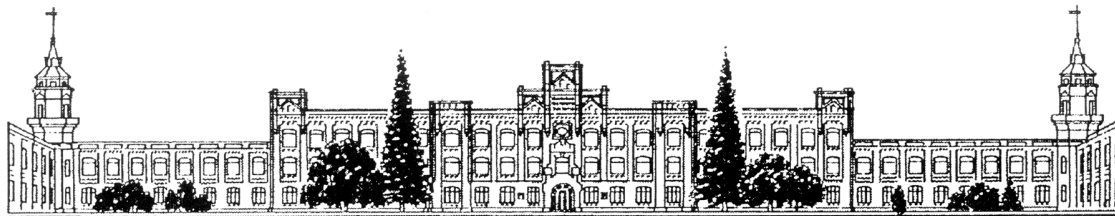


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»



ЛІНІЇ ПАКУВАННЯ.
Практикум з навчальної дисципліни

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для студентів,
які навчаються
за спеціальністю 131 – «Прикладна механіка»,
спеціалізацій «Машини і технології пакування»
та «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання
та проектування обладнання пакування»
(денна форма навчання)*

КПІ ім. Ігоря Сікорського
2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Лінії пакування. Практикум з навчальної дисципліни [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студентів, які навчаються за спеціальністю 131 – «Прикладна механіка», спеціалізація – «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: О. Л. Сокольський. – Електронні текстові дані (1 файл: 0, Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 15 с.

Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № X від DD.MM.2018 р.) за поданням Вченої ради інженерно-хімічного факультету (протокол № X від DD.02.2018 р.)

Електронне мережне навчальне видання

ПАКУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ.
Практикум з навчальної дисципліни

Укладач: *Сокольський Олександр Леонідович*, канд. техн. наук, доц.

Відповідальний редактор: *Гондляр О.В.*, докт. техн. наук, професор

Рецензент: *Степанюк А.Р.*, канд.техн. наук, доц.

Призначення практикуму – закріпити та поглибити теоретичний програмний матеріал, оволодіти практичними навичками роботи в лабораторії пакувального обладнання шляхом самостійного розрахунково-експериментального дослідження складових ліній пакування. Також важливим результатом виконання практикуму є підвищення рівня засвоєння навчального матеріалу, прищеплення умінь і навичок, розвиток наукового мислення та усного мовлення студентів. Практикум містить описи чотирьох практичних завдань. Для кожного практичного завдання сформульована мета та вихідні умови, необхідні для його виконання. Кожному практичному завданню передую короткий опис, який знайомить студентів з поняттями, використовуваними в роботах, обґрунтовується вибір теми, об'єкта і методу дослідження. Далі наводиться опис прийомів, які використовуються для виконання конкретних розрахункових завдань. Для якісного виконання роботи і самоконтролю студентів запропоновані контрольні запитання. У кінці практикуму наведено перелік рекомендованої літератури до усіх тем, в якій більш детально розглянуті питання до представленої тематики.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018

ВСТУП

Даний практикум призначений для підготовки та проведення практичних робіт з навчальної дисципліни «Пакувальне обладнання» (для студентів, які навчаються які навчаються за спеціальністю 131 – «Прикладна механіка», спеціалізація – «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування» денної форми навчання).

Призначення практикуму – сприяти розвитку навичок самостійного розрахунково-експериментального дослідження обладнання ліній пакування.

Практикум містить описи 4 практичних завдань, а саме:

Практична робота №1. Розрахунок трубопроводного транспорту.

Практична робота №2. Побудова кривих течії.

Практична робота №3. Розрахунок кількості стисненого повітря, необхідного для видування ПЕТ-пляшок.

Практична робота №4. Розрахунок конвеєра розігріву преформ

Кожному практичному завданню передують короткий опис, який знайомить студентів з поняттями, використовуваними в роботах, обґрунтовується вибір теми, об'єкта і методу дослідження. Для кожного практичного завдання сформульована мета та вихідні умови, необхідні для його виконання. Далі наводиться опис прийомів, які використовуються для виконання конкретних розрахункових завдань.

Для якісного виконання роботи і самоконтролю студентів запропоновані контрольні запитання до кожної представленої теми.

У кінці практикуму наведено перелік рекомендованої літератури до усіх тем, в якій більш детально розглянуті питання до представленої тематики..

1. МЕТА ТА ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Практичне заняття – це вид навчального заняття, на якому викладач організовує детальний розгляд студентами окремих теоретичних положень навчальної дисципліни та формує вміння і навички їх практичного застосування шляхом індивідуального виконання студентами відповідно до сформульованих завдань.

Основна мета практичного заняття — розширення, поглиблення й деталізація наукових знань, отриманих студентами на лекціях та в процесі самостійної роботи і спрямованих на підвищення рівня засвоєння навчального матеріалу, прищеплення умінь і навичок, розвиток наукового мислення та усного мовлення студентів.

Завдання практичного заняття:

- підготовка до самостійного виконання практичних завдань;
- підготовка студентів до контрольних робіт (за наявності);
- набуття умінь застосування теоретичних знань на практиці;
- підготовка студентів до майбутньої практичної діяльності тощо.

Основною вимогою до проведення практичних занять є забезпечення розуміння студентами теоретичних основ і творчого виконання практичної роботи. Ефективність практичного заняття залежить від самостійності виконання роботи кожним студентом.

Перелік тем і зміст практичних занять визначаються робочою навчальною програмою дисципліни. Практичне заняття проводиться, як правило, з групою.

Практичні заняття можуть проводитися в аудиторії і в навчальних лабораторіях, оснащених необхідними технічними засобами навчання та обчислювальною технікою.

2. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДГОТОВКИ ТА ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Робочою навчальною програмою дисципліни передбачено практичні заняття загальним обсягом 9 годин.

Остання година практичних занять відводиться на захист протоколу з виконаних практичних занять.

Впродовж циклу практичних занять розглядається до 5 тем, обраних студентами за рекомендаціями викладача зі списку тем робочої навчальної програми дисципліни.

Безпосередньо перед виконанням практичних занять викладач надає індивідуальні вихідні дані для проведення необхідних розрахунків при проведенні розрахункової частини.

На кожному практичному занятті розглядається підготовлений студентами протокол з попереднього практичного заняття. Оформлення протоколу про виконання практичного заняття сприяє розвитку у студентів самостійної ініціативи в роботі, формує вміння проводити необхідні порівняння та співставлення, знаходити взаємозв'язки окремих явищ, а також робити обґрунтовані висновки з проведених результатів досліджень.

Практична робота №1 РОЗРАХУНОК ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Мета роботи: навчитися визначати основні параметри трубопроводів

1.1. Теоретична частина

Перед проектуванням трубопроводного транспорту необхідно визначити наступні параметри: діаметр трубопроводу, тиск продукту на вході в трубу і потужність, яка витрачається.

Вихідні параметри.

1. Речовина, яка дозується.
2. Продуктивність трубопроводу M_C , кг/с.
3. Загальна довжина трубопроводу l , м, з урахуванням поворотів.

Розрахункові параметри.

1. Об'ємна витрата V_C , м³/с:

$$V_C = \frac{M_C}{\rho}. \quad (1.1)$$

2. Діаметр трубопроводу d_0 , м:

$$d_0 = \sqrt{\frac{4V_C}{\pi w_0}}. \quad (1.2)$$

За значенням діаметра d_0 по ГОСТу вибирають найближчу величину d , м. Дійсну середню швидкість w , м/с, обчислюють за формулою:

$$w = \frac{4V_C}{\pi d^2}. \quad (1.3)$$

3. Градієнт швидкості $\dot{\epsilon}$, 1/с, обчислюють за формулою:

$$\dot{\epsilon} = \frac{8w}{d}. \quad (1.4)$$

4. Напруження зсуву τ , Па, визначають за формулою:

$$\tau = K \dot{\epsilon}^n, \quad (1.5)$$

де: K - напруження зсуву при одиничному значенні градієнта швидкості, Па;
 n - індекс течії;

Величини K і n вибирають за таблицями для обраної рідини.

5. Втрати тиску p , Па - тиск продукту на виході з насоса, визначається за формулою:

$$p = \frac{4l\tau}{d}. \quad (1.6)$$

Корисна потужність насоса N , кВт:

$$N = pV_C \cdot 10^{-3}. \quad (1.7)$$

1.2. Розрахункові завдання

Розрахувати діаметр трубопроводу, тиск в ньому та потужність насоса за таких умов:

№	M_c , кг/с	l , м	ρ , кг/м ³	K , Па	n
1	0,23	3,4	1240	680	0,76
2	0,12	2,6	840	1480	0,44
3	0,34	1,6	970	470	1,24
4	0,55	2,2	997	40	1
5	0,08	1,8	1130	230	0,66

Зміст протоколу

1. Ціль роботи.
2. Короткі відомості про явища, покладені в основу досліджуваного процесу.
3. Результати розрахунків. Відповідь.

Література

1. Гавва О.М., Беспалько А.П. Пакувальне обладнання. - К.: ІАЦ «Упаковка», 2008.
2. Кодра Ю.В., Стоцько З.А., Гаврильченко О.В. Завантажувальні пристрої технологічних машин. Розрахунок і конструювання: Навч. пос. – Львів: „Бескид Біт”, 2008. – 356 с.

Контрольні запитання та завдання

1. Які показники є основними при розрахунку трубопроводу?
2. Як визначають потужність насоса?
3. Вкажіть, від яких параметрів залежить тиск на вході у трубопровід.

Практична робота №2 ПОБУДОВА КРИВИХ ТЕЧІЇ

Мета роботи: навчитися визначати тип рідини за експериментальними даними

2.1. Теоретична частина

Відмінність властивостей середовищ, які підкоряються різним законам, видно з графіків кривих течії на рис. 9.1.

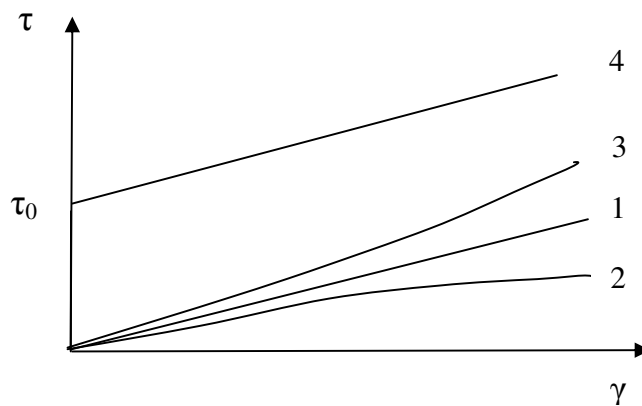


Рис. 2.1. Залежність напруження від швидкості зсуву для рідин:
1 – ньютонівська, 2 – псевдопластична, 3 – ділатантна, 4 – в'язкопластична

Згідно закону Ньютона $\tau = \mu \dot{\gamma}$,

де τ - дотичне напруження, $\dot{\gamma}$ - швидкість зсуву, $\mu = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} = \text{const}$ – в'язкість.

Неньютонівська рідина – рідина, для якої $\mu \neq \text{const}$.

Степеневий закон для псевдопластичних рідин,

$$\tau = k \dot{\gamma}^n$$

де k - коефіцієнт консистенції, n - показник текучості розплаву.

Для в'язкопластичної рідини:

$$\tau = \tau_0 + \eta \dot{\gamma},$$

де τ_0 – початкове напруження зсуву, η – пластична в'язкість,

2.2. Розрахункові завдання

Побудувати в масштабі криві течії в координатах напруження зсуву - швидкість зсуву для структурованих рідин, числові дані для яких представлені в таблиці. Після побудови кривих течії необхідно: а) визначити до якого типу (моделі) відноситься Ваша середовище (ньютонівська, псевдопластична, в'язкопластична, ділатантна і т.д.); б) підібрати відповідне рівняння, що описує її поведінку.

Таблиця. Експериментальні дані, отримані на віскозиметрі

Варіант	Напруження зсуву τ , Па, при швидкостях зсуву $\dot{\gamma}$, с^{-1}				
	0	20	100	200	500
1	0	5738	9603	11988	16073
2	4000	5600	12000	20000	44000
3	0	400	2000	4000	10000
4	0	35864	290618	715586	2354962
5	0	5390	11121	15191	22944

Зміст протоколу

1. Ціль роботи.
2. Короткі відомості про явища, покладені в основу досліджуваного процесу.
3. Результати розрахунків. Відповідь.

Література

1. Яхно О. М. Гідравліка неньютонівських рідин: Навчальний посібник для студ. інженерно-техн. спец. вузів.- К.: Вища школа, 1995.- 199 с.
2. Андерсон Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен: В 2-х томах: Т. 1: Пер. с англ.- М.: Мир, 1990. - 384 с.

Контрольні запитання та завдання

1. Які рідини називають неньютонівськими?
2. Як можна поділити рідини за залежностями напруження від швидкості зсуву?
3. Вкажіть, від яких параметрів залежить напруження у рідині.

Практична робота №3

РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ, НЕОБХІДНОГО ДЛЯ ВИДУВАННЯ ПЕТ-ПЛЯШОК

Мета роботи: навчитися розраховувати технологічні параметри процесу видувного формування та підбирати необхідне устаткування.

3.1. Теоретична частина

Для того щоб правильно вибрати компресор і систему пневматичного живлення агрегату видування, необхідно знати витрату споживаного їм повітря. Ця величина обчислюється виходячи з об'ємної витрати повітря ($\text{м}^3 / \text{год}$), приведеного до нормальних атмосферних умов ($\text{м}^3 / \text{год}$). Витрата стисненого повітря Q_0 , $\text{м}^3 / \text{год}$, необхідного для роботи видувної машини, визначається з виразу:

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, (1)$$

де Q_1 - витрата стисненого повітря, необхідного для змикання і розмикання прес-форми; Q_2 - витрата повітря, необхідного для запечатування горлечок преформ; Q_3 - витрата стисненого повітря для витягування преформ в поздовжньому напрямку; Q_4 - витрата повітря, необхідного безпосередньо для видування пляшок.

Оціночні розрахунки споживання стисненого повітря виконавчими циліндрами $Q_{\text{ц}}$, $\text{м}^3 / \text{год}$, можна провести по обраним значенням робочого тиску $P_{\text{роб}}$, МПа, об'єму робочої порожнини пневмоциліндра $V_{\text{ц}}$, м^3 , або ж діаметру його поршня $D_{\text{ц}}$, м, ходу поршня L , м, і числа його ходів за одиницю часу N , 1 / год:

$$Q_{\text{ц}} = PV_{\text{ц}} N, (2)$$

Тут $P = (P_{\text{атм}} + P_{\text{роб}}) P_{\text{атм}}$ - ступінь стиснення повітря, МПа, $P_{\text{атм}}$ і $P_{\text{роб}}$ - атмосферний і робочий тиск, відповідно, МПа, або:

$$V_{\text{ц}} = \pi D_{\text{ц}}^2 L / 4, [\text{м}^3], (3)$$

де N - число ходів поршня за одиницю часу, однозначно пов'язане з продуктивністю машини ($\Pi_{\text{т}}$).

При використанні двомісній прес-форми число циклів виконавчого циліндра дорівнює половині продуктивності:

$$N = \Pi_{\text{т}} / 2 (4)$$

Витрата стисненого повітря Q_4 , $\text{м}^3 / \text{год}$, необхідна безпосередньо для видування пляшок, визначається за формулою:

$$Q_4 = P_{\text{вид}} \Pi_{\text{т}} V_{\text{бут}} / 1000 (5)$$

де $V_{\text{бут}}$ - ємність пляшки, л.

3.2. Розрахункові завдання

Розрахувати витрату повітря та підібрати компресор за заданими й розрахованими значеннями.

№	$P_{роб}$, МПа	P_T , шт/год	$V_{бут}$, л	L, м
1	0,6	600	2	0,2
2	0,5	300	1,5	0,25
3	1	400	1,25	0,25
4	1,5	500	1	0,3
5	2	1000	0,5	0,3

Зміст протоколу

1. Ціль роботи.
2. Короткі відомості про явища, покладені в основу досліджуваного процесу.
3. Результати розрахунків. Відповідь.

Література

1. Гавва О.М., Беспалько А.П. Пакувальне обладнання. - К.: ІАЦ «Упаковка», 2008.
2. Кодра Ю.В., Стоцько З.А., Гаврильченко О.В. Завантажувальні пристрої технологічних машин. Розрахунок і конструювання: Навч. пос. – Львів: „Бескид Біт”, 2008. – 356 с.

Контрольні запитання та завдання

1. Які показники є основними при розрахунку компресора?
2. Як визначають кількість споживаного повітря?
3. Вкажіть, від яких параметрів залежить витрата повітря на видув пляшок.

Практична робота №4

РОЗРАХУНОК КОНВЕЄРА РОЗІГРІВУ ПРЕФОРМ

Мета роботи: навчитися розраховувати технологічні параметри процесу розігріву преформ.

3.1. Теоретична частина

Станцію розігріву спрощено можна представити у вигляді ланцюгового, замкнутого в горизонтальній площині конвеєра, що рухається зі швидкістю V_k і має Z гнізд для установки преформ. На рис. 4.1 наведено розрахункову схему механізму переміщення преформ.

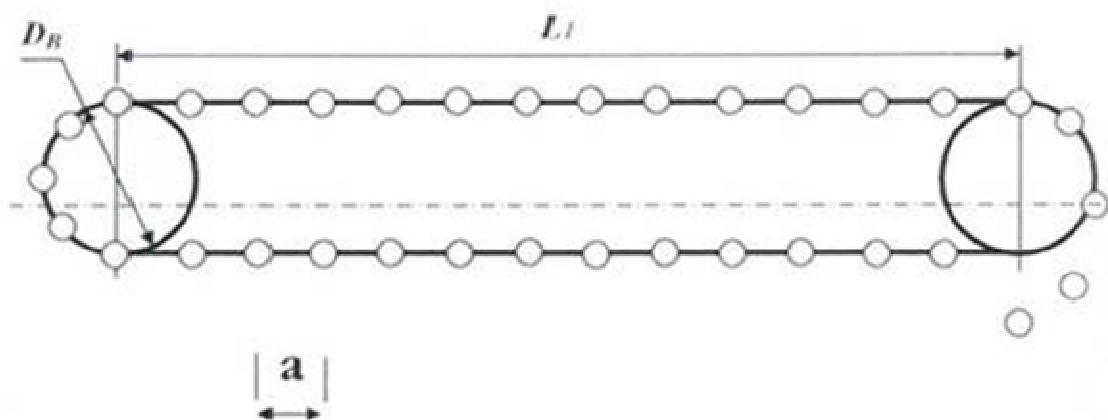


Рис. 4.1. Розрахункова схема конвеєра розігріву преформ

Годинна витрата преформ Π , шт/год, при безперервному русі механізму визначається за формулою:

$$\Pi = 3600 \cdot V_k / a$$

де a - відстань між шпинделями, м; V_k - швидкість переміщення ланцюга конвеєра, м/с.

Швидкість конвеєра V_k може бути визначена за формулою

$$V_k = D_b \cdot n_b / 60000$$

де D_b – діаметр ведучої зірочки, мм; n_b -частота обертання ведучої зірочки, об / хв.

Час нагріву преформ

$$T_n = L / V_{cp},$$

де V_{cp} – середня швидкість руху преформ, м/с (підбирається дослідним шляхом для кожного конкретного типу і ваги преформи); L - шлях, який проходить преформа в машині, м:

$$L = 2 L_1 + S,$$

де L_1 - довжина прямої ділянки конвеєра, м; $S = \pi D_b$ - довжина криволінійної ділянки, м.

Технологічний цикл завантаження-вивантаження преформ T_3 дорівнює тривалості повороту ротора на кут φ між позиціями завантаження і вивантаження. Тривалість технологічного циклу може бути знайдена зі співвідношення:

$$T_3 = 60 \cdot \varphi / n_p \cdot 360.$$

Тут n_p - частота обертання ротора завантаження, об/с.

Вважаємо, щов нашому випадку $n_p = 2 n_b$.

Тривалість робочого циклу, с

$$T_p = T_3 + T_H.$$

3.2. Розрахункові завдання

Розрахувати витрату за заданими значеннями.

№	a, м	D_b , м	n_b , об/хв	L_1 , м	φ , град.
1	0,10	0,42	5	2,5	180
2	0,12	0,45	4	3,5	180
3	0,14	0,40	6	3,0	180
4	0,16	0,50	5	3,5	180
5	0,18	0,60	3	4,0	180

Зміст протоколу

1. Ціль роботи.
2. Короткі відомості про явища, покладені в основу досліджуваного процесу.
3. Результати розрахунків. Відповідь.

Література

1. Гавва О.М., Беспалько А.П. Пакувальне обладнання. - К.: ІАЦ «Упаковка», 2008.
2. Кодра Ю.В., Стоцько З.А., Гаврильченко О.В. Завантажувальні пристрої технологічних машин. Розрахунок і конструювання: Навч. пос. – Львів: „Бескид Біт”, 2008. – 356 с.

Контрольні запитання та завдання

1. Які показники є основними при розрахунку конвеєра розігріву преформ?
2. Як визначають швидкість конвеєра?
3. Вкажіть, від яких параметрів залежить тривалість робочого циклу.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гавва О.М., Беспалько А.П. Пакувальне обладнання. - К.: ІАЦ «Упаковка», 2008.
2. Кодра Ю.В., Стоцько З.А., Гаврильченко О.В. Завантажувальні пристрої технологічних машин. Розрахунок і конструювання: Навч. пос. – Львів: „Бескид Біт”, 2008. – 356 с.
3. Чернов М.Е. Упаковка сыпучих продуктов: учебное пособие. - М.: Де Ли, 2000. – 163 с.
4. Сторіжко Й.І., Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. Термінологічний довідник пакувальника. - К.: ІАЦ „Упаковка”, 1999. - 80 с.
5. Упаковка грузов: справочник /Н.В.Акимов, Н.Н.Андропова, Н.М.Гаврюшин и др. - М.: Транспорт, 1992. – 480 с.
6. Катылов А.В., Любартович С.В. Дозирование сыпучих и вязких материалов. - Л.: Химия, 1990. – 240 с.
7. Машины для фасования пищевых жидкостей в бутылки / Ц.Р.Зайчик, В.А. Трунов, В.К. Яшин - М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.
8. Погрузочно-разгрузочные и транспортные операции на линиях розлива пищевых продуктов /А.И. Соколенко, М.И.Юхно, О.И. Ковальов и др. - М.: Агропромиздат, 1986. – 220 с.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Мета та основні завдання практичних занять.....	4
2. Рекомендації щодо підготовки та проведення практичних занять.....	5
Практична робота №1. Розрахунок трубопроводного транспорту.....	6
Практична робота №2. Побудова кривих течії	8
Практична робота №3. Розрахунок кількості стисненого повітря, необхідного для видування ПЕТ-пляшок	10
Практична робота №4. Розрахунок конвеєра розігріву преформ	12
Список рекомендованої літератури.....	14

Електронне мережне навчальне видання

Сокольський Олександр Леонідович

**ЛІНІЇ ПАКУВАННЯ.
Практикум з навчальної дисципліни**

*для студентів,
які навчаються за спеціальністю 131 – «Прикладна механіка»,
спеціалізацій
«Машини і технології пакування»
та «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання
та проектування обладнання пакування»
денної форми навчання*

Комп'ютерна правка та верстка – *авторські*