

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСНОВИ ПРОЦЕСІВ ДЕРЕВООБРОБКИ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічної роботи
для студентів напряму підготовки 6.051801 — «Деревооброблювальні технології»

Обговорено і рекомендовано до
видання на засіданні кафедри
технологій машинобудування та
деревообробки
протокол №9 від 14.06.16 р.

Чернігів ЧНТУ 2016

Фізико-хімічні основи процесів деревообробки. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи для студентів напряму підготовки 6.051801 — «Деревооброблювальні технології». – Чернігів: ЧНТУ, 2016. – 32с.

Укладач: КОСМАЧ ОЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри технологій машинобудування та деревообробки

Відповідальний за випуск: СТУПА ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, завідувач кафедри технологій машинобудування та деревообробки, доктор технічних наук, професор

Рецензент: ФЕДОРИНЕНКО ДМИТРО ЮРІЙОВИЧ, доктор технічних наук, професор кафедри технологій машинобудування та деревообробки Чернігівського національного технологічного університету

Зміст

1. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ.....	4
2. СТРУКТУРА РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ.....	5
3.МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ.....	6
Задача №1.	6
Задача №2.	7
Задача №3.	8
Задача №4.	9
Задача №5.	10
Задача №6.	11
Задача №7.	12
Задача №8.	13
Задача №9.	14
Задача №10.	15
Задача №11.	16
Задача №12.	17
Задача №13.	18
Задача №14.	19
Задача №15.	20
Задача №16.	21
Задача №17.	22
Задача №18.	23
4.ДОВІДКОВІ МАТЕРІАЛИ	24
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	32

1. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Метою викладання навчальної дисципліни «Фізико-хімічні основи процесів деревообробки» є отримання знань про фізичні та хімічні процеси, які виникають при обробці, а також руйнуванні зразків з деревини, основні фізико-механічні властивості різних порід деревини щоб у подальшому використовувати отримані знання при виборі видів механічної обробки та режимів різання деревини, визначення можливих фізико-хімічних процесів, які протікають в деревині з часом, а також розробці та удосконаленні технологічних процесів виготовлення продукції з деревини.

Виконання РГР дозволить :

- а) закріпити і поглибити базові знання з дисциплін “Деревинознавство”, “Різання деревини”, “Сушіння та захист деревини”;
- б) навчитися розрізняти механічні властивості різних порід дерев;
- в) розвинути вміння користуватися при проектуванні нормативними матеріалами, стандартами, довідковою літературою та іншими джерелами;
- г) відпрацювати навички оформлення РГР у відповідності до вимог стандартів і загальних вимог до текстових документів (ДСТУ 3008-95, ГОСТ 2.105-95);

Розрахункова-графічна робота є результатом самостійної роботи студента . Якість і своєчасність виконання РГР залежить від особистої самодисципліни студента, організованості і регулярності роботи над завданням протягом семестру.

2. СТРУКТУРА РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Розрахунково-графічна робота складається з окремих завдань. При виконанні завдань студент повинен дати вичерпну відповідь на теоретичне запитання; провести розрахунок пористості деревини; визначити напруження, які виникають при навантаженні зразка деревини під дією зовнішньої сили у різних випадках розташування волокон; визначити напруження, які виникають при згині зразка деревини під дією зовнішньої сили у різних випадках розташування волокон; визначити кількість вологи, яка видаляється при висушуванні заданих видів деревини.

РГР складається з текстової (5-10)аркушів та розрахункової частини.

Текстова частина розділів повинна містити наступні складові:

- Тема теоретичної частини;
- Розділи та підрозділи, які розкривають тему завдання;
- Розрахунково-пояснювальна частина;
- список використаної літератури.

Обсяг розрахункової частини розрахунково-графічної роботи складається з:

- Формул;
- Розрахунків
- Висновків.

У випадку невиконання або несвоєчасного захисту розрахунково-графічної роботи студент отримує оцінку “незадовільно”, навіть якщо за підсумками модульних контролів студент набрав необхідну кількість балів для одержання позитивної оцінки з дисципліни “Фізико-хімічні основи процесів деревообробки”.

3.МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ

Задача №1.

Описати основні фізичні, хімічні та механічні властивості та характеристики породи дерева. Сфера використання в промисловості.

Таблиця 3.1 – Завдання до задачі

№ п/п	Назва породи дерева
1.	Ялиця
2.	Кедр
3.	Ялина
4.	Сосна
5.	Модрина
6.	Береза
7.	Дуб
8.	Бук
9.	Ясень
10.	Осина
11.	Тополь
12.	Липа
13.	Вільха
14.	Клен
15.	Граб
16.	Ліщина
17.	Верба
18.	В'яз
19.	Червоне дерево
20.	Шовковиця

Задача №2.

Провести розрахунок пористості деревини. Зробити висновки по отриманих результатах, порівняти пористість порід дерев між собою.

Таблиця 3.2 – Завдання до задачі

№ п/п	Вид породи дерева		
1.	Ялиця	В'яз	Ялина
2.	Кедр	Верба	Вільха
3.	Ялина	Ліщина	Модрина
4.	Сосна	Граб	Червоне дерево
5.	Модрина	Клен	Дуб
6.	Береза	Вільха	Тополь
7.	Дуб	Липа	Шовковиця
8.	Бук	Тополь	Клен
9.	Ясень	Осина	Сосна
10.	Осина	Бук	Верба
11.	Червоне дерево	Дуб	Ліщина
12.	Липа	Береза	Осина
13.	Вільха	Модрина	Липа
14.	Клен	Сосна	Червоне дерево
15.	Граб	Ялина	Клен
16.	Ліщина	Кедр	Осина
17.	Шовковиця	Ялиця	Тополь
18.	В'яз	Ялина	Верба
19.	Ліщина	Червоне дерево	Клен
20.	Шовковиця	Бук	Тополь

Задача №3.

Визначити напруження, які виникають при навантаженні зразка деревини під дією зовнішньої сили у різних випадках розташування волокон. Зробити висновки про стан зразка після навантаження.

Таблиця 3.3 – Завдання до задачі

№ п/п	P, Н	a, мм	b, мм	c, мм
1.	1000	10	10	23
2.	2000	20	14	12
3.	3000	30	15	31
4.	4000	40	15	34
5.	5000	40	16	21
6.	6000	45	17	45
7.	7000	50	20	21
8.	8000	50	25	14
9.	9000	55	25	16
10.	8000	50	30	25
11.	7000	50	35	21
12.	6000	45	35	44
13.	5000	45	40	21
14.	4000	40	45	45
15.	3000	35	40	22
16.	2000	30	30	15
17.	1000	25	25	51
18.	1000	25	20	21
19.	2500	30	40	11
20.	3500	50	30	10

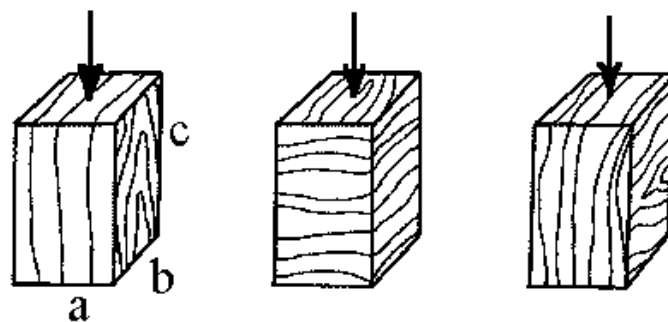


Рисунок 3.1 – Схеми навантаження зразка деревини

Задача №4.

Визначити напруження, які виникають при згині зразка деревини під дією зовнішньої сили у різних випадках розташування волокон. Зробити висновки про стан зразка після навантаження.

Таблиця 3.4 – Завдання до задачі

№	P, Н	b, мм	h, мм	l, м
1.	1000	100	10	1
2.	2000	200	14	2
3.	3000	300	15	3
4.	4000	400	15	4
5.	5000	400	16	5
6.	6000	450	17	6
7.	7000	500	20	7
8.	8000	500	25	8
9.	9000	550	25	9
10.	8000	500	30	10
11.	7000	500	35	9
12.	6000	450	35	8
13.	5000	450	40	7
14.	4000	400	45	6
15.	3000	350	40	5
16.	2000	300	30	4
17.	1000	250	25	3
18.	1000	250	20	2
19.	4000	300	15	4
20.	3000	400	17	3

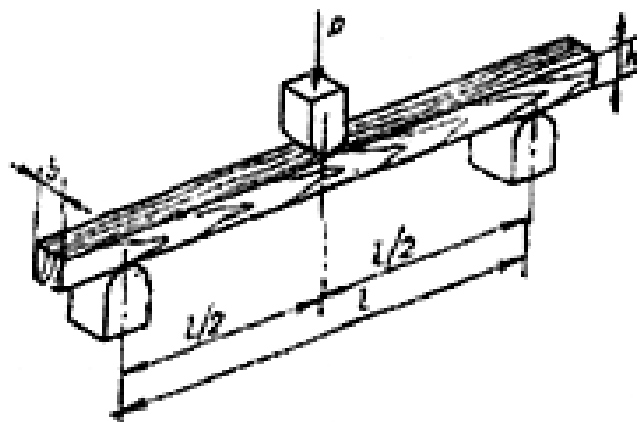


Рисунок 3.2 – Схеми навантаження зразка деревини

Задача №5

Визначити напруження, які виникають при навантаженні зразка деревини під дією зовнішньої сили у різних випадках розташування волокон. Зробити висновки про стан зразка після навантаження.

Таблиця 3.5 – Завдання до задачі

№ п/п	P, Н	l, мм	b, мм	c, мм
1.	1000	10	10	23
2.	2000	20	14	12
3.	3000	30	15	31
4.	4000	40	15	34
5.	5000	40	16	21
6.	6000	45	17	45
7.	7000	50	20	21
8.	8000	50	25	14
9.	9000	55	25	16
10.	8000	50	30	25
11.	7000	50	35	21
12.	6000	45	35	44
13.	5000	45	40	21
14.	4000	40	45	45
15.	3000	35	40	22
16.	2000	30	30	15
17.	1000	25	25	51
18.	1000	25	20	21
19.	1000	60	30	11
20.	1100	70	40	10

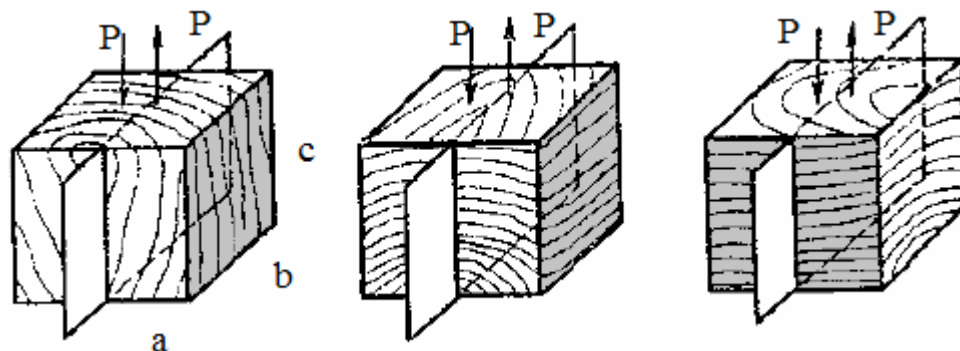


Рисунок 3.3 – Схеми навантаження зразка деревини

Задача №6

Визначення межі міцності при стиску зразка уздовж волокон при його різній вологості.

Таблиця 3.6 – Завдання до задачі

№ п/п	P, Н	a, мм	b, мм	c, мм	W, %
1.	1000	10	10	23	12
2.	2000	20	14	12	14
3.	3000	30	15	31	16
4.	4000	40	15	34	21
5.	5000	40	16	21	43
6.	6000	45	17	45	14
7.	7000	50	20	21	32
8.	8000	50	25	14	21
9.	9000	55	25	16	45
10.	8000	50	30	25	15
11.	7000	50	35	21	31
12.	6000	45	35	44	12
13.	5000	45	40	21	32
14.	4000	40	45	45	45
15.	3000	35	40	22	55
16.	2000	30	30	15	32
17.	1000	25	25	51	12
18.	1000	25	20	21	34
19.	2500	30	40	11	12
20.	3500	50	30	10	22



Рисунок 3.4 – Схеми навантаження зразка деревини

Задача №7

Визначити кількість вологи M , яка видаляється при висушуванні заданих видів порід деревини. Зробити висновки по отриманих результатах.

Таблиця 3.7 – Завдання до задачі

№ п/п	$V, \text{ м}^3$	$W_{\text{п}}, \%$	$W_{\text{к}}, \%$	Порода деревини
1.	1	80	10	Ялиця
2.	2	77	14	Кедр
3.	3	76	15	Ялина
4.	3	75	15	Сосна
5.	4	73	16	Модрина
6.	4	73	17	Береза
7.	5	72	20	Дуб
8.	6	70	25	Бук
9.	7	68	25	Ясень
10.	8	67	20	Осина
11.	8	66	15	Тополь
12.	9	65	15	Липа
13.	10	64	20	Вільха
14.	9	63	22	Клен
15.	8	62	21	Граб
16.	8	61	20	Ліщина
17.	7	60	25	Верба
18.	6	55	20	В'яз
19.	5	53	13	Горіх
20.	4	48	18	Шовковиця

Задача №8

Визначити розміри та об'єм Кдошок при вологості W_K , якщо при вологості W_{Π} розміри дошок були a , b , c (м). Представити схему розміщення дошок та загальні розміри.

Таблиця 3.8 – Завдання до задачі

№ п/п	W_{Π}	W_K	К, шт.	a , м	b , м	c , м
1.	80	10	20	0,02	0,12	1
2.	77	14	5	0,025	0,13	2
3.	76	15	10	0,024	0,14	3
4.	75	15	15	0,032	0,15	4
5.	73	16	20	0,043	0,16	5
6.	73	17	25	0,021	0,17	6
7.	72	20	30	0,034	0,18	7
8.	70	25	35	0,045	0,19	8
9.	68	25	30	0,015	0,20	9
10.	67	20	25	0,008	0,22	10
11.	66	15	20	0,12	0,24	9
12.	65	15	15	0,022	0,26	8
13.	64	20	12	0,032	0,28	7
14.	63	22	10	0,045	0,29	6
15.	62	21	8	0,050	0,21	5
16.	61	20	7	0,042	0,20	4
17.	60	25	6	0,011	0,19	3
18.	55	20	5	0,012	0,18	2
19.	53	13	10	0,011	0,14	5
20.	50	23	17	0,015	0,12	7

Задача №9

Визначити максимальний рівень підйому заданої рідини по капілярах вздовж волокон зразка деревини для прийнятих початкових умов.

Таблиця 3.9 – Завдання до задачі

№ п/п	Рідина	Змочувальність деревини	Діаметр капіляра d , мкм
1.	Вода	Змочувальна	2
2.	Гліцерин	Не змочувальна	1
3.	Нафта	Змочувальна	3
4.	Ртуть	Не змочувальна	5
5.	Сірчана кислота	Змочувальна	0,1
6.	Етиловий спирт	Не змочувальна	2
7.	Оцтова кислота	Змочувальна	5
8.	Етиловий ефір	Не змочувальна	1
9.	Вода	Змочувальна	10
10.	Нафта	Не змочувальна	0,3
11.	Гліцерин	Змочувальна	2
12.	Сірчана кислота	Не змочувальна	3
13.	Оцтова кислота	Змочувальна	4
14.	Вода	Не змочувальна	5
15.	Ртуть	Змочувальна	6
16.	Нафта	Не змочувальна	7
17.	Оцтова кислота	Змочувальна	8
18.	Етиловий ефір	Не змочувальна	9
19.	Етиловий спирт	Змочувальна	12
20.	Гліцерин	Не змочувальна	0,2

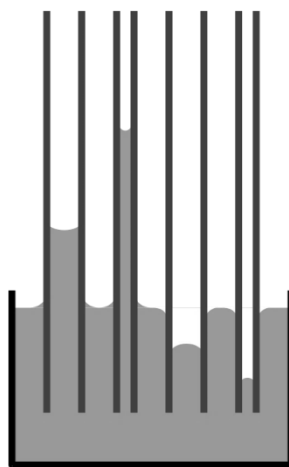


Рисунок 3.5 – Схеми підйому рідини по капілярах зразка деревини вздовж волокон

Задача №10

Розрахувати ударну в'язкість зразка деревини a_n для прийнятих початкових умов навантаження.

Таблиця 3.10 – Завдання до задачі

№	Q, Н	H, мм	h, мм	F, мм ²
1.	100	200	10	20
2.	200	200	14	20
3.	300	300	15	30
4.	400	400	15	40
5.	500	400	16	40
6.	600	450	17	45
7.	700	500	20	50
8.	800	500	25	50
9.	900	550	25	55
10.	800	500	30	50
11.	700	500	35	50
12.	600	450	35	45
13.	500	450	40	45
14.	400	400	45	40
15.	300	350	40	35
16.	200	300	30	30
17.	100	250	25	25
18.	100	250	20	25
19.	300	250	18	25
20.	600	400	25	40

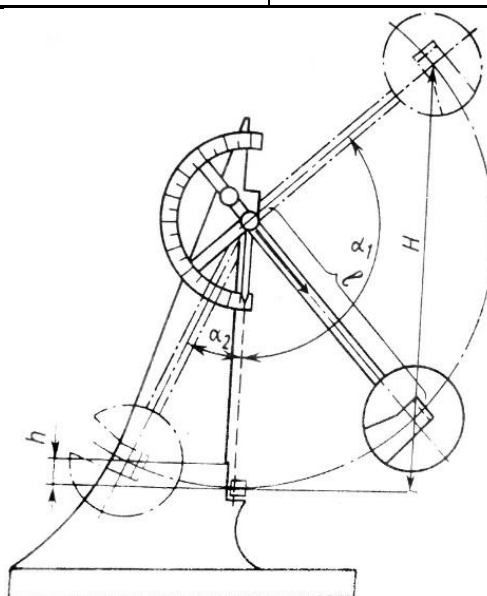


Рисунок 3.6 – Схема навантаження зразка деревини

Задача №11

Визначити твердість деревини при вдавлюванні силою P кульки діаметром D і подальшим отримання відбитку d .

Таблиця 3.11 – Завдання до задачі

№ п/п	P , Н	D , мм	d , мм
1.	200	10	1
2.	300	11	4
3.	400	12	5
4.	600	10	6
5.	500	8	3
6.	600	8	4
7.	700	6	4
8.	600	6	4
9.	500	10	3
10.	500	5	2
11.	400	8	4
12.	600	6	4
13.	100	9	5
14.	500	11	2
15.	400	12	3
16.	600	4	2
17.	900	4	1
18.	1000	6	2
19.	700	4	3
20.	400	15	7

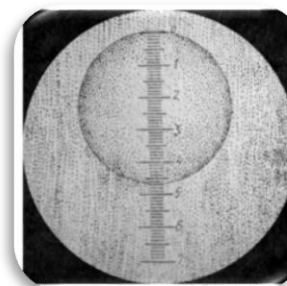
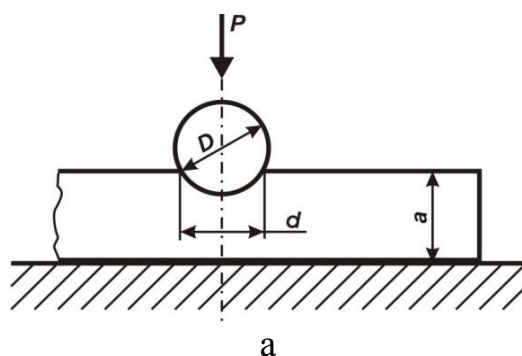


Рисунок 3.7 – Випробування зразка матеріалу на твердість (а - схема отримання відбитку, б - вимір відбитку за шкалою мікроскопа).

Задача №12

Визначення лінійної та об'ємної усушки, коефіцієнти лінійної та об'ємної усушки в тангенціальному, радіальному та осьовому напрямку волокон. Початкові розміри зразка α_0, b_0, l_0 при цьому кінцеві розміри зразка α_w, b_w, l_w .

Таблиця 3.12 – Завдання до задачі

№ П/П	α_w , мм	α_0 , мм	b_w , мм	b_0 , мм	l_w , мм	l_0 , мм	W, %
1.	20	20	10	10	12	11	12
2.	30	21	40	30	43	42	3
3.	40	32	50	40	54	52	5
4.	60	50	60	60	65	61	12
5.	50	48	43	40	36	32	15
6.	60	58	53	50	42	41	12
7.	70	66	64	60	43	41	11
8.	60	56	76	70	44	41	16
9.	50	40	30	30	35	31	17
10.	50	45	43	40	26	20	20
11.	40	38	23	20	47	46	22
12.	60	56	12	10	43	41	23
13.	10	9	32	30	52	51	25
14.	50	41	51	40	21	20	27
15.	40	32	52	50	32	31	28
16.	60	54	32	30	24	21	29
17.	90	84	22	20	15	12	30
18.	10	6	31	30	26	24	32
19.	70	64	42	40	37	35	34
20.	40	35	52	50	78	76	36

Задача №13

Визначення лінійного та об'ємного розбухання, коефіцієнти лінійного та об'ємного розбухання в тангенціальному, радіальному та осьовому напрямку волокон. Початкові розміри зразка α_0, b_0, l_0 при цьому кінцеві розміри зразка α_w, b_w, l_w .

Таблиця 3.13 – Завдання до задачі

№ П/П	α_w , мм	α_0 , мм	b_w , мм	b_0 , мм	l_w , мм	l_0 , мм	W, %
1.	22	20	12	10	12	11	22
2.	22	21	40	30	44	42	32
3.	34	32	50	40	55	52	51
4.	54	50	62	60	66	61	24
5.	52	48	44	40	33	32	53
6.	65	58	52	50	45	41	23
7.	67	66	61	60	45	41	53
8.	58	56	72	70	46	41	21
9.	43	40	32	30	33	31	25
10.	47	45	43	40	21	20	53
11.	39	38	24	20	48	46	23
12.	57	56	11	10	42	41	23
13.	12	9	34	30	54	51	42
14.	43	41	45	40	24	20	22
15.	34	32	55	50	32	31	34
16.	55	54	33	30	23	21	42
17.	86	84	25	20	14	12	42
18.	8	6	32	30	27	24	53
19.	66	64	44	40	37	35	42
20.	37	35	55	50	79	76	36

Задача №14

Визначити масу абсолютно сухої деревини і масу води, якщо зразок деревини має абсолютну вологість W і масу M .

Таблиця 3.14 – Завдання до задачі

№ п/п	W, %	M, г
1.	22	220
2.	32	320
3.	51	510
4.	24	240
5.	53	530
6.	23	230
7.	53	530
8.	21	210
9.	25	250
10.	53	530
11.	23	230
12.	23	230
13.	42	420
14.	22	220
15.	34	340
16.	42	420
17.	42	420
18.	53	530
19.	42	420
20.	36	360

Задача №15

Визначити масу березових дров при вологості W . Маса 1 куб.м цих дров при вологості $W_1\%$ становить M .

Таблиця 3.15 – Завдання до задачі

№ п/п	W , %	W_1 , %	M , кг
1.	22	24	220
2.	32	43	320
3.	51	56	510
4.	24	34	240
5.	53	56	530
6.	23	43	230
7.	53	21	530
8.	21	23	210
9.	25	56	250
10.	53	32	530
11.	23	22	230
12.	23	12	230
13.	42	56	420
14.	22	34	220
15.	34	32	340
16.	42	21	420
17.	42	26	420
18.	53	43	530
19.	42	23	420
20.	36	56	360

Задача №16

Для виробництва меблів потрібні бруски квадратного перетину $B \times B$ мм при кімнатно-сухому стані. Якого розміру слід вирізати бруски з свіжо-заготовлених деревини, якщо величина усушки до кімнатний-сухого стану становить K повної усушки.

Таблиця 3.16 – Завдання до задачі

№ п/п	Порода дерева	B, мм	K,
1.	Модрина	24	2/3
2.	Ялина	43	2/4
3.	Сосна	56	3/4
4.	Модрина	34	3/5
5.	Ялиця	56	1/2
6.	Кедр	43	2/3
7.	Береза	21	3/4
8.	Бук	23	4/5
9.	Ясень	56	6/7
10.	Дуб	32	2/5
11.	Осика	22	3/5
12.	Ялина	12	5/8
13.	Ялиця	56	3/4
14.	Кедр	34	2/3
15.	Береза	32	1/4
16.	Бук	21	2/4
17.	Береза	26	3/4
18.	Осика	43	5/6
19.	Береза	23	5/7
20.	Ялина	56	5/8

Задача №17

Визначити густину породи деревини при вологості W .

Таблиця 3.17 – Завдання до задачі

№ п/п	Порода дерева	W , %
1.	Модрина	24
2.	Ялина	43
3.	Сосна	56
4.	Модрина	34
5.	Ялиця	56
6.	Кедр	43
7.	Граб	21
8.	Бук	23
9.	Ясень	56
10.	Дуб	32
11.	Осика	22
12.	Акація	12
13.	Ялиця	56
14.	Кедр	34
15.	Береза	32
16.	Бук	21
17.	Береза	26
18.	Осика	43
19.	Береза	23
20.	Ялина	56

Задача №18

Визначити обсяг полениці дров в складених і щільних кубометрах для сосни з середньою товщиною T , якщо довжина дров B , довжина полениці – L , середня висота – H .

У пробному прямокутнику проведена діагональ довжиною L_g , сума протяжності торців полін по діагоналі становить L_m .

Таблиця 3.18 – Завдання до задачі

№ п/п	T , см	B , м	L , м	H , м	L_g , м	L_m , м
1.	15	2	16	1,2	29	24
2.	12	3	18	1,3	49	43
3.	11	4	17	1,5	58	56
4.	12	5	18	1,6	37	34
5.	16	6	26	1,4	59	56
6.	17	2	27	1,8	47	43
7.	16	3	21	1,1	28	21
8.	12	2	15	1,3	26	23
9.	18	1	16	1,5	59	56
10.	14	3	13	1,4	36	32
11.	17	4	12	1,2	28	22
12.	13	5	11	1,7	23	12
13.	19	6	16	1,5	57	56
14.	32	7	16	1,4	37	34
15.	21	3	12	1,3	36	32
16.	22	2	16	1,2	25	21
17.	24	5	18	1,5	28	26
18.	12	6	12	1,7	47	43
19.	16	4	11	1,8	26	23
20.	17	3	14	1,1	59	56

4.ДОВІДКОВІ МАТЕРІАЛИ

Пояснення до задачі 2.

Загальна формула для визначеності пористості:

$$\Pi = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_{\text{д.р}}}\right) * 100\%$$

ρ_0 – густина абсолютно сухої деревини, кг/м³

$\rho_{\text{д.р}}$ – густина деревинної речовини, м³

$\rho_{\text{д.р}} = 1530 \text{ м}^3$

Пояснення до задачі 3.

Максимально допустиме напруження, яке виникає при дії навантаження на зразок з розмірами a та b

$$\sigma_{\omega} = \frac{P_{\text{max}}}{a \cdot b}$$

P_{max} – максимальне навантаження, Н

a, b – довжини відповідних сторін, м

Межа міцності деревини при стиску вздовж волоко 60 МПа. Дана навантаження перевищує границю міцності при стиску, тому зразок витримає навантаження і зруйнується.

Пояснення до задачі 4.

Межа міцності при згині МПа, обчислюють за формулою:

$$\delta_n = \frac{3}{2} * P_{\text{max}} * \frac{l}{bh^2},$$

де P_{max} – максимальне навантаження, Н; l – проліт, тобто відстань між центрами опор; b і h – ширина (в радіальному) і висота (у тангенціальному) напрямках, мм. У середньому межа міцності при вигині складає 100 МПа.

Пояснення до задачі 5.

При випробуваннях на зсув до зразка прикладають дві рівні і протилежно направлені сили, що викликають руйнування в паралельній їм площині, відбувається зрушення. Розрізняють три види випробувань на зрушення (рис. 4.1): сколювання вздовж волокон (а), сколювання поперек волокон (б) і переріз деревини поперек волокон (в).

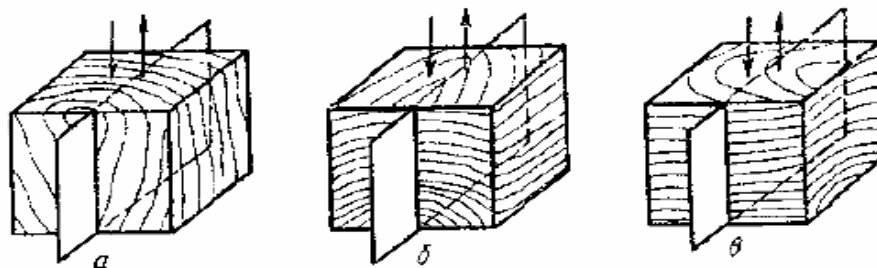


Рисунок 4.1 – Види випробувань зразків деревини на зсув
Межа міцності при зсуві вздовж волокон визначає за формулою:

$$\tau_w = P_{max} * l * b,$$

де l і b – майданчик сколювання, мм².

Величина границі міцності дотичних максимальних напружень при зсуві вздовж волокон в середньому для всіх становить приблизно 1/5 від межі міцності при стисненні вздовж волокон. Межа міцності при зсуві поперек волокон в 2 рази менше, а межа міцності при перерізі поперек волокон в 4 рази більше, ніж межа міцності при зсуві вздовж волокон.

Пояснення до задачі 6.

Визначають вологість зразка, вимірюють розміри штангенциркулем з точністю до 0,1 мм. Зразок поміщають між плитами преса і визначають руйнуюче навантаження при стиску.

Обчислюється межа міцності при стиску уздовж волокон при відповідній вологості:

$$R_{cm}^W = \frac{P_{cm}}{F}; \quad R_{cm}^{7\%} = \frac{P_{cm}}{F} = \dots \text{кгс/см}^2;$$

Межу міцності перераховують на стандартну вологість 12% за формулою:

$$R_{cm}^{12\%} = R_{cm}^W \times [1 + \alpha(W - 12)]; \quad R_{cm}^{12\%} = R_{cm}^{7\%} \times [1 + 0,04(W - 12)] = \dots \text{кгс/см}^2;$$

де α – поправочний коефіцієнт на вологість (для всіх порід $\alpha = 0,04$), коефіцієнт зміни міцності при зміні вологості на 1%.

Пояснення до задачі 7.

Кількість вологи M визначають згідно виразу виду

$$M = \rho_{\text{баз}} \cdot (W_H - W_k) / 100\% \quad (\text{для } 1 \text{ м}^3)$$

де $\rho_{\text{баз}}$ – базисна густина деревини

W_H – вологість деревини до усушки

W_k – вологість деревини після усушки

Пояснення до задачі 8.

Початковий об'єм однієї дошки визначається згідно виразу виду:

$$V = a \cdot b \cdot c$$

a, b, c – відповідні розміри дошки, м.

Коефіцієнт усушки в тангенціальному напрямку:

$$y = k_y (W_n - W_k)$$

Коефіцієнт усушки в радіальному напрямку:

$$y = k_y (W_n - W_k)$$

Коефіцієнт усушки в осьовому напрямку:

$$y = k_y (W_n - W_k)$$

Розміри дошки після усушки:

$$\Delta l = y \cdot l_0$$

$$L = \Delta l - l_0$$

де Δl – різниця розмірів до та після усушки, м.

Зменшення об'єму після усушки:

$$V_y = \frac{V_{\text{зар1}}}{V_{\text{зар2}}}$$

Пояснення до задачі 9.

Рушійними силами при просочення є: сили капілярного всмоктування, перепад тиску по перетину сортименту і градієнт концентрації просочує речовини.

Капілярний рух розчину засноване на появі над поверхнею змочуючої рідини негативного тиску.

$$P_k = 2 * \sigma_n \cos\theta / r,$$

де: σ_n – коефіцієнт поверхневого натягу рідини, Н/м;

r – радіус капіляра;

θ – крайовий кут (для змочувальної рідини $\theta < 90^\circ$, для не змочувальної $\theta > 90^\circ$).

У сухому зразку деревини ($W_H < W_H$), опущеному одним кінцем у рідину, швидкість її підйому по капілярах становить 30-150 мм / добу. Максимальна висота підйому.

$$h = \frac{P_k}{P_B * g} < 1 \text{ м}$$

де: p_e – густина води, $p_e = 1000 \text{ кг/м}^3$;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

У поперечному напрямку швидкість вбирання 0,2-3 мм/сут. При повному ж зануренні сортименту швидкість мізерно мала через протидію затисненого всередині повітря, який може вийти з деревини лише дифузією після його розчинення. У сирій деревині ($W > 50\%$) капілярний рух можливий лише в коротких і горизонтально розташованих зразках по мірі випаровування вологи з торця.

Пояснення до задачі 10.

Кількість енергії, витраченої на руйнування зразка або робота удару, поглинена зразком, обчислюється в кгс·м (Дж) за формулою:

$$A_n = A_1 - A_2 = Q(H - h).$$

Величина A_n називається абсолютною в'язкістю. Ударна в'язкість - здатність металів чинити опір дії ударних навантажень.

Ударна в'язкість $\text{кгс}\cdot\text{м}/\text{см}^2$ ($\text{кДж}/\text{м}^2$) - це відношення роботи, поглиненої зразком при руйнуванні, до площі поперечного перерізу зразка в місці розрізу:

$$a_n = \frac{A_n}{F}.$$

Для визначення порогу холодноламкості випробування на ударний вигин виконується при знижених температурах. Охолодження зразків виконується

сумішшю спирту і рідкого азоту, або зрідженим вуглекислим газом зі спиртом.

Пояснення до задачі 11

Число твердості по Брінелю визначається діленням навантаження P , кгс (H) на площу поверхні.

$$HB = \frac{2P}{\pi D \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)}.$$

де: P – навантаження, яке прикладається до індентора, кгс;

D – діаметр індентора, см

d – діаметр відбитку, см.

Пояснення до задачі 12

1. Лінійну усушку обчислюють за формулами:

а) в тангенціальному напрямку

$$Y_{\text{танг}} = 100(\alpha_w - \alpha_0)/\alpha_w;$$

б) в радіальному напрямку

$$Y_{\text{рад}} = 100(b_w - b_0)/b_w;$$

в) вздовж волокон

$$Y_{\text{вд.вол}} = 100(l_w - l_0)/l_w,$$

де: α_w, b_w, l_w – розміри зразка для висушування, мм;

α_0, b_0, l_0 – розміри зразка після висушування, мм.

2. Об'ємну усушку обчислюють за формулою:

$$Y_v = 100(\alpha_w b_w l_w - \alpha_0 b_0 l_0)/\alpha_w b_w l_w.$$

3. Коефіцієнти лінійної усушки в тангенціальному напрямку:

а) для мокрого зразка

$$K_{\text{танг}} = Y_{\text{танг}}/W_{\text{п.н.}},$$

$$K_{\text{рад}} = Y_{\text{рад}}/W_{\text{п.н.}},$$

$$K_{\text{вд.вол}} = Y_{\text{вд.вол}}/W_{\text{п.н.}};$$

б) для кімнатно-сухого зразка

$$K_{\text{танг}} = Y_{\text{танг}}/W,$$

$$K_{\text{рад}} = Y_{\text{рад}}/W,$$

$$K_{\text{вд.вол}} = Y_{\text{вд.вол}}/W,$$

де $W_{\text{п.н.}}$ – вологість відповідає межі насичення клітинних стінок (30%);

W – початкова вологість кімнатно-сухого зразка, %.

4. Коефіцієнт об'ємної усушки:

а) для мокрого зразка

$$K_v = Y_v/W_{\text{п.н.}};$$

б) для кімнатно-сухого зразка

$$K_v = Y_v/W.$$

Пояснення до задачі 13

1. Лінійне розбухання (%) мокрого зразка обчислюють за формулами:

а) в тангенціальному напрямку

$$P_{\text{танг}} = 100(\alpha_w - \alpha_0) / \alpha_0$$

б) в радіальному напрямку

$$P_{\text{рад}} = 100(b_w - b_0) / b_0$$

в) вздовж волокон

$$P_{\text{вд.вол}} = 100(l_w - l_0) / l_0$$

де: α_w, b_w, l_w – розміри зразка після вимочування, мм;
 α_0, b_0, l_0 – розміри зразка після сушіння, мм.

2. Об'ємне розбухання обчислюють за формулою

$$P_V = 100(\alpha_w b_w l_w - \alpha_0 b_0 l_0) / \alpha_0 b_0 l_0$$

3. Коефіцієнти лінійного розбухання:

а) в тангенціальному напрямку

$$k_{\text{танг}} = P_{\text{танг}} / W_{\text{п.н.}};$$

б) в радіальному напрямку

$$k_{\text{рад}} = P_{\text{рад}} / W_{\text{п.н.}};$$

в) в напрямку вздовж волокон

$$k_{\text{вд.вол}} = P_{\text{вд.вол}} / W_{\text{п.н.}};$$

де $W_{\text{п.н.}}$ – вологість відповідає межі насичення клітинних стінок (30%)

4. Коефіцієнт об'ємного розбухання

$$k_v = P_v / W_{\text{п.н.}}$$

Пояснення до задачі 14

За формою абсолютної вологості спочатку необхідно визначити масу абсолютно сухої деревини:

$$W = \frac{m - m_0}{m_0} * 100\%,$$

де W – вологість деревини, %;

m – маса вологої деревини, г;

m_0 – маса абсолютно сухої деревини, г.

Пояснення до задачі 16

Таблиця 4.1 – Коефіцієнти усушки для різних порід дерев

Породи	Коефіцієнт усушки	
	радіальний $K_r \beta$	тангенціальний $K_t \beta$
Модрина	0,19	0,35
Сосна	0,17	0,28
Ялина	0,16	0,28
Ялиця	0,11	0,28
Кедр	0,12	0,26
Береза	0,26	0,31
Бук	0,17	0,32
Ясень	0,18	0,28
Дуб	0,18	0,27
Осика	0,14	0,28

Приклад, знаходимо відсоток повної усушки в радіальному напрямку:

$$\beta_r = K_r \beta * 30 = 0,17 * 30 = 5,1\%$$

в тангенціальному напрямку:

$$\beta_t = K_t \beta * 30 = 0,28 * 30 = 8,4\%$$

Визначаємо відсоток усушки брусків при кімнатний-сухому стані, який за умовою становить 2/3 повної усушки:

в радіальному напрямку

$$\beta_r = 5,1 * \frac{2}{3} = 3,4\%$$

в тангенціальному напрямку

$$\beta_t = 8,4 * \frac{2}{3} = 5,6\%$$

Визначити розміри поперечного перерізу брусків сосни, випиляних з свіжозаготовленої деревини:

в радіальному напрямку, підставляючи значення β_r і α_{min} в формулу:

$$\beta_{r \max} = \frac{\alpha_{\max} - \alpha_{\min}}{\alpha_{\max}} * 100\%$$

$$3,4 = \frac{\alpha_{\max} - 50}{\alpha_{\max}} * 100\%$$

$$5000 = 100\alpha_{\max} - 3,4\alpha_{\max}$$

$$5000 = 96,6\alpha_{\max}$$

$$\alpha_{\max} = \frac{5000}{96,6} = 51,8 \text{ мм}$$

в тангенціальному напрямку, підставляючи значення β_t і b_{min} в формулу:

$$\beta_{t \max} = \frac{b_{\max} - b_{\min}}{b_{\max}} * 100\%$$

$$5,6 = \frac{b_{\max} - 50}{b_{\max}} * 100$$

$$5,6b_{\max} = 100b_{\max} - 5000$$

$$5000 = 94,4b_{\max}$$

$$b_{\max} = \frac{5000}{94,4} = 52,9 \text{ мм.}$$

Пояснення до задачі 17

Приклад, для ялини $p_{12} = 445 \text{ кг/м}^3$ (щільність при вологості 12%).

Для визначення густини деревини при вологості до 30% використовуємо наступні формули:

а) для деревини білої акації, берези, бука, граба і модрина

$$p_w = 0,957 * p_{12} * \frac{100 + W}{100 + 0,6 * W}, \text{ кг/м}^3$$

б) для деревин інших порід

$$p_w = 0,946 * p_{12} * \frac{100 + W}{100 + 0,5 * W}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

де W – вологість деревини від 0 до 30%;

p_w – щільність деревини при вологості до 30%, кг/м^3

Підставляючи значення p_{12} і W в формулу (2) визначаємо щільність деревини ялини:

$$p_w = 0,946 * p_{12} * \frac{100 + W}{100 + 0,5 * W} = 0,946 * 445 * \frac{100 + 20}{100 + 0,5 * 20}$$

$$= 459,2 \text{ кг/м}^3$$

При визначенні щільності деревини при вологості більше 30% використовують такі формули:

а) для деревини білої акації, берези, бука, граба і модрина

$$p_w = 0,811 * p_{12} * (1 + 0,01 * W), \text{ кг/м}^3$$

б) для деревин інших порід

$$p_w = 0,823 * p_{12} * (1 + 0,01 * W), \text{ кг/м}^3$$

де W – вологість деревини більше 30%;

p_w – щільність деревини при вологості більше 30%, кг/м^3

p_{12} – щільність деревини при вологості 12%, кг/м^3 .

Пояснення до задачі 18

Обсяг штабеля в скл.куб. м визначається множенням його довжини на ширину і висоту:

$$V_{\text{скл.}} = L * b * h, \text{ м}^3$$

де L – довжина штабеля, м;

b – ширина штабеля, м;

h – висота штабеля, м.

$$V_{\text{скл.}} = 15 * 2,0 * 1,7 = 51 \text{ м}^3$$

Складений обсяг являє собою геометричний обсяг штабеля, в якому, крім деревини, є порожнечі. Обсяг в щільній мірі характеризує обсяг деревини без пустот.

Для переведення в щільний куб. необхідно обсяг в складений куб. м помножити на коефіцієнт повнодеревності:

$$V_{\text{пл.}} = V_{\text{скл.}} * K_T, \text{ м}^3$$

де K_T – коефіцієнт повнодеревності для штабелів нормальної кладки.

Для визначення щільності укладання дров визначимо фактичний коефіцієнт повнодеревності

$$K_{\text{ф}} = \frac{\sum l_m}{L_g} = \frac{6,40}{9,80} = 0,65$$

де $\sum l_m$ – сума протяжності торців полін по діагоналі, м;

L_g – довжина діагоналі, м.

За ГОСТ 3243-88 Дрова, повнодеревні дровітні, що складається з дров хвойних порід завдовжки 2 м і товщиною 15 см і більше дорівнює 0,66. Фактичний коефіцієнт повнодеревності не збігається з наведеним коефіцієнт в ГОСТ 3243-88 і відхиляється від нього на 0,01.

Тоді обсяг розглянутої дровітні для розрахунку в складеному метрах повинен прийматися не 51 м^3 , а

$$V_{\text{скл.}} = \frac{51 * 0,65}{0,66} = 50,2 \text{ м}^3$$

Обсяг деревини в щільний куб. м знаходиться множенням обсягу штабеля, перерахованого в скл.куб. м на табличний коефіцієнт повнодеревності:

$$V_{\text{пл.}} = 50,2 * 0,66 = 33,1 \text{ м}^3.$$

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кислый, В.В. Контроль качества продукции лесопиления и деревообработки [Текст] / В.В. Кислый. – М.: Высшая школа. – 1980. – 215 с.
2. Свиткин, М.З. Управление качеством продукции в лесной и деревообрабатывающей промышленности [Текст] / М.З. Свиткин. - М.: Лесная промышленность. – 1988. – 224 с.
3. Білей, П.В. Теорія теплової обробки деревини [Монографія] / П.В. Білей, Є.П. Кунинець, І.А. Соколовський, Л.Я. Сорока, Я.Д. Синітович. – Львів:ЗУКЦ, – 2012. – 200 с.
4. Боровиков, А.М. Справочник по древесине [Текст] / А.М. Боровиков, Б.Н. Уголев. - М.: Лесная про-сть. – 1989. – 296 с.
5. Ашкенази, Е.К. Анизотропия древесины и древесных материалов [Текст] / Е.К. Ашкенази . - М.: Лесн. пром-сть. – 1976. – 224 с.
6. Теплові процеси деревообробки [Текст] / І.М. Озарків, П.В. Білей, В.М. Максимів, І.А. Соколовський та ін. - Навчальний посібник. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2008. – 264 с.
7. Чудинов, Б.С. Вода в древесине [Текст] / Б.С. Чудинов. - Новосибирск: Наука. - 1984. – 248 с.
8. Левадный, В. С. Обработка дерева на станках [Текст] / В.С. Левадный, Ю.А. Черный. – М.: Аделант. – 2005. – 384 с.
9. Богомолов, Б.Д. Химия древесины и основы химии высокомолекулярных соединений [Текст] / Б.Д. Богомолов. - М.: Лесн. пром-сть. – 1973. – 400 с.
10. Никишов, В.Д. Комплексное использование древесины [Текст] / В.Д. Никишов. – Учебник для вузов. - М.: Лесн. пром-сть. – 1985. – 264 с.