

УДК 624.011.01

РОБОТА ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК В УМОВАХ КОСОГО ЗГИНУ

РАБОТА ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК В УСЛОВИЯХ КОСОГО ИЗГИБА

WORK OF WOODEN BEEMS IN TERMS OF SLANTING BEND

Гомон С.С., к.т.н., проф., Павлюк А.П., аспірант (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

Гомон С.С., к.т.н., проф., Павлюк А.П., аспирант (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

Gomon S.S, candidate of technical sciences, professor, Pavluk A.P., post-graduate student (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

Проведено аналіз дійсної роботи цільнодерев'яних та дощатоклеєних балок, що працюють на косий згин, від початку навантаження і до руйнування.

Проведён анализ действительной работы цельнодеревянных и дощатоклеенных деревянных балок, работающих на косой изгиб, от начала нагрузки и к разрушению.

The article present the analysis of real work of wooden beems and board glued beams in terms of slanting bend from start of load to destruction.

Ключові слова:

Деревина, несуча здатність, косий згин, деформації, напруження.

Древесина, несущая способность, косой изгиб, деформации, напряжения.

Wood, caring capacity, slanting bend, deformation, strain.

Вступ. Деревина через свою відновлюваність та значну сировинну базу є перспективним будівельним матеріалом. Будівельні конструкції з деревини набули широкого використання через свої достатньо високі міцнісні та деформативні характеристики, невелику густину, хімічну стійкість до агресивних середовищ. Ці всі властивості дозволяють застосовувати деревину при будівництві як житлових, громадських будівель, так і промислових об'єктів.

Стан питання та задачі дослідження. На сьогоднішній день достатньо широко досліджена робота елементів з деревини на прямий згин. Дерев'яні конструкції, що працюють на косий згин – прогони, обрешітка, тобто

елементи при роботі яких напрямок навантаження не співпадає з жодною із напрямів головних осей перерізу (див. рис.1), потребують глибокого вивчення, оскільки напружено-деформований стан за такої роботи ще не достатньо досліджений. Косий згин вважається складним напруженим станом, який поділяють на дві групи. До першої групи відносяться ті випадки, при яких в небезпечних точках балки напружений стан є або одноосним, або може наближено розглядатися як одноосний в зв'язку з незначним впливом на міцність балки дотичних напружень, які виникають в його поперечному перерізі. До першої групи відноситься косий згин, позacentровий розтяг і стиск. У випадках складного напруженого стану другої групи в небезпечних точках перерізу балки виникає плоский напружений стан і розрахунок на міцність виконується із застосуванням теорії міцності. До другої групи відноситься згин з крученням, стиск (розтяг) з крученням, а також стиск (розтяг) з згином і крученням [1].

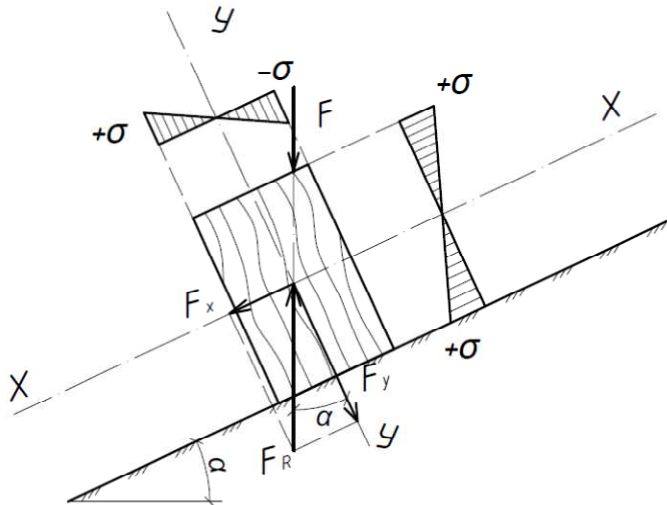


Рис.1. Робота дерев'яних балок при косому згині

Випадак косого згину, при якому в поперечному перерізі балки виникають тільки згинний момент, називається чистим косим згином. Якщо в перерізі крім цього виникає поперечна сила, то має місце поперечний косий згин [1].

При розрахунках складного напруженого стану в пружній стадії зазвичай застосовують, так званий, принцип незалежності дії сил, тобто припускають, що впливом деформацій, викликаних одною з прикладених до пружної системи навантажень, на розташування, а й відповідно і на результати дії інших навантажень, можна знехтувати. Досвід показує, що до тих пір, доки деформації елемента малі, цей принцип може бути використаним. А тому, для знаходження повних напружень та деформацій,

які виникають в пружній системі в результаті дії на неї будь-якої складної системи навантажень, можна використовувати спосіб складання (сумування) дії сил, тобто геометрично сумувати напруження та переміщення, відповідних різним видам простих деформацій [2].

Основна частина. В існуючих формулах розрахунку напружень при косому згині напрямок дії навантаження (силова лінія) проходить через вісь балки. При цьому згинаючий момент, що виникає в поперечному перерізі балки, згідно принципу незалежності дії сил можна розкласти на два моменти, які проходять через головні осі перерізу. Таким чином, косий згин розглядають як сумісну дію двох плоских згинів, які діють у взаємно перпендикулярних площинах. На рисунку 2 показано силову лінію дії навантаження p та площину дії сили, яка не співпадає з жодною з головних осей інерції.

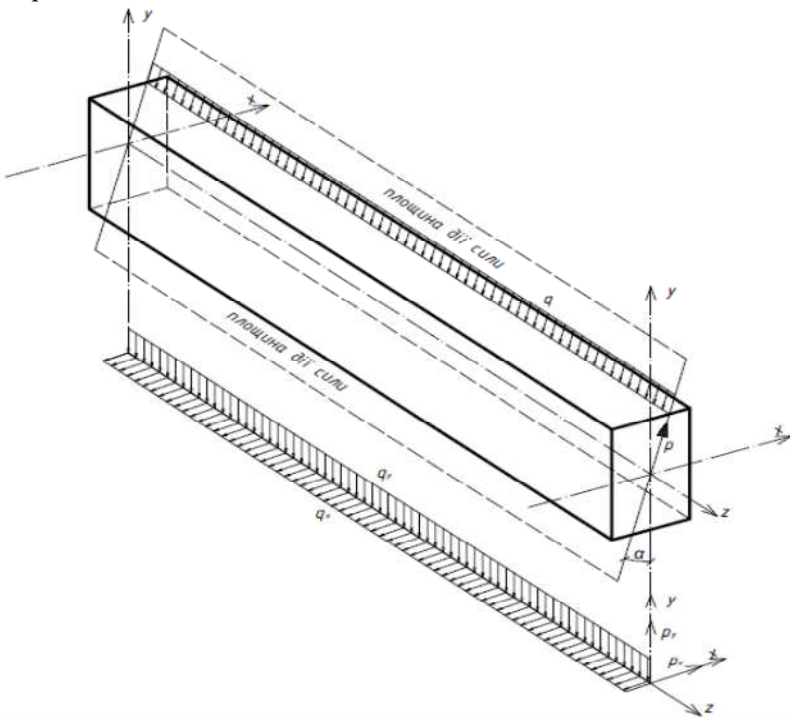


Рис.2. Схема навантажень при косому згині

Дотичні напруження при косому згині визначають як геометрична сума складових, зумовлених поперечними силами Q_y та Q_x . Але зазвичай дотичні напруження при розрахунках на косий згин не враховуються у зв'язку з тим, що в небезпечних точках розрахункового перерізу вони або дорівнюють нулю, або незначні [3]. Нормальні ж напруження при цьому для балок

прямокутного перерізу розподіляються як наведено [2] та зображено на рисунку 3.

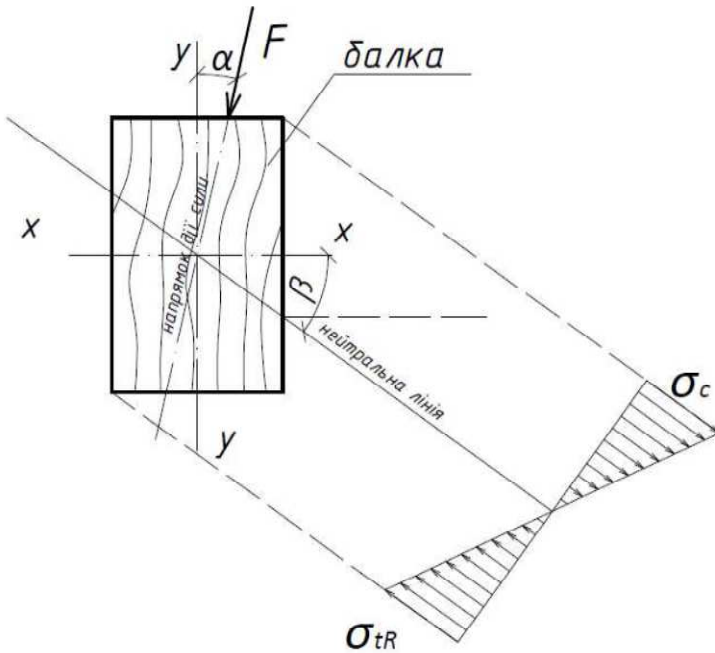


Рис.3. Розподіл нормальних напружень при косому згині

Характерною рисою косоного згину для перерізів ($I_x \neq I_y$) у порівнянні з прямим згином є те, що нейтральна лінія не є ортогональною до площини дії сили. Якщо ж головні моменти інерції однакові ($I_x = I_y$), косе згинання на думку авторів [5] унеможливується, бо кути α та β (див рис. 3) стають рівними, тобто нейтральна лінія стає ортогональною до сліду силової площини, а це є ознакою прямого згину. Перерізами, для яких діє це правило є круг, кільце, квадрат [5].

В реальних умовах експлуатації далеко не завжди напрямок дії сили проходить через геометричний центр перерізу елементів, що знаходяться в умовах косоного згину. В цих випадках на балку діє пара протилежно напрямлених сил p (див рис.4), які спричиняють, крім косоного згину, виникнення деформацій кручення. Тому можна стверджувати, що у випадках, коли напрямок дії навантаження не проходить через вісь перерізу в дерев'яних балках виникають складні деформації другого типу, які викликані сумісною дією згину з крученням.

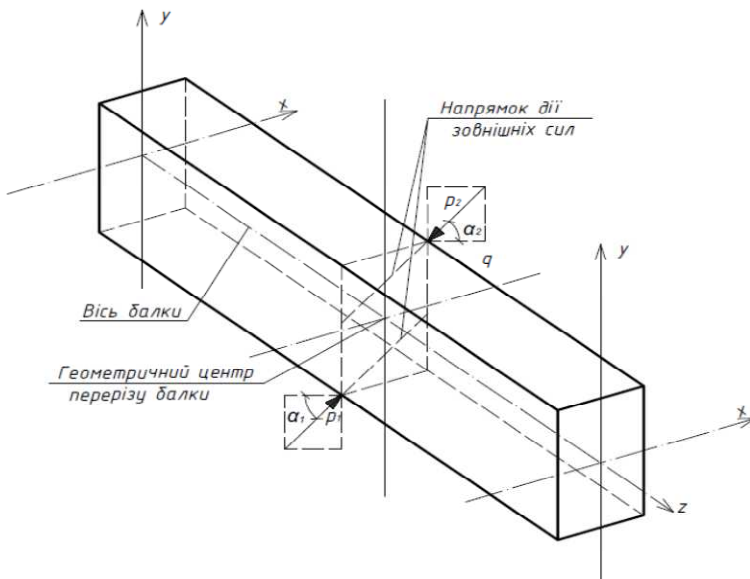


Рис.4. Дія зовнішніх навантажень, силова лінія яких не проходить через вісь балки

За сумісної дії згину з крученням для прямокутних перерізів сумарний згинальний момент і поперечна сила в перерізі розкладають на складові по головних осях елемента M_x , M_y , Q_x , Q_y [3]. Після цього визначають найнебезпечнішу точку перерізу шляхом порівняння еквівалентних напружень від дії згинальних моментів M_x , M_y та від крутного моменту $M_{кр}$. Як правило, вважають, що достатньо розглянути три точки прямокутного перерізу: одну кутову, одну посередині довгої сторони прямокутника та одну посередині короткої сторони прямокутника [4].

Враховуючи вище наведені факти необхідно передбачувати заходи, які б забезпечували відсутність сумісної дії згину з крученням, оскільки такі умови суттєво впливають на напружено-деформований стан елемента, а для забезпечення несучої здатності необхідно збільшувати розміри поперечного перерізу елементів.

Для забезпечення відсутності впливу кручення в елементі необхідно застосовувати такі конструктивні заходи :

а) при зосередженому завантаженні елемента, точки, де прикладаються зосереджені навантаження, розкріпити в'язями (див. рис. 5). Тоді крутні моменти від навантажень сприймуть в'язі, а балка в цьому випадку буде знаходитися в умовах чистого косоного згину без кручення (за рівномірно-розподіленого навантаження на елемент з деревини розкріпленням в'язями цього елемента не приводить до досягнення умови повного сприйняття крутного моменту цими в'язями);

б) варіантом забезпечення чистого косоного згину без кручення є підріз балок по всій довжині таким чином, щоб кут підрізу співпадав з кутом нахилу балки (таким чином переріз балки буде мати вигляд паралелограма (див. рис. 6) і робота її буде знаходитись в умовах косоного згину);

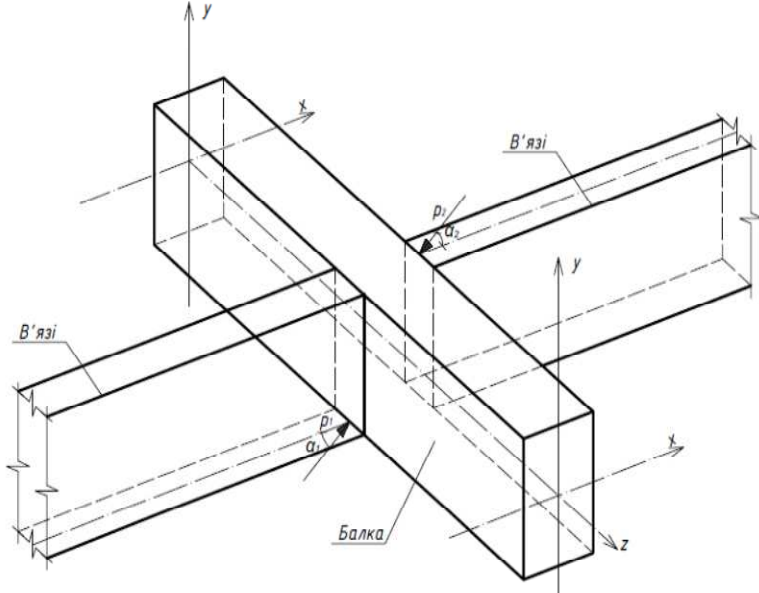


Рис.5. Варіант забезпечення чистого косоного згину без кручення

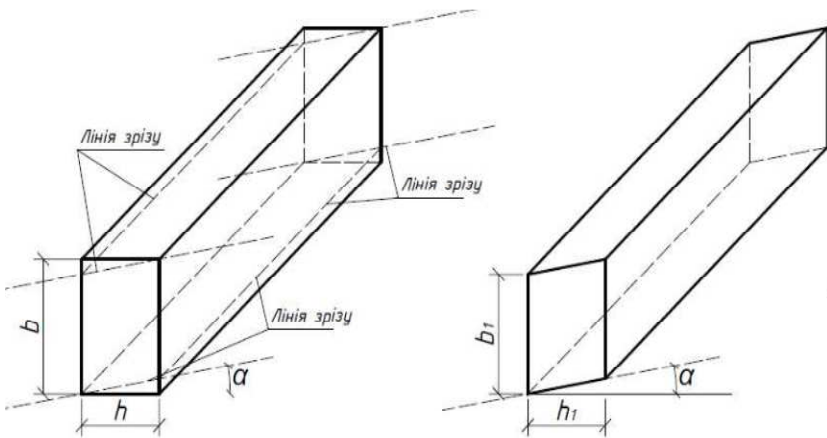


Рис.6. Варіант забезпечення чистого косоного згину без кручення

в) косою згину можна уникнути за допомогою таких конструктивних заходів як влаштування підкладки під прогони та накладок на прогони (див.рис.7);

г) скатна складова навантажень може, також, бути дещо погашена влаштуванням жорсткого настилу в площині ската даху . [6].

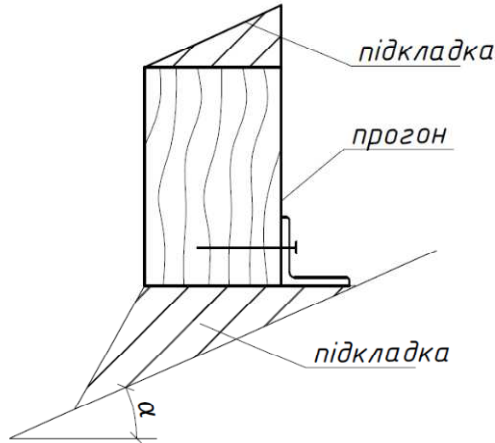


Рис.7. Влаштування підкладок під та над прогонами

Висновки. За результатами досліджень можна стверджувати наступне:

1. Зменшення впливу крутного моменту в косо завантажених елементах з деревини можна досягти виконанням певних конструктивних заходів при спорудженні.

2. Конструктивними заходами також можна перевести елемент з складного напружено-деформованого стану в простий .

3. Спрощення напружено-деформованого стану приводить до спрощення розрахунків.

1. Дарков А.В. Сопротивление материалов/А.В. Дарков, Г.С. Шпирко// М : «Высшая школа»-1975, 654 с. 2. Беляев Н.М. Сопротивление материалов/Н.М. Беляев //М: «Наука» - 1965, 856 с. 3. Фесик С.П. Справочник по сопротивлению материалов / С.П. Фесик // К: «Будівельник» - 1982, 280 с. 4. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев // К: «Наукова думка» - 1988, 734 с. 5. Киркач Б.М. Розрахунки на міцність стержнів при складному деформуванні / Б.М. Киркач, В.І. Конохов, В.Л. Хавін, С.Ю. Шергін // Х: НТУ «ХП»-2010, 120с. 6. Калугин А.В. Деревянные конструкции / А.В. Калугин // М: Издательство АСВ – 2003, 224 с.