

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Український державний університет
науки і технологій**

Кафедра «Архітектурне проектування,
землеустрій та будівельні матеріали»

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БУДІВЕЛЬНОГО БІТУМУ

Методичні рекомендації до лабораторних робіт

Електронний аналог
друкованого видання

Дніпро
2023

УДК 691.16
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 № 1 від 14.09.2022)
Зареєстровано НМВ УДУНТ (№ 596 від 08.02.2023)

Будівельне матеріалознавство. Визначення технічних характеристик будівельного бітуму : методичні рекомендації до лабораторних робіт / уклад. О. В. Громова, А. М. Зінкевич, Т. І. Афанасьєва ; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро : УДУНТ, 2023. – 13 с.

Методичні рекомендації призначені для використання студентами 2 курсу денної форми навчання освітнього ступеню «бакалавр» спеціальностей: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»; 273 «Залізничний транспорт»; 274 «Автомобільний транспорт»; 183 «Технологія захисту навколишнього середовища» під час виконання лабораторних робіт з освітніх програм «Промислове та цивільне будівництво», «Архітектурне проєктування 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. 6. Табл. 3. Бібліогр.: 6 назв.

© Громова О. В. та ін., укладання, 2023

© Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2023

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 температури розм'якшеності бітуму	6
Лабораторна робота № 2	7
Визначення глибини проникності голки (пенетрація).....	7
Лабораторна робота № 3	8
Визначення розтяжності бітуму	8
Контрольні запитання.....	10
Додатки	11
Додаток 1.....	11
Додаток 2.....	11
Додаток 3.....	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.

БІТУМНІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ

До бітумних в'язучих матеріалів належать природні та штучні (нафтові) бітуми, останні широко застосовуються в будівництві і у виробництві різних гідроізоляційних матеріалів.

Основними якісними показниками бітумів є в'язкість (твердість), деформативність та теплостійкість. За цими показниками тверді та напівтверді бітуми поділяють на марки.

Основні властивості бітумів пов'язані між собою, наприклад, при зростанні твердості (в'язкості) збільшується розтяжність та знижується температура розм'якшення, а при зменшенні – навпаки.

Бітумні речовини є гідрофобними, вони не змочуються і не розчиняються у воді, що дозволяє їх використовувати як основний компонент для гідроізоляційних матеріалів.

Дорожні бітуми використовують для виготовлення асфальтових бетонів та розчинів, будівельні – для виготовлення асфальтових, приклеювальних та ізоляційних мастик, бітумно-гумових матеріалів, а покрівельні – для виготовлення покрівельних мастик, рулонних та гідроізоляційних матеріалів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Визначення температури розм'якшеності бітуму

Температура розм'якшеності – температура, за якої в'язуче за заданих умов випробування набуває певної консистенції. Температура розм'якшеності характеризує відносну теплостійкість і ступінь розм'якшеності бітумів при нагріванні.

Мета роботи: експериментальним випробуванням визначити температуру розм'якшеності бітуму згідно з методикою ДСТУ EN 1427:2008 (EN 1427:2015, IDT) Бітум та бітумні в'язучі. Визначення температури розм'якшеності за методом кільця і кулі.

Прилади: термостійкий скляний стакан з внутрішнім діаметром не менше ніж 85 мм та висотою 120 мм; прилад «Кільце і куля»; плитка електрична із регулюванням нагріву; термометр ртутний.

Сутність роботи: за отриманою температурою розм'якшеності бітуму встановити його марку та галузь застосування.

Методика випробування

Латунні кільця внутрішній діаметр $(15,9 \pm 0,1)$ мм і заввишки $(6,4 \pm 0,1)$ мм укладають на металеву пластинку, змащену гліцерином, і заповнюють розплавленим бітумом. Після охолодження бітуму кільця встановлюють горизонтально в отвори на середній пластині приладу, на них укладають металеву кульку діаметром $(9,5 \pm 0,05)$ мм та масою $(3,5 \pm 0,05)$ г кожна (рис. 1.1).

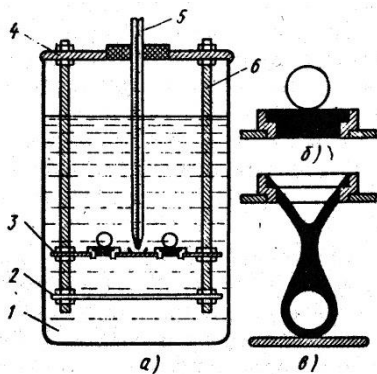


Рис. 1.1. Прилад «Кільце і куля»:

а) прилад; б) кільце з бітумом та кулькою до випробування; в) кільце і куля у момент розм'якшеності бітуму;

1 – стакан; 2, 3, 4 – диски; 5 – термометр; 6 – стержні

Термометр встановлюють в отвір верхнього диска так, щоб ртутна кулька була на нижньому рівні кільця.

Прилад встановлюють на електричну піч. В термостійкий стакан наливають воду до мітки. При нагріванні бітум розм'якшується, і сталева кулька разом з бітумом поступово проходить через кільце.

За температуру розм'якшеності приймають середнє арифметичне значення температур, за яких обидва зразки в'язучого розм'якшуються достатньою мірою для опускання кожної кульки та торкання нижнього диску приладу:

$$t_1 = \dots ^\circ\text{C}; t_2 = \dots ^\circ\text{C}; t_{\text{сер}} = \dots ^\circ\text{C}.$$

Визначають марку бітуму згідно таблиць Додатків 1,2,3.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Визначення глибини проникності голки (пенетрації)

Глибина проникності (пенетрація) – консистенція, виражена як відстань у десятих частках міліметра, на яку вертикально проникає стандартна голка у зразок протягом фіксованого часу за заданих температури та навантаження. Визначають за допомогою стандартного приладу – пенетрометра.

Мета роботи: експериментальним випробуванням визначити глибину проникності голки у бітум згідно з методикою ДСТУ EN 1426:2018 (EN1426:2015, IDT) Бітум бітумні в'язучі. Визначення глибини проникності голки (пенетрації).

Прилади: пенетрометр – прилад, що забезпечує вільне вертикальне переміщення плунжера та вимірює глибину проникності голки з точністю до 0,1 мм (рис. 2.1); металева циліндрична пенетраційна чашка (з внутрішнім діаметром 55 ± 1 мм та висотою 35 ± 2 мм); водяна баня місткістю не менш 10 дм³; термометр ртутний скляний; кристалізатор місткістю не менше ніж 350 см³; секундомір.

Сутність роботи: полягає у вимірюванні глибини, на яку занурюється голка пенетрометра у зразок бітуму при заданому навантаженні, температурі та часі й виражається в одиницях, що відповідають десятим долям міліметра (0,1 мм). Показник глибини проникності голки у зразок умовно характеризує в'язкість (твердість) бітуму і дозволяє встановити його марку (разом із іншими властивостями).

Підготовка до випробування

Перед випробуванням зразок бітуму нагрівають до потрібної температури, тобто до температури що перевищує передбачувану температуру розм'якшеності не більше ніж на 100 °С, і заповнюють ним пенетраційну чашку. Пенетраційну чашку заповнюють бітумом до такої висоти, щоб під час охолодження зразка до температури випробування його висота була на 10 мм більше від передбачуваної глибини проникності голки. Чашку з бітумом охолоджують на повітрі при 18...30 °С протягом 60...90 хв, оберігаючи зразок від пилу. Надалі чашку з бітумом поміщають у баню з водою температурою 25 °С, яку підтримують протягом встановленого часу від 60 до 90 хв.

В'язкість бітуму характеризується глибиною проникнення в бітум голки приладу під навантаженням $(100 \pm 0,10)$ г протягом 5 с при температурі 25 °С і виражається в градусах, причому 1° відповідає глибині проникнення голки на 0,1 мм.

Методика випробування

Розплавлений бітум наливають в металеву чашку, дають охолонути. Після цього чашку з бітумом поміщають у ванну з водою нагрітої до 25 °С і залишають на 1 годину до випробування.

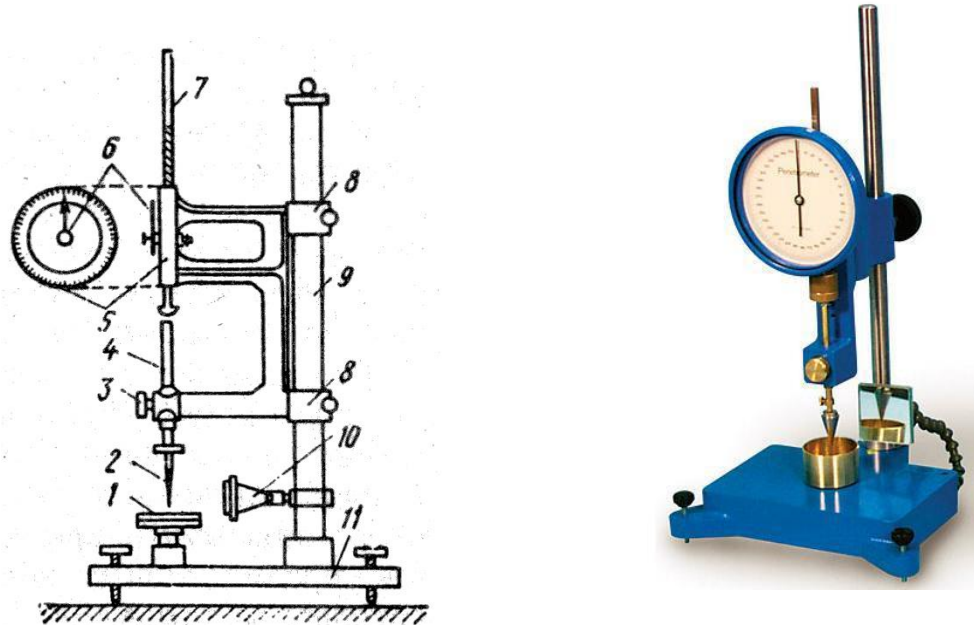


Рис. 2.1. Пенетромтр:

1 – столик, 2 – голка, 3 – напрямний та затискний пристрій, 4 – плунжер, 5 – циферблат, 6 – стрілка, 7 – шпindel, 8 – кронштейн, 9 – штатив, 10 – дзеркало

Зразок поміщають у кристалізатор, наповнений водою, що має температуру 25 °С. Кристалізатор встановлюють на столик пенетромтра. Голку на приладі приводять в зіткнення з бітумом. Стопорну кнопку відпускають і чекають 5 с, знімають відлік (відстань в градусах, пройдена голкою за 5 с). Після кожного занурення голку протирають ганчіркою, змоченою бензином.

Визначення повторюють три рази в різних місцях на поверхні бітуму, віддалених не менше ніж на 10 мм від країв чашки і одна від одної.

Значення глибини проникності голки (пенетрації) виражають як середнє арифметичне значення результатів визначень в умовних одиницях, що відповідають десятим часткам міліметра, з округленням до цілого числа:

$$h_1 = \dots^\circ; h_2 = \dots^\circ; h_3 = \dots^\circ; h_{\text{сер}} = \dots^\circ = h_{\text{сер}} = \dots \text{ мм.}$$

Визначають марку бітуму згідно таблиць Додатків 1,2,3.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Визначення розтяжності бітуму

Розтяжність (дуктильність) – здатність бітуму розтягуватися за постійної швидкості й температури на максимальну довжину без розривання.

Розтяжність характеризується довжиною нитки до її розриву при температурі 25 °С і швидкості витягування 5 см/хв і виражається у сантиметрах. Ця властивість бітуму є умовною характеристикою пластичності. Розтяжність бітумів визначають на приладі – дуктилометрі.

Методика випробування

Поверхню металевої або скляної пластинки та внутрішні бокові стінки форми «вісімки» покривають гліцерином та збирають її, як показано на рис. 3.1. Підготовлений бітум наливають з надлишком у три форми «вісімки» тонкою цівкою від одного кінця форми до іншого. Залитий у форми бітум залишають охолоджуватись на повітрі протягом 30...40 хв при кімнатній температурі, але не нижче 18 °С. Надалі надлишок бітуму гладко зрізують гарячим гострим ножем від середини форми до її країв таким чином, щоб бітум заповнив форми рівень з їх краями.



Рис. 3.1. Форма «вісімка».

Після охолодження бітуму форми поміщають у водяну баню з температурою 25 °С на 1-2 години. Потім зразок поміщають у дуктилометр, в який налита вода $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ і із швидкістю 5 см/хв розтягують зразок (рис. 3.2).

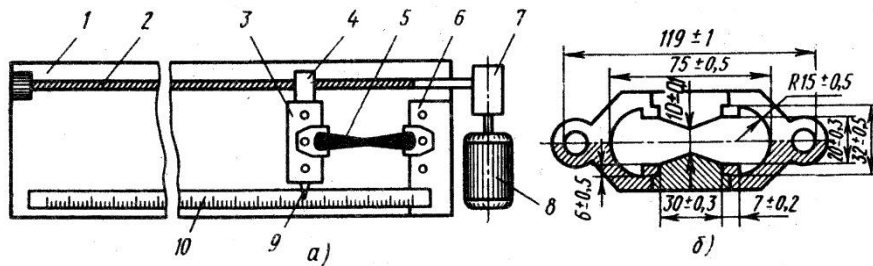


Рис. 3.2. Визначення розтяжності бітуму на приладі дуктилометр:

- а) схема випробування бітуму на розтяжність, б) форма «вісімка»;
 1 – ящик, 2 – гвинт, 3 – санчата, 4 – гайка, 5 – зразок бітуму, 6 – нерухома опора,
 7 – редуктор, 8 – електродвигун, 9 – стрілка, 10 – лінійка

За розтяжність беруть довжину нитки бітуму, в сантиметрах, позначену на лінійці вказівником у момент розривання. За результат беруть середнє арифметичне трьох отриманих значень розтяжності:

$$l_1 = \dots \text{ см}; l_2 = \dots \text{ см}; l_3 = \dots \text{ см}; l_{\text{сер}} = \dots \text{ см}.$$

У разі значення розтяжності до 10,0 см результат округлюють до 0,1 см, у разі більшого значення результат округлюють до цілого числа.

Виходячи з трьох отриманих властивостей бітуму: температури розм'якшеності, глибини проникності голки (пенетрації) та розтяжності зробити висновок стосовно марки бітуму, використовуючи таблиці Додатку 1, 2, 3.

Залежно від застосування, температури розм'якшеності, глибини проникності голки та значень інших показників якості **покрівельні бітуми** згідно з ДСТУ 4818:2007 Бітуми нафтові покрівельні. Технічні умови, виготовляють таких марок : БНП 40/180, БНП 45/190, БНП 90/30 (три числа 40, 45 і 90 та три числа 180, 190 і 30, що є у назвах марок, відповідно означають приблизно середню температуру розм'якшеності та приблизно середню глибину проникності голки в межах граничних показників для кожної марки бітуму).

- БНП 40/180 – бітум для просочування;
- БНП 45/190 – бітум для просочування та отримання покривного бітуму;
- БНП 90/30 – бітум для покривного шару.

Приклад умовної позначки бітуму марки БНП 40/180 за температури розм'якшеності від 38 °С до 45 °С та глибиною проникності голки від 160 одиниць до 210 одиниць: **«Бітум БНП 40/180 ДСТУ 4818:2007»**.

На відміну від зазначеного для дорожніх бітумів згідно з ДСТУ 4044:2019 Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови, цифри (перша та друга) пов'язані з межами зміни пенетрації, **наприклад: «Бітум БНД 150/220 ДСТУ 4044:2019»**.

Будівельні бітуми згідно з ДСТУ 4148-2003 Бітуми нафтові будівельні. Технічні умови, виготовляють таких марок: БНБ 50/50, БНБ 70/30, БНБ 90/10.

Приклад умовної позначки бітуму марки БНБ 50/50 з температурою розм'якшеності від 50 до 60 °С та глибиною проникності голки від 41 до 60 одиниць: **«Бітум БНБ 50/50 ДСТУ 4148-2003»**.

Бітуми мають відповідати вимогам і нормам наведеним в Додатках 1, 2, 3.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Наведіть основні властивості бітумів та поясніть, як вони пов'язані між собою.
2. Що характеризує температура розм'якшеності бітуму?
3. Сутність методу визначення температури розм'якшеності бітуму?
4. Що означає глибина проникності голки (пенетрація) бітуму? В яких одиницях вимірюється.
5. Що називають розтяжністю бітуму, в яких одиницях вимірюють?
6. Які показники входять у позначення марки бітуму?
7. Яка властивість бітуму є умовною характеристикою пластичності?

ДОДАТКИ

Додаток 1

Бітуми нафтові просочувальні та покривні

№	Назва показника	Значення для марок			Метод випробування
		БНП 40/180	БНП 45/190	БНП 90/30	
1	Глибина проникності голки (пенетрація) за температури 25 °С; 0,1 мм	Від 160 до 210	Від 160 до 220	Від 25 до 35	Згідно ГОСТ 11501
2	Температура розм'якшеності за кільцем і кулею, °С	Від 38 до 45	Від 40 до 50	Від 80 до 95	Згідно ГОСТ 11506
3	Розтяжність (дуктильність) за температури 25 °С, см, не менше		40	1,5	Згідно ГОСТ 11505

Додаток 2

Бітуми нафтові будівельні

№	Назва показника	Значення для марок			Метод випробування
		БНБ 50/50	БНБ 70/30	БНБ 90/10	
1	Глибина проникності голки (пенетрація) за температури 25 °С; 0,1 мм	Від 41 до 60	Від 21 до 40	Від 5 до 20	Згідно ГОСТ 11501
2	Температура розм'якшеності за кільцем і кулею, °С	Від 50 до 60	Від 70 до 80	Від 90 до 105	Згідно ГОСТ 11506
3	Розтяжність (дуктильність) за температури 25 °С, см, не менше	40	3,0	1,0	Згідно ГОСТ 11505

Бітуми нафтові дорожні в'язкі

№	Назва показника	Значення для марок					Метод випробування
		БНД 35/50	БНД 50/70	БНД 70/100	БНД 100/150	БНД 150/220	
1	Глибина проникності голки (пенетрація) за температури 25 °С; 0,1 мм	Від 35 до 50 включ.	Від 51 до 70 включ.	Від 71 до 100 включ.	Від 101 до 150 включ.	Від 151 до 220 включ.	ДСТУ EN 1426
2	Температура розм'якшеності, °С	Від 52 до 58 включ.	Від 49 до 55 включ.	Від 45 до 51 включ.	Від 41 до 47 включ.	Від 37 до 43 включ.	ДСТУ EN 1427
3	Розтяжність (дуктильність) за температури 25 °С, см, не менше	42	50	60	70	75	ДСТУ EN 18825

ЛІТЕРАТУРА:

1. ДСТУ EN 1427:2018 (EN 1427:2015, IDT) Бітум та бітумні в'язучі. Визначення температури розм'якшеності за методом кільця і кулі. –К.: ДП «УкрНДНЦ», 2018. – 16 с.
2. ДСТУ EN 1426:2018 (EN 1426:2015, IDT) Бітум та бітумні в'язучі. Визначення глибини проникності голки (пенетрації). –К.: ДП «УкрНДНЦ», 2018. – 10 с.
3. ДСТУ 8825:2019 Бітум та бітумні в'язучі. Метод визначення розтяжності. –К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 6 с.
4. ДСТУ 4148-2003 Бітуми нафтові будівельні. Технічні умови. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 11 с.
5. ДСТУ 4818:2007 Бітуми нафтові покрівельні. Технічні умови. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 8 с.
6. ДСТУ 4044:2019 Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 11 с.

Навчально-методичне видання

Громова Олена Вячеславівна
Зінкевич Андрій Миколайович
Афанасьєва Тетяна Іванівна

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БУДІВЕЛЬНОГО БІТУМУ

Методичні рекомендації до лабораторних робіт

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

Формат 60x84 $\frac{1}{16}$. Ум. друк. арк. 0.80 Обл.-вид. арк. 0.82
Тираж пр. Зам. № 10

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