

Практична робота №2.

Розрахунок властивостей деревини

Задача 1. Зразок деревини розмірами $l_1 \times b_1 \times h_1$ [см] має вологість W_1 [%]. Після висушування зразка до вологості W_2 [%], його розміри зменшились і стали $l_2 \times b_2 \times h_2$ [см]. Визначити об'ємну усушку та коефіцієнт об'ємної усушки.

Розв'язок:

Знаходимо початковий та кінцевий об'єми:

$$V_1 = l_1 \cdot b_1 \cdot h_1, \text{ см}^3$$

$$V_2 = l_2 \cdot b_2 \cdot h_2, \text{ см}^3$$

Визначаємо абсолютну об'ємну усушку:

$$\Delta V = V_1 - V_2, \text{ см}^3$$

Визначаємо відносну (відсоткову) об'ємну усушку:

$$\varepsilon_v = \frac{\Delta V}{V_1} \cdot 100\%, \%$$

Знаходимо зміну вологості:

$$\Delta W = W_1 - W_2, \%$$

Визначаємо коефіцієнт об'ємної усушки:

$$k_v = \frac{\varepsilon_v}{\Delta W}$$

Вихідні дані для виконання задачі 1

Варіант	L ₁	B ₁	H ₁	W ₁	L ₂	B ₂	H ₂	W ₂
	см	см	см	%	см	см	см	%
1	11,2	8,8	6,5	10	10,8	8,5	6,2	3
2	8,1	9	7	12	7,8	8,7	6,7	4
3	9,1	12,3	7,9	11	8,8	12	7,7	2
4	11,6	10	6,7	8	11,2	9,6	6,4	1
5	9,8	11,7	8,2	9	9,5	11,3	7,9	0
6	11,6	10,6	8,1	13	11,1	10,1	7,7	2
7	12,1	8,4	7,4	14	11,8	8,1	7,2	4
8	12,1	10	7,1	8	11,5	9,5	6,7	1
9	9,4	9,1	6,7	9	9,2	8,9	6,5	3
10	12,3	9,5	8,4	10	11,8	9,1	8	3

Варіант	L ₁	B ₁	H ₁	W ₁	L ₂	B ₂	H ₂	W ₂
	см	см	см	%	см	см	см	%
11	12,4	10,3	7,9	11	12	10	7,6	2
12	8,5	11,9	6,7	12	8,2	11,4	6,4	2
13	8,2	11,2	8,1	14	7,9	10,8	7,8	4
14	10,5	8,3	6,8	13	10,2	8,1	6,6	4
15	9,7	9,2	8,2	9	9,4	8,9	7,9	1
16	12,4	11,7	8,4	9	12	11,3	8,1	1
17	11,6	8	8,4	8	11,2	7,7	8,1	0
18	12	8,7	7,7	10	11,6	8,4	7,4	1
19	9,4	10,5	6,7	11	9	10	6,4	5
20	11,4	9	8,4	11	11,1	8,8	8,2	3
21	10	12	6,5	12	9,5	11,4	6,2	4
22	11,3	12,1	6,9	12	10,8	11,6	6,6	2
23	11,6	12	7,9	10	11,1	11,5	7,5	2
24	9,8	12,1	6,8	11	9,3	11,5	6,5	4
25	8	10,3	8,3	14	7,6	9,8	7,9	0
26	9,7	9,6	7,3	13	9,3	9,2	7	1
27	8,3	12	7,4	8	8,1	11,7	7,2	4
28	11,6	11,4	8,2	9	11,3	11,1	8	3
29	10,3	10,1	7,2	10	10	9,8	7	0
30	8,9	9,9	8,3	13	8,6	9,5	8	2

Задача 2. Стандартний зразок деревини з вологістю W_1 [%] при випробовуванні на стиск вздовж волокон зруйнувався при навантаженні P [кН]. Визначити граничну міцність на стиск при вологості W_2 [%].

При виконанні дослідження було використано стандартний зразок для стиску вздовж волокон у вигляді бруса з розміром поперечного перетину 20×20 мм.

Розв'язок:

Знаходимо границю міцності зразка при вологості W_1 :

$$\sigma_{W_1} = \frac{P}{A}, \text{ Н/мм}^2 = \text{МПа}$$

Виконуємо перерахунок міцності на вологість W_2 :

$$\sigma_{W_1} = \sigma_{12\%} \cdot (1 - \alpha \cdot (W_1 - 12))$$

де α – коефіцієнт впливу вологості для даного виду випробувань (для стиску вздовж волокон є рівним 0,04 на 1%).

Звідси:

$$\sigma_{12\%} = \frac{\sigma_{W_1}}{1 - \alpha \cdot (W_1 - 12)}$$

Вихідні дані для виконання задачі 2

Варіант	Р	W ₁
	кН	%
1	28	21
2	29,5	20
3	31	15
4	32,5	17
5	34	19
6	35,5	18
7	37	21
8	38,5	20
9	40	22
10	41,5	23
11	43	24
12	44,5	23
13	46	21
14	47,5	22
15	49	19
16	50,5	17
17	52	17
18	53,5	15
19	55	16
20	56,5	16
21	58	20
22	59,5	17
23	61	18
24	62,5	22
25	64	22
26	65,5	24
27	67	25
28	68,5	23
29	70	22
30	71,5	20

Задача 3. Дерев'яний брусок перерізом $b \times h$ [мм] та довжиною l [мм], при стандартному випробуванні на згин, зруйнувався при навантаженні $P_{\max}$ [Н].

Вологість зразка становить W_1 [%]. Встановити, з якого типу деревини був виготовлений зразок?

Розв'язок:

Межа міцності зразка становитиме:

$$\sigma_{W_1} = \frac{3 \cdot P_{max} \cdot l}{2 \cdot b \cdot h^2}, \text{ МПа}$$

де: l – довжина між опорами на яких встановлено зразок (довжина зразка становить 300 мм, відстань від краю зразка до опори рівна з обох сторін та становить 30 мм);

b та h – ширина та висота зразка відповідно.

Приведення величини межі міцності до стандартної вологості у 12%:

$$\sigma_{W_{12\%}} = \sigma_{W_1} \cdot (1 + \alpha \cdot (W_1 - 12)), \text{ МПа}$$

де α – коефіцієнт впливу вологості для даного виду випробувань (для стиску вздовж волокон є рівним 0,04 на 1%).

Порода	Межа міцності при статичному згині та вологості у 12 %, МПа	Модуль пружності при вологості ≈ 12 %, ГПа	Густина при вологості 12 %, кг/м ³
Сосна звичайна	65–85	11.6–13	≈ 550
Ялина європейська	60–80	9–11	470–520
Береза повисла	≈ 114	≈ 14.0	625–640
Бук європейський	≈ 110	≈ 14.3	≈ 710
Дуб звичайний/скельний	≈ 97	≈ 12.5	≈ 710
Модрина європейська	≈ 90	≈ 11.8	≈ 575

Вихідні дані для виконання задачі 3

Варіант	P_{max}	W_1
	H	%
1	1855	10
2	1515	16
3	1490	12
4	1105	26
5	1015	22

Варіант	$P_{\max}$	W_1
	H	%
6	1395	12
7	955	26
8	1080	26
9	950	26
10	1075	24
11	1825	10
12	1635	14
13	1610	20
14	1720	16
15	1675	20
16	1390	22
17	1470	20
18	2280	10
19	1370	26
20	1395	22
21	1560	18
22	1525	28
23	1910	20
24	2425	12
25	1945	16
26	2485	12
27	2510	12
28	1595	24
29	1850	20
30	1740	20

Задача 4. Визначте щільність деревини сосни за вологості W_2 [%], якщо за вологості W_1 [%] вона становить ρ_{W1} [т/м³], а коефіцієнт об'ємної усушки становить k .

Розв'язок:

Маса та об'єм деревини при вологості W можуть бути знайдені як:

$$m(W) = m_0(1 + W/100)$$

$$V(W) = V_0(1 + kW)$$

Тоді густина становитиме:

$$\rho(W) = \frac{m(W)}{V(W)} = \rho_0 \frac{1 + W/100}{1 + kW}, \rho_0 = \frac{m_0}{V_0}$$

Для знаходження щільності при вологості W_2 :

$$\rho_2 = \rho_{W_1} \cdot \left(\frac{1 + W_2/100}{1 + W_1/100} \right) \cdot \left(\frac{1 + k(W_1/100)}{1 + k(W_2/100)} \right), \text{т/м}^3$$

Вихідні дані для виконання задачі 4

Варіант	ρ_{W_1}	W_1	W_2	k
	т/м ³	%	%	-
1	0,45	10	22	0,5
2	0,47	12	20	0,48
3	0,43	8	18	0,52
4	0,5	15	25	0,46
5	0,41	9	5	0,55
6	0,52	12	28	0,44
7	0,44	18	10	0,6
8	0,49	16	24	0,45
9	0,42	14	6	0,58
10	0,46	11	21	0,5
11	0,53	17	27	0,43
12	0,4	7	19	0,56
13	0,48	13	9	0,54
14	0,51	10	26	0,47
15	0,45	20	12	0,62
16	0,47	6	15	0,52
17	0,43	19	23	0,41
18	0,54	9	18	0,49
19	0,44	8	14	0,53
20	0,52	22	28	0,42
21	0,5	5	16	0,55
22	0,46	13	7	0,57
23	0,41	12	4	0,6
24	0,49	21	17	0,45
25	0,42	15	9	0,59
26	0,55	14	24	0,44
27	0,45	11	29	0,4
28	0,47	23	19	0,46
29	0,43	10	20	0,51
30	0,48	18	6	0,61

Задача 5. Соснова дошка за вологості W_1 [%] мала ширину b_1 [мм], а в абсолютно сухому стані b_2 [мм]. Визначити усушку деревини, а також ширину, яку буде мати дошка за вологості W_2 [%].

Розв'язок:

Величина абсолютної усушки може бути знайдена як:

$$\Delta b = b_1 - b_2, \text{ мм}$$

Відносна усушка становитиме:

$$\varepsilon = \frac{\Delta b}{b_1} \cdot 100\%, \%$$

Коефіцієнт лінійної усушки може бути виражений з лінійної моделі $b(W) = b_0 (1 + \alpha W)$, звідси:

$$\alpha = \frac{b_1/b_2 - 1}{W_1}$$

Розмір дошки за вологості W_2 становитиме:

$$b(W_2) = b_2 \cdot (1 + \alpha \cdot W_2), \text{ мм}$$

Вихідні дані для виконання задачі 5

Варіант	W_1	b_1	b_2	W_2
	%	мм	мм	%
1	18	135,6	126,3	12
2	24	107,7	97,1	13
3	23	98,2	90,2	10
4	21	129,8	117,8	11
5	21	87,5	79,8	11
6	25	94	84	15
7	18	75,9	70,5	9
8	24	140,3	125,1	11
9	19	127,5	116,5	10
10	18	129,7	119,4	12
11	22	135,8	124,7	8
12	26	113,8	102,1	18
13	24	120	109,8	13
14	24	87,4	79,8	15
15	24	86,8	78	14
16	25	130,7	116,8	12
17	22	114,4	103	10
18	19	118,4	109,6	8
19	25	136,8	123,5	8
20	22	125,5	114,4	9
21	22	118,4	108,8	15
22	21	118,2	109,1	14
23	19	98,9	91,3	12

Варіант	W ₁	b ₁	b ₂	W ₂
	%	мм	мм	%
24	26	79,8	72,2	13
25	25	112,3	100,6	11
26	23	93,6	85	10
27	21	108,7	98,6	8
28	25	145	129,7	7
29	22	94,4	86,4	16
30	21	81,7	74,1	15