

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет дошкільної і технологічної освіти
Кафедра загальнотехнічних дисциплін та професійного навчання

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри ЗТДПН

_____ Олег Цись

« ____ » _____ 2022 р.

Реєстраційний № _____

« ____ » _____ 2022 р.

РОЗРОБКА І ВИГОТОВЛЕННЯ КОМПЛЕКТУ ПЛАКАТІВ З
ДИСЦИПЛІНИ «ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ»
(РОЗДІЛ «ПОЛІМЕРНІ ТА КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ»)

Кваліфікаційна робота студента
групи ТОАМ-17
ступінь вищої освіти магістр
спеціальності
014.10 Середня освіта (Трудове навчання
і технології)
Паліновського Юрія Олександровича
Керівник: к.тех.н., доц.
Возняк Андрій Васильович

Оцінка:

Національна шкала _____

Шкала ECTS ____ Кількість балів ____

Голова ЕК _____

Члени ЕК _____

ЗМІСТ

ВСТУП	2
1. ОРГАНІЗАЦІЙНО – ПІДГОТОВЧИЙ ЕТАП	
1.1. Обґрунтування напрямку проєктування.....	6
1.2. Технічне завдання.....	6
2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ ЕТАП	
2.1. Огляд основних тем дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів».....	8
2.2. Підбір ілюстрацій до основних тем дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів».....	9
2.3. Проєктування конструкції наочного посібника (комплекту плакатів)...	15
3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЕТАП	
3.1. Опис інструменту та обладнання.....	18
3.2. Монтаж кріплення наочного посібника (комплекту плакатів).....	20
3.3. Техніка безпеки під час виготовлення наочного посібника	22
4. ЗАКЛЮЧНИЙ ЕТАП	
4.1 Розробка лекцій з використанням наочних посібників (комплекту плакатів).....	25
5. ВИСНОВКИ	36
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	38
ДОДАТКИ	40

ВСТУП

Актуальність. Згідно діючому навчальному плану дисципліна «Технологія конструкційних матеріалів» є нормативною дисципліною для здобувачів вищої освіти ступеня бакалавр спеціальності 014 Середня освіта, предметної спеціальності 014.10 Середня освіта (Трудове навчання та технології), а також, вибірковою дисципліною для здобувачів вищої освіти ступеня бакалавра спеціальності 015 Професійна освіта (Транспорт).

За визначенням, конструкційні матеріали (англ. *constructional materials, engineering materials, structural materials*) - це матеріали, з яких виготовляють деталі конструкцій (машин та споруд), які зазнають силових впливів (навантажень). Процес створення нових машин і обладнання сьогодні в світі відбувається з пришвидшеними темпами. Цей процес був би неможливим, якби матеріали для створення нових машин не відповідали би сучасним вимогам.

Отже, розробка нових і переробка, з метою вдосконалення, існуючих конструкційних матеріалів є фундаментом, на якому будуються всі технологічні і конструкторські інновації сьогодення.

Сучасна людина з вищою технічною освітою повинна мати уявлення про фізичні, хімічні, механічні, технологічні та експлуатаційні властивості як традиційних, так і нових конструкційних матеріалів. Такі уявлення дають можливість порівнювати, правильно визначати переваги того чи іншого матеріалу в порівнянні з аналогічними. Використовувати переваги нових матеріалів. Пропонувати «заміну», там де це доцільно, традиційних конструкційних матеріалів на нові. Наприклад, деталі, які традиційно виготовляли із металу, в багатьох випадках вигідно з економічної та/або з технічної і експлуатаційної точок зору, виготовляти із полімеру чи композиту на основі полімерів.

Композиційні матеріали є дуже перспективними сучасними конструкційними матеріалами для багатьох галузей машинобудування.

Композити, в яких матрицею служить полімерний матеріал, є одними із найчисленніших і різноманітних видів композитних матеріалів. Назвемо кілька найбільш поширених.

Склопластики - полімерні композиційні матеріали, армовані скляними волокнами. Ці волокна формують з розплавленого неорганічного скла. В якості наповнювача найчастіше використовують епоксидні смоли та/або термопластичні полімери (поліамід, поліетилен, полістирол тощо). Склопластики досить дешеві матеріали, їх широко використовують у будівництві, суднобудуванні, радіоелектроніці, виробництві побутових виробів, спортивного інвентарю, віконних рамах тощо.

Вуглепластики - полімерні композити наповнювачем у яких є вуглецеві волокна. Для виготовлення вуглепластиків використовуються ті ж матриці, що і для склопластиків, тобто, термопластичні полімери. Основними перевагами вуглепластиків у порівнянні зі склопластиками є їх менша щільність і більш високий модуль пружності. Вуглепластики дуже легкі і, в той же час, міцні матеріали. Вуглепластики використовуються в авіації, ракетобудуванні, автомобілебудуванні, при виготовленні професійного спортивного інвентарю, зокрема, надлегких велосипедів.

Боропластики - композиційні матеріали, які містять наповнювач у вигляді борних волокон, впроваджених в полімерну матрицю. Завдяки великій твердості ниток (борні волокна мають найбільшу міцність в порівнянні з волокнами з інших матеріалів), цей композиційний матеріал має високі механічні властивості та значну стійкість до агресивних середовищ. Недоліком боропластику є його ціна. Вартість борних волокон дуже висока - близько 400\$/кг. Боропластики використовуються, головним чином, в авіаційній та космічній техніці. З них виготовляють деталі, які піддаються тривалим навантаженням в умовах агресивного середовища.

Використання композитів зазвичай дозволяє зменшити масу конструкції з одночасним збереженням або навіть покращенням її механічних характеристик.

Водночас, традиційні конструкційні матеріали – сталі, чавуни, нікелеві та кобальтові сплави, алюмінієві, магнієві, титанові сплави, кераміка, скло тощо – також залишаються поширеними в багатьох галузях машинобудування.

Засвоєння матеріалу з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів» студентами відбувається значно ефективніше за наявності наочних посібників. На значну роль наочних посібників в процесі осмислення навчального матеріалу вказує ряд досліджень. Поширеним видом наочних посібників в закладах освіти є плакати. В порівнянні зі стендами (конкуруючий вид наочних посібників), плакати дешевші у виготовленні, їх легко можна переносити між аудиторіями за потреби, змінювати набір плакатів під кожну лекцію або семінар, створюючи відповідний фон і атмосферу для сприйняття теоретичного матеріалу.

Це зумовило вибір теми кваліфікаційного проекту: Розробка і виготовлення комплекту плакатів з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів» (Розділ «Полімерні та композиційні матеріали»).

Об’єкт проектування - комплект плакатів з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів».

Мета проектування - розробити зміст кваліфікаційного проекту, спроектувати та виготовити наочні посібники у вигляді комплекту плакатів для вивчення дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів».

Завдання проектування:

1. Обґрунтувати необхідність створення наочних посібників – комплекту плакатів для вивчення дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів».

2. Опрацювати робочу програму дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів», виконати технічний опис необхідного тематичного матеріалу.

3. Спроектувати макет, визначити технологію виготовлення та кріплення наочних посібників - комплекту плакатів.

4. Розробити лекції з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів» з використанням створених наочних посібників - комплекту плакатів.

Методи Для забезпечення виконання кваліфікаційного проєкту використовувались такі методи:

- пошук, опрацювання та узагальнення наукової, методичної літератури з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів»;

- опрацювання педагогічного досвіду викладачів кафедри;

- створення комплекту лекцій з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів», враховуючи досвід викладачів кафедри, а також використовуючи власні напрацювання.

Практична значущість роботи – використання створених наочних посібників у вигляді комплекту плакатів для викладання курсу лекцій з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів».

Структура кваліфікаційного проєкту – кваліфікаційний проєкт складається з 43 сторінок пояснювальної записки, наочних посібників – комплекту плакатів та лекцій у форматі презентації PowerPoint.

1. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПІДГОТОВЧИЙ ЕТАП

1.1. Обґрунтування вибору проєкту

Дисципліна «Технологія конструкційних матеріалів», як і будь-яка дисципліна технічного спрямування, має викладатися з використанням значної кількості наочних посібників. Такий підхід дозволяє здобувачам легше сприймати теоретичний матеріал, краще запам'ятовувати інформацію, розвивати уяву і творчі здібності.

Оновлення змісту робочої програми дисципліни, потребує відповідного оновлення і наочних посібників. Ознайомившись із наявними наочними посібниками з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів» та опрацювавши робочу програму дисципліни, дійшли висновку про необхідність доповнення їх комплектом плакатів.

1.2. Технічне завдання

В процесі виготовлення наочних посібників з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів» у вигляді комплекту плакатів необхідно врахувати наступні умови:

1. Інформаційна складова плакату має містити переважно рисунки, схеми, графіки. Інформація у вигляді тексту зведена до мінімуму. Графічний матеріал плакатів має бути якісним, інформативним, кольоровим з високою роздільною здатністю, добре розпізнаваними з відстані.

2. Плакати повинні мати захист від механічних та інших руйнуючих впливів. Зокрема, захист від пилу, вологи, механічного стирання. Для забезпечення зазначеного захисту, плакати після друку доцільно заламініувати.

3. Плакати потрібно оснастити зручним та універсальним кріпленням, що дозволить їх легко вішати та знімати з багатьох типів поверхонь, присутніх в аудиторіях, наприклад, на аудиторну дошку. На нашу думку, кріплення потрібно сконструювати за допомогою універсального гачка-защипки. Для

запобігання самовільному скручуванню плакату під час демонстрації, на його верхню і нижню сторони потрібно закріпити пластикові рейки.

4. Розмір плакатів має бути підібраний з урахуванням стандартних форматів, що підходять для широкоформатного друку. Оскільки плакати мають відповідати умові мобільності, тобто, за необхідності їх можна переносити між аудиторіями, плакат не має бути занадто великим. Формат А1, на нашу думку, як найкраще підходить для виконання поставлених завдань. Для широкоформатного друку формат А1 є поширеним та доступним за ціною. Розміри А1 складають 59,4 x 84,1 см.

2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ ЕТАП

2.1. Огляд основних тем дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів»

Основними завданнями дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів» є:

- забезпечення набуття студентами різнобічних знань з будови, властивостей і способів виробництва та обробки конструкційних матеріалів;
- забезпечення організації та методики проведення занять з матеріалознавства та технології у загальноосвітній школі.

Відповідно до робочої програми дисципліна «Технологія конструкційних матеріалів» складається з чотирьох змістовних блоків [16]:

1. Теоретичні основи матеріалознавства.
2. Залізобуглецеві сплави.
3. Кольорові сплави.
4. Будова і властивості полімерних та композиційних матеріалів.

Основні теми дисципліни згідно робочої програми [16]:

1. Вступ. Класифікація конструкційних матеріалів.
2. Кристалічна будова металів. Дефекти в кристалах.
3. Механічні властивості металів.
4. Будова реальних кристалів. Будова сплавів.
5. Методи дослідження будови металів і сплавів.
6. Класифікація вуглецевих сталей, їх будова і властивості.
7. Класифікація чавунів, їх будова і властивості.
8. Класифікація, будова і властивості сплавів на основі алюмінію.
9. Класифікація, будова і властивості сплавів на основі міді.
10. Класифікація, будова і властивості сплавів на основі титану.
11. Класифікація, будова і властивості порошкових матеріалів.

12. Загальні відомості про полімери. Способи покращення експлуатаційних властивостей полімерів.

13. Методи твердофазної екструзії, що пов'язані зі зміною форми полімерної заготовки.

14. Методи твердофазної екструзії, що не призводять до зміни форми і розмірів заготовки.

15. Обладнання для реалізації різноманітних методів твердофазної екструзії полімерних матеріалів.

16. Параметри твердофазної екструзії.

17. Методи, якими визначають правильність вибору параметрів твердофазної екструзії.

2.2. Підбір ілюстрацій до основних тем дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів»

Проаналізувавши основні теми дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів» ми дійшли висновку, що більшої уваги, з точки зору оновлення наочних посібників, потребують теми четвертого змістовного модуля «Будова і властивості полімерних та композиційних матеріалів». Було прийнято рішення про доцільність створення восьми плакатів відповідної тематики.

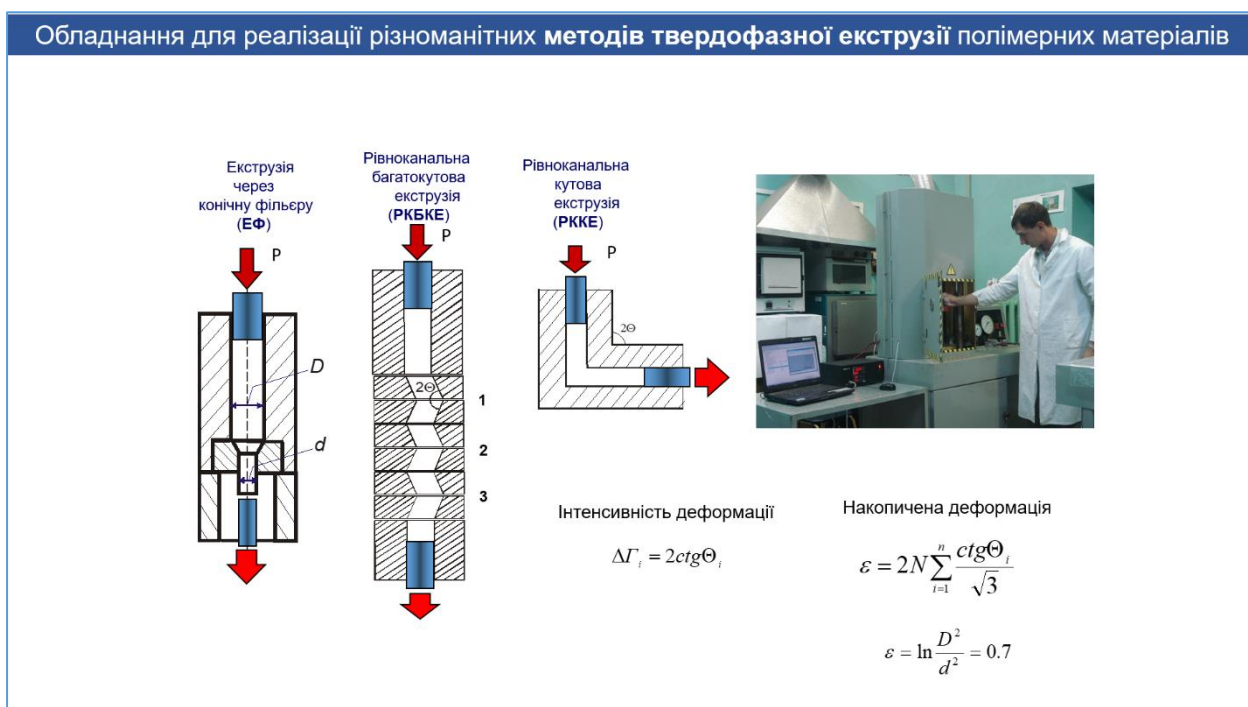


Рис. 2.1. Макет плакату 1

Загальний вигляд плакатів зображених на наступних рисунках.

Плакат 1. Зображені схеми твердофазної екструзії полімерів як зі зміною форми вихідних зразків (ЕФ), так і зі збереженням форми та розмірів вихідних зразків (РККЕ та РКБКЕ). Також наведено зображення експериментальної установки для здійснення екструзії та вказані формули за якими розраховують інтенсивність деформації та величину накопиченої деформації для відповідних схем.



Рис. 2.2. Макет плакату 2

Плакат 2. Експлуатаційні характеристики полімерних матеріалів міцно пов'язані з їх структурою. На плакаті схематично зображено фізику процесу створення орієнтаційного порядку в структурі полімерів в результаті впливу твердофазної модифікації. Також, наведено данні електронної мікроскопії, які підтверджують створення орієнтаційного порядку під дією інтенсивної пластичної деформації, зокрема схеми РКБКЕ.



Рис. 2.3. Макет плакату 3

Плакат 3. Метод вимірювання мікротвердості – один з основних неруйнуючих методів дослідження впливу схеми екструзії на механічні характеристики полімерів. Відомо, що величина мікротвердості полімерів пропорційна межі плинності. Отже оцінивши зміни у величині мікротвердості, можна отримати інформацію про характер змін механічних характеристик полімеру. Зразки для вимірювання мікротвердості готуються відносно швидко, не потребують залучення висококваліфікованих фахівців з великим досвідом. Окрім цього, зразки після вимірювань мікротвердості можна використовувати для подальших досліджень іншими методиками. На плакаті зображена експериментальна установка – мікротвердомір, а також, відбиток індентора на поверхні зразку полімеру.



Рис. 2.4. Макет плакату 4

Плакат 4. Зображено експериментальну установку для проведення механічних випробувань - UIT STM010, та процес проведення досліджень. Механічні випробування дають прямі (безпосередні) величини модуля пружності, межі плинності, межі міцності та величини відносної деформації. Таким чином, порівнявши значення для вихідного зразка і зразка після обробки одним із методів твердофазної екструзії, можна зробити і якісну і кількісну оцінку ефективності кожної схеми деформації.

Плакат 5. Ефективність методів твердофазної модифікації полімерів (ЕФ, РККЕ, РКБКЕ) залежать від технологічних параметрів екструзії. До основних технологічних параметрів екструзії відносять швидкість екструзії, температуру, за якої відбувається процес, величину накопиченої деформації. На плакаті зображено графіки залежності величини мікротвердості від параметрів екструзії на прикладі двох полімерів (поліамід-6 та поліетилен високої густини).

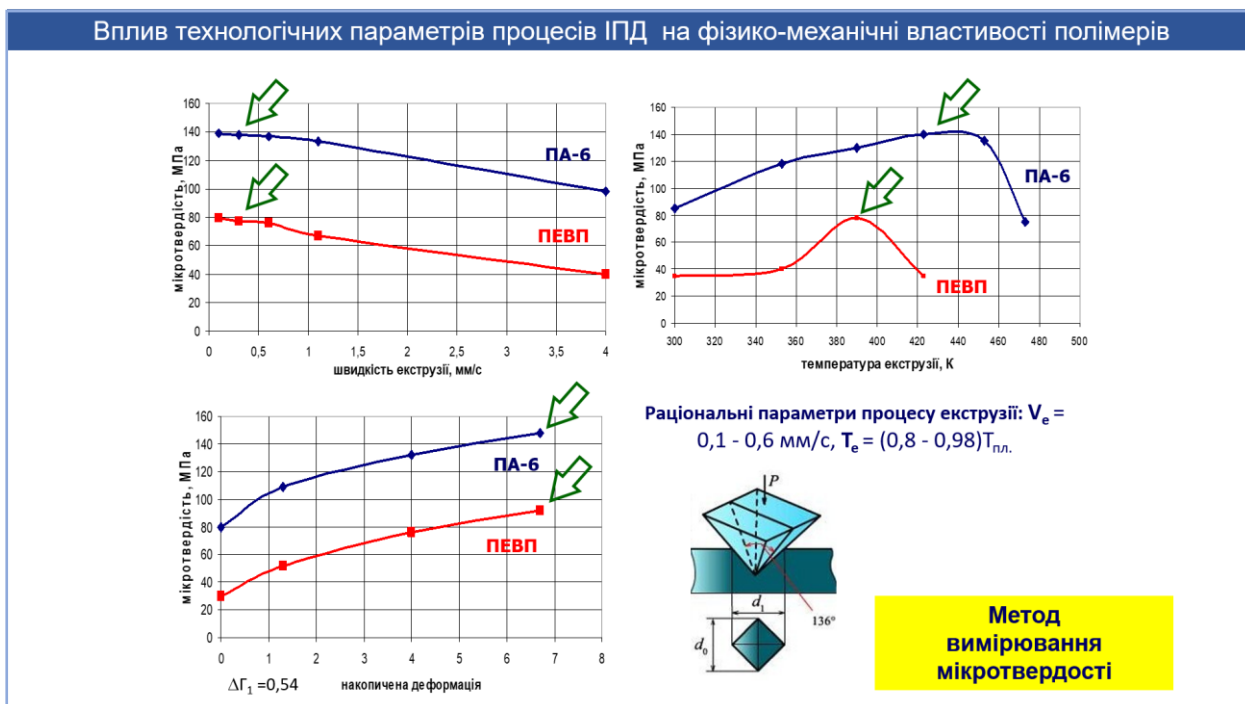


Рис. 2.5. Макет плакату 5



Рис. 2.6. Макет плакату 6

Плакат 6. Підготовка зразків для вимірювання мікротвердості. На плакаті зображено шліфувально-полірувальне обладнання, яке використовують в науково-дослідних лабораторіях для підготовки поверхні зразків для вимірювання мікротвердості. На плакаті представлено різні типи обладнання, що працює або в автоматичному, або в напівавтоматичному, або в ручному режимах.

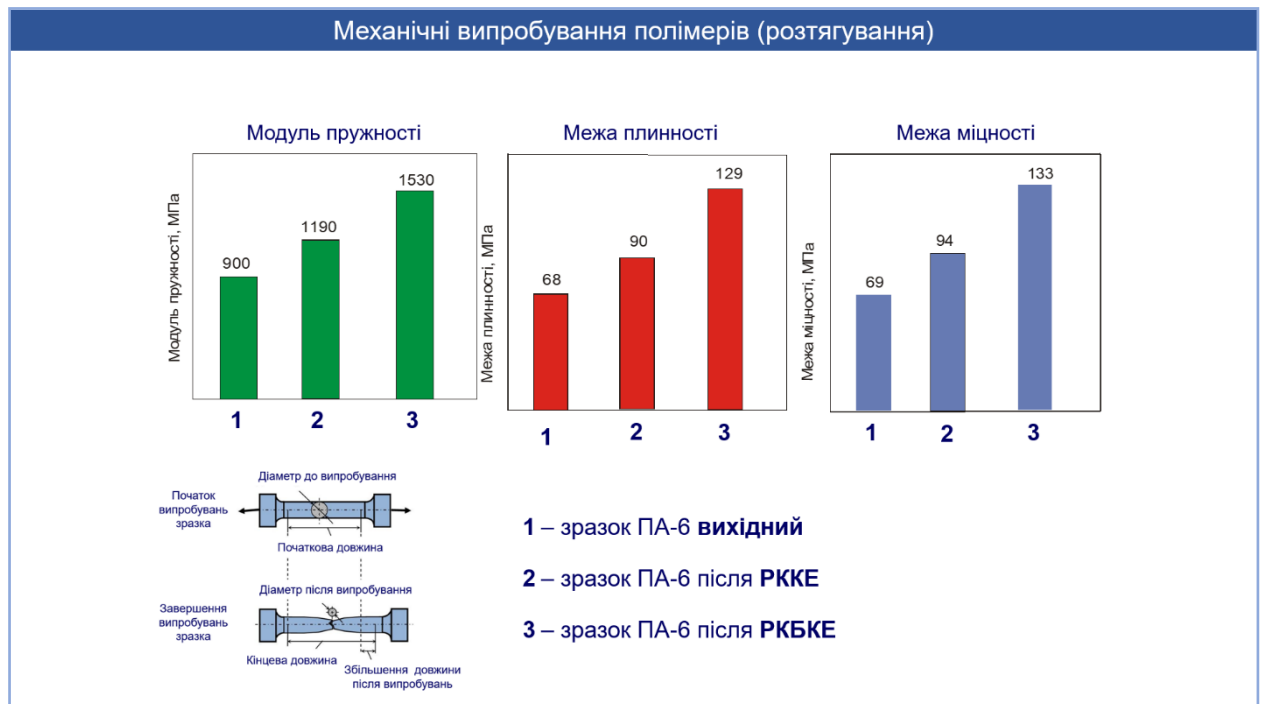


Рис. 2.7. Макет плакату 7

Плакат 7. Зображено графіки-діаграми залежності модуля пружності, межі плинності, межі міцності від типу схеми деформації. Наведено результати проведення механічних випробувань розтягуванням зразків поліаміду-6 (ПА-6). Порівнювалися результати механічних характеристик вихідного зразка зі зразками після впливу схеми рівноканальної кутової екструзії (РККЕ) та схеми рівноканальної багатокуткової екструзії (РКБКЕ).



Рис. 2.8. Макет плакату 8

Плакат 8. Будь-які зміни механічних характеристик в полімері є наслідком змін в структурі полімеру. Зміни структури полімерів можна оцінити використовуючи електронні мікроскопи. Розрізняють скануючий (растровий) електронний мікроскоп та просвічуючий електронний мікроскоп. На плакаті зображено обидва типи електронних мікроскопів та приклади зображень мікроструктури поліаміду-6, отриманої завдяки таким приладам.

2.3. Проєктування конструкції наочного посібника (комплекту плакатів)

Друк плакатів можливий на різних матеріалах або предметах, починаючи від звичайного паперу і закінчуючи спеціальною банерною тканиною. Кожний з таких матеріалів має свої особливості застосування, свої переваги та недоліки.

Зокрема, друк плакатів на банерній тканині доцільний у випадках, коли потрібне розміщення на великих рекламних носіях. Сучасні технології забезпечують стійкість такого матеріалу до різних кліматичних умов. Також,

для друку плакатів можна використовувати армовану банерну тканину. Особливістю такого типу матеріалу є висока стійкість до поривів.

Наступним поширеним матеріалом для друку є вінілова плівка. Це універсальний матеріал, який підходить як для приміщень, так і для вуличного розміщення.

Також відомим матеріалом для друку є полотно. Це щільний матеріал на натуральній тканинній основі. З одного боку такий матеріал покривається тонким шаром ПВХ, який зберігає фактуру тканини. Найчастіше полотно використовують у дизайнерській графіці.

Наступним матеріалом для друку, з яким ми ознайомились, став пінокартон. Пінокартон відомий, як дуже практичний та довговічний матеріал. Картини та/або плакати, надруковані на такому матеріалі, стають оригінальними об'єктами декору аудиторії або офісу. Основним недоліком пінокартону є його мала вага і недостатня міцність. При необережному поводженні з матеріалом такого типу його легко можна пошкодити.

Отже, проаналізувавши зібрану інформацію про різні типи матеріалів для друку плакатів, взявши до уваги умови експлуатації та розміщення плакатів, а також вартість послуг, прийшли висновку, що раціональним вибором в нашому випадку буде найпопулярніший матеріал для друку – папір. У продажу в наявності є папір різних типів. На нашу думку доцільно обрати матовий папір. Основною особливістю матового паперу є відсутність ефекту відблисків, що є перевагою при використанні в аудиторії де плакати будуть оглядати студенти з парт різних рядів, тобто під різними кутами.

Основні характеристики паперу:

1. Густина – 80 г/м².
2. Товщина листа - 0,104 мм.
- 3 Тип поверхні – матовий.
4. Непрозорість паперу – 90%.
5. Колір - білий.

Для забезпечення додаткового захисту від зовнішніх факторів та продовження терміну експлуатації плакатів заплановано процедуру ламінації. Ламінація – це покриття друкованої продукції додатковим шаром прозорої плівки. Ламінація також буде матовою.

Після друку і ламінації, на плакат з двох протилежних сторін буде закріплено пластикова планка.



Рис.2.9. Пластикова планка

Така планка потрібна для запобігання самозакручуванню плаката під час демонстрації, а також, планка є надійною основою для кріплення плакату за допомогою гачків-защіпок.

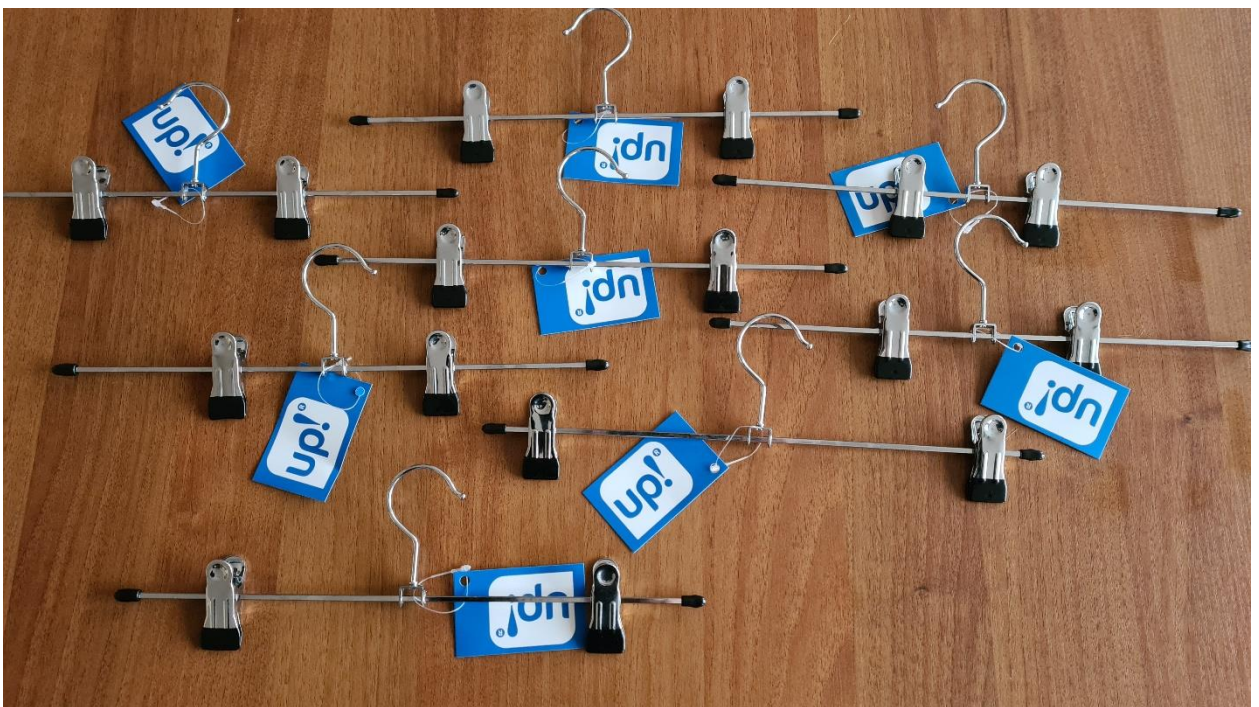


Рис.2.10. Гачки-защіпки

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЕТАП

3.1. Опис інструменту та обладнання

Для виготовлення комплекту плакатів використовуємо широкоформатний принтер Epson SureColor SC-T3100. Основні технічні характеристики такого принтеру, наступні:

1. Технологія друку - струменевий друк.
2. Тип пристрою – плотери.
3. Максимальна роздільна здатність друку - 1200x2400 dpi.
4. Мінімальний розмір краплі (pl) – 4.
5. Кількість кольорів – 4.
6. Швидкість кольорового друку, стор./хв. – 4.
7. Сумісні картриджі - блакитний картридж стандартний (26 мл): C13T40C240; жовтий картридж стандартний (26 мл): C13T40C440; пурпурний картридж стандартний (26 мл): C13T40C340; чорний картридж стандартний (50 мл): C13T40C140.



Рис. 3.1. Широкоформатний принтер Epson SureColor SC-T3100

8. Споживана потужність – 28 Вт.
9. Рівень шуму - 49 дБ.
10. Програмне забезпечення - Epson Accounting tool / Epson Device Admin / Драйвер принтера.
11. Вага – 38 кг.
12. Розміри (Д x Ш x В), мм - 970 x 696 x 913.

Після друку плакатів переходимо до наступного етапу виготовлення - ламінацію. Ламінацію здійснюємо за допомогою рулонного ламінатора YDFM 920. Рулонні ламінатори серії YDFM призначені для швидкісного одностороннього ламінування листових та рулонних матеріалів з можливістю бічного підрізування плівки. YDFM 920 - моделі ламінаторів з гідравлічною системою притиску валів. Такі ламінатори відрізняються збільшеним нагрівальним валом, мають великий та рівномірний тиск, високу швидкість ламінування з автоматичним регулюванням швидкості та температури, розділені ремені конвеєру подачі, рівномірне електричне нагрівання. Велика контактна площа валу дає високий рівень однорідності пресування.



Рис. 3.2. Ламінатор YDFM 920

Наведемо основні технічні характеристики такого пристрою:

1. Температура – від 60 до 140 °С.
2. Діаметр нагрівального валу – 220 мм.
3. Потужність нагрівача – 4 кВт.
4. Максимальна ширина ламінування – 820 мм.
5. Максимальна швидкість ламінування – 30 м/хв.
6. Товщина плівки – 24-250 мкм.
7. Габарити - 1900x1500x1600 мм.
8. Напруга – 380 В.
9. Вага – 400 кг.

Плівка для ламінування – складається з трьох шарів і є композитним матеріалом. Перший шар – поліестер, основа плівки, надає плівці жорсткості, еластичності та захисних властивостей. Другий – поліпропілен, служить сполучною перехідною ланкою між шарами і вирівнює поверхню плівки. Третій – полівінілхлорид, клейова основа, яка вбирається в пори паперової структури і завдяки хімічній адгезії сприяє кріпленню плівки на поверхні.

Ми обираємо матову плівку. Матові плівки не дають відблисків, відрізняються глибиною і м'якістю картинки.

3.2. Монтаж кріплення наочного посібника (комплекту плакатів)

Третій етап виготовлення наочних посібників (комплекту плакатів) – кріплення для плакатів. Кріплення для плакатів виготовлено із ПВХ-пластику, білого кольору, довжиною 1500 мм.

Оскільки довжина плакату складає 841 мм (А1), зайву довжину ПВХ-кріплення, 1500 мм, відріжемо ножівкою. Пиляльні полотна - 150 мм 24Т, сталь 65Мп.

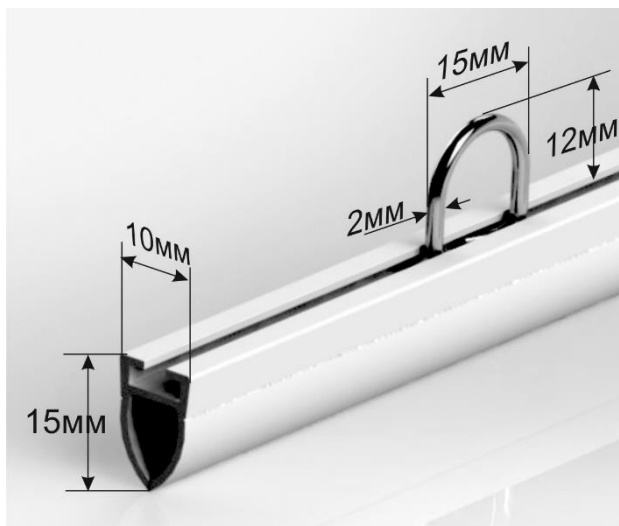


Рис. 3.3. ПВХ – кріплення плакату

Також, кріплення для плакатів доукомплектуємо гачком із заціпкою.



Рис. 3.4. Гачок із заціпками

Поєднання ПВХ-кріплення з гачком із заціпкою дозволить розширити можливості кріплення плакатів на різні поверхні в аудиторії.

3.3. Техніка безпеки під час виготовлення наочного посібника

Під час виготовлення наочного посібника необхідно дотримуватися правил і норм охорони праці, трудової дисципліни, правил внутрішнього трудового розпорядку.

Правила техніки безпеки під час роботи з широкоформатним принтером (плотером).

Підготувати плотер до роботи: ознайомитись з інструкцією та технічною документацією до приладу, перевірити електричний кабель для підключення живлення (кабель не повинен мати механічних або інших пошкоджень), перевірити стан розетки 220В (розетки мають бути справними і забезпечувати надійний контакт). Перед початком роботи перевірити наявність чорнил у картриджах, забезпечити відсутність сторонніх осіб та/або зайвих предметів в робочій зоні. Забороняється виконувати роботи на несправному обладнанні або при відсутності необхідних знань та навичок.

Правила техніки безпеки під час роботи з ламінатором.

Уважно прочитати інструкцію з експлуатації, вивчити пристрій. Оскільки ламінатор працює від напруги 380В необхідно суворо дотримуватися правил електробезпеки. Перед початком роботи перевірити стан кабелів подачі електричного струму, стан заземлення, справність захисної апаратури. Також, слід врахувати, що під час роботи пристрою температура нагрівального валу може досягати 140 °С, отже є ризик отримати опіки. Як і під час роботи на плотері - забороняється виконувати роботи на несправному обладнанні або при відсутності необхідних знань та навичок.

Правила техніки безпеки під час виготовлення кріплення.

Під час виготовлення кріплення для плакатів ми використовували ножівку. Ножівка – являє собою ручний слюсарний інструмент. Перед початком роботи слід уважно оглянути інструмент.



Рис. 3.5. Ножівка

Ножівка не повинна бути погнутою, пиляльне полотно ножівки повинно знаходитися в одній площині і мати достатній натяг. Штифти для кріплення полотна не повинні мати гострих та виступаючих частин. Полотно ножівки має бути гострим, не мати тріщин та викришених зубів. Під час роботи натискати на ножівку потрібно тільки під час руху вперед (робочий хід). Під час руху назад розрізання матеріалу не відбувається (холостий хід). Під час роботи рухи повинні бути плавними без ривків. Після завершення роботи робоче місце потрібно прибрати.

Приміщення, в яких виготовлялися наочні посібники на різних етапах, мають бути обладнані вогнегасниками та медичними аптечками. Для гасіння пожеж у приміщеннях з електрообладнанням слід використовувати порошкові або вуглекислотні вогнегасники. Вогнегасники мають знаходитися в штатних місцях та бути заправленими. Персонал має вміти ними користуватися в разі необхідності. У випадку враження людини електричним струмом їй необхідно надати домедичну допомогу [15]:

а) припинити дію електричного струму на постраждалого - вимкнути рубильник або відсунути струмопровідні елементи від постраждалого, використовуючи діелектричні матеріали;

б) потерпілого відтягнути за одяг подалі від місця ураження, не торкаючись при цьому відкритих частин його тіла та металевих предметів, розташованих поруч;

в) якщо потерпілий знаходиться при свідомості, достатньо залишити його під наглядом у стані спокою та викликати медиків;

г) якщо потерпілий непритомний, однак дихає - людину кладуть горизонтально, розстібають комір, пасок, послаблюють тісний одяг. До прибуття медиків можна спробувати привести особу до тями за допомогою нашатирного спирту або бризнувши в обличчя водою.

д) якщо потерпілий не дихає - здійснювати штучне дихання і зовнішній масаж серця; для цього потрібно знати, як правильно здійснювати штучне дихання і зовнішній масаж серця.

4. ЗАКЛЮЧНИЙ ЕТАП

4.1 Розробка лекцій з використанням наочних посібників (комплекту плакатів)

Лекція 1. Методи твердофазної екструзії.

Мета: вивчити методи твердофазної екструзії, їх конструктивні особливості, а також, вплив цих методів на механічні характеристики полімерних матеріалів.

Обладнання: наочні посібники – комплект плакатів

План лекції:

1. Методи твердофазної екструзії, пов'язані зі зміною форми заготовки.
2. Методи твердофазної екструзії, не пов'язані зі зміною форми та розмірів зразка.

Серед сучасних конструкційних матеріалів одне з перших місць займають пластичні маси - полімери та композити на їх основі.

Композитні матеріали - складаються з двох або декількох компонентів, що володіють різними фізичними та механічними властивостями. Для отримання матеріалу з заданими властивостями потрібно обрати компоненти, які володіють такими властивостями, підібрати правильне їх співвідношення і створити необхідну структуру композиту.

Полімерні матеріали мають низку переваг в експлуатаційних характеристиках перед традиційними конструкційними матеріалами. А саме: полімери дешевші, легші, не іржавіють, не вимагають мастила, створюють менше шуму при роботі «пар тертя», таких як шестерні, підшипники тощо.

Постійно зростаючий обсяг виробництва полімерів вимагає вдосконалення існуючих та розробки нових перспективних технологічних процесів їх переробки.

Існує два способи покращення експлуатаційних характеристик полімерів:

- 1) синтез нових полімерів;

2) модифікація існуючих полімерів.

Відомий факт - експлуатаційні характеристики полімерних матеріалів міцно пов'язані з їх структурою. Для зміни структури полімерів використовують методи твердофазної екструзії (обробки полімерів тиском в твердому агрегатному стані). Завдання зазначених процесів полягає в перетворенні структури полімерних матеріалів з метою формування більш високого рівня властивостей [1].

В останні роки активний інтерес проявляється до методів твердофазної орієнтації, заснованих на використанні інтенсивної пластичної деформації (ПД). Дослідження, виконані в наукових центрах США, Японії, Австралії, Китаю, Франції показали перспективність зазначених методів для поліпшення фізико-механічних властивостей полімерних матеріалів. Методи твердофазної екструзії можна розділити на дві групи:

- перша з них включає ті, що пов'язані зі зміною форми і здійснюються проштовхуванням полімерної заготовки через спеціальну матрицю;
- друга група заснована на деформації матеріалу за схемою простого зсуву під тиском, яка не призводить до зміни форми і розмірів заготовки.

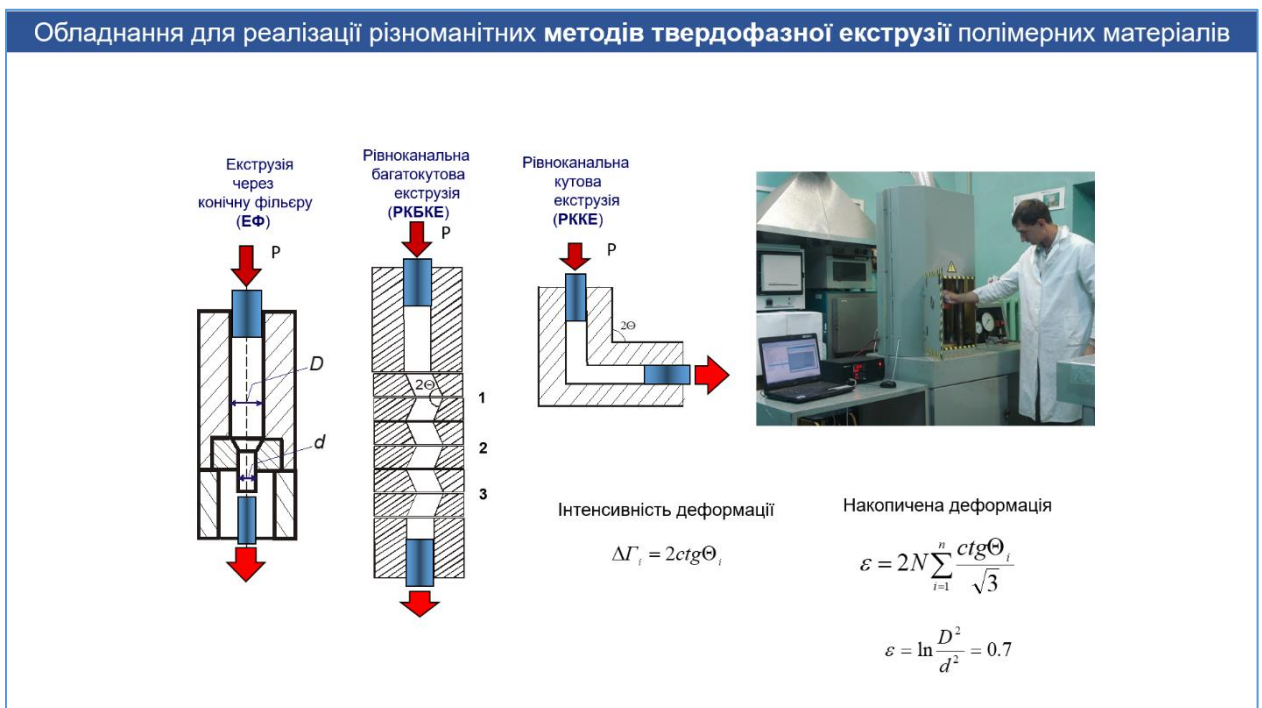


Рис. 4.1. Плакат №1

Екструзія зі зміною форми заготовки.

Існує два варіанти твердофазної екструзії полімерів, що супроводжується зміною форми вихідної заготовки. Це методи плунжерної і гідростатичної екструзії [1].

На плакаті зображено схему процесу плунжерної екструзії. Деформування полімеру здійснюється штоком через конічну матрицю.

Використовуючи матриці з різним перетином деформуючого каналу, можна здійснювати витяжку полімерної заготовки з метою виробництва профільних виробів з більш високими фізико-механічними характеристиками.

Проведення експерименту з твердофазної екструзії вимагає врахування низки факторів, серед яких важливе місце займають силові параметри процесу: температура і швидкість деформації, конфігурація деформуючого інструменту тощо.

Основною характеристикою процесу твердофазної екструзії є величина екструзійного співвідношення R . Ця величина дорівнює відношенню площ поперечного перерізу заготовки і формуючого отвору філь'єри.

Температура полімерної заготовки також істотно впливає на величину тиску під час реалізації процесу твердофазної екструзії.

Метою проведення процесу твердофазної екструзії є отримання покращених механічних характеристик полімерів, зокрема, максимально можливої жорсткості і міцності матеріалу.

Для досягнення зазначеного результату кристаліти необхідно орієнтувати строго уздовж осі деформації. Збільшення ступеня витяжки призводить до зменшення ширини кристалітів в поперечному перерізі та їх зрушенню один відносно іншого в напрямку осі екструзії.

В 1999 році групою американських вчених вперше було запропоновано використовувати методи інтенсивної пластичної деформації (ІПД), зокрема, рівноканальну кутову екструзію (РКУЕ), для структурної модифікації полімерів.

В порівнянні з традиційними методами обробки полімерів, такими як, екструзія через конічну фільтру, прокатка тощо, технологія РККЕ отримала декілька значних переваг:

1. РККЕ може створювати молекулярну орієнтацію в об'ємі полімеру без зміни геометрії зразка. Таким чином, можна створювати орієнтацію в масивних зразках (а не в плівках і нитках). Крім того, збереження форми та розмірів вихідної заготовки дозволяє повторювати процес екструзії багато разів, до тих пір, поки не будуть досягнуті потрібні зміни в структурі полімеру.

2. Процес рівноканальної кутової екструзії може посилювати молекулярну орієнтацію в полімері шляхом зміни положення зразка при кожному наступному проході, наприклад, обертанням зразка навколо вісі, або зміною положення «початок-кінець». Таким чином, можна формувати різні маршрути деформування і отримувати відповідні результати.

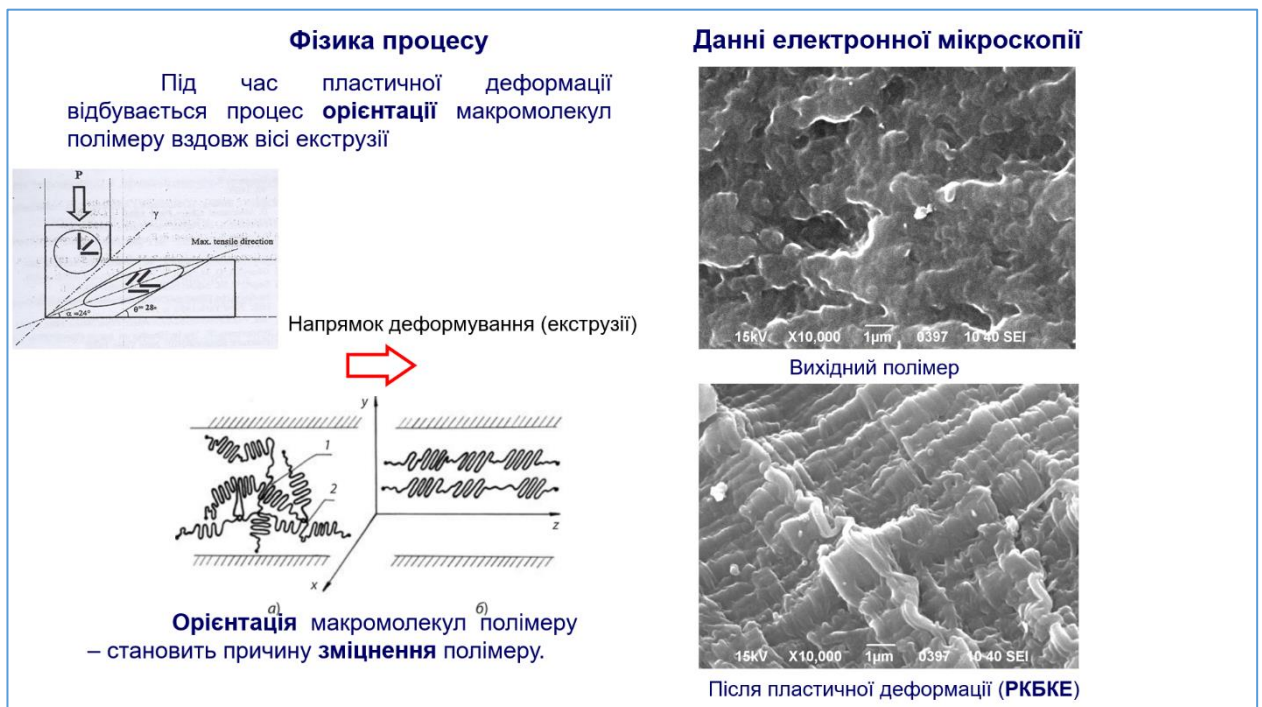


Рис. 4.2. Плакат №2

В теперішній час проблемами структурної модифікації полімерів методом РККЕ займаються в таких наукових центрах:

1. Texas A&M University, USA
2. U.S. Army Research Laboratory, Maryland, USA
3. University of New Mexico, USA
4. Monash University, Australia
5. Lille University, France
6. КДПУ, Кривий Ріг, Україна
7. ДонФТІ, Київ, Україна

Дослідження показали, що РККЕ формує у полімерів и композитів на їх основі орієнтаційний порядок. Зі збільшенням величини накопиченої деформації (числа проходів через канали) у полімерів відбувається перехід до орієнтованої структури.

На початку 2000-х років в Донецькому фізико-технічному інституті група українських вчених запропонувала удосконалений варіант РККЕ. Нова схема отримала назву рівноканальна багатокутова екструзія РКБКЕ. Основними перевагами схеми РКБКЕ в порівнянні з РККЕ є можливість накопичувати потрібну величину деформації за один цикл, а не шляхом багаторазових проходів через канали. Таким чином, потрібний ступінь молекулярної орієнтації досягається за один цикл.

Лекція 2. Параметри твердофазної екструзії.

Мета: вивчити вплив параметрів твердофазної екструзії на механічні характеристики полімерних матеріалів.

Обладнання: наочні посібники – комплект плакатів

План лекції:

1. Параметри твердофазної екструзії
 - а) температура екструзії;
 - б) швидкість екструзії;
 - в) величина накопиченої деформації.

2. Метод вимірювання величини мікротвердості.

3. Механічні випробування на розтягування.

Ефективність застосування будь-якої схеми екструзії, в тому числі і РКБКЕ, залежить від правильно підібраних параметрів екструзії [10], [11].

До параметрів екструзії відносять: температуру екструзії, швидкість екструзії, величину накопиченої деформації.

Методи, якими ми будемо визначати вплив параметрів твердофазної екструзії:

1. Вимірювання величини мікротвердості.

2. Механічні випробування на розтягування.

Вплив параметрів екструзії на величину мікротвердості покажемо на прикладі двох поширених полімерів: поліамід-6 (ПА-6) і поліетилен високої густини (ПЕВГ).

Залежність величини мікротвердості від швидкості екструзії для ПА-6 і ПЕВГ носить монотонний характер. Причому, чим швидкість екструзії менша, тим величина мікротвердості більша. При зниженні швидкості екструзії менше 0,6 мм/с зростання величини мікротвердості сильно сповільнюється.

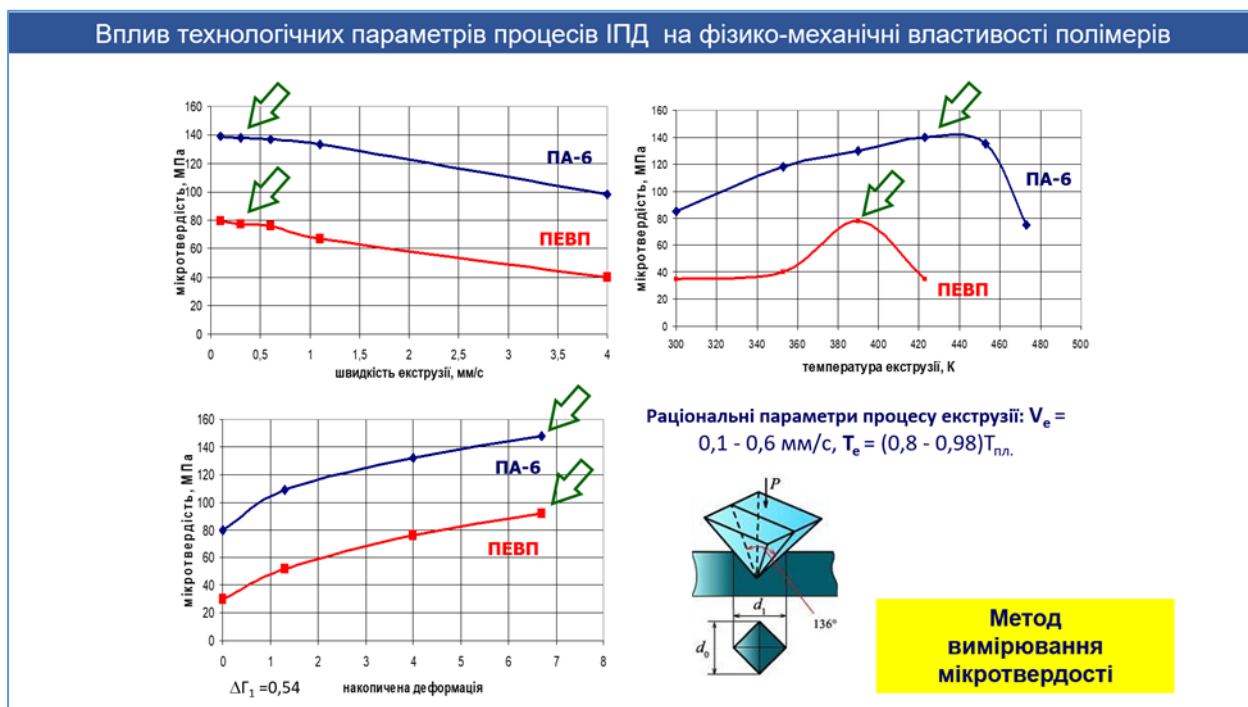


Рис. 4.3. Плакат №3

Раціональним, з точки зору практичного використання, значенням швидкості екструзії є 0,6 мм/с.

Залежність величини мікротвердості від температури екструзії для ПА-6 і ПЕВГ носить екстремальний характер. Тобто, зі збільшенням температури екструзії величина мікротвердості починає зростати, на певній температурі досягає максимуму і при подальшому збільшенні температури величина мікротвердості починає знижуватися. Таким чином, для ПА-6 раціональне значення температури екструзії становить 440К, а для ПЕВГ – 390К. Варто зазначити, що визначені нами раціональні значення температур екструзії наближені до температур плавлення відповідних полімерів. Тобто,

$$T_e = (0,8 \div 0,9) T_{пл.}$$

Залежність величини мікротвердості від накопиченої деформації, також носить монотонний характер. Як видно із графіків зі збільшенням величини накопиченої деформації мікротвердість зростає. Однак, зі збільшенням величини накопиченої деформації зростає тиск, необхідний для здійснення процесу екструзії, отже зростають вимоги до витривалості і потужності устаткування. Отже, раціональним значенням величини накопиченої деформації, як показує експеримент, можна вважати $\varepsilon = 6,7$

Для вимірювання величини мікротвердості використовують прилад – мікротвердомер. Експеримент полягає у наступному: в якості індентора використовуємо чотиригранну алмазну піраміду з кутом при вершині 136^0 .

Ця піраміда поступово втискається в зразок з навантаженням 0,5 Н.

Величину мікротвердості визначаємо за формулою:

$$H = 0.1854 \frac{F}{d^2}$$

де F – навантаження, Н; d – діагональ відбитка.



Рис. 4.4. Плакат №4

Відносна похибка в визначенні величини мікротвердості не перевищує 5%.

Перед проведенням експерименту з визначення величини мікротвердості, поверхню зразка необхідно підготувати. На непідготовленій поверхні присутні численні неоднорідні дефекти які будуть заважати бачити відбиток алмазної піраміди. Для підготовки поверхні використовують спеціальне шліфувально-полірувальне обладнання, приклади якого ви можете бачити на плакаті. Таке обладнання може працювати в ручному, напівавтоматичному або автоматичному режимах. В якості розхідних матеріалів використовують шліфувальні диски, полірувальні тканини, суспензії і пасти. Після підготовки поверхня зразка схожа на дзеркальну, і як наслідок, відбиток алмазної піраміди буде видно чітко.



Рис. 4.5. Плакат №5

Після вимірювань величини мікротвердості зразки досліджують іншими методиками. Зокрема, проводять механічні випробування на розтягування.



Рис. 4.6. Плакат №6

На наступному плакаті ми бачимо експериментальну установку для проведення механічних випробувань UIT STM 010, а також процес вимірювання. Зразки для досліджень готують спеціальної форми у вигляді гантелі (див. плакат). Зразки фіксують у спеціальних захватах і починається процес розтягування. В результаті експерименту отримуємо механічні характеристики зразка: модуль пружності, межу плинності, межу міцності.

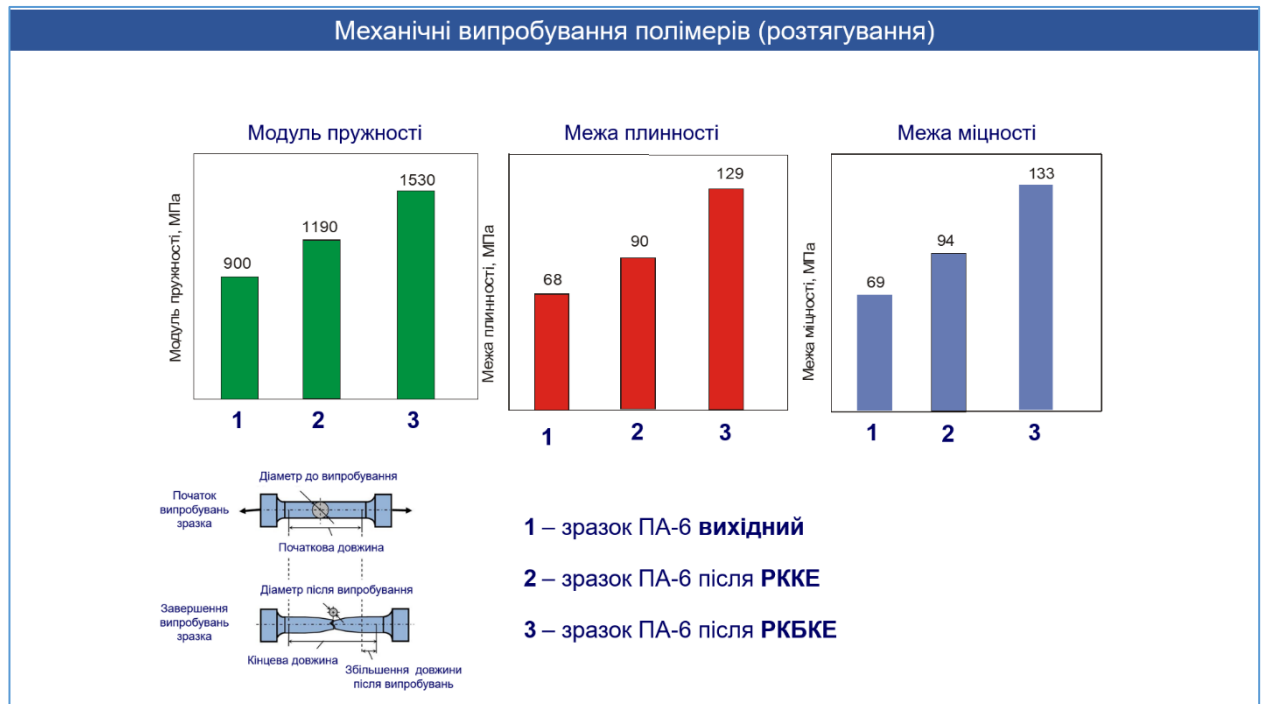


Рис. 4.7. Плакат №7

На наступному плакаті представлено результати механічних випробувань, на прикладі поліаміду-6. Дослідженню піддавались зразки трьох типів: вихідний (до деформації), після деформації за схемою РККЕ, після деформації за схемою РКБКЕ.

Із представлених діаграм визначаємо: модуль пружності вихідного зразка - 900 МПа, після деформації за схемою РККЕ – 1190 МПа, після деформації за схемою РКБКЕ – 1530 МПа; межа плинності вихідного зразка – 68 МПа, після деформації за схемою РККЕ – 90 МПа, після деформації за схемою РКБКЕ – 129 МПа; межа міцності вихідного зразка – 69 МПа, після

деформації за схемою РККЕ – 94 МПа, після деформації за схемою РКБКЕ – 133 МПа.

Таким чином, результати експерименту показали, що деформація за схемою РКБКЕ дає найкращий результат зі зростання механічних характеристик полімерів [12].

Структурна ієрархія аморфно-кристалічних полімерів включає сфероліти (макрорівень), кристалічні ламелі (нанометровий рівень), молекулярні ланцюжки (мікрорівень) в кристалічній та аморфній фазах.



Рис. 4.8. Плакат №8

Дослідження еволюції структури аморфно-кристалічних полімерів після рівноканальної багатокутової екструзії виконані на макрорівні показали, що під час деформації зсувом відбувається трансформація сферолітів у сильно витягнуті еліпсоїди з головною віссю, нахиленою до напрямку течії матеріалу.

На плакаті наведено мікрофотографії вихідного зразка і зразка після РКБКЕ. Видно, що вихідний матеріал має ізотропну сферолітну структуру, в той час як екструдований методом рівноканальної багатокутової екструзії зразок має сформовані орієнтовані надмолекулярні утворення, які являють собою пакети ламелей.

5. ВИСНОВКИ

Кваліфікаційний проєкт присвячено розробці, проєктуванню та виготовленню наочних посібників у вигляді комплекту плакатів для вивчення дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів».

Під час виконання робіт вирішено наступні завдання:

1. Обґрунтовано необхідність створення наочних посібників у вигляді комплекту плакатів для вивчення дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів».

2. Опрацьовано робочу програму дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів», складено технічний опис необхідного тематичного матеріалу.

3. Спроектовано макет наочного посібника, визначено технологію виготовлення та кріплення комплекту плакатів.

4. Розроблено набір лекцій з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів» з використанням створених наочних посібників - комплекту плакатів. Теми лекцій:

а) Методи твердофазної екструзії.

б) Параметри твердофазної екструзії.

Під час підготовки кваліфікаційного проєкту автором активно вивчався та використовувався педагогічний досвід викладачів кафедри, здійснювався пошук, опрацювання та узагальнення наукової літератури з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів». Значна увага приділялась змістовній частині та якості наочних матеріалів-плакатів.

Плакати друкувалися окремими аркушами формату А1 (не двосторонній друк). Такий підхід дозволяє під час використання наочних посібників в повній мірі застосовувати модульний принцип. Тобто, формувати потрібну комбінацію наочних посібників (як конструктор) для різних занять. Якщо передбачається повторення пройденого матеріалу, а далі відбувається пояснення наступної теми, викладач обирає потрібні плакати із набору, і всі

вони одночасно є доступні для перегляду та обговорення (не потрібно плакати по черзі перевертати).

Додатковий захист у вигляді ламінування значно подовжить термін служби наочних посібників і збереже їх привабливий зовнішній вигляд.

За думкою студентів, наочні посібники значно полегшують сприйняття теоретичного матеріалу та роблять лекцію більш цікавою та різноманітною.

Отже, наш кваліфікаційний проєкт стане у нагоді як студентам що вивчають дисципліну «Технологія конструкційних матеріалів», так і викладачам.

Як результат, слід очікувати зростання якості знань з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белошенко В.А. Твердофазная экструзия полимеров / Белошенко В.А., Бейгельзимер Я.Е., Варюхин В.Н. – К.: Наукова думка, 2008. – с.207.
2. Збожна О. М. Основи технології: Навчальний посібник / О. М. Збожна. – Вид. 3-те змінене й доповнене. – Тернопіль: Карт-бланш. 2016. – 486 с.
3. Носова І. О. Технологія конструкційних матеріалів. Лабораторний практикум: Навчально-методичний посібник / І.О. Носова, П.С. Носов, О.Є. Яковенко. – Херсон: ХДУ, 2011 – 225 с.
4. Хільчевський В.В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів / В.В. Хільчевський, С.Є. Кондратюк та ін. – К.: Либідь, 2014. – 328 с.
5. Попович В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів: у 2-х кн. Книга 1 / В. Попович. – Л., 2015. – 264 с.
6. Металознавство та термічна обробка металів: Підручник для студ. вищ. навч. закладів / О. А. Кузін, Р. А. Яцюк ; Національний університет "Львівська політехніка". - Л.: Афіша, 2012. - 304 с.
7. Матеріалознавство: Лабораторний практикум / В. Попович и др.; Український державний лісотехнічний університет. - Львів, 1997. - 109 с. 7.
8. Металознавство: Підручник для студ. вузів / О. М. Бялік та ін. - К.: Політехніка, 2001. - 374 с
9. Матеріалознавство: Лабораторний практикум / С. І. Бондаренко та ін.; ред. С. С. Дяченко; Харківський національний автомобільно-дорожній ун-т. - Х.: Видавництво ХНАДУ, 2016. - 168 с
10. Numerical investigation on equal channel angular extrusion process of polymers / В. Aour, F. Zairi, J.M. Gloaguen [and etc.] // Computation materials science. - 2006. - 37. - P.491-506.

11. Improvement of mechanical properties of polylactide by equal channel multiple angular extrusion / I. Vozniak, V. Beloshenko, B. Savchenko, A. Voznyak // Journal of Applied Polymer Science 2021, 138, 49720, DOI:10.1002/app.49720.

12. Effects of equal-channel, multiple-angular extrusion on the physical and mechanical properties of glassy polymers / Beloshenko V.A., Voznyak Yu.V., Voznyak A.V. // Journal of Applied Polymer Science - 2015 - V. 132. - Issue 27, 42180.

13. Духовна М. Н. Технічні засоби навчання / М. Н. Духовна. - Київ : Вища Школа, 1982. - 190 с.

14. Ягупов В. В. Педагогіка / В. В. Ягупов. - К. : Либідь, 2003. - 560 с.

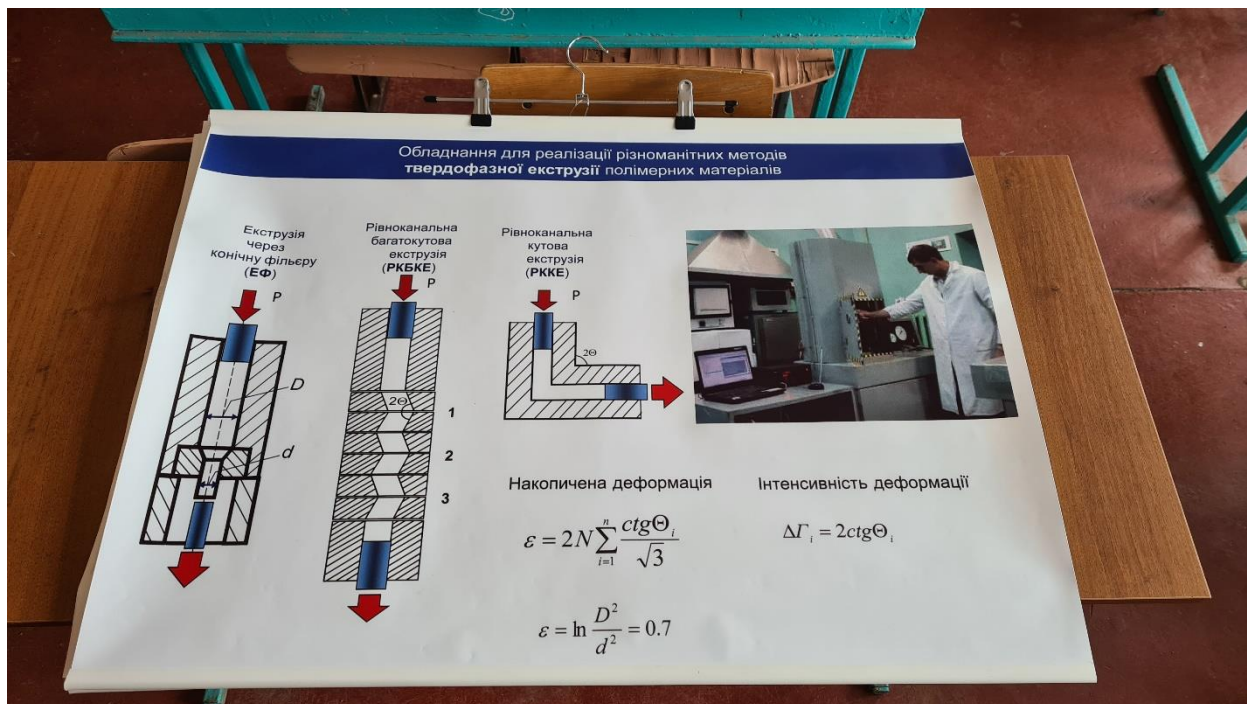
15. <https://pro-op.com.ua/article/592-dopomoga-pri-urajenn-strumom>»

16. <https://drive.google.com/file/d/1VAsRYMZH5PXDWhaqzJvMZ8iU1tQtO17r/view>

ДОДАТКИ

Загальний вигляд комплекту плакатів з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів»:

Плакат 1



Плакат 2



