машины / И.Я. Эйдлин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.:, Лесная промышленность, 1970. – 624с.
6. Жучков П. А. Тепловые процессы в целлюлозно-бумажном производстве / П.А. Жучков – М.: Лесная промышленность, 1978. – 408 с.
7. Лацинский А. А. Основы конструирования и расчета химической

аппаратуры / А.А. Лашинский, А.Р. Толчинский. – Л.: Машиностроение, 1970. – 752 с.

8. Косилова А.Г. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроение. Справочник технолога. / А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков, М.А. Калинин. – М.: Машиностроение.– 1976. – 288 с.

9. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.2. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980.–559с., ил.

10. Промислові засоби автоматизації: Навч. посібник: У 2 ч. Частина 1. Вимірювальні пристрої / А.К. Бабиченко, В.І. Хотинський, В.С. Михайлов, М.О. Подустов, О.В. Пугановський; за заг. ред. А.К. Бабиченка. – Харків: НТУ «ХП», 2003 р. – 470 с.

11. Промислові засоби автоматизації: Навч. посібник: У 2 ч. Частина 2. Регулювальні і виконавчі пристрої / А.К. Бабиченко, В.І. Хотинський, В.С. Михайлов, В.І. Молчанов, М.О. Подустов, О.В. Пугановський, В.І. Вельма; за заг. ред. А.К. Бабиченка. – Харків: НТУ «ХП», 2003 р. – 658 с.

12. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г. Касаткин – М.: Химия, 1973. – 752 с.

13. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / Под ред. Ю.И. Дытнерского. – М.: Химия, 1982. – 772 с.

Додаток А

Зразок титульного листа курсового проекту

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”**

Інженерно-хімічний факультет

**Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних
виробництв**

ФОРМУЮЧА ЧАСТИНА ПРМ

ЛБ71.705411.001

Курсовий проект

з дисципліни: Конструкторське проектування обладнання 2

спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Спеціалізація Інжиніринг, обладнання та технології
целюлозо-паперового виробництва

Виконав студент групи ЛБ-71м _____ С.В. Малишкін
(підпис, дата)

Керівник проекту, проф. _____ В.М. Марчевський
(підпис, дата)

Київ 2018

Додаток Б

Зразок титульного листа пояснювальної записки курсового проекту

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”**

Інженерно-хімічний факультет

**Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних
виробництв**

ФОРМУЮЧА ЧАСТИНА ПРМ

ЛБ71.705411.001 ПЗ

Пояснювальна записка до курсового проекту
з дисципліни: Конструкторське проектування обладнання 2
спеціальність 133 Галузеве машинобудування
Спеціалізація Інжиніринг, обладнання та технології
целюлозо-паперового виробництва

Виконав студент групи ЛБ-71м _____ С.В. Малишкін
(підпис, дата)

Керівник проекту, проф. _____ В.М. Марчевський
(підпис, дата)

Київ 2018

Додаток В

Зразок завдання курсового проекту

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

ЗАВДАННЯ

до курсового проекту

студентові Малишкіну Сергію Володимировичу

1. Тема проекту: Формуюча частина ПРМ

2. Термін здачі студентом закінченого проекту: 30 квітня 2018 р.

3. Вихідні дані до проекту: робоча швидкість машини 730 м/хв., обрізна ширина паперу на накаті 2520 мм, маса 1 м² паперу 45 г/м².

4. Перелік питань, які мають бути розроблені: 1) Вступ; 2) Призначення та область застосування формуючої частини; 3) Технічна характеристика; 4) Опис і обґрунтування вибраної конструкції; 5) Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції, в т.ч. програма розрахунку вала; 6) Рекомендації що до монтажу та експлуатації; 7) Рівень стандартизації та уніфікації; 8) Висновки.

5. Перелік графічного (ілюстрованого) матеріалу: Складальне креслення формуючої частини А1, креслення складальних одиниць і деталей – 2×А1; схема автоматизації формуючої частини ПРМ – А1.

6. Дата видачі завдання: " 01 " лютого 2018 р.

Завдання прийняв до виконання студент ЛБ-71м _____ С.В. Малишкін
(підпис, дата)

Керівник дипломного проекту, доцент _____ С. В. Петренко
(підпис, дата)

Додаток Г

Зразок змісту проекту

Зміст		
Перелік скорочень, умовних позначень та термінів		7
Вступ		8
1 Призначення та галузь використання формуючої частини		9
2 Технічна характеристика формуючої частини		10
3 Опис та обґрунтування вибраної конструкції формуючої частини		11
3.1 Конструкція і принцип дії формуючої частини, основних складальних одиниць та деталей		11
3.2 Обґрунтування вибраних матеріалів		15
3.3 Порівняння основних показників розробленої конструкції з аналогами		17
3.4 Патентне дослідження		18
4 Відповідність формуючої частини вимогам охорони праці		21
5 Розрахунки, що підтверджують працездатність і надійність конструкції		28
5.1 Баланс води і волокна		28
5.2 Розрахунок кількості гідропланок і відсмоктуючих ящиків		32
5.3 Розрахунок довжини зони двохсіткового формування		37
5.4 Розрахунок довжини нижньої сітки		42
5.5 Розрахунок грудного вала		47
5.6 Розрахунок грудного вала на жорсткість		52
5.7 Розрахунок відсмоктуючого вала		58
6 Рекомендації що до монтажу та експлуатації формуючої частини		68
7 Рівень стандартизації та уніфікації		75
Висновки		77

ЛБ71.705411.001 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата
Розроб.		Малишкін		
Перевір.		Марчевський		
Н.контр.		Зайцев		
Затв.				

Формуюча частина ПРМ Пояснювальна записка	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Літера</td> <td style="width: 33%;">Аркуш</td> <td style="width: 33%;">Аркуше</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">102</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">НТУУ «КПІ», ІХФ, МАХНВ</td> </tr> </table>	Літера	Аркуш	Аркуше		5	102	НТУУ «КПІ», ІХФ, МАХНВ		
Літера	Аркуш	Аркуше								
	5	102								
НТУУ «КПІ», ІХФ, МАХНВ										

Продовження додатку Г

Перелік посилань	80
Додаток А Звіт про патентне дослідження	83
Додаток Б Блок-схема алгоритму розрахунку	87
Додаток В Таблиця ідентифікаторів	89
Додаток Г Програма розрахунку відсмоктуючого вала	92
Додаток Д Патенти, які використані в патентному дослідженні	95

					ЛБ71.705411.001 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		6

Додаток Д
Зразок переліку скорочень

Перелік скорочень, умовних позначень та термінів

Умовні скорочення:

ПРМ – папероробна машина;

ККД – коефіцієнт корисної дії.

Умовні позначення:

V - робоча швидкість ,м/с(м/хв);

B - обрізна ширина паперу на накаті, мм ;

g - маса 1 м² паперу, г/м²;

Q - продуктивність, кг/год;

L - відстань між опорами валу, мм;

D - зовнішній діаметр вала, мм;

D_1 - зовнішній діаметр рубашки вала без врахування гумового покриття, мм;

D_v - внутрішній діаметр вала, мм;

d - діаметр цапф d , мм;

S – зусилля натягу сукна, Н;

N - потужність, Вт.

					ЛБ71.705411.001 ПЗ	Арк. 7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Е
Зразок програми розрахунку

Додаток Г

Програма розрахунку відсмоктуючого вала

Продовження додатку Е

```

10 PRINT "розрахунок відсмоктуючого вала"
20 DATA 3.25, 3.74, 3.1, 7000, 20000, 0.0066, 1800000000, 0.255, 0.177, 0.125,
2.8, 0.02, 0.02, 250000, 80000, 200000, 0.2, 35, 210000000000
30 READ l0, l2, l1, q1, g0, w1, f1, k0, b1, b2, l4, b3, b4, s2, s3, s4, j, x, e2
40 p1 = s2 * b1 * l2: p2 = s3 * b2 * l2: p3 = s4 * b3 * l4: p4 = s4 * b4 * l4
50 z = q1 * l1
...
...
140 INPUT "ввести e1"; e1
150 IF e0 > e1 THEN 20
160 PRINT : PRINT "e0="; e0, "f4="; f4
END

```

$k5 = 2.1$ – коефіцієнт безпеки [3];

$n2 = 2.5$ – запас міцності [3];

$e1 = 0.000066$ – допустимий відносний прогин [3].

Результати розрахунку:

$n1 = 8.65$ – запас міцності;

$f = 3.1 \cdot 10^{-7}$ м – прогин сорочки валу;

$e0 = 9.5 \cdot 10^{-8}$ – відносний прогин.

					ЛБ71.705411.001 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док-м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Малишкін			Програма розрахунку відсмоктуючого вала	<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архив</i>
<i>Перевір.</i>		Марчевський					92	2
<i>Н. Контр.</i>		Зайцев			НТУУ "КПІ", ІХФ, МАХНВ			
<i>Затверд.</i>								

Додаток Ж
Зразок опису вкладень

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
1	A4	ЛБ81.7054.11.001	Формуюча частина ПРМ	2		
2	*	ЛБ81.7054.11.001 СБ	Формуюча частина ПРМ	1		*1А2х4
3			Складальне креслення			
4	A4	ЛБ81.7054.11.001 ПЗ	Формуюча частина ПРМ	102		
5			Пояснювальна записка			
6	A2	ЛБ81.7054.11.001 А2	Формуюча частина ПРМ	1		
7			Схема автоматизації			
8	A4	ЛБ81.705533.001	Вал грудний	1		
9	A1	ЛБ81.705533.001 СБ	Вал грудний	1		
10			Складальне креслення			
11	A4	ЛБ81.705534.001	Вал відсмоктуючий	1		
12	A1	ЛБ81.705534.001 СБ	Вал відсмоктуючий	1		
13			Складальне креслення			
14	A2	ЛБ81.713411.001	Цапфа приводна	1		
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
ЛБ81.7054.11.001 ОП						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Малишкін				Лист	Листов
Пров.	Марчевський					1
И.контр.	Зайцев				НТУУ "КПІ" ІХФ, МАХНВ	
Чтв.						
Формуюча частина ПРМ						
Опис						
Копіював				Формат А4		

Додаток И

Перелік тем курсових проектів

Теми курсових проектів наведено в робочій навчальній програмі дисципліни.