

Тема 2. Фізико - механічні властивості деревини

Густина деревини залежить від об'єму пор і наявності в них вологи. Стандартна густина деревини визначається при її вологості 12 %. Вона різна в межах однієї породи й одного стовбура.

Свіжозрублена деревина сосни і ялини має густину 850 кг/ м³. Розрахункова густина цієї деревини в конструкціях, експлуатованих у приміщеннях з нормальною вологістю повітря - 500 кг/м³, у приміщеннях з вологістю повітря більш 75 % і на відкритому повітрі — 600 кг/м³.

Міцність деревини в значній мірі залежить від напрямку дії зусиль відносно напрямку волокон. Середня межа міцності деревини сосни без вад вздовж волокон складає: при розтягу 100 МПа; при згині — 75 МПа; при стиску — 40 МПа.

При дії зусиль поперек волокон міцність деревини при розтягу, стиску і сколюванні не перевищує 6,5 МПа. Неоднорідність будови, наявність вад значно (приблизно на 30%) знижують міцність деревини при стиску і згині й особливо (приблизно на 70 %) при розтягу.

Тривалість дії навантаження істотно впливає на міцність деревини. При довготривалому навантаженні її міцність, характеризується межею тривалого опору і складає тільки 0,5 від межі міцності при стандартному короткочасному навантаженні. Найбільшу міцність, у 1,5 рази, яка перевищує короткочасну, деревина має при найкоротших ударних і вибухових навантаженнях..

Жорсткість деревини відносно невелика через її трубчато-волокнисту будову. *Жорсткість* — ступінь деформативності деревини під дією навантажень — суттєво залежить від напрямку дії цих навантажень відносно волокон, їх тривалості і вологості деревини. *Деформації* деревини бувають *пружні* (від короткочасних навантажень), *еластичні* і *залишкові* (від тривалих навантажень). Пружні деформації зникають незабаром після розвантаження, еластичні теж зникають через деякий період часу, а залишкові залишаються назавжди.

Жорсткість деревини визначається модулем пружності *E*. Його величина в хвойних порід вздовж волокон досягає 15000 МПа. Модуль пружності реальної деревини будь-якої породи в 1,5 рази нижче і приймається для конструкцій, експлуатованих у нормальних температурно-вологісних умовах, рівним 10⁴ МПа. Жорсткість деревини при дії навантажень поперек і під кутом до волокон у 50 разів нижча.

2.1 Вологість деревини

Вологість деревини, тобто процентний вміст вологи, що міститься в деревині, значно впливає на її фізичні і механічні властивості. Волога в деревині може знаходитися в 3-х станах:

1. Гігроскопічна або зв'язана – це волога, що частково пропитує оболонки клітин;

2. Вільна, або капілярна, – це волога, що знаходиться в внутрішніх порожнинах, порожнинах клітин, міжклітинному просторі. Вільна та гігроскопічна волога може бути видалена з деревини шляхом сушки.

3. Хімічно зв'язана волога, що входить в склад речовин, які утворюють деревину (може бути видалена лише шляхом хімічної переробки).

Максимальна кількість гігроскопічної вологи називається межею гігроскопічності, або точкою насичення волокон складає приблизно 30 %. За вмістом гігроскопічної вологи умовно розрізняють 3 стани деревини: повітряно-сухий з вологістю 10...18%; напівсухий – 18...23%; сирий – понад 23 %.

При висушуванні деревини в першу чергу вилучається вільна волога, а потім і гігроскопічна. Вилучення гігроскопічної вологи супроводжується зменшенням об'єму деревини (усушкою). Нерівномірні висихання й усушка викликають появу внутрішніх напружень у деревині, її жолоблення та розтріскування. Збільшення вологості до 30% призводить до збільшення розмірів деревини (цей процес називається розбуханням).

Величина усушки деревини вздовж волокон 0,1...0,3%, упоперек волокон у радіальному напрямку – 3...5%, тангенсальному – 6...10%.

Заходи захисту деревини від шкідливого впливу усушки та розбухання:

1. для конструкції необхідно використовувати деревину із повітряно сухого матеріалу (усушка не виникає);
2. у балках з великими розмірами поперечного перерізу (> 175 мм) по коротшим бокам потрібно робити компенсаційні прорізи;
3. Робочі в'язи (болти, цвяхи) не рекомендується розташовувати по середині елемента, де може виникнути усушечна тріщина;
4. Не рекомендується приєднувати широкі металеві пластини, які б перешкоджали усушці.

2.2 Вплив вологості на міцність деревини.

Вологість деревини значно впливає на її властивості. Вологість деревини W - це процентний вміст вільної води в порожнинах і гігроскопічної води в порах деревини.

$$W = \frac{G_1 - G_2}{G_2} \cdot 100$$

де G_1 - маса вологого зразка;

G_2 - маса зразка після висушування його до постійної маси.

Найбільшу вологість (до 200%), має сплавна деревина. Вологість до 100 % має свіжозрублена деревина. У процесі збереження на складах, природного і штучного сушіння вологість деревини зменшується до 40, 25, 20 і 10 %.

З деревини високої вологості можна виготовляти тільки конструкції, що постійно зволожуються. З деревини вологістю до 40% - конструкції на

відкритому повітрі, що не залежать від усушки; вологістю до 25 % — конструкції, експлуатовані в приміщеннях з підвищеною вологістю; вологістю 20 % можна виготовляти неклеєні конструкції, експлуатовані в будь-яких умовах, а вологістю 8...12 %—будь-які конструкції, у тому числі клеєні.

У процесі зменшення чи збільшення вологості до 30 % за рахунок гігроскопічної вологи в оболонках кліток розміри дерев'яних елементів зменшуються чи збільшуються. Всихання дерев'яних елементів в радіальному напрямку (упоперек волокон перпендикулярно річним шарам) досягає 4%; в тангенціальному напрямку (паралельно річним шарам) - 10%; вздовж волокон не перевищує 0,3%. Різниця величин всихання приводить до жолоблення і розтріскування деревини (рис. 2.1).

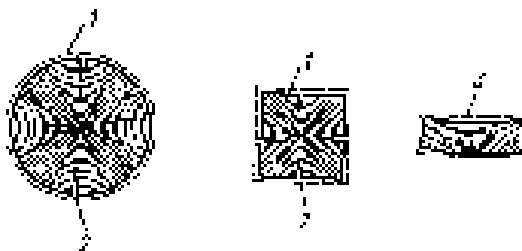


Рис. 2.1. Деформації лісоматеріалів при висиханні:

1 — зменшення розмірів перерізів; 2 — розтріскування; 3 — жолоблення.

Зміна вологості в межах від 0 до 30 % істотно впливає на міцність і твердість деревини. Для порівняння показників міцності і твердості деревини незалежно від її вологості встановлене значення стандартної вологості 12 %. При випробовуванні зразків деревини, що мають нестандартну вологість $w = 8...23\%$, межа їхньої міцності чи інший показник B_w , повинний бути зведений до значення його при стандартній вологості B_{12} з урахуванням коефіцієнта α , рівного для стиску і згину 0,04 за формулою $B_{12} = B_w [1 + \alpha (w - 12)]$.

2.3 Гниття деревини

Гниття – це біохімічний процес руйнування деревини в результаті життєдіяльності грибків. Процес розвитку грибків у деревині проходить лише при певних умовах: температурі $3^{\circ}\text{C} - 45^{\circ}\text{C}$, вологості 20% – 80% при наявності кисню. Для виникнення гниття необхідне початкове зволоження деревини до появи в її порожнинах крапельно-рідинної вологи, наступне зволоження проходить у результаті хімічного розпаду деревини під дією гриба. Під водою за відсутності кисню гниття припиняється. Процес гниття протікає в два етапи:

1. Зацукрення целюлози $C_6H_{10}O_5 + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6$;
2. Окислення $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$.

Розрізняють три види дереворуйнівних грибків:

1. Лісові – вражають тільки ту деревину, що росте;

2. Складські чи біржові – вражають деревину, що не втратила своїх поживних соків;
3. Домові. Найбільш шкідливий білий домовий гриб, плівчастий домовий, справжній домовий і шахтний.

2.4 Вплив температури на міцність деревини

При підвищенні температури межа міцності і модуль пружності деревини знижуються. Наприклад, межа міцності при стиску деревини сосни, нагрітої від 20 до 50°C, зменшується в середньому до 70 %, а при нагріванні до 100°C — до 30 % від початкової.

При заморожуванні деревини волога в ній перетворюється в лід і міцність її при стиску зростає, наприклад, до 25 %, але збільшується ламкість і небезпека її розколювання.

Температурні деформації деревини визначаються коефіцієнтом лінійного розширення α . Вздовж волокон деревини цей коефіцієнт дуже малий і не перевищує $5 \cdot 10^{-6}$, що дозволяє будувати дерев'яні будинки без температурних швів. Поперек волокон деревини цей коефіцієнт більший в 7...10 разів.

Теплопровідність деревини завдяки її трубчасто-пористої будови дуже мала, особливо поперек волокон. Коефіцієнт теплопровідності сухої деревини поперек волокон дорівнює в середньому $\lambda = 0,14$ Вт/(м°C). Теплоємність деревини значна і для сухої деревини в середньому, її коефіцієнт $C = 1,6$ кДж/(кг°C).