

54
M92

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ імені ІВАНА КОЖЕДУБА

Т. П. Мухіна,
І. А. Токарєва,
В. М. Гаврилова

ХІМІЯ

ТА ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Частина 2



Харків
2021

57
М 92

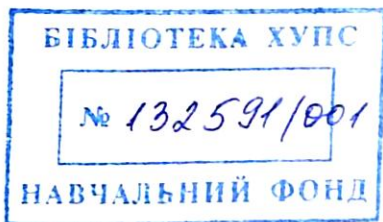
МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ імені ІВАНА КОЖЕДУБА

Т. П. Мухіна, І. А. Токарева, В. М. Гаврилова

**ХІМІЯ
ТА ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНІ
МАТЕРІАЛИ**

Частина 2

Навчальний посібник



Харків
2021

УДК 54[629.7:662.7](07)
М92

*Затверджено до видання вченою радою
Харківського національного університету
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
(протокол № 11 від 16.06.2020)*

Рецензенти: А. В. Приймак, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Харківського національного аерокосмічного університету імені М. Є. Жуковського;
О. М. Леоненко, кандидат технічних наук, доцент (ХНУПС)

Мухіна Т. П.

М92 Хімія та паливно-мастильні матеріали. Ч. 2 : навч. посіб. / Т. П. Мухіна, І. А. Токарєва, В. М. Гаврилова. – Х. : ХНУПС, 2021. – 112 с.

Навчальний посібник містить відомості про склад, експлуатаційні властивості та методи контролю якості авіаційних палив, мастильних матеріалів і технічних рідин (АПММ) в обсязі, потрібному для розуміння роботи й грамотної експлуатації авіаційної техніки.

Теоретичний матеріал посібника поєднаний з практичними питаннями впливу фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей АПММ на надійність роботи авіаційної техніки.

Посібник призначений для курсантів, слухачів і студентів, які навчаються за спеціальністю "Авіаційний транспорт".

Частина I навчального посібника "Хімія та паливно-мастильні матеріали" вийшла друком у 2018 році окремим виданням.

УДК 54[629.7:662.7](07)

© Мухіна Т. П., Токарєва І. А., Гаврилова В. М.,
2021

© Харківський національний університет
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2021

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ПАЛИВА ДЛЯ АВІАЦІЙНИХ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ.....	8
1.1. Склад палив.....	8
1.2. Умови використання та основні вимоги до палив.....	9
1.3. Енергетичні характеристики палив.....	10
1.4. Чистота та низькотемпературні властивості палив.....	14
1.5. Здатність палив випаровуватися.....	18
1.6. Характеристики горіння палив.....	20
1.7. Стабільність палив.....	22
1.8. Корозійність рідкого палива.....	25
1.9. Протиспрацьовувальні властивості палив.....	27
1.10. Електропровідність палив.....	28
1.11. Класифікація і характеристика реактивних палив.....	29
1.12. Альтернативні палива.....	36
Контрольні питання і завдання.....	37
2. АВІАЦІЙНІ БЕНЗИНИ.....	40
2.1. Особливості робочого процесу поршневого двигуна.....	40
2.2. Експлуатаційні властивості бензинів.....	44
2.3. Марки авіаційних бензинів.....	48
Контрольні питання і завдання.....	48
3. ПАЛИВА ДЛЯ РАКЕТНИХ ДВИГУНІВ.....	49
3.1. Загальна характеристика ракетних палив, їх тягова ефективність та вимоги до них.....	49
3.2. Рідкі двокомпонентні ракетні палива.....	50
3.3. Рідкі унітарні ракетні палива.....	53
3.4. Тверді ракетні палива.....	53
Контрольні питання і завдання.....	55
4. МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ.....	56
4.1. Уявлення про тертя і зношування.....	56
4.2. Склад олив.....	60
4.3. В'язкість олив.....	64
4.4. Високотемпературні властивості олив.....	68
4.5. Корозійність олив.....	71
4.6. Марки олив.....	73
4.7. Пластичні мастила.....	84

Контрольні питання і завдання	91
5. СПЕЦІАЛЬНІ РІДИНИ.....	94
5.1. Робочі рідини для гідросистем і гідропристроїв.....	94
5.2. Рідини для боротьби з обледенінням (антильодові рідини).....	97
5.3. Спеціальні охолодні рідини для обладнання повітряних суден	103
5.4. Вогнегасні рідини для протипожежного обладнання повітряних суден	105
Контрольні питання і завдання	106
ВИСНОВОК.....	108
ЛІТЕРАТУРА.....	109

ВСТУП

Перший блок змістових модулів дисципліни "Хімія та паливно-мастильні матеріали" присвячений вивченню основних хімічних понять, теорій і законів, а також властивостей речовин, які потрібні для розуміння роботи авіаційної техніки (АТ). Відповідна інформація наведена в навчальному посібнику [4].

Пропонований посібник забезпечує вивчення другого блока змістових модулів цієї дисципліни та має на меті дати знання про хімічну природу, склад і особливості фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей *палив, мастильних матеріалів і спеціальних (технічних) рідин* (ПММ), що застосовують на АТ.

Переважає більшість двигунів сучасних транспортних засобів і в тому числі майже всі двигуни літаків та вертольотів (повітряних суден, ПС) – це хімічні теплові двигуни, які перетворюють теплову енергію реакцій горіння палив на механічну енергію руху.

Паливо, строго кажучи, складається з двох компонентів – окисника і пального. У газотурбінних та поршневих двигунах літаків і вертольотів окисником є повітря (точніше – кисень). Оскільки повітря не запасують на борту ПС, поняття "паливо" і "пальне" часто ототожнюють.

Мастильні матеріали знижують тертя, нагрівання і знос деталей двигунів, силових передач та інших агрегатів ПС, підвищують ресурс і надійність, запобігають процесу їх руйнування.

Сировиною для отримання палив, а також багатьох мастильних матеріалів і технічних рідин є нафта – горюча масляниста рідина органічного походження, яку добувають із надр землі. Нафта складається, головним чином, із Карбону (82 – 87 %) та Гідрогену (11 – 14 %) і містить у собі також сполуки Оксигену (O), Сульфуру (S), Нітрогену (N) та деяких металів. Основою нафти є вуглеводні (C_xH_y).

Шляхом ректифікації (перегонки, первинної переробки) при атмосферному тиску з нафти отримують нафтові фракції з різними температурними межами википання (табл. В.1). Авіаційні поршневі двигуни як пальне використовують авіаційний бензин, а газотурбінні двигуни – реактивне паливо, для виготовлення якого можуть застосовуватися лігроїнова, гасова, а також бензинова і газойлева фракції. Вихід паливних становить 50 %. Бензину може бути отримано 20 – 25 %, гасу – від 15 до 20 %, дизельного палива – від 5 до 7 %.

Із мазуту – залишку від атмосферної перегонки нафти, що містить у собі вуглеводні та інші речовини з високими температурами кипіння, перегонкою при зниженому тиску отримують солярний дистилят (з нього виготовляють дизельне паливо) і малов'язкі та більш в'язкі дистиляти, з яких виготовляють рідкі мастильні матеріали оливи.

Таблиця В.1

Температурні межі википання нафтових фракцій

Назва фракції	Межі википання, °C	Назва фракції	Межі википання, °C
Нафтовий газ (метан – н-бутан)	–162 ... –0,5	Реактивне паливо	60 ... 315
Авіаційний бензин	40 ... 180	Гас	150 ... 315
Автомобільний бензин	35 ... 205	Дизельне паливо	150 ... 360
Лігроїн	120 ... 240	Газойль	230 ... 360

Недостатньо висока якість ПММ знижує ефективність роботи і експлуатаційну надійність техніки. Але необґрунтоване підвищення вимог до ПММ, у свою чергу, може призвести до їх подорожчання, скорочення виробництва й неможливості надійного забезпечення АТ.

Експлуатаційні властивості та якість ПММ, теорію й практику їх раціонального використання у двигунах та механізмах вивчає хімотологія – нова галузь знань, що спирається на такі науки, як фізика, хімія, теплотехніка, машинознавство, економіка й екологія. Назва цієї науки утворена від слів “хімія”, “мотор”, “логос”. Засновником хімотології є російський вчений К. К. Папок.

Вимоги до ПММ певних марок та правил контролю їхньої якості сформульовані у відповідних стандартах. На всесвітньому рівні у цій галузі існує Міжнародна організація зі стандартизації (International Organization for Standardization, ISO). Україна і Росія співпрацюють у рамках Міждержавної ради зі стандартизації, метрології і сертифікації (МЖР) щодо проведення погодженої політики у сфері виробництва й використання нафтопродуктів.

В Україні діють міждержавні стандарти ГОСТ і ТУ, а також національні нормативні документи – державні стандарти України (ДСТУ), галузеві стандарти України (ГСТУ), технічні умови України (ТУ У) та стандарти підприємств (СТП).

У Росії це міждержавні (ГОСТ) та національні стандарти (ГОСТ Р і ТУ). ISO надала МЖР статус регіональної організації зі стандартизації, а стандарти ГОСТ визнані як міжнародні.

Для кожної марки (сорту) ПММ регламентовані технологія виробництва, вихідна сировина, присадки, а також значна кількість показників якості. Визначення цих показників проводять у спеціалізованих лабораторіях згідно зі стандартами на методи випробувань, оскільки числове значення показника суттєво залежить від методу його визначення. Результати контролю якості на певний зразок ПММ містяться в *паспорті*.

У галузі ПММ існують деякі розбіжності стосовно термінів у відповідних ДСТУ [2, 3] і наказах Міністра або Міністерства оборони [5, 6]. Документи першої групи застосовують назви “паливо”, “технічні рідини”.

Документи другої пропонують замість них “пальне” (і також “паливо”) та “спеціальні рідини”. Даний посібник базується на державних стандартах [2, 3].

Знання правил раціонального використання ПММ, контролю якості, а також взаємозв'язків між характеристиками ПММ і конструкцією, параметрами й режимами роботи ПС та їх силових пристроїв потрібні для більш глибокого засвоєння низки питань дисципліни “Основи експлуатації повітряних суден ЗС України”, а також формування в майбутніх авіаційних фахівців певних професійних знань та вмінь, підготовки їх до експлуатації авіаційних ПММ у військових частинах. Під час вивчення дисципліни загальнонаукові положення хімії й хімотології постійно поєднуються зі спеціальними питаннями, які мають значення для експлуатації бойової авіаційної техніки.

ВИСНОВОК

Сучасний ринок праці вимагає від фахівця не лише глибоких теоретичних знань, а й здатності самостійно їх застосовувати в нестандартних, постійно змінюваних ситуаціях, а також постійно здобувати нові знання протягом усього життя.

Якщо випускники нашого навчального закладу матимуть необхідний рівень професійних знань, умінь і навичок розв'язування пізнавальних та практичних задач, використання накопиченого досвіду і поєднання в одне ціле елементів знань з окремих навчальних дисциплін, а також з організації процесу самостійного навчання та несення відповідальності за прийняті рішення, це будуть дійсно компетентні фахівці, потрібні сучасному і майбутньому ринку праці.

Стати компетентним фахівцем можна, оволодівши фундаментальними знаннями з математики, фізики й хімії.

Опановуючи фундаментальні закони хімії, слід обов'язково розкривати фізико-хімічну природу речовин і процесів, що використовуються в АТ. При дослідженні паливно-мастильних матеріалів потрібно навчитися аналізувати взаємозв'язки між значеннями показників якості конкретних зразків ПММ та їх експлуатаційними властивостями, впливом на роботу авіаційної техніки. Оцінюючи відповідність ПММ вимогам стандартів за різними показниками якості, необхідно робити висновки про ймовірні небажані наслідки використання некондиційних ПММ, а також причини погіршення їхньої якості.

Слід пам'ятати, що як би викладачі не старалися методично бездоганно донести до аудиторії навчальний матеріал, відібрати найголовніше, викласти це найголовніше у найприйнятнішій формі, найпростішими словами, мета не буде досягнута, якщо ті, хто навчається, не витратять своїх зусиль на опанування відповідних теорій і положень. Знання стануть "іхніми" тільки після копіткої самостійної роботи не тільки за конспектом, а обов'язково за підручником або посібником та самостійного розв'язування задач.

