

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Український державний університет
науки і технологій**

Кафедра «Архітектурне проектування,
землеустрій та будівельні матеріали»

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО
ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

Методичні рекомендації до лабораторних робіт

Електронний аналог
друкованого видання

ДНІПРО
2023

УДК 91.175-026.5
Б 90

Укладачі:

О. В. Громова, А. М. Зінкевич, Т. І. Афанасьєва

Експерти:

канд. техн. наук, проф. *Микола Біляєв*

канд. техн. наук, доц. *Олена Громова*

Рекомендовано МКФ ПЦБ (протокол № 2 від 18.10.2022)

Зареєстровано НМВ УДУНТ (№ 599 від 06.03.2022)

Будівельне матеріалознавство. Визначення основних властивостей полімерних матеріалів : методичні рекомендації до лабораторних робіт / уклад. О. В. Громова, А. М. Зінкевич, Т. І. Афанасьєва ; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро : УДУНТ, 2022. – 13 с.

Методичні рекомендації призначені для використання студентами 2 курсу денної форми навчання, освітній ступень – бакалавр, спеціальностей: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»; 273 «Залізничний транспорт»; 183 «Технології захисту навколишнього середовища» під час виконання лабораторних робіт для освітніх програм «Промислове та цивільне будівництво», «Архітектурне проектування будівель і споруд», «Водопостачання та водовідведення», «Мости і транспортні тунелі», «Захист довкілля та техногенна безпека», «Залізничні споруди та колійне господарство», «Автомобільні дороги та аеродроми».

Методичні рекомендації містять основні теоретичні положення для засвоєння матеріалу, методику проведення експерименту та обробки отриманих даних, контрольні питання з дисциплін «Будівельне матеріалознавство» і «Матеріалознавство та технологія матеріалів».

Іл. 11. Табл. 2. Бібліогр.:4 назв.

© Громова О. В. та ін., укладання, 2022

© Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2022

Зміст

Витяг з інструкції № 116	4
1. Загальні положення.....	4
2. Вимоги безпеки перед початком роботи	4
3. Вимоги безпеки під час роботи	4
4. Вимоги безпеки по закінченню роботи	5
5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.....	5
Лабораторна робота № 1	6
Визначення теплостійкості полімерів за методом Мартенса	6
Лабораторна робота № 2	8
Визначення якості ізолюючої втулки за зовнішнім оглядом і розмірами та руйнуючим зусиллям при стиску і згині	8
а) Контроль розмірів втулки ізолюючої	9
б) Визначення руйнуючого зусилля при згині.....	10
в) Визначення руйнуючого зусилля при стиску	10
Контрольні запитання.....	12
Рекомендована література.....	13

ВИТЯГИ З ІНСТРУКЦІЇ № 116

1. Загальні вимоги

Дійсна «Інструкція з охорони праці при проведенні лабораторних робіт в лабораторії будівельних матеріалів» (ауд. 348 та лабораторія, нульовий поверх) забезпечує безпечні умови праці при проведенні лабораторних робіт і є обов'язковою для усіх викладачів кафедри «Архітектурне проектування, землеустрій та будівельні матеріали».

Викладачі кафедри АПЗБМ при виконанні лабораторних робіт, пов'язаних з обслуговуванням та експлуатацією електричних приладів, повинні мати кваліфікаційні групи з електробезпеки (2 група) та пройти інструктаж з охорони праці та інструктаж з пожежної безпеки на робочому місці (2 рази на рік).

За невиконання даної інструкції викладач або студент несе дисциплінарну, матеріальну, адміністративну та кримінальну відповідальність.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

Викладачі кафедри «Архітектурне проектування, землеустрій та будівельні матеріали» повинні:

- бездоганно знати вимоги дійсної Інструкції;
- проводити інструктаж з охорони праці із студентами на початку семестру (на першому занятті з лабораторних робіт) з записом у контрольному листі інструктажу з охорони праці для студентів;
- вміти організувати безпечне проведення лабораторних робіт;
- не допускати до роботи студентів, що з'явилися на заняття в нетверезому вигляді і притягнути їх до відповідальності.

3. Вимоги безпеки під час виконання роботи

Студенти під час виконання лабораторної роботи повинні:

- виконувати тільки ті роботи, що доручені викладачем;
- бережно відноситись до лабораторного посуду, приладів, інструментів, обладнання та меблів лабораторії;
- проявляти обережність при роботі з скляними приладами, хімічним посудом та випробувальними будівельними матеріалами;
- одягати при необхідності халати та резинові рукавички;
- слідкувати за порядком на робочому місці.

Студентам категорично забороняється:

- заносити до лабораторії їжу та напої;
- працювати на приладах без дозволу та присутності викладача;
- самовільно вмикати електроприлади, рубильники, кнопки, вимикачі, що знаходяться в лабораторії;
- підключати до електромережі підзарядки для мобільних телефонів;
- торкатися частин лабораторного обладнання, яке знаходиться під електричним струмом в момент роботи;
- використовувати хімічний посуд з тріщинами або надбитий скляний

посуд;

- уламки розбитого скляного посуду збирати руками.

Викладачам категорично забороняється

- залишати без догляду вимкнені прилади та установки;
- будь-яке ремонтування та перенос електроприладів під час їхньої роботи.

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

Викладачі після закінчення роботи повинні:

- відключити електроприлади від електромережі;
- проконтролювати наявність відповідних приладів на робочому місці.

Студенти після закінчення роботи повинні:

- вимити прилади та посуд і укласти їх на місце;
- привести в порядок своє робоче місце;
- вимити руки миючими засобами;
- не залишати свої речі в лабораторії, за які викладач після закінчення заняття не несе відповідальності.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Ознакою аварійної ситуації може бути займання електропроводки або електроприладів, поява підвищеного шуму, диму або вогню. В цьому випадку треба негайно вимкнути рубильник, прийняти заходи для гасіння пожежі (вогнегасник, пісок). В разі потреби надати першу допомогу потерпілому, а при необхідності викликати «швидку допомогу» за тел. **103**.

Про кожну аварійну ситуацію або нещасний випадок викладач повинен повідомити завідувачу лабораторією або завідувача кафедри.

ПОЛІМЕРИ

Полімерами називають високомолекулярні сполуки, які складаються з елементарних (мономерних) ланок, об'єднаних у макромолекули різної будови.

Полімерними матеріалами, або пластичними масами, називають матеріали, які містять у своєму складі високомолекулярні органічні речовини - полімери, і які на певній стадії виробництва набирають пластичності, яка повністю чи частково втрачається після затвердіння полімеру.

Полімерами, або зв'язуючими речовинами в пластичних масах, є синтетичні смоли (епоксидні, поліуретанові, поліефірні, фуранові, фенольні, карбамідні та інші) та природній каучук, похідні целюлози. Вибір полімеру в значній мірі визначає технічні властивості виробів із пластмас: їх теплостійкість, здатність чинити опір дії розчинів кислот, лугів та інших агресивних речовин, міцність і деформативність.

Полімерні матеріали та вироби (пластмаси), як штучні конгломератні матеріали, характеризуються як позитивними властивостями, так і недоліками.

Позитивні властивості:

- широкий діапазон щільності;
- високі міцнісні характеристики;

- низька теплопровідність;
- висока хімічна стійкість;
- висока антикорозійна стійкість;
- прозорість, здатність забарвлюватися в різні кольори;
- високі гігієнічні властивості і т.д.

Недоліки:

- низька теплостійкість;
- мала поверхнева твердість;
- високий коефіцієнт термічного розширення;
- підвищена повзучість;
- горючість з виділенням шкідливих газів;
- токсичність при експлуатації;
- можливість накопичення статичної електрики.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Визначення теплостійкості полімерів за методом Мартенса

Теплостійкість за Мартенсом – температура, при якій зразок зігнеться на 6 мм за шкалою приладу або зламається (показує максимальну температуру експлуатації матеріалу без істотної деформації).

Мета роботи: експериментальним випробуванням визначити теплостійкість полімерного матеріалу за методом Мартенса згідно ДСТУ EN ISO 75-2:2017 Пластмаси. Визначення температури прогину під навантаженням. Частина 2. Загальний метод випробування. Пластмаси та ебоніт.

Прилади: зразок у формі бруска прямокутного перетину 10×15 мм і довжиною 120 мм з органічного скла (поліметилметакрилату); затискно-навантажувальний пристрій, термошафу із системою регулювання та вимірювання температури.

Сутність роботи: метод полягає у визначенні значення температури, при якій зразок, що нагрівається з постійною швидкістю і знаходиться під дією постійного згинаючого моменту (рівного 5 МПа), дає деформації певної величини.

Методика випробування

Для випробування готують зразки з органічного скла (поліметилметакрилату) у формі бруска прямокутного перетину 10×15 мм і довжиною 120 мм.

Зразок закріплюють у вертикальному положенні в затискно-навантажувальному пристрої, який жорстко закріплюється на металевій опорній плиті. Верхня затискна головка пристрою має важіль, по якому рухається вантаж, який встановлюють на такій відстані від осі зразка, щоб визвати в ньому згинаючий момент в $(5,0 \pm 0,5)$ МПа. Кінець важеля, що показує величину прогину, повинен відстояти від осі зразка на 240 мм. Прогин вимірюють прогиноміром, стрілку якого перед випробуванням встановлюють на "0" (рис.1.1). Пристрій із зразком встановлюють у термошафу із системою регулювання та вимірювання температури, що дозволяє забезпечувати рівномірне підвищення температури зі швидкістю (50 ± 5) °С, починаючи з температури

$(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

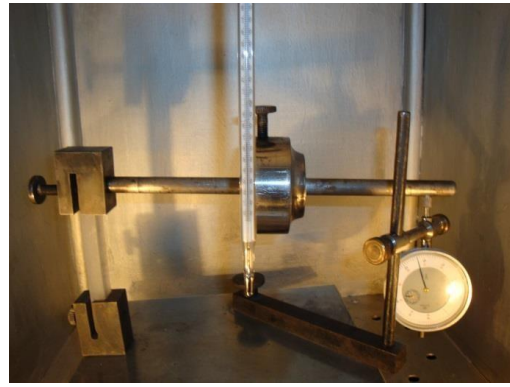
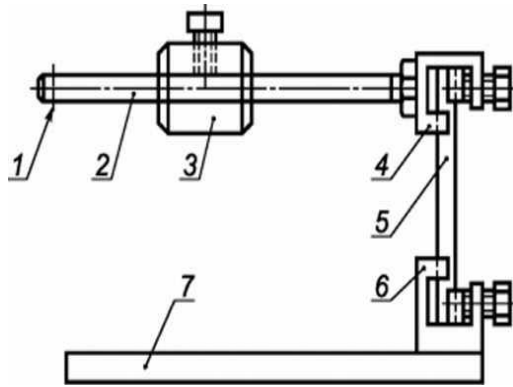


Рис.1.1. Схема закріплення зразка в затисно-навантажувальному пристрої

1 – вісь покажчика деформацій; 2 – важіль; 3 – вантаж;

4 – верхня затисна головка; 5 – зразок; 6 – нижня затисна головка; 7 – опорна плита

Температуру поверхні зразка вимірюють ртутним термометром, який розміщують таким чином, щоб ртутна кулька знаходилася на рівні середини зразка по вертикалі. Термошафу включають і стежать за деформацією зразка за шкалою прогиноміру (рис.1.2).



Рис.1.2. Прилад для визначення теплостійкості пластмас за методом Мартенса

Відзначають температуру, при якій покажчик приладу, пов'язаний з важелем, на який надітий вантаж і який пов'язаний із зразком, опуститься на $(6 \pm 0,1)$ мм за шкалою приладу або зразок зруйнується.

Визначена температура є показником теплостійкості за Мартенсом для даного виду полімеру (пластмаси).

Теплостійкість за Мартенсом визначають як середнє арифметичне значення теплостійкості трьох випробувальних зразків. Якщо результати випробувань трьох зразків мають розбіжність більше ніж на $5 ^\circ\text{C}$, випробування по-

вторюють, використовуючи нові зразки.

За кінцевий результат приймають середнє арифметичне значення показників трьох випробувань.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Визначення якості ізолюючої втулки за зовнішнім оглядом і розмірами та руйнуючими зусиллями при стиску і згині

Мета роботи: експериментальним випробуванням визначити якість втулки ізолюючої для рейкових скріплень типу КБ згідно вимогам технічних умов ТУ У 35.2-30268559-180:2006 Втулки ізолюючі для рейкових скріплень типу КБ.

Прилади: втулки ізолюючі з поліаміду; штангенциркуль; пристосування для випробування втулки на стиск та згин; гідравлічний прес ПСУ-10.

Сутність роботи: встановити відповідність визначених розмірів втулки ізолюючої з вимогами ТУ, а також перевірити здатність втулки витримувати зусилля при стиску та згині.

Технічні характеристики втулки ізолюючої КБ (ЦП-142)

Втулки ізолюючі для рейкових скріплень типу КБ (клемно-бовтове), відповідають вимогам технічних умов ТУ У 35.2-30268559-180:2006 Втулки ізолюючі для рейкових скріплень типу КБ.

Згідно з вищевказаним ТУ втулки повинні мати наступні технічні характеристики:

- електричний опір втулки в сухому стані при температурі (20 ± 2) °С не менше $4 \cdot 10^4$ Ом;
- фізико-механічні показники при температурі (20 ± 2) °С, в тому числі:
 - а) руйнуюче зусилля при вигині не менше 175 кгс (1,75 кН);
 - б) руйнуюче зусилля при стиску не менше 3000 кгс (30 кН);
 - в) руйнуюче зусилля при розтягу не менше 400 кгс (4 кН);
 - г) ударна в'язкість не менше 30 Дж (3кгс·м);
- водопоглинання за 24 години, не більше 1,2 % за масою;
- маслопоглинання в осьовій олії за 24 години не більше 0,8 % за масою;
- зовнішній вигляд і розміри.



Рис.2.1. Зовнішній вигляд ізолюючої втулки

Для виготовлення ізолюючих втулок для рейкових скріплень типу КБ-65 і КБ-50 використовують морозостійкі термопласти – поліаміди марки ПА-66.

Втулка ізолююча призначена для електроізоляції закладних бовтів М22х175 від вузла рейкових скріплень. Спеціальна конструкція втулки виключає концентратори напруги і забезпечує надійну роботу втулок на металевих підкладках (рис.2.2).



Рис. 2.2. Комплект (бовт закладний, втулка ізолююча, скоби, шайба) та металева підкладка на залізобетонній шпалі

а) Контроль розмірів втулки ізолюючої Методика випробування

Контроль стану поверхні втулок виконують візуально.

На поверхні не допускаються:

- пухирі, тріщини, розшарування;
- сліди течі, раковини;
- пригар;
- короблення;
- сторонні включення.

Конструкція і розміри повинні відповідати наведеним на рис.2.3.

Контроль розмірів втулки виконують згідно наведеної схеми за допомогою штангенциркуля з точністю вимірювання до 0,1 мм. Отримані результати вимірювань заносять до таблиці 2.1 та порівнюють їх з вимогами ТУ У 35.2-30268559-180:2006 Втулки ізолюючі для рейкових скріплень типу КБ.

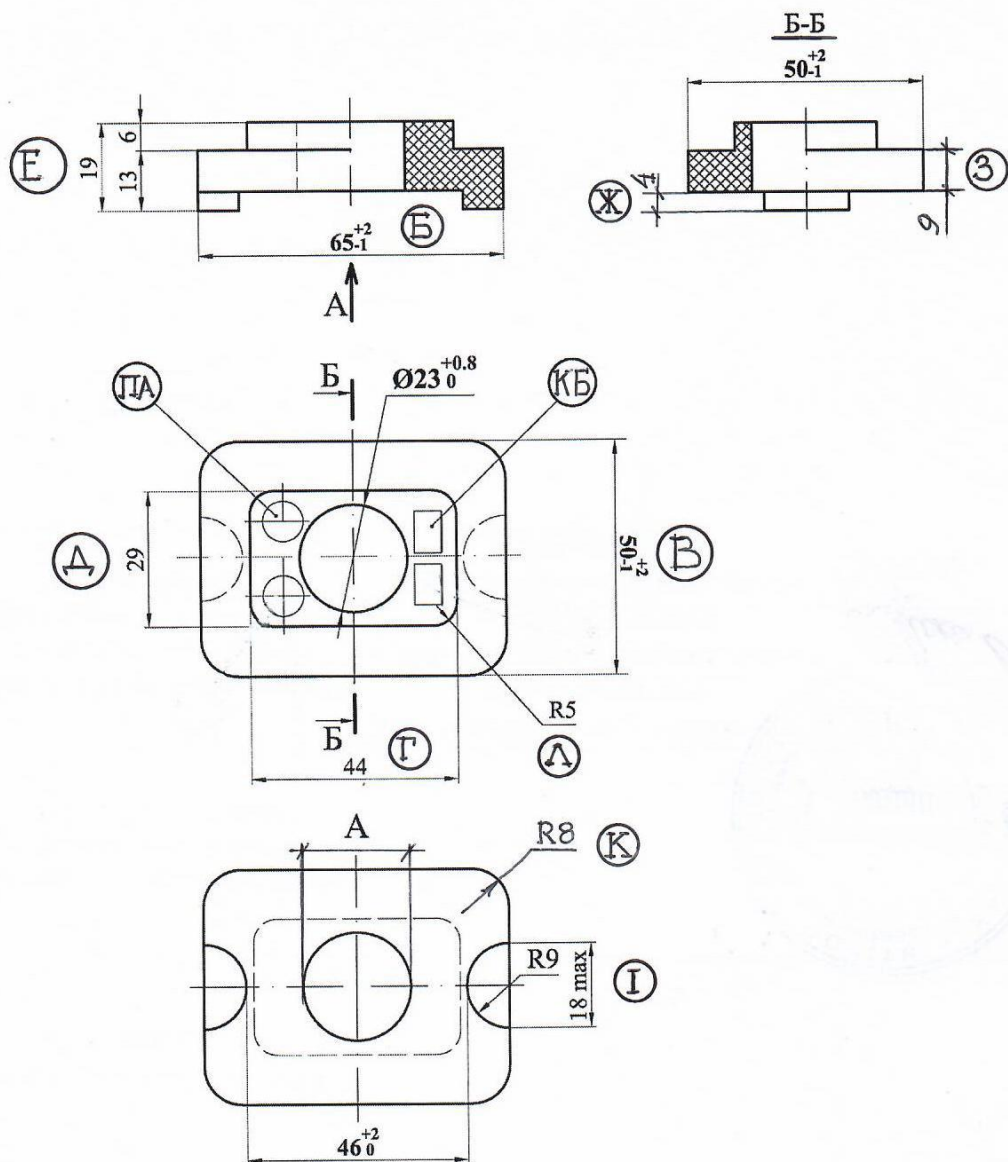


Рис.2.3. Схема обміру ізолюючої втулки

Таблиця 2.1

Вимоги ТУ та результати обміру втулки ізолюючої

	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л
Вимоги ТУ	$\varnothing 23+0,8$	65^{+2}_{-1}	50^{+2}_{-1}	44	29	19	4	9	R9	R8	R5
Результати обміру											

б) Визначення руйнуючого зусилля при згині Методика випробування

Для визначення руйнуючого зусилля при згині втулку ізолюючу закріплюють на опорах пристосування (у обоймі), зверху посередині втулки встановлюють пуансон згідно наведеної схеми. Підготовлену до випробування втулку разом із пристосуванням встановлюють між двома плитами гідравлічного пресу ПСУ-10 і плавно підвищують навантаження із швидкістю 5,22 кгс за 30 с. У момент руйнування або явного переходу через точку межі пропорційності визначають величину руйнуючого зусилля $P_{руйн.зг.}$ (рис.2.4).

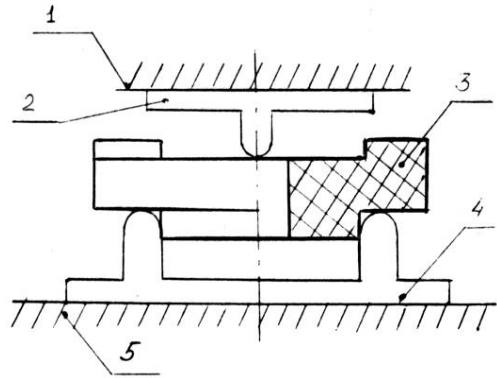


Рис. 2.4. Схема випробування втулки ізолюючої на згин

1, 5 – верхня та нижня плити пресу; 2 – пуансон; 3 – втулка; 4 – опора (обойма)

в) Визначення руйнуючого зусилля при стиску Методика випробування

Для визначення руйнуючого зусилля при стиску втулку ізолюючу закріплюють в обоймі пристосування, в отвір втулки встановлюють пуансон. Підготовлену до випробування втулку разом із пристосуванням встановлюють між двома плитами гідравлічного пресу ПСУ-10 і плавно підвищують навантаження із швидкістю 200 кгс за 5 с (рис.2.5).

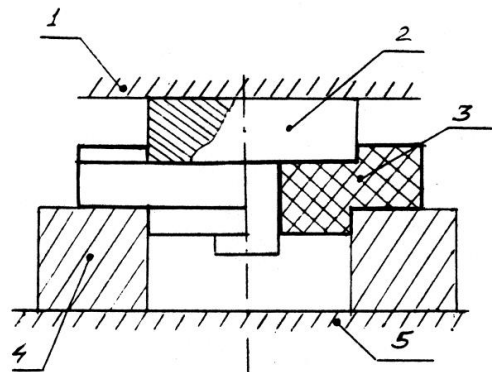


Рис. 2.5. Схема випробування втулки ізолюючої на стиск

1, 5 – верхня та нижня плити пресу; 2 – пуансон; 3 – втулка; 4 – опора (обойма)

Визначають величину руйнуючого зусилля $P_{руйн.ст.}$.

Результати випробувань заносять до таблиці 2.2 та порівнюють їх з вимогами ТУ й роблять відповідний висновок.

Таблиця 2.2

Вимоги ТУ та результати випробування втулок на згин та стиск

Параметри	Вимоги ТУ	№ зразків	
		1 зразок	2 зразок
Згин	не менше 175 кгс		
Стиск	не менше 3000 кгс		

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що називається пластмасами?
2. Вкажіть позитивні властивості й недоліки полімерних матеріалів.
3. Вкажіть властивості полімерних матеріалів, які виділяють їх серед інших будівельних матеріалів.
4. Надайте поняття та необхідність показника теплостійкості.
5. В чому полягає метод Мартенса при визначенні теплостійкості пластмас?
6. Яким вимогам повинні відповідати втулки ізолюючі відповідно ТУ У 35.2-30268559-180:2006?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАУРА

1. ДСТУ EN ISO 75-1:2019 Пластмаси. Визначення температури прогину під навантаженням. Частина 1. Загальний метод випробування (EN ISO 75-1:2013, IDT; ISO 75-1:2013, IDT). – К.: ДП “УкрНДНЦ”, 2019. – 8 с.

2. ДСТУ EN ISO 75-2:2017 Пластмаси. Визначення температури прогину під навантаженням. Частина 2. Загальний метод випробування. Пластмаси та ебоніт (EN ISO 75-2:2013, IDT; ISO 75-2:2013, IDT). – К.: ДП “УкрНДНЦ”, 2019. – 8 с.

3. ДСТУ EN ISO 20753:2019 Пластмаси. Випробні зразки (EN ISO 20753:2018, IDT; ISO 20753:2018, IDT). – К.: ДП “УкрНДНЦ”, 2019. – 15 с.

4. ТУ У 35.2-30268559-180:2006 Втулки ізолюючі для рейкових скріплень типу КБ. НД Укрзалізниці ВНДУЗ 32.205.001-2012 ЦП 27.03.2012. – 7 с.

Навчально-методичне видання

Громова Олена Вячеславівна
Зінкевич Андрій Миколайович
Афанасьєва Тетяна Іванівна

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО
ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

Методичні рекомендації до лабораторних робіт

Редактор А. В. Безверхня
Комп'ютерна верстка В. В. Бердо

Формат 60x84 ¹/₁₆. Ум. друк. арк. 0,75 Обл.-вид. арк. 0,76
Зам. № 18

Український державний університет
науки і технологій
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи № ДК № 7709 від 14.12.2022

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:
вул. Лазаряна, 2, Дніпро, 49010