

ром, а також отримано залежність, що дає змогу визначити її оптимальну товщину.

Отримано закономірності впливу температурного режиму біореактора та зовнішнього повітря на товщину теплової ізоляції метантенку.

### Література

1. **Биомаса** как источник энергии / под ред. С. Соуфер, О. Заборски : пер. с англ. – М. : Изд-во "Мир", 1985. – 324 с.
2. **Возняк О.Т.** Основи наукових досліджень у будівництві / О.Т. Возняк, В.М. Желих. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2003. – 173 с.
3. **Ратушняк Г.С.** Энергозбереження в системах біоконверсії / Г.С. Ратушняк, В.В. Дзеджула. – Вінниця : Вид-во ВНТУ, 2006. – 83 с.

#### **Фурдас Ю.В., Желых В.М. Оценка тепловой устойчивости метантенка биогазовой установки**

Проведена оптимизация толщины тепловой изоляции биореактора с целью уменьшения приведенных затрат. Получены закономерности влияния температурного режима биореактора и внешнего воздуха на толщину тепловой изоляции метантенка.

**Ключевые слова:** биогазовая установка, биореактор, биогаз, коэффициент теплопроводности, теплообменник.

#### **Furdas Yu.V., Zhelykh V.M. Estimation of heat resistance reactor of biogas plant**

An optimization of thermal isolation from bioreactor to reduce costs resulted. Confirmed influence of temperature condition of fermenter and external air are got on the thickness of thermal isolation to the methane-tank.

**Keywords:** biogas plant, bioreactor, biogas, foam, polyurethane foam, mineral wool, thermal conductivity, heat exchanger.

---

**УДК 674**      *Доц. О.С. Малахова, канд. техн. наук – НУБіП України, м. Київ*

### **АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ ПРУЖНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ ВІД ПАРАМЕТРІВ СУЧКІВ**

Розглядається механізм деформації пиломатеріалів з сучками при вигинанні на пласть і на крайку, аналітично виявляється вплив розмірів сучків і параметрів їх розташування на пружні характеристики.

**Ключові слова:** пиломатеріали, сучки, деформація, вигинання, пружність.

Дослідження взаємозв'язку між структурними параметрами і механічними характеристиками пиломатеріалів проводилося з метою створення нормативних основ раціонального використання конкретних пиломатеріалів. Механічні властивості, притаманні деревині різних порід позбавлених вад, досить добре вивчені [1, 2]. Проте, наявність в пиломатеріалах вад порушує структурні закономірності [3]. За наявності сучка, зайнята ним частина перерізу при деформації сприймає напруги інакше, ніж масивна деревина.

Проаналізуємо вплив наявності, розмірів і розташування дефекту у вигляді сучка в пиломатеріалі при вигинанні на пласть і на крайку. Розглянемо механічну модель пиломатеріалу у вигляді бруса, що має неоднорідність у формі циліндра, діаметр якого дорівнює 15 % ширини, що приблизно відповідає середньому розміру сучка за даними експерименту, а вісь – перпендикулярна пласті.

При вигинанні на пласьт пиломатеріалу, позбавленого вад, момент інерції перерізу ( $J_{nl}$ ) розраховується за формулою  $J_{nl} = bh^3/12$  [4, 5], а за наявності сучка (рис. 1), момент інерції частини перерізу, що має властивості бездефектної деревини ( $J_{nl.c}$ ), буде  $J_{nl.c} = (b - 0.15b)h^3/12 = 0.85J_{nl}$ .

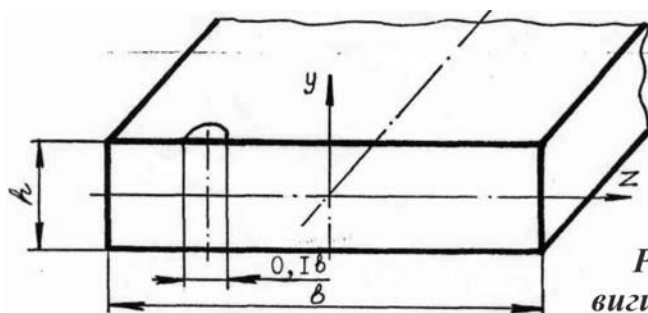


Рис. 1. Аналіз впливу сучка при вигинанні пиломатеріалу на пласьт

Слід зазначити, що тут ширина сучка фігурує як константа, а координати сучка по осі  $Z$  не мають значення.

Якщо коефіцієнт, що коригує, позначити  $K$ , то отримаємо:

$$J_{nl.c} = K_{nl}J_{nl}. \quad (1)$$

Моменти опору перерізу при вигинанні відповідно дорівнюють:

$$W_{nl} = \frac{J}{h/2} = \frac{1}{6}bh^2; \quad W_{nl} = \frac{0.85}{6}bh^2. \quad (2)$$

Аналогічним чином, при вигинанні на крайку момент інерції перерізу пиломатеріалу, позбавленого вад, дорівнює:  $J_{nl} = hb^3/12$ . а момент інерції перерізу з сучком (рис. 2):

$$J_{кр.c} = \frac{0.85^3hb^3}{12} + 0.075^2hb = \frac{0.614hb^3}{12} + 0.0056hb;$$

або

$$J_{кр.c} = K_{кр}J_{кр}. \quad (3)$$

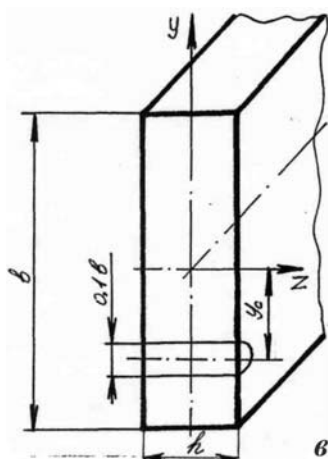


Рис. 2. Аналіз впливу сучка при вигинанні пиломатеріалу на крайку

Моменти опору при вигинанні на крайку відповідно дорівнюють:

$$W_{кр} = \frac{1}{6}hb^2; \quad W_{кр} = \frac{0.722}{6}hb^2 \quad (4)$$

Порівняння між собою виразів (2) і (4) свідчить про те, що має місце істотний для жорсткості вплив сучків в пиломатеріалах. Очевидно, що при навантаженні на крайку вплив буде більше, ніж при навантаженні на пласьт.

Розглянемо тепер вплив сучка на процес деформації пиломатеріалу залежно від схеми випробування. Рівняння кривизни пружної лінії, що відпові-

дає епюрі моментів від докладання сили ( $P$ ) в одній точці на середині довжини зразка має вигляд,:

$$E_u = \frac{PL^3}{48} hb^2,$$

звідки, знаючи величину прогину ( $f$ ), можна визначити модуль пружності при вигинанні:

$$E_u = \frac{PL^3}{48} Jf,$$

У випадку докладання навантаження в двох точках, величина моментів в проміжку між елементами навантаження буде постійною, а рівняння пружної лінії буде:

$$EJf_{\max} = \frac{P(L - L_1)}{96} [3L^3 - (L - L_1)^2].$$

У такому разі

$$E = \frac{P(L - L_1)[3L^3 - (L - L_1)^2]}{96Jf_{\max}}. \quad (5)$$

Розглянемо вплив розташування сучка по довжині пиломатеріалу у разі вигинанні з докладанням навантаження на середині довжини. Як бачимо на рис. 3, момент, що вигинає, в перерізі, розташованому на відстані  $X$  від опори, за наявності сучка, дорівнює  $M_p = 0,5 \cdot P \cdot X$ , а при одиничному навантаженні ( $P = 1$ ),  $M_n = 0,5 \cdot X$ .

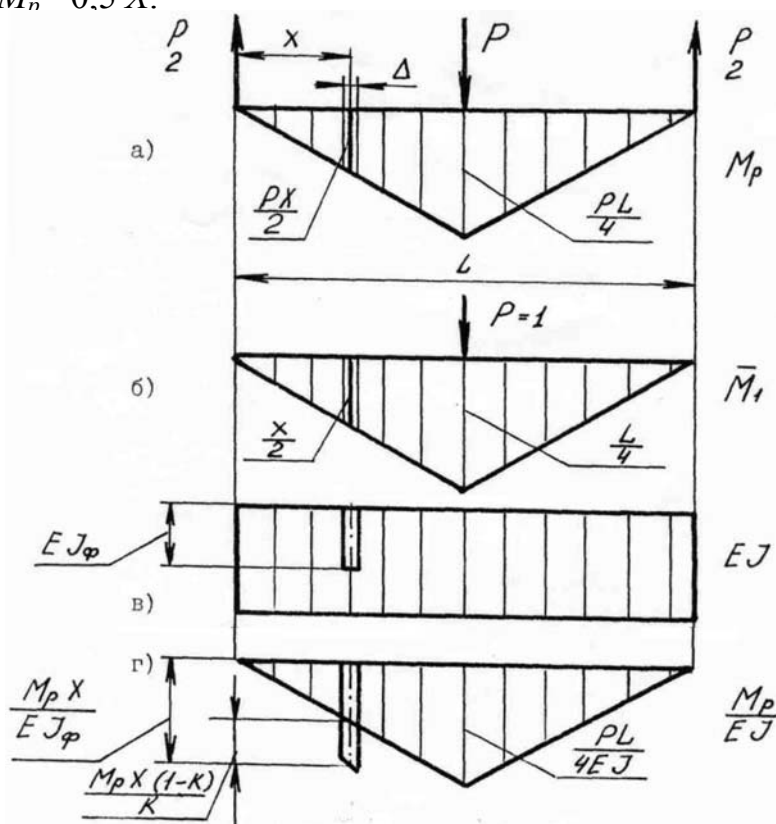


Рис. 3. Епюрі моментів, що вигинають (а) та моментів від одиничної сили (б), жорсткості (в) і прогинів (г) при вигинанні пиломатеріалу з сучком

Як зазначено вище (формули 1, 2.), наявність сучка середнього розміру знижує момент інерції частини перерізу, що має властивості масивної де-

ревини, при вигинанні на пласть на 85 %, а при вигинанні на крайку (при крайньому положенні сучка) – на 61 %, що відповідно змінює в цьому перерізі жорсткість пиломатеріалу. У наслідок цього епіюра кривизни, отримана діленням моментів на жорсткість, демонструє схильність до локальної зміни прогину в цьому перерізі. Таким чином, в перерізі з сучком кривизна пружної лінії прагне до виду:

$$\frac{M_{PX}}{EJ_{плс.}} = \frac{M_P X}{EJ_{пл} K} = \frac{M_P X}{EJ_{пл}} + \frac{M_P X(1-K)}{EJ_{пл} K}. \quad (6)$$

За наявності одного сучка розміром  $d_c$  уздовж зразка, розташованому на відстані  $X$  від опори

$$EJf_{\max} = \frac{PL^3}{48} + \frac{PX}{2} \frac{(1-K)}{K} + \frac{d_c}{2},$$

а при кількості сучків:

$$EJf_{\max} = \frac{PL^3}{48} + \sum_{n=1}^n \frac{PX^2_i(1-K_i)d_{ci}}{4K_i}.$$

Таким чином, на підставі теоретичного аналізу процесу деформування пиломатеріалів з сучками можна припустити, що при вигинанні на пласть окрім кількості і розмірів сучків, важливе значення має їх розташування по довжині ділянки, що згинається, а при вигинанні на крайку – кількість сучків, їх розмір і розташування по ширині пиломатеріалу в зоні розтягування.

Встановлення істотного впливу наявності сучків на пружні характеристики дає підстави для застосування методу оцінювання якості конструкційних пиломатеріалів шляхом визначення величини їх пружних характеристик відносно аналогічних характеристик бездефектних еталонів.

## Література

1. **Перельгин Л.М.** Влияние пороков на технические свойства древесины / Л.М. Перельгин. – М.-Л. : Изд-во "Госбумиздат", 1949. – 160 с.
2. **Ашкенази Е.К.** Анизотропия древесины и древесных материалов / Е.К. Ашкенази. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1978. – 224 с.
3. **Боровиков А.М.** О показателях качества пиломатериалов / А.М. Боровиков, В.Н. Лохов, М.Р. Копчевская // Лесной журнал : Известия ВУЗов России. – 1987. – № 3. – С. 127-133.
4. **Соппротивление материалов** : учебник [для ВУЗов] / под общ. ред. акад. АН УССР Г.С. Писаренко. – Изд. 2-ое, [перераб. и доп.]. – К. : Изд-во "Вища шк.", Головное изд-во, 1979. – 696 с.
5. **Михайлов А.М.** Соппротивление материалов / А.М. Михайлов – М. : Изд-во "Академия", Высш. проф. образ., 1992. – 448 с.

### **Малахова О.С. Анализ зависимости упругих свойств пиломатериалов от параметров сучков**

Рассматривается механизм деформации пиломатериалов с сучками при выгибании на пласть и на кромки, аналитически оказывается влияние размеров сучков и параметров их расположения на упругие характеристики.

**Ключевые слова:** пиломатериалы, суки, деформация, выгибание, упругость.

### **Malakhova O.S. The analysis of saw-timbers' resilient properties dependence on parameters of knots**

The mechanism of saw-timbers with knots deformation bending at the edge and the seam is examined, the influence of knots sizes and their location parameters on resilient properties is analytically elicited.

**Keywords:** saw-timbers, knots, deformation, bend, resiliency.