

Міністерство освіти і науки України  
Українська академія друкарства  
Кафедра комп'ютеризованих комплексів  
поліграфічного і пакувального виробництв

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до дистанційного виконання  
комплексного кваліфікаційного завдання  
ПІДСУМКОВОЇ ДЕРЖАВНОЇ АТЕСТАЦІЇ  
студентів спеціальності **131 «Прикладна механіка»**  
освітнього рівня **«бакалавр»**  
освітньої програми «Комп'ютеризовані комплекси  
поліграфічного та пакувального виробництв»

Львів – 2020

**Регей І.І., Книш О.Б., Коломієць А.Б.** Методичні вказівки до дистанційного виконання комплексного кваліфікаційного завдання підсумкової державної атестації студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітнього рівня «бакалавр» освітньої програми «Комп'ютеризовані комплекси поліграфічного та пакувального виробництв». Львів: Українська академія друкарства, 2020. 28 с.

**Затверджено** на засіданні кафедри комп'ютеризованих комплексів поліграфічного та пакувального виробництв 13 травня 2020 р. (протокол № 12)

### **Розробники:**

**Регей І.І.** – професор, д-р техн. наук;  
**Книш О.Б.** – доцент, канд. техн. наук;  
**Коломієць А.Б.** – доцент, канд. техн. наук.

### **Відповідальний за випуск:**

**Регей І.І.** – професор, д-р техн. наук

Формат 60×84/16.

Обсяг 1,75 друк. арк.; 1,63 умовн. друк. арк.; 2,1 обл.-вид. арк.

Наклад 20 шт.

Видання Української академії друкарства,  
м. Львів-20, вул. Під Голоском, 19

Віддруковано засобами офісної техніки  
на кафедрі комп'ютеризованих комплексів поліграфічного  
та пакувального виробництв УАД

## Зміст

Загальні положення	3
1. Тематика завдань, які винесені на державний іспит для проведення підсумкової державної атестації	4
2. Опис змісту комплексного кваліфікаційного завдання	10
3. Оцінювання комплексного кваліфікаційного завдання	12
Список рекомендованої літератури	14
Основна література	14
Додаткова література	16
Додаток 1. Бланк типового комплексного кваліфікаційного завдання	18
Додаток 2. Приклад виконання комплексного кваліфікаційного завдання	19

## Загальні положення

*Бакалавр* – освітній ступінь, який здобувають на першому рівні вищої освіти та присуджують закладом вищої освіти за результатами успішного виконання здобувачем відповідної освітньої програми. Освітній рівень бакалавра здобувають за освітньо-професійною програмою обсягом 240 кредитів ЄКТС.

Програма підготовки здобувачів вищої освіти спеціальності «Прикладна механіка» освітньої програми «Комп'ютеризовані комплекси поліграфічного і пакувального виробництв» першого (бакалаврського) рівня орієнтована на освоєння сучасних методів проектування на основі моделювання об'єктів та процесів прикладної механіки; розроблення нового та удосконалення існуючого обладнання з виробництва поліграфічної продукції і пакувань, технологічних процесів для покращення їхньої якості; розширення асортименту продукції; ефективності використання технологічного обладнання тощо.

Атестація осіб, які здобувають ступінь бакалавра здійснюється державною екзаменаційною комісією, до складу якої включені провідні викладачі випускової кафедри комп'ютеризованих комплексів поліграфічного і пакувального виробництв та представники роботодавців.

Підсумкова державна атестація проходить у вигляді письмового екзамену шляхом написання комплексного кваліфікаційного завдання (ККЗ). До державного іспиту допускаються студенти, які повністю виконали навчальний план, пройшли і успішно захистили виробничу практику.

Українська академія друкарства на підставі рішення екзаменаційної комісії зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» присуджує особі, яка успішно виконала освітню програму першого рівня вищої освіти, ступінь бакалавра і присвоює кваліфікацію «бакалавр з прикладної механіки» з видачею диплома бакалавра.

## 1. Тематика завдань, які винесені на державний іспит для проведення підсумкової державної атестації

Тематика комплексних кваліфікаційних завдань формується за результатами вивчення студентами усього курсу спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітнього рівня «бакалавр». Основний акцент завдань зосереджений на оцінюванні набутих знань із професійної та фахової підготовки. Обов'язковою складовою кожного завдання є наявність питань, пов'язаних із вмінням студента застосовувати освоєні комп'ютерні інженерні програми стосовно вирішення практичних задач.

*Розширені теми комплексних кваліфікаційних завдань:*

1. Розрахунок технологічних навантажень у зонах контакту друкарського апарата аркушевої ротаційної машини плоского офсетного способу друку. Зобразити принципову схему друкарського апарата. Підрахувати технологічне навантаження у зонах контакту між циліндрами «формний – офсетний» і «офсетний – друкарський». Нарисувати епюру тисків по ширині смужки контакту між циліндрами. Розрахувати річну продуктивність машини в листопргонах. Вказати переваги аркушевих офсетних машин плоского друку.

2. Розрахувати основні енергетичні параметри друкарського апарата книжково-журнальної ротаційної машини офсетного друку. Вибрати, обґрунтувати та зобразити раціональну схему компоновки основних вузлів друкарської секції. Задавшись технологічно необхідним тиском, розрахувати технологічні навантаження у зоні контакту циліндрів друкарського апарату. Визначити споживану потужність друкарського апарата від дії технологічних зусиль та зусиль тертя в опорах циліндрів. Зобразити епюру розподілу тиску по ширині смужки контакту в статичних і динамічних умовах. Блокування які передбачені в друкарських секціях аркушевих машин.

3. Розрахунок кінематики форграйфера аркушевої друкарської машини. Дати технічне обґрунтування необхідності застосування форграйфера. Вибрати закони руху форграйфера і розрахувати циклограму його роботи. Знайти максимальну швидкість і максимальне прискорення на ділянках розбігу і вибігу робочого ходу форграйфера, а також максимальний крутний момент на валу форграйфера. Нарисувати схему безфорграйферного аркушеприскорювального пристрою.

4. Розрахунок стрічкоживильної системи рулонної ротаційної машини. Зобразити різновиди рулонних гальм. Розрахувати складові зусилля натягу паперової стрічки. Визначити споживану стрічкоживильним пристроєм потужність. Розрахувати осьове рулонне гальмо стрічкового типу при стабільній роботі машини. Призначення амортизаторів у стрічкоживильній системі. Паперопровідна система та пристрої які входять до неї. Блокування у рулонних ротаційних машинах.

5. Розрахунок параметрів налагодження друкарських апаратів ротаційних машин. Механізми натиску. Розрахунок величини кута повороту ексцентричної втулки механізму натиску. Визначення номінальних діаметрів циліндрів та діаметрів поверхонь тіла циліндрів та товщини підкладок під декель та форму при зміні товщини тиражного паперу і форми. Розрахувати величину необхідного крутного моменту на штанзі для затягнення декеля. Вимоги до циліндрів офсетних машин плоского друку.

6. Розробити конструкцію картонної пачки, вибрати пакувальний матеріал, зобразити креслення розгортки згідно правил його виконання. Розрахувати сили висікання та бігування картону, деформування ежекторних подушок штанцювальної форми. Обчислити значення моменту сили технологічного опору для 5-ти позицій кривошипів вертикального тигельного преса. Порівняти методи виготовлення пазів у фанерній основі, навести правила з техніки безпеки при експлуатації штанцювального обладнання.

7. Описати особливості конструкції картонних пачок типу I, виконати розрахунок геометричних параметрів розгортки та зобразити (згідно правил виконання) креслення розгортки. Обґрунтувати призначення складових частин фрикційного самонакладу фальцювально-склеювальної машини та усі можливі регулювання. Розрахувати моменти сили виведення розгорток на валу шківів від зміни об'єму магазину розгорток. Обґрунтувати використання типу клейового апарату.

8. Розробити конструкцію чотириклапанної картонної пачки, вибрати пакувальний матеріал та зобразити креслення розгортки. Зобразити схему горизонтального штанцювального преса з розклинювальними механізмами привода натискної плити та описати принцип роботи. Встановити геометричні параметри бігувальних лінійок. Розрахувати роботу висікання картонної заготовки вздовж контуру розгортки, роботу бігування ліній згину в розгортці, роботу деформування ежекторних подушок штанцювальної форми. Охарактеризувати висікальні лінійки за формою леза та описати призначення.

9. Розкрити особливості конструкції картонних пачок типу II, їх призначення та виконати розрахунок геометричних параметрів розгортки. Розкрити умови надійного виведення нижніх картонних розгорток фрикційним самонакладом, навести методику розрахунку зусилля виведення нижньої розгортки. Розрахувати сили виведення розгорток з магазину фрикційного самонакладу від зміни об'єму магазину. Обґрунтувати призначення складових частин фрикційного самонакладу, описати можливі регулювання при зміні формату розгорток та їх товщини.

10. Розробити конструкцію картонної пачки, вибрати пакувальний матеріал, зобразити креслення розгортки згідно правил його виконання. Зобразити робочу зону штампа (у плані) з ділянкою картонної стрічки, що підлягає обробці просіканням (вирубанням) та бігуванням. Обґрунтувати розташування та конфі-

гурацію елементів просікання клапанів розгорток, бігування ліній згину та поперечного відсікання попередньої розгортки. Визначити довжину ліній просікання (вирубання) та бігування, розрахувати роботу просікання картонної стрічки та роботу бігування ліній згину в розгортці. Розкрити черговість виконання технологічних операцій просікання та бігування, обґрунтувати правила з техніки безпеки при експлуатації просікального обладнання.

11. Розрахунок потужності привода механізму ножа одноножової різальної машини. Кінематична схема механізму, розрахунок технологічних зусиль. Фактори, що впливають на точність і якість різання, охорона праці.

12. Розрахунок самонакладу зошитів ротаційного типу із нерівномірним обертанням вивідного барабана. Опис будови та принципу роботи самонакладу. Розрахунок технологічного навантаження, кінематичних та кінетостатичних параметрів механізму нерівномірного обертання вивідного барабана. Блокування та регулювання самонакладу при зміні формату зошитів.

13. Розрахунок потужності привода механізмів ножа та подавача одноножової різальної машини. Кінематична схема механізмів привода балки притискача та подавача. Розрахунок технологічних зусиль. Особливості розрахунку механізму подавача залежно від типу гвинтової передачі та наявності повітряної подушки.

14. Розрахунок навантажень, що виникають при роботі механізму хитного стола ниткошвейної машини БНШ-6А. Механізм хитного стола та проколювачів, будова та принцип роботи. Розрахунок кінематичних та кінетостатичних параметрів. Основні блокування механізму, засоби програмованого керування механізмами неперіодичної дії.

15. Розрахунок шнекового дозатора для сипких продуктів, що схильні до швидкого злежування. Вибрати тип пакета та розраху-

вати його раціональних розмірів. Розрахувати параметри дозатора: геометричні розміри бункера продукції та шнека, потужність, що витрачається на привід шнекового дозатора та частоту обертання шнека для забезпечення заданої продуктивності. Принцип роботи фасувально-пакувальних автоматів горизонтального типу. Передбачити заходи із охорони праці на виробництві із пакування сипких продуктів.

16. Розрахунок поршневого дозатора для дозування пластичної продукції. Обґрунтувати вибір пакувального матеріалу та провести розрахунок його раціональних розмірів. Проаналізувати способи та устаткування для пакування пластичних продуктів. Розрахувати параметри дозатора. Запропонувати схему фасувально-загортального автомата для пакування продукту. Передбачити заходи із охорони праці на виробництві.

17. Розрахунок роторного дозатора для дозування добре сипкої продукції. Охарактеризувати основні види і устаткування для здійснення дозування сипкої продукції. Розрахувати параметри роторного дозатора. Провести розрахунок раціональних розмірів паперового пакета. Проаналізувати залежність потужності, споживана роторним живильником. Принцип роботи двокарусельного фасувального автомата та схема подачі продукту в пакувальний автомат.

18. Розрахунок параметрів вагового дозатора із стрічковим живильником. Описати принцип вагового дозування сипкої продукції. Розрахувати необхідні параметри вагового дозування. Проаналізувати залежність товщини шару продукту від тривалості дозування. Розрахувати потужність стрічкового живильника. Визначити вплив товщини шару продукту на стрічці живильника на потужність. Дати класифікацію автоматів для пакування в плівку та навести схему фасувально-пакувального автомата вертикального типу періодичної дії. Передбачити заходи із охорони праці на пакувальному виробництві.

19. Розрахувати засоби для здійснення роботом-штабелеукладачем логістичних операцій з продукцією поліграфічного підприємства. Накреслити кінематичні схеми механічних захоплювачів робота для переміщення гофрокартонних коробок з продукцією. Розрахувати висоту та визначити раціональний порядок штабелювання гофрокартонних коробок. Синтезувати механізм привода затискачів та розрахувати параметри його пневмоциліндра. Передбачити заходи із охорони праці на пакувальному виробництві.

20. Розрахувати геометричні і силові параметри механізму повертання стосу паперу або картону. Накреслити кінематичні схеми механізмів повертання та затиску стосу паперу або картону. Розрахувати кінематичні параметри механізму повертання стосу паперу або картону на основі гідроприводу, розрахувати геометричні параметри гідроциліндра. Передбачити заходи із охорони праці на поліграфічному виробництві.

21. Розрахувати основні геометричні і силові параметри механізму безупинного загинання заднього клапана гофрокартонних коробок у комплексі для заклеювання скотч-стрічкою. Накреслити кінематичну схему механізму, провести синтез його геометричних параметрів, розрахувати кінематичні параметри виконавчої ланки, навести приклад елементів його конструкції. Передбачити заходи із охорони праці на пакувальному виробництві.

22. Розрахувати пристрій віброзішттовування для підготовки стосу паперу до розрізування на одноножовій різальній машині. Накреслити кінематичну схему механізму, провести синтез його геометричних параметрів, розрахувати кінематичні параметри виконавчої ланки, навести приклади елементів його конструкції. Передбачити заходи із охорони праці на поліграфічному виробництві.

23. Розрахуйте основні геометричні і силові параметри механізму формування пачки для пакування продукції у вигляді кубу-

ків. Накреслити кінематичну схему механізму, провести синтез його геометричних параметрів, розрахувати кінематичні параметри вихідної ланки, навести приклад елементів його конструкції. Передбачити заходи із охорони праці на пакувальному виробництві.

24. Розрахувати основні геометричні і силові параметри плоского мальтійського механізму в складі багатопозиційного автомату. Накреслити кінематичну схему механізму, провести синтез його геометричних параметрів, розрахувати кінематичні параметри вихідної ланки, навести приклад елементів його конструкції. Передбачити заходи із охорони праці на поліграфічному виробництві.

## 2. Опис змісту комплексного кваліфікаційного завдання

Комплексні кваліфікаційні завдання включають тему, початкові дані (для трьох варіантів), теоретичну та практичну частини. У частині «Початкові дані» подано вхідні параметри (геометричні, кінематичні, кінетостатичні, фізико-механічні та інші) та їх значення, скорочене позначення для використання в розрахунках теоретичної та практичної частин.

Теоретична частина містить 4–5 завдань одного тематичного спрямування (процесів та механізмів друкарського, картонажно-брошурувального, обладнання з виробництва розгортки картонних паковань, фальцювально-склеювального, пакувального устаткування тощо).

Завданнями теоретичної частини передбачено оформлення принципів та кінематичних схем, графіків, діаграм залежностей геометричних, кінематичних, силових параметрів від змінних вхідних. Схеми, графіки та діаграми необхідно оформити з використанням комп'ютерних програм *AutoCAD*, *Excel*, *MathCAD*, *Word*. Їх слід доповнити, згідно завдань, методикою розрахунку параметрів і, на їх основі, навести аналіз отриманих результатів.

Для розрахунків використовувати одиниці вимірювань фізичних величин у системі СІ.

Відповіді повинні бути лаконічними та відображати повною мірою поставлене завдання. Максимальна кількість балів теоретичної частини складає 70 балів у зв'язку з її трудомісткістю. За кожне правильне виконання окремого завдання передбачено нарахування окремої максимальної кількості балів. За допущені помилки при виконанні завдань викладач знімає їх певну кількість.

Завданнями практичної частини, що мають аналогічне (як і завдання теоретичної частини) тематичне спрямування, передбачено виконання 3–4-х завдань, що стосуються обслуговування технологічного обладнання, виконання процедур налагодження механізмів, вузлів при зміні вхідних параметрів напівфабрикатів, виконання розрахунків на міцність окремих деталей, обґрунтування заходів з охорони праці. Максимальна кількість балів практичної частини складає 30 балів. Відповіді повинні бути конкретними та обґрунтованими при висвітленні питань з налагодження механізмів, виконанні розрахунків на міцність деталей чи складанні заходів з охорони праці.

Оформлена згідно вимог відповідь на комплексне кваліфікаційне завдання у форматі .pdf надсилається для перевірки на електронну пошту викладача. Назва файлу включає прізвище студента, наприклад, «Романчук.pdf». (Приклад відповіді на ККЗ наведено у додатку 2). Роздрукований варіант відповіді на ККЗ та рецензія зберігаються в архіві кафедри.

### 3. Оцінювання комплексного кваліфікаційного завдання

Оцінювання ККЗ проводиться за бальною, національною та ECTS шкалами. Сумарна кількість балів оцінювання ККЗ становить 100 балів і розподіляється таким чином: 70 – теоретична частина, 30 – практична. Кожне питання залежно від складності оцінюється певною кількістю балів за розробленими критеріями.

За результатами виконання ККЗ викладач складає рецензію, у якій вказує кількість балів, якою оцінена відповідь студента, а також аналізує наявні недоліки чи неточності. У випадку отримання максимальної кількості балів (або 8-10% відхилення) аналіз відповіді на питання не проводиться.

*Критерії оцінювання відповідей на питання ККЗ.*

90–100% передбаченої максимальної кількості балів заслуговує повна відповідь, написана грамотно, логічно і обґрунтовано. Студент не зробив жодної суттєвої помилки, правильно використовує аналітичні методи розрахунків та застосовує технічні терміни, знає проблему глибоко і на рівні сучасних досягнень техніки, досконало володіє комп'ютерними інженерними програмами, аналізує альтернативні варіанти і пропонує найбільш оптимальний.

70–89% передбаченої максимальної кількості балів заслуговує відповідь неповна, у котрій допущені незначні помилки (неточності при накресленні схем, частково відсутні розмірності величин, наявні помилки при розрахунках, які суттєво не вплинули на кінцевий результат тощо). Студент володіє комп'ютерними інженерними програмами, добре знає поставлену задачу, орієнтується у сучасній методиці чи напрямках її вирішення. Відповідь написана грамотно, виклад матеріалу чіткий і послідовний.

40–69% передбаченої максимальної кількості балів заслуговує відповідь, яка правильна лише наполовину. Студент знає основи проблеми, але не обґрунтовує свою відповідь, частково во-

лодіє інформацією щодо поставленого питання. При написанні відповіді зустрічаються невірні розмірності величин та неточності у розрахунках, що вплинули на кінцевий результат. Спостерігаються обмежені знання комп'ютерних інженерних програм.

0–39% передбаченої максимальної кількості балів заслуговує відповідь, більша половина якої невірна, написана неграмотно та не відповідає вимогам. Студент допускає грубі помилки при розрахунках, що призвели до отримання невірного результату, не вміє застосовувати інженерні комп'ютерні програми до вирішення поставленої задачі, не має чітких уявлень про проблему, пропонує хибні рішення, не знає досягнень в цій галузі.

## Список рекомендованої літератури

### Основна:

1. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. Пакувальне обладнання в 3-х книгах. Київ : ІАЦ «Упаковка», 2008.  
<https://drive.google.com/open?id=1jPupjJVRE2PwJtD8NXvzsJn52wkQ1KY11>.
2. Гавенко С.Ф., Дурняк Б.В., Зацерковна Р.С. Логістика в поліграфічному виробництві: навчальний посібник. Львів : Українська академія друкарства, 2006. 144 с.  
<https://drive.google.com/open?id=1oumkSz-2HJ43wah7ZxrKOz0dY2iSxZeU>
3. Главацький А.С. Методологічні основи проектування поліграфічних і пакувальних машин. Конспект лекцій з дисципліни «Проектування пакувального устаткування» (розділи «Технічні засоби виробництва» та «Методологічні основи проектування виробничих машин»). Львів: Українська академія друкарства, 2003. 39 с.  
<https://drive.google.com/open?id=1fzd-z89ubYztcW2jr4JZfgzfPwi2La3D>
4. Полюдов О.М. Механіка поліграфічних і пакувальних машин. Львів : Українська академія друкарства, 2005. 177 с.  
<https://drive.google.com/open?id=1rYDsJjkGhZ1QgWmd5Ymo9JRzHKfjsJvH>
5. Ререї І.І. Споживче картонне пакування (матеріали, проектування, обладнання для виготовлення) : навчальний посібник. Львів : Українська академія друкарства, 2011. 144 с.  
<https://drive.google.com/drive/folders/1ep9--ZM9H9RfWd7p6kL6rLXrrcEsd1Q8>
6. Ререї І.І., Книш О.Б. Обладнання для виготовлення упаковок: методичні вказівки до виконання практичних робіт. Львів: Українська академія друкарства, 2011. 36 с.

<https://drive.google.com/drive/folders/1wP90z5FZPdnxE0xCOYec7BZhH884IrOq>

7. Ререї І.І., Кузнецов В.О. Основи конструювання та дизайну пакування: методичні вказівки до виконання практичних робіт. Львів : Українська академія друкарства, 2017. 28 с.  
<https://drive.google.com/drive/folders/12nMfj2Ggs4HzBwfBk83quyTcsNGndyZn>
8. Хведчин Ю.Й. Брошурувально-палітурне устаткування: Ч.1: Брошурувальне устаткування : підручник. Львів: ТеРус, 1999. 336 с.  
<https://drive.google.com/drive/folders/1f-pMEyoQN9oOSc72CDX2BivlixJAec7Y>
9. Хведчин Ю.Й., Книш О.Б., Коломієць А.Б. Брошурувально-палітурне устаткування. Розрахунки виконавчих механізмів : навч. посіб. Львів: Українська академія друкарства, 2010. 128 с.  
<https://drive.google.com/drive/folders/1jBs8ks9BYoUkqUTMSkqd0bfg0Hwvdecp>
10. Ефремов Н. Тара и её производство. Москва: МГУП, 2001. 312 с.  
[https://drive.google.com/open?id=1rSqMMsGzjOWuvR\\_c1TNv\\_YzARIK7VTxw](https://drive.google.com/open?id=1rSqMMsGzjOWuvR_c1TNv_YzARIK7VTxw)
11. Emblem A. and Emblem H. 2012. Packaging Technology: Fundamentals, Materials and Processes. Oxford: Woodhead Publishing Ltd.  
[https://drive.google.com/open?id=11fnnNnpS4cDmH9kqD\\_ZyNlXgUKJkqboJ](https://drive.google.com/open?id=11fnnNnpS4cDmH9kqD_ZyNlXgUKJkqboJ)
12. Чехман Я.І., Сенкусь В.Т., Босак В.О., Дідич В.П. Друкарське устаткування. Львів.: Українська академія друкарства, 2005.  
[www.nashaucheba.ru/V52744/](http://www.nashaucheba.ru/V52744/)



13. Чехман Я.І., Сенкус В.Т., Босак В.О. Практичні заняття з дисципліни «Друкарське устаткування». Львів: Українська академія друкарства, 1993.

[www.nashaucheba.ru/V52680/](http://www.nashaucheba.ru/V52680/)

*Додаткова:*

1. Арабський Р.С., Арабський Ю.С. Штампи для висікання картонних упаковок. Львів, 1996. 100 с.
2. ДСТУ 7276:2012. Пачки з картону, паперу та комбінованих матеріалів. Загальні технічні вимоги. [Чинний від 2013-03-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2012. 20 с.
3. Кодра Ю.В., Стоцько З.А., Гаврильченко О.В. Завантажувальні пристрої технологічних машин. Розрахунок і конструювання: навч. посіб. Львів, Бескид Біт, 2008. 356 с.
4. Осика В.А. Пакувальні матеріали і тара : підручник. Київ : Київ. нац. торг.-економ. університет, 2006. 372 с.
5. Пальчевський Б.О., Крестьянполь О.А., Бондарчук Д.В. Розрахунок функціональних пристроїв пакувальних машин. Луцьк: Луцький національний технічний університет, 2011. 295 с.
6. Регей І.І. Енергоощадна технологія і засоби виготовлення розгортки картонного пакування : монографія. Львів : Українська академія друкарства, 2009. 176 с.
7. Фізико-хімічні властивості пакувальних матеріалів : навч. посіб. / Костюк В.С. та ін. ; за ред. А.І. Соколенка. Київ : Кондор, 2013. 402 с.
8. Шредер В.Л., Пилипенко С.Ф. Упаковка из картона. Киев : ИАЦ «Упаковка», 2004. 560 с.
9. Полюдов О.М., Кузнецов В.О., Коломієць А.Б. Розрахунки циклових механізмів поліграфічних і пакувальних машин на персональному комп'ютері (теорія, програми, інструкції): навч. посіб. Львів : Українська академія друкарства, 2004. 94 с.  
<https://drive.google.com/open?id=1FLjHrdJ0GxZFiWXPJ49HDq>

[uJ-HL6U2h9](https://drive.google.com/open?id=1uXSswCAU-rhH-PbhAnmEZioKYBTLORFvI)

10. Коломієць А.Б., Кандяк Н.М. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Механіка поліграфічних і пакувальних машин». Львів : Українська академія друкарства, 2018. 39 с.  
<https://drive.google.com/open?id=1uXSswCAU-rhH-PbhAnmEZioKYBTLORFvI>
11. Главацький А.С. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з дисципліни «Проектування поліграфічного і пакувального устаткування». Львів : Українська академія друкарства, 2008. 52 с.  
[https://drive.google.com/open?id=1rYw1T9CrchsxK4tITyHLwRiezAA2Op\\_e](https://drive.google.com/open?id=1rYw1T9CrchsxK4tITyHLwRiezAA2Op_e)
12. Пальчевський Б.О., Крестьянполь О.А., Бондарчук Д.В. Розрахунок функціональних пристроїв пакувальних машин : навчальний посібник / За ред. проф. Б.О. Пальчевського. – 2-е вид., випр. і доп. Луцьк : РВВ Луцького НТУ, 2014. 264 с.  
<https://drive.google.com/open?id=1D3lknEuDLpgZBDnGgb0txa9c98zn8u>
13. Коломієць А. Б., Терницький С.В. Системи логістики поліграфічного і пакувального виробництва: методичні вказівки до виконання практичних робіт. Львів: Українська академія друкарства, 2018. 40 с.  
[https://drive.google.com/open?id=167Gyxj-VcCn9ARS\\_F0kkHqOw3oLcMfcD](https://drive.google.com/open?id=167Gyxj-VcCn9ARS_F0kkHqOw3oLcMfcD)

### Додаток 1.

#### Бланк типового комплексного кваліфікаційного завдання

#### КОМПЛЕКСНЕ КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ № 27

для проведення підсумкової державної атестації студента спеціальності **131 «Прикладна механіка»** освітнього рівня «бакалавр»

Тема завдання: «Розрахунок навантажень, що виникають при роботі механізму хитного стола ниткошвейного автомата БНШ-6А».

Початкові дані:

№	Параметри	Значення
1.	Момент інерції мас хитного стола $J_{xc}$ , кг·м <sup>2</sup>	1,71
2.	Закон періодичного руху	«COS»
3.	Початковий кут встановлення хитного стола $\gamma_0$ , гр.	63
4.	Фазовий кут наближення пазових кулачків привода хитного стола $\varphi_n$ , гр.	80
5.	Радіус розташування центра ваги хитного стола $R$ , м	0,227
6.	Маса хитного стола $m_{xc}$ , кг	19
7.	Робоче зусилля пружини $F_p$ , Н	63
8.	Плече дії пружини $l_{пр}$ , м	0,31
9.	Довжина стопи блоків на хитному столі $l$ , м	0,97
10.	Густина паперу $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	0,73
11.	Швидкість роботи машини $n$ , ц/хв.	84
12.	Формат зошитів, см	60×84/8
13.	ККД механізму привода хитного стола $\eta$	0,85

#### 1. Теоретична частина

- 1.1. Накресліть у графічному редакторі AutoCad кінематичну схему механізму привода хитного стола. Опишіть будову та принцип його роботи. (10 балів).
- 1.2. Накресліть та проаналізуйте циклограму роботи механізмів хитного стола та проколюючи голок. (10 балів).
- 1.3. Визначте кінематичні параметри роботи механізму хитного стола. Результати розрахунку представте у вигляді графічних залежностей. (15 балів).
- 1.4. Розрахуйте значення моментів від сил, що діють при роботі механізму хитного стола. Результати розрахунку представте у графічних залежностей. (20 балів).
- 1.5. Розрахуйте моменти, що виникають на головному валу машини від дії механізму хитного стола. Результати представте у вигляді графічної залежності. Проведіть аналіз отриманих результатів. (15 балів).

#### 2. Практична частина

- 2.1. Перелічіть параметри, що впливають на продуктивність ниткошвейної машини. (10 балів).
- 2.2. Яку функцію виконує механізм хитного стола та які операції виконуються із зошитом на ньому? (12 балів).
- 2.3. Для чого призначений клейовий апарат у ниткошвейній машині? (8 балів).

### Додаток 2.

#### Приклад виконання комплексного кваліфікаційного завдання

#### Комплексне кваліфікаційне завдання № 27

для проведення підсумкової державної атестації студента групи **ПМ-4\_ (Прізвище, ім'я, по батькові)** спеціальності **131 «Прикладна механіка»**

освітнього рівня «бакалавр»

Питання з бланку ККЗ переписувати не потрібно.

Відповідь на питання 1.1.

Кінематична схема механізму привода хитного стола зображена на рис.1. Хитний стіл являє собою рамну конструкцію, що складається із двох спарених кулачкових механізмів. Кожен із них складається з закріплених на осі  $O_2$  хитних стійок 1 і 1' та жорстко приєднаних до них важелів 2 і 2', пазових кулачків 3 і 3', роликів 4 і 4', зрівноважувальних пружин 5 і 5' та сидла 6, що з'єднує кулачкові механізми.

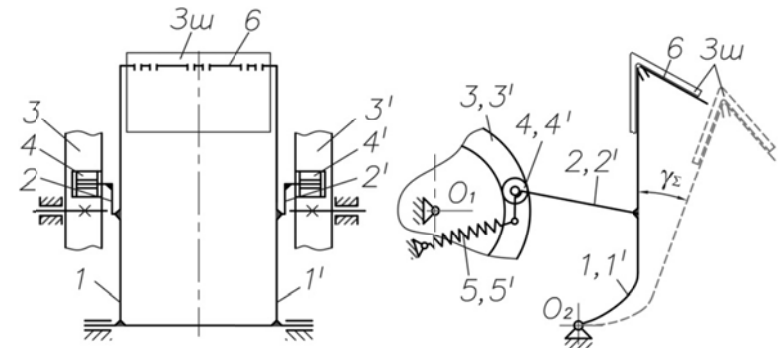


Рис.1. Кінематична схема механізму хитного стола ниткошвейної машини

Механізм працює наступним чином. На сидло 6 хитного стола у крайньому нижньому положенні (на рис.1 зображено штриховою лінією) встановлюється зошит  $3ш$ . Спарені пазові кулачки 3 і 3' обертаються навколо осі  $O_1$  завдяки перекошуванню по їх профілях роликів 4 і 4' приводять в рух важелі 2 і 2', жорст-

ко з'єднанні із стійками 1 і 1'. Це забезпечує кутове переміщення хитного стола з зошитом у верхнє положення на величину  $\gamma_{\Sigma}$ . Під час вистою стола у крайньому верхньому положенні відбувається технологічний процес шиття. Пружини 5 і 5' закріплені до осей роликів і забезпечують зрівноваження моментів від ваги хитного стола.

*Відповідь на питання 1.2.*

На рис.2 приведена циклограма руху механізмів проколювачів та хитного стола. Кут хитання стола становить  $20^\circ$ . За повний оберт головного вала у русі хитного стола можна виділити чотири фази: фаза нижнього вистоювання –  $60^\circ$ , фаза руху до швейної каретки –  $82^\circ$ , фаза верхнього вистоювання в зоні швейної каретки –  $132^\circ$ , фаза руху від швейної каретки –  $86^\circ$ . Найбільшу частину – приблизно третину – повного циклу хитний стіл знаходиться в зоні швейної каретки, оскільки в цей період відбувається складна взаємодія багатьох швейних інструментів (проколювачів і шибєрів, що змонтовані на хитному столі з голками і гачками на швейній каретці), формування стібка і виведення нитки назовні.

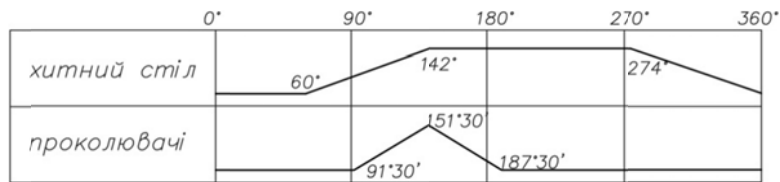


Рис.2. Циклограма руху механізмів хитного стола та проколювачів

Щодо механізму проколювачів, то для зменшення вистою хитного стола у верхньому положенні голки починають рух ще під час його робочого переміщення. Остаточне завершення ними проколювання отворів у корінці зошита відбувається при  $151^\circ30'$  повороту головного вала. Слід сказати, що проколювання отворів вже під час вистою стола у верхньому положенні поряд із іншими чинниками обмежує продуктивність машини загалом.

*Відповідь на питання 1.3.*

Оскільки для привода хитного стола застосовано кулачковий механізм із коромисловим штовхачем, то для розрахунку його кінематичних параметрів скористаємось відомими формулами:

$$\gamma_{xc} = a_k \gamma_{\Sigma}, \quad \omega_{xc} = b_k \frac{\gamma_{\Sigma}}{T} = b_k \frac{\gamma_{\Sigma} \cdot \omega_1}{\varphi_H}, \quad \varepsilon_{xc} = c_k \frac{\gamma_{\Sigma} \cdot \omega_1^2}{\varphi_H^2}$$

де  $\gamma_{xc}$ ,  $\omega_{xc}$ ,  $\varepsilon_{xc}$  – кутові переміщення, швидкість та прискорення хитного стола;  $a_k$ ,  $b_k$ ,  $c_k$  – інваріанти переміщення, швидкості та прискорення відповідно;  $\gamma_{\Sigma}$  – кут хитання стола;  $\varphi_H$  – фазовий кут наближення пазових кулачків;  $\omega_1$  – кутова швидкість обертання головного вала;  $T$  – період руху стола.

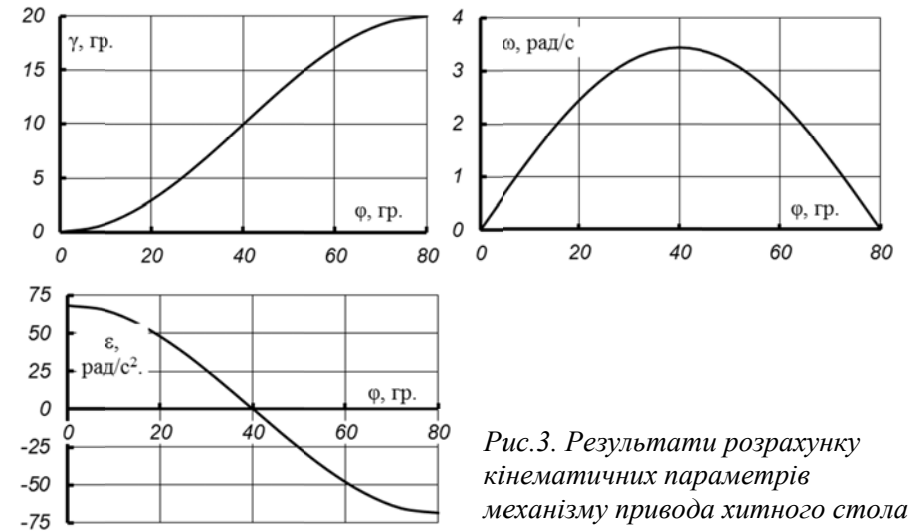


Рис.3. Результати розрахунку кінематичних параметрів механізму привода хитного стола

*Відповідь на питання 1.4.*

Для визначення навантажень, що діють на хитний стіл скористаємось методикою та розрахунковою схемою, що наведена у літературі [1], (ст. 64 – 68, рис.8.1).

Моменти від сил інерції:

$$M_{ин} = -J_{xc} \cdot \varepsilon_{xc},$$

де  $J_{xc}$  – момент інерції хитного стола;  $\varepsilon_{xc}$  – його кутове прискорення.

Момент від сил ваги стола

$$M_G = G_{xc} \cdot h = m_{xc} \cdot g \cdot R \cdot \cos(\gamma_0 + \gamma_\Sigma a_k),$$

де  $\gamma_0$  – початковий кут встановлення хитного стола;  $R$  – радіус розташування центра ваги;  $m_{xc}$  – маса хитного стола.

Дві пружини розтягу, що застосовуються для зрівноваження моменту від сил ваги стола кріпляться до важелів хитного стола в місцях установки ролика (т.В). Вони створюють момент рівний:

$$M_{пр} = 2 \cdot [F_{yc} + (F_p - F_{yc})(1 - a_k)] \cdot l_{пр},$$

де  $F_{yc}$  – установочне зусилля пружин;  $F_p$  – робоче зусилля пружин;  $l_{пр}$  – плече дії сили пружини відносно т.О<sub>2</sub>.

Момент від сил опору проштовхування стосу зшитих блоків по приймальному столу:

$$M_{ст} = Q_\Sigma \cdot R_{ст},$$

де  $Q_\Sigma$  – сумарна сила опору;  $R_{ст}$  – відстань від проштовхувальної планки 4 (рис.3), закріпленої спереду хитного стола, до осі О<sub>2</sub>:

$$R_{ст} = A - b + (10 \div 30) \text{ мм},$$

де  $A$  – висота сідла хитного стола;  $b$  – ширина зошита.

Проштовхування стосу блоків здійснюється двома механізмами: спочатку на нижню частину стосу діє передня планка хитного стола, пізніше – проштовхувальна планка, яка просуває верхню частину стосу, тобто

$$Q_\Sigma = Q'_\Sigma + Q''_\Sigma,$$

де  $Q'_\Sigma$  – частина опору, що припадає на хитний стіл;  $Q''_\Sigma$  – частина, що припадає на проштовхувальну планку 4 (рис. 8.1, [1]).

Для визначення сили  $Q'_\Sigma$  в стопі виділимо дві ділянки: першу довжиною  $l_1$ , де зошити рухаються вздовж ножів 5, що розташовані з двох боків стосу. Друга ділянка довжиною  $l_2$  охоплює

частину стопи, де ножі відсутні і блоки спираються на стіл. Оскільки ножі розташовані у верхній частині, їх опір просуванню стопи повністю припадатиме на механізм проштовхувальної планки 4. Окрім того, сила тертя стопи по столу  $F_T$  має місце у нижній частині, отже, буде долатись механізмом хитного стола.

Таким чином сили, що будуть діяти на хитний стіл,

$$Q_\Sigma = F_T + F'_{ін},$$

де  $F'_{ін}$  – сила інерції стосу, що припадає на хитний стіл;

$$F_T = m_2 \cdot g \cdot f_1,$$

де  $m_2$  – маса другої частини стосу;  $f_1$  – коефіцієнт тертя блоків по приймальному столу.

$$F'_{ін} = 0,5 \cdot m_c \cdot a_c = 0,5 \cdot m_c \cdot \varepsilon_{xc} \cdot R,$$

де  $m_c$  – маса стопи;  $\varepsilon_{xc}$  – кутове прискорення хитного стола в момент просування стосу книжкових блоків.

Після підстановки одержимо

$$Q_\Sigma = m_2 \cdot g \cdot f_1 + 0,5 \cdot m_c \cdot \varepsilon_{xc} \cdot R$$

Результати розрахунку моментів від сил, які виникають при роботі хитного стола зображені на рис.4.

*Відповідь на питання 1.5.*

Сумарний момент сил відносно осі закріплення хитного стола

$$M_\Sigma = M_{ін} + M_G + M_{пр} + M_{ст}.$$

Слід враховувати, що моменти  $M_{ін}$ ,  $M_G$  і  $M_{пр}$  діють постійно під час руху стола, а  $M_{ст}$  лише в останній фазі під час проштовхування попередньо зшитих зошитів по приймальному столі.

Момент на головному валу залежить від знака сумарного моменту і визначається за формулами:

$$M_1 = \frac{M_\Sigma \cdot \omega_{xc}}{\omega_1 \cdot \eta}, \text{ при } M_\Sigma > 0 \text{ і } M_1 = \frac{M_\Sigma \cdot \omega_{xc} \cdot \eta}{\omega_1}, \text{ при } M_\Sigma < 0,$$

де  $\eta$  – к.к.д. кулачкового механізму.

Графічна залежність  $M_1 = f(\varphi)$  зображена на рис. 4.

Результати отриманих залежностей засвідчують, що визначальними зусиллями при роботі механізму хитного стола є інерційні, великі значення яких негативно впливають на продуктивність машини. Виникнення моментів від статичних зусиль обумовлене проштовхуванням попередньо зшитих зошитів по приймальному столі в кінці циклу руху хитного стола.

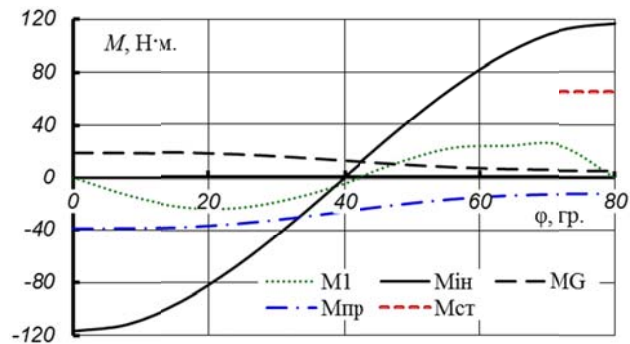


Рис. 4. Результати розрахунку навантажень, що виникають при роботі механізму хитного стола

*Відповідь на питання 2.1.*

На продуктивність ниткошвейної машини впливають наступні параметри: швидкість роботи (ц/24в.); кількість зошитів у книжковому блоці; кількість холостих стібків; кількість зошитів, що одночасно зшиваються (один або два); коефіцієнт надійності машини; коефіцієнт технологічних зупинок.

*Відповідь на питання 2.2.*

Хитний стіл виконує або бере участь у таких операціях:

- приймає на сідло напіврозкритий зошит з бічного транспортера;
- на хитному столі здійснюється вирівнювання зошита відносно вершини стола (механізм обтискувальної планки);
- транспортує зошит у зону швейної каретки;
- вирівнює зошит по головці (механізм бічного рівняння);
- контролює наявність зошита на хитному столі і його положення відносно бічного упора (механізм щупа);
- бере участь у шитті (механізми проколювачів і шиберів);
- проштовхує стопу зшитих блоків по приймальному столу.

Для виконання цих функцій на корпусі хитного стола змонтовані механізми вирівнювання зошита, проколювачів, шиберів.

*Відповідь на питання 2.3.*

Клейовий апарат у ниткошвейній машині призначений для нанесення смужки клею на білякорінцеве поле другого і останнього зошитів. Це забезпечує додаткове, окрім швейного, скріплення першої і останньої пари зошитів, які під час експлуатації книжки найбільше навантажені.

*Використана література:*

1. Хведчин Ю.Й., Книш О.Б., Коломієць А.Б. Брошурувально-палітурне устаткування. Розрахунки виконавчих механізмів: навч. посіб. Львів: УАД, 2010. 128 с.
2. Хведчин Ю.Й. Брошурувально-палітурне устаткування: Ч.1: Брошурувальне устаткування : підручник. Львів : ТеРус, 1999. 336 с.

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК