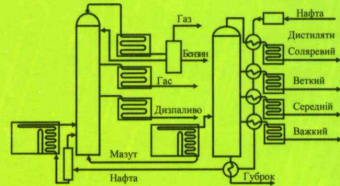


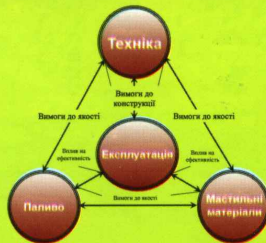
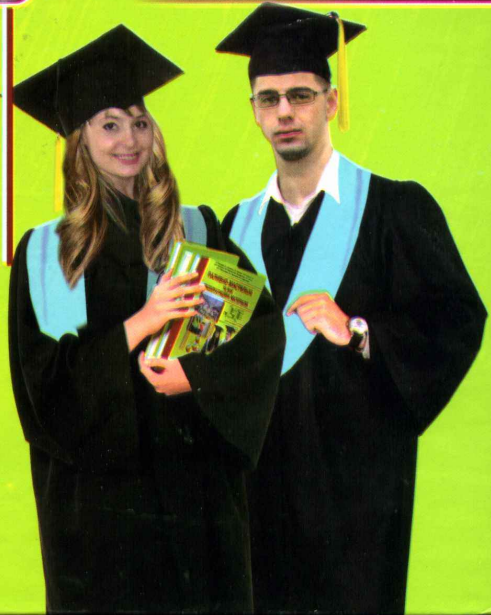
І.М. Бендера, В.І. Дуганець, М.І. Кизима, С.Й. Ковалишин,  
 В.П. Кувачов, С.В. Кюрчев, Я.М. Михайлович, А.І. Окоча,  
 А.С. Пастушенко, С.Л. Олексійко, С.І. Пшеничка, М.А. Василинич

# ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНІ та інші ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ



$$Q_B = 339C + 1256H - 109(O - S);$$

$$Q_H = Q_B - 25(9H + W) = 339C + 1030H - 109(O - S) - 25W$$





І. М. Бендера



В.І. Дуганець



М.І. Кизима



С.Й. Ковалишин



В.П. Кувачов



С.В. Кюрчев



Я. М. Михайлович



А.І. Окоча



А.С. Пастушенко



С.Л. Олексійко



С.І. Пшеничка



М.А. Василич

## **ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНІ та інші ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ**

**Подільський державний аграрно-технічний університет**  
Інженерно-технічний факультет

вул. Шевченка, 13,  
м. Кам'янець-Подільський,  
Хмельницька область, 32316.  
Тел: (03849) 2-55-49, (03849) 6-83-97 (деканат),  
(03849) 6-83-50 (приймальна комісія);  
<http://www.imesg.kam-pod.org>;  
e-mail: [imesg@rambler.ru](mailto:imesg@rambler.ru)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Подільський державний аграрно-технічний університет  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
Львівський національний аграрний університет

І.М. Бендера, І.В. Дуганець, М.І. Кизима, С.Й. Ковалишин,  
В.П. Кувачов, С.В. Кюрчев, Я.М. Михайлович, А.І. Окоча,  
С.Л. Олексійко, А.С. Пастушенко, С.І. Пшеничка, М.А. Василич

# ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНІ ТА ІНШІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Навчально-методичний комплекс

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
як навчально-методичний посібник для студентів,  
магістрів і науково-педагогічних працівників інженерних спеціальностей  
аграрних вищих навчальних закладів*

Кам'янець-Подільський  
ФОП Сисин Я.І.

 Абетка  
2016

Автори:

*І.М. Бендера*, доктор педагогічних наук, професор;  
*В.І. Дуганець*, кандидат технічних наук, доцент;  
*М.І. Кизима*, викладач;  
*С.Й. Ковалішин*, кандидат технічних наук, доцент;  
*В.П. Кувачов*, кандидат технічних наук, доцент;  
*С.В. Кюрчев*, кандидат технічних наук, доцент;  
*Я.М. Михайлович*, кандидат технічних наук, професор;  
*А.І. Окоча*, кандидат технічних наук, доцент;  
*С.Л. Олексійко*, асистент;  
*А.С. Пастушенко*, старший викладач;  
*С.І. Пшенічка*, інженер-педагог;  
*М.А. Василінич*, аспірант.

За редакцією:

*І.М. Бендери та В.І. Дуганця.*

Рецензенти:

*О.В. Сидорчук*, доктор технічних наук, професор, заступник директора з наукової роботи Національного наукового центру «Інститут механізації і електрифікації сільського господарства»;  
*П.С. Атаманчук*, доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри методики викладання фізики та дисципліни технологічної освітньої галузі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка;  
*В.Д. Слободян*, кандидат економічних наук, доцент, завідувач кафедри бухгалтерського обліку, проректор з навчально-методичної роботи Подільського державного аграрно-технічного університету.

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів, магістрів і науково-педагогічних працівників інженерних спеціальностей аграрних вищих навчальних закладів (лист № 1/11-10450 від 22 грудня 2009 р.)*

П14 Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали. Навчально-методичний комплекс : [навчально-методичний посібник для студентів із напрямку підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва рівня «Бакалавр»] / І.М. Бендера, В.І. Дуганець, М.І. Кизима, та ін. / За ред. І.М. Бендери, В.І. Дуганця. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин Я.І., 2016. – 420 с.  
ISBN 978-617-7052-09-7.

У навчальному посібнику наведена методика вивчення дисципліни «Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали» на освітньо-кваліфікаційному рівні «Бакалавр» напрямку підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» у вищих навчальних закладах та при вивченні професійно-орієнтованих дисциплін основного циклу.

Наведено спеціальний довідковий матеріал та зразки програм, структуру лекцій, методичні матеріали для проведення лабораторно-практичних занять, програми питання для атестації, набір письмових екзаменаційних питань, збірник тестових завдань, збірник інженерних задач, методичні матеріали для виконання розрахунково-графічних робіт, індивідуальних завдань і самостійної роботи.

Для студентів і науково-педагогічних працівників вищих навчальних закладів.

УДК 631.372/373.004.5(075.5)  
ББК 40.72я75

© І.М. Бендера, В.І. Дуганець, М.І. Кизима, С.Й. Ковалішин, В.П. Кувачов, С.В. Кюрчев, Я.М. Михайлович, А.І. Окоча, С.Л. Олексійко, А.С. Пастушенко, С.І. Пшенічка, М.А. Василінич, 2016.  
© ФОП Сисин Я.І., оформлення, макет, 2016.

ВСТУП..... 9

## Розділ 1. ОСНОВНІ ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

1.1. Загальні терміни та визначення.....	11
1.2. Специфічні терміни.....	16
1.3. Нормативні документи.....	18

## Розділ 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали»

2.1. Структура та характеристика навчальної дисципліни.....	21
2.2. Теоретичні заняття.....	21
2.2.1. Загальні відомості про паливно-мастильні матеріали. Хімотологія палив.....	23
2.2.2. Хімотологія мастильних матеріалів та технічні рідини. Основи раціонального та економічного їх використання.....	24
2.2.3. Ремонтно-експлуатаційні матеріали. Основи безпечного використання ПМІЕМ.....	25
2.3. Орієнтовний перелік тем лабораторних робіт.....	26
2.3.1. Загальні відомості про паливно-мастильні матеріали.....	26
2.3.2. Хімотологія мастильних матеріалів та технічні рідини. Основи раціонального та економічного їх використання.....	26
2.3.3. Ремонтно-експлуатаційні матеріали. Основи безпечного використання ПМІЕМ.....	26
2.4. Самостійна робота.....	27
2.4.1. Підготовка до навчальних занять.....	27
2.4.2. Орієнтовний перелік тем індивідуальних завдань для самостійної роботи.....	28
2.5. Орієнтовний розподіл балів, що присвоюються студентам з навчальної дисципліни.....	29
2.6. Критерії та шкала оцінювання знань і вмінь студентів.....	29

## Розділ 3. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали»

3.1. Лекція № 1. Загальні відомості про паливо та одержання паливно-мастильних матеріалів, їх види.....	32
3.1.1. Стан проблеми, мета та задачі навчальної дисципліни.....	32
3.1.2. Види палив, їх властивості та горіння.....	33
3.1.3. Загальні відомості про нафту та одержання паливно-мастильних матеріалів.....	41
3.2. Лекція № 2. Хімотологія автомобільних бензинів.....	54
3.2.1. Умови застосування та вимоги до автомобільних бензинів.....	54

3.2.2.	Сумішоутворюючі властивості бензинів.....	56
3.2.3.	Суть нормального та детонаційного згоряння.....	59
3.2.4.	Вплив конструкційних та експлуатаційних факторів і складу палива на процес горіння.....	62
3.2.5.	Оцінка детонаційної стійкості бензинів та методи її підвищення.....	63
3.2.6.	Стандарти, сорти та марки автомобільних бензинів.....	65
3.3.	Лекція № 3. Хімотологія дизельного палива.....	67
3.3.1.	Умови застосування та вимоги до дизельного палива.....	67
3.3.2.	Властивості палив, які впливають на прогнність та сумішоутворення.....	70
3.3.3.	Займання та згоряння дизельного палива.....	74
3.3.4.	Стандарти та марки дизельних палив.....	76
3.4.	Лекція № 4. Хімотологія газоподібного палива та палив для теплосилових установок сільськогосподарського призначення.....	78
3.4.2.	Палива для теплових установок сільськогосподарського призначення.....	84
3.5.	Лекція № 5. Закордонні класифікації рідких і газоподібних палив та їх відповідність вітчизняним.....	92
3.5.1.	Найпоширеніші закордонні класифікації автомобільних бензинів.....	92
3.5.2.	Найпоширеніші закордонні класифікації дизельного палива.....	93
3.5.3.	Використання газоподібного палива за кордоном.....	94
3.6.	Лекція № 6. Хімотологія мастильних матеріалів.....	96
3.6.1.	Загальні аспекти проблеми. Поняття про тертя та зношування.....	96
3.6.2.	Призначення, функції та класифікація мастильних матеріалів.....	102
3.6.3.	Призначення, види присадок, концентрація та механізм їх дії.....	104
3.6.4.	Оцінка експлуатаційних властивостей мастильних матеріалів з присадками.....	110
3.7.	Лекція № 7. Хімотологія моторних олив.....	111
3.7.1.	Умови роботи моторних олив і фактори, які впливають на зміну їх якості.....	111
3.7.2.	Експлуатаційні властивості моторних масел.....	113
3.7.3.	Вітчизняна класифікація моторних олив.....	117
3.7.4.	Старіння олив у процесі їх застосування.....	121
3.7.5.	Використання закономірностей зміни показників моторної оливи для діагностування технічного стану двигунів.....	122
3.8.	Лекція № 8. Хімотологія трансмісійних олив і олив технічного призначення.....	124
3.8.1.	Хімотологія трансмісійних олив.....	125
3.8.2.	Хімотологія гідравлічних олив.....	129
3.8.3.	Хімотологія індустріальних олив.....	132

3.9.	ЛЕКЦІЯ № 9. Хімотологія мастил, твердих і самозмащувальних матеріалів.....	135
3.7.2.	Класифікація, основні експлуатаційні властивості та позначення мастил.....	137
3.9.3.	Асортимент мастил, що використовуються у сільському господарстві.....	145
3.9.4.	Короткі відомості про тверді та самозмащувальні матеріали.....	146
3.10.	ЛЕКЦІЯ № 10. Закордонні класифікації моторних, трансмісійних, гідравлічних олив і мастил, їх відповідність вітчизняним.....	147
3.10.1.	Закордонні класифікації моторних олив та їх відповідність вітчизняним.....	147
3.10.2.	Закордонні класифікації трансмісійних олив та їх відповідність вітчизняним.....	162
3.10.3.	Закордонні класифікації гідравлічних олив та їх взаємозамінність з вітчизняними.....	164
3.10.4.	Найбільш поширені закордонні класифікації мастил.....	166
3.11.	ЛЕКЦІЯ № 11. Експлуатаційні властивості та застосування спеціальних технічних рідин.....	170
3.11.1.	Рідини для охолодження двигунів внутрішнього згоряння.....	170
3.11.2.	Гальмівні рідини.....	176
3.11.3.	Амортизаційні рідини.....	178
3.12.	ЛЕКЦІЯ № 12. Основні напрямки удосконалення, основи раціонального та економічного використання паливно-мастильних матеріалів.....	180
3.12.1.	Основні напрямки удосконалення ПММ.....	180
3.12.2.	Шляхи зменшення втрат, економія нафтопродуктів.....	193
3.12.3.	Контроль якості ПММ у виробничих умовах та основні методи їх відновлення.....	202
3.13.	ЛЕКЦІЯ № 13. Лакофарбові матеріали.....	210
3.13.1.	Призначення, класифікація та позначення лакофарбових матеріалів.....	210
3.13.2.	Компоненти та властивості лакофарбових матеріалів.....	212
3.13.3.	Матеріали для догляду за лакофарбовими покриттями.....	220
3.14.	Лекція № 14. Клеї та герметики.....	223
3.14.1.	Загальні відомості.....	223
3.14.2.	Клейові матеріали на основі полімерів.....	225
3.14.3.	Клейові матеріали на основі похідних акрилових кислот і каучуку.....	229
3.15.	ЛЕКЦІЯ № 15. Основи безпечного використання ПМІЕМ.....	234
3.15.1.	Основи безпечного використання ПММ та технічних рідин.....	234
3.15.2.	Умови безпечного використання ремонтно-експлуатаційних матеріалів.....	238

**Розділ 4. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ**

1.	Організація проведення лабораторних занять .....	240
4.1.1.	Обладнання лабораторії для проведення занять .....	240
4.1.2.	Методика проведення лабораторних занять .....	240
4.1.3.	Планування лабораторних занять .....	240
4.1.4.	Підготовка студентів до лабораторних занять і контроль за виконанням робіт .....	241
4.1.5.	Безпека праці при проведенні лабораторних занять .....	242
2.	Лабораторна робота № 1 .....	244
4.2.1.	Визначення фракційного складу світлих нафтопродуктів згідно з ДСТУ 2177-82 .....	244
3.	Лабораторна робота № 2. Визначення наявності води, водорозчинних кислот і лугів у нафтопродуктах .....	250
4.3.1.	Визначення наявності води в нафтопродуктах згідно з ДСТУ 4488:2005 .....	250
4.3.2.	Визначення вмісту водорозчинних кислот і лугів згідно з ДСТУ 4488:2005 .....	253
4.	Лабораторна робота № 3. Визначення густини нафтопродуктів і наявності в них механічних домішок .....	256
4.4.1.	Визначення густини нафтопродуктів згідно з ДСТУ 3900-85 та ДСТУ 31072:2006 .....	256
4.4.2.	Визначення наявності механічних домішок у нафтопродуктах .....	266
5.	Лабораторна робота № 4. Визначення наявності активних сірчистих сполук і ненасичених вуглеводнів у паливах .....	267
4.5.1.	Визначення наявності активних сірчистих сполук методом випробування на мідній пластинці .....	267
4.5.2.	Визначення наявності ненасичених вуглеводнів у паливах .....	269
6.	Лабораторна робота № 5 .....	272
4.6.1.	Визначення кінематичної в'язкості нафтопродуктів .....	272
7.	Лабораторна робота № 6. Визначення умовної в'язкості .....	277
4.7.1.	Будова приладу .....	277
4.7.2.	Методика виконання роботи .....	277
4.7.3.	Підрахунок результатів випробування .....	278
8.	Лабораторна робота № 7. Визначення температури спалаху нафтопродуктів у відкритому тиглі .....	279
4.8.1.	Загальні відомості .....	279
4.8.2.	Будова приладу .....	279
4.8.3.	Методика виконання роботи .....	279

4.9.	Лабораторна робота № 8. Визначення температури спалаху в закритому тиглі .....	282
4.9.1.	Будова приладу .....	282
4.9.2.	Методика визначення температури спалаху .....	282
4.10.	Лабораторна робота № 9. Визначення температури краплепадіння і консистенції (числа пенетрації) мастил .....	285
4.10.1.	Визначення температури краплепадіння мастила .....	285
4.10.2.	Визначення консистенції мастила .....	288
4.11.	Лабораторна робота № 10. Визначення якості низькозамерзаючих охолоджувальних рідин .....	292
4.11.1.	Загальні відомості .....	292
4.11.2.	Методика виконання роботи .....	293
4.12.	Лабораторна робота № 11. Засоби контролю якості нафтопродуктів .....	294
4.12.1.	Загальні відомості .....	295
4.12.2.	Будова та характеристики лабораторії ПЛ-2М .....	295
4.12.3.	Будова та можливості лабораторії РЛ .....	296
4.12.4.	Будова й можливості лабораторії для аналізів відпрацьованих нафтопродуктів ЛІАВН-2 .....	297
4.12.5.	Фотоелектрична установка для спектрального аналізу олів МФС-7 .....	297
4.13.	Лабораторна робота № 12. Контроль якості нафтопродуктів та їх покращення .....	300
4.13.1.	Загальні відомості .....	300
4.13.2.	Контроль якості нафтопродуктів експрес-методами .....	302
4.13.3.	Покращення якості нафтопродуктів .....	306
4.14.	Лабораторна робота № 13. Визначення умовної в'язкості та розтічності лакофарбових матеріалів .....	308
4.14.1.	Визначення умовної в'язкості лакофарбових матеріалів .....	308
4.14.2.	Визначення розтічності (розливання) лакофарбових матеріалів .....	312
4.15.	Лабораторна робота № 14. Визначення покривності та часу висихання лакофарбових матеріалів .....	313
4.15.1.	Визначення покривності лакофарбових матеріалів згідно з ДСТУ 8784-75 .....	313
4.15.2.	Визначення часу та ступеня висихання лакофарбових матеріалів згідно з ДСТУ 19007-73 .....	315
4.16.	Лабораторна робота № 15. Визначення основних показників якості клейових матеріалів .....	318
4.16.1.	Загальні відомості .....	318
4.16.2.	Методика виконання роботи .....	319

**Розділ 5. САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ**

5.1. Підготовка до навчальних занять .....	321
5.1.1. Розділ 1. Загальні відомості про паливно-мастильні матеріали. Хімотологія палив .....	321
5.1.2. Розділ 2. Хімотологія мастильних матеріалів та технічні рідини. Основи раціонального та економного їх використання .....	332
5.1.3. Розділ 3. Ремонтно-експлуатаційні матеріали. Основи безпечного використання ПМІЕМ .....	344
5.2. Орієнтовний перелік тем індивідуальних завдань для самостійної роботи. Індивідуальні завдання пропонується виконувати у вигляді рефератів .....	348
5.2.1. Розділ 1. Загальні відомості про паливно-мастильні матеріали. Хімотологія палив .....	348
5.2.2. Розділ 2. Хімотологія мастильних матеріалів та технічні рідини. Основи раціонального та економного їх використання .....	348
5.2.3. Розділ 3. Ремонтно-експлуатаційні матеріали. Основи безпечного використання ПМІЕМ .....	349

**Розділ 6. ДІАГНОСТИКА ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ**

6.1. Перелік тестових питань .....	350
6.1.1. Програмні питання розділу 1 .....	350
6.1.2. Програмні питання розділу 2 .....	351
6.1.3. Програмні питання розділу 3 .....	353
6.2. Тестові завдання .....	355
6.2.1. Тестові завдання розділу 1 .....	355
6.2.2. Тестові завдання розділу 2 .....	361
6.2.3. Тестові завдання розділу 3 .....	367
6.3. Варіанти тестових завдань з визначення залишкових знань .....	373
6.4. Питання для тестів .....	380
Додатки .....	386
Список скорочень .....	417
Список використаної літератури .....	418
Відомості про авторів .....	419

**ВСТУП**

Проблема раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів стала однією з найважливіших економічних, соціальних і технічних проблем сучасності, рішення якої для України є найважливішою на родногосподарською задачею.

Сільське господарство України є одним з головних споживачів енергії. Підвищення рівня виробництва сільськогосподарської продукції, обсягів механізованих робіт супроводжується безперервним збільшенням витрат енергетичних ресурсів, зокрема паливно-мастильних матеріалів.

Гостроти проблема набуває ще і тому, що в енергетичному балансі України основним енергоносієм є нафта, власний видобуток якої не забезпечує потреби у ній промисловості і сільського господарства.

Тому, питання економного використання енергії у сільському господарстві на сучасному етапі варто розглядати не тільки як зниження витрат паливно-мастильних матеріалів, а значно ширше – як визначення основних напрямків енергозберігаючої політики з урахуванням перспектив застосування альтернативних джерел енергії.

В процесі використання перших простих механізмів у сільськогосподарському виробництві люدتво зустрілося з явищем тертя та зносу. Було відмічено, що на подолання сил тертя необхідні затрати відповідної енергії, тому одразу почалися пошуки способів і засобів зниження цих затрат, а також зменшення зносу поверхонь, що труться. При цьому, людська думка почала розвиватися по двох напрямках: підбір більш надійних, зносостійких конструкційних матеріалів з малим коефіцієнтом тертя та застосування різних змащувальних матеріалів.

З появою енергетичних засобів виникло багато специфічних питань щодо конструювання та експлуатації енергетичних установок – двигунів, що пов'язано не тільки з явищем тертя та зносу, але і з особливостями згоряння палива і поведінкою оливи в двигуні. З ускладненням конструкцій двигунів, підвищенням їх потужностей і теплонпруженості підвищилися вимоги до якості паливно-мастильних матеріалів. У нафтопереробній і хімічній промисловості з'явилися відповідні технологічні і ресурсні питання. Складні виникли питання і у експлуатаційників: як забезпечити надійну і ефективну роботу двигунів в конкретних, під час екстремальних умовах їх експлуатації? При цьому слід звернути увагу