

4. Климов Ю.А., Голишев А.Б. Изменение №1 к СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции». // *Будівництво України*, 1996, №3, - с. 44-47.

5. Крамарчук А.П. Вплив залишкового напруженого стану перед постановкою додаткової арматури на міцність сталобетонних згинаних елементів. // *Зб. Будівельні конструкції, будівлі та споруди. Вісник ДонДАБА*, 2004(2) 44 – С. 90-98.

УДК 539.37

*Г.Й.Боднар, к.т.н., Л.Ф.Дзюба, к.т.н., доцент, І.М.Ольховий, к.т.н., доцент (Львівський інститут пожежної безпеки МНС України),
Х.І.Ліщинська (Національний університет «Львівська політехніка»)*

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ І ПРУЖНОСТІ МАТЕРІАЛІВ ФУТЕРІВКИ РОЛІКІВ БАЛАНСИРІВ КАНАТНОЇ ДОРОГИ

Розглядається питання порівняльної оцінки міцності і пружності чотирьох видів матеріалів (поліуретан, гума), що використовуються для футерівки роликів балансирів та тяглових коліс канатної дороги на основі експериментальних даних, отриманих шляхом випробувань матеріалів.

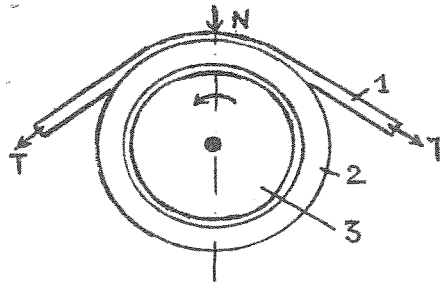
Актуальність задачі. На сьогодні підвісні канатні дороги широко застосовуються як в промисловості для транспортування вантажів, так і в рекреаційній сфері для перевезення людей. При використанні підвісних одноканатних доріг для перевезення людей надзвичайно важливим є забезпечення надійності їхньої роботи. Вихід з ладу підвісної крісельної канатної дороги для піднімання лижників на гору може привести до фізичних і психологічних травм людей, які в момент відмови знаходяться в кріслах на певній висоті над землею та ще й в умовах низьких температур.

Однією з причин відмови дороги та створення аварійної ситуації є знос футерівки роликів балансирів канатної дороги [1]. Внаслідок зносу змінюється форма канавки на футерівці роликів і тому не забезпечується прилягання канату до футерівки. Коли тягово-несучий канат одноканатної підвісної дороги займає нове положення у зношеній футерівці, не виключається і можливість заклинювання каната, розгойдування крісел та аварійної зупинки дороги.

Метою роботи є розробка методики дослідів і аналіз результатів експериментів з дослідження міцності і пружності декількох видів матеріалів, що використовуються для футерівки роликів та тягового колеса, та рекомендацій щодо використання цих матеріалів.

Робота виконувалась за господарським договором між Львівським інститутом пожежної безпеки МНС України та дирекцією бази відпочинку в Карпатах, де повинна експлуатуватися нова канатна дорога. Причиною вивчення питання стало надзвичайно швидке зношування встановленої згідно з проектом поліуретанової футерівки роликів балансирів під час пробних запусків канатної дороги.

Аналіз сумісної роботи каната і футерівки роликів на балансирах (рис.1) вказує на те, що причинами швидкого зношування футерівки можуть бути: 1) неналежний вибір матеріалу футерівки (матеріал має низькі пружні властивості і характеристики міцності); 2) неправильно розраховані сили тиску каната N (рис.1) на матеріал футерівки; в цьому випадку розрахункові напруження в матеріалі футерівки перевищують граничні значення.



1 – канат; 2 – футерівка; 3 – колесо балансира

Рис.1. Схема взаємодії каната і футерівки

Як видно з порівняння розміру і форми канавок футерівок, по яких рухається канат під час роботи канатної дороги (рис.2), канавка на новій футерівці (рис. 2а) є гладкою і має незначну глибину (декілька міліметрів). Знята з ролика зношена футерівка (рис. 2б) має значну глибину канавки (15 – 20 мм); поверхня цієї канавки шорховата, рифлена, має глибокі виступи та впадини («різьбу») від сталок каната, що контактував з нею.

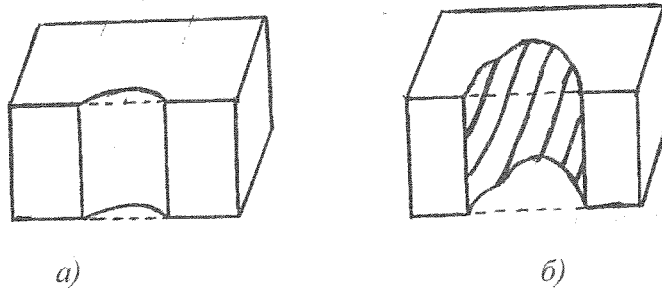


Рис.2. Форми канавок нової та зношеної футерівки

Причиною вказаної зміни форми канавки і зносу матеріалу футерівки можуть бути його великі пластичні деформації (зростання глибини канавки і поява «різьби») та наявність в області контакту значних напружень зрізу, величина яких перевищує відповідні граничні значення для матеріалу футерівки.

З метою виявлення причин вищезазначених явищ і вибору найкращого матеріалу, були проведені експериментальні дослідження матеріалу футерівки з роликів балансірів (поліуретан), двох інших пластиків та гуми, що використовуються для футерівки тягового колеса (матеріали надані замовником робіт).

Для оцінки пружних властивостей вказаних матеріалів з них були вирізані зразки у вигляді кубиків зі сторонами рівними ≈ 25 мм. З кожного матеріалу було виготовлено по три зразки. Зразки піддавались стиску пластинами за схемою, що показана на рис.3а.

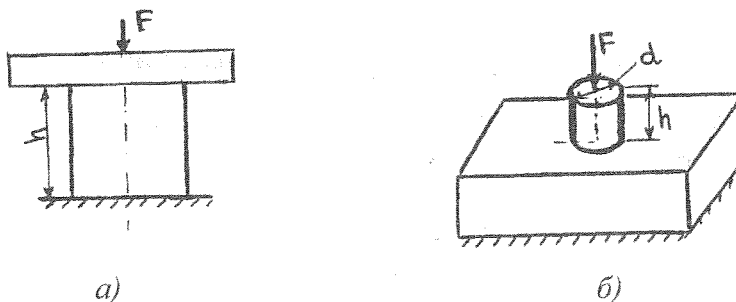


Рис.3. Схеми випробувань зразків

Навантаження на зразки добавлялось ступенями з кроком ΔF з фіксуванням при кожному новому навантаженні величини деформації (осадки) кубика Δl . Зведені середні для трьох зразків результати випробувань для вищезазначених матеріалів наведені в таблиці 1 і показані на рис.4.

Стискування зразків припинялось, коли їх висота ставала рівною $h^* = \frac{1}{3}h$. Після цього зразки розвантажувались і вимірювалась їх висота h_1 . Відносна зміна висоти

$$\delta \% = \frac{h - h_1}{h} 100\%$$

характеризує пластичність матеріалу футерівки. Значення цієї величини для матеріалів, що досліджувались, наведені в таблиці 1. Як показали дослідження, при постійному кроці зростання навантаження ΔF стискання процес деформування зразка уповільнюється. Це пов'язано зі збільшенням площі поперечного перерізу зразка. Постійне, монотонне зростання навантаження при неперервному зменшенні темпу зростання деформації (осадки) вказує на переважно пружне деформування зразка і відсутність процесів руйнування.

Аналіз даних таблиці 1 (порівняння величини δ % для різних матеріалів) та кривих на графіках (рис.4) дає можливість оцінити пружні властивості матеріалів та їх відносну податливість при одновісному стиску. За цими характеристиками найкращими для футерівки можна вважати поліуретан з працюючого ролика балансира та темний пластик з футерівки тягового колеса.

Таблиця 1

| Матеріал – поліуретан з діючої футерівки, початкова висота $h=25,25$ мм | | | | | | | | | | | |
|---|---|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Навантаження F , кгс | 0 | 250 | 500 | 750 | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 |
| Осадка Δl , мм | 0 | 1,35 | 4,75 | 7,10 | 9,25 | 12,25 | 14,0 | 14,75 | 16,25 | - | - |
| Висота зразка після розвантаження $h = 24,4$ мм, відносна зміна висоти δ %=3,75% | | | | | | | | | | | |
| Матеріал – темний пластик, початкова висота $h=25$ мм | | | | | | | | | | | |
| Навантаження F , кгс | 0 | 250 | 500 | 750 | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 |
| Осадка Δl , мм | 0 | 1,25 | 3,10 | 5,50 | 7,50 | 10,75 | 12,65 | 14,15 | 15,0 | 15,85 | 16,50 |
| Висота зразка після розвантаження $h = 24,0$ мм, відносна зміна висоти δ %=3,9 % | | | | | | | | | | | |
| Матеріал – жовтий пластик, початкова висота $h=24,85$ мм | | | | | | | | | | | |
| Навантаження F , кгс | 0 | 250 | 500 | 750 | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | - |
| Осадка Δl , мм | 0 | 2,25 | 5,1 | 7,5 | 9,35 | 12,0 | 14,4 | 14,65 | 15,70 | 16,25 | - |
| Висота зразка після розвантаження $h = 22,6$ мм, відносна зміна висоти δ %=9,1% | | | | | | | | | | | |
| Матеріал – гума, початкова висота $h=24,5$ мм | | | | | | | | | | | |
| Навантаження F , кгс | 0 | 250 | 500 | 750 | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | - | - |
| Осадка Δl , мм | 0 | 5,0 | 7,5 | 9,75 | 11,25 | 12,75 | 13,75 | 14,75 | 15,25 | - | - |
| Висота зразка після розвантаження $h = 22,5$ мм, відносна зміна висоти δ %=7,8% | | | | | | | | | | | |

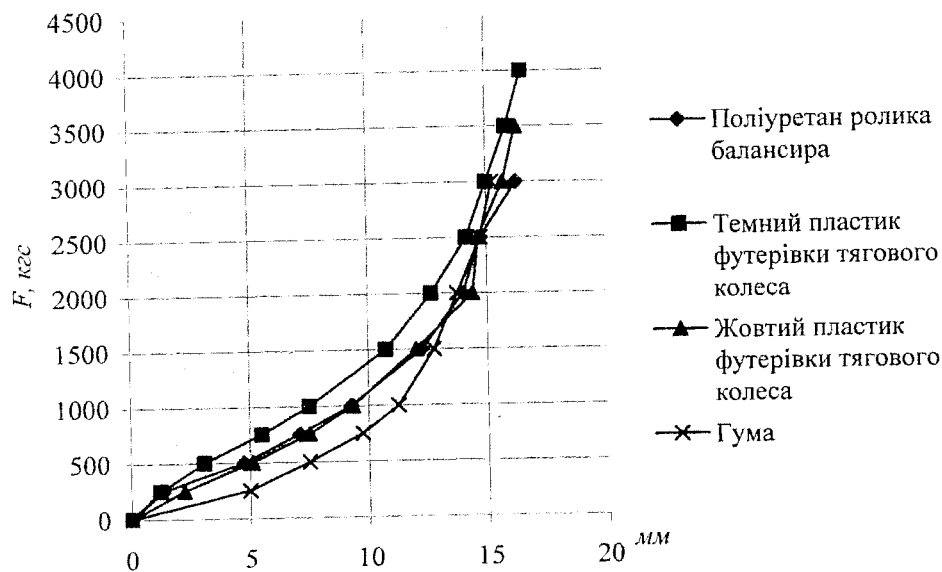


Рис. 4. Графіки залежності деформації матеріалів від стискуючих сил при стискуванні зразків пластиною

Для виявлення поведінки матеріалів при тривісному напруженому стані (такий напружений стан наявний в матеріалі футерівки роликів балансирів при її контакті з канатом) і порівняльній оцінці їх здатності протистояти зрізові, проводились випробування на втискування в матеріалі футерівок сталюого циліндра за схемою, що показана на рис.3б. Це випробування певною мірою імітує процес взаємодії матеріалу футерівки з канатом в реальних умовах. Навантаження стиску збільшували ступенями з кроком $\Delta F = 100 \text{ кгс}$ з фіксацією при кожному кроці деформації матеріалу футерівки (заглиблення циліндра в матеріал). Процес продовжували до того часу, поки циліндр не зрізував повністю матеріал футерівки (це явище чітко фіксувалось як по зміні навантаження та деформації, так і візуально (рис.5)). Усереднені для кожного з матеріалів дані експериментів наведені в таблиці 2 і проілюстровані графіками на рис.6.

Для порівняння, в умовах вказаної схеми випробувань, здатності матеріалів опиратися навантаженню визначалась величина напруження, при якому відбувалось руйнування

$$\sigma_{рут} = \frac{F_{рут}}{A}$$



Рис. 5. Вигляд зразка з матеріалу гумової футерівки після випробувань циліндром

Таблиця 2

| Матеріал – поліуретан футерівки ролика балансира, $d=16 \text{ мм}$, $A=2,0 \text{ см}^2$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Навантаження F (кгс) | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 |
| Осадка (мм) | 0 | 0,6 | 1,8 | 3,6 | 5,1 | 7,7 | 10,2 | 13,0 | 16,1 | 20,5 | 26,0 | 26,6 | - | - | - | - | - |
| Сила $F_{руїн} = 1000 \text{ кгс}$, $\sigma_{руїн} = 500 \text{ кгс/см}^2 = 50 \text{ МПа}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Матеріал – темний пластик футерівки тягового колеса, $d=16 \text{ мм}$, $A=2,0 \text{ см}^2$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Осадка (мм) | 0 | 0 | 0,5 | 1,5 | 3,7 | 5,3 | 6,5 | 8,5 | 10,5 | 12,2 | 14,5 | 17 | 19,25 | 21,5 | 24 | 25,2 | 25,3 |
| Сила $F_{руїн} = 1450 \text{ кгс}$, $\sigma_{руїн} = 725 \text{ кгс/см}^2 = 72,5 \text{ МПа}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Матеріал – жовтий пластик футерівки тягового колеса, $d=16 \text{ мм}$, $A=2,0 \text{ см}^2$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Осадка (мм) | 0 | 0,2 | 1,4 | 3,7 | 5,3 | 7,2 | 9,1 | 11,3 | 13,2 | 15,2 | 17,4 | 20,2 | 22,5 | 24,1 | 25 | - | - |
| Сила $F_{руїн} = 1200 \text{ кгс}$, $\sigma_{руїн} = 600 \text{ кгс/см}^2 = 60 \text{ МПа}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Матеріал – гума, $d=16 \text{ мм}$, $A=2,0 \text{ см}^2$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Осадка (мм) | 0 | 5,0 | 9,0 | 12,2 | 15,7 | 19,2 | 22,2 | 25 | 27 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Сила $F_{руїн} = 750 \text{ кгс}$, $\sigma_{руїн} = 375 \text{ кгс/см}^2 = 37,5 \text{ МПа}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |

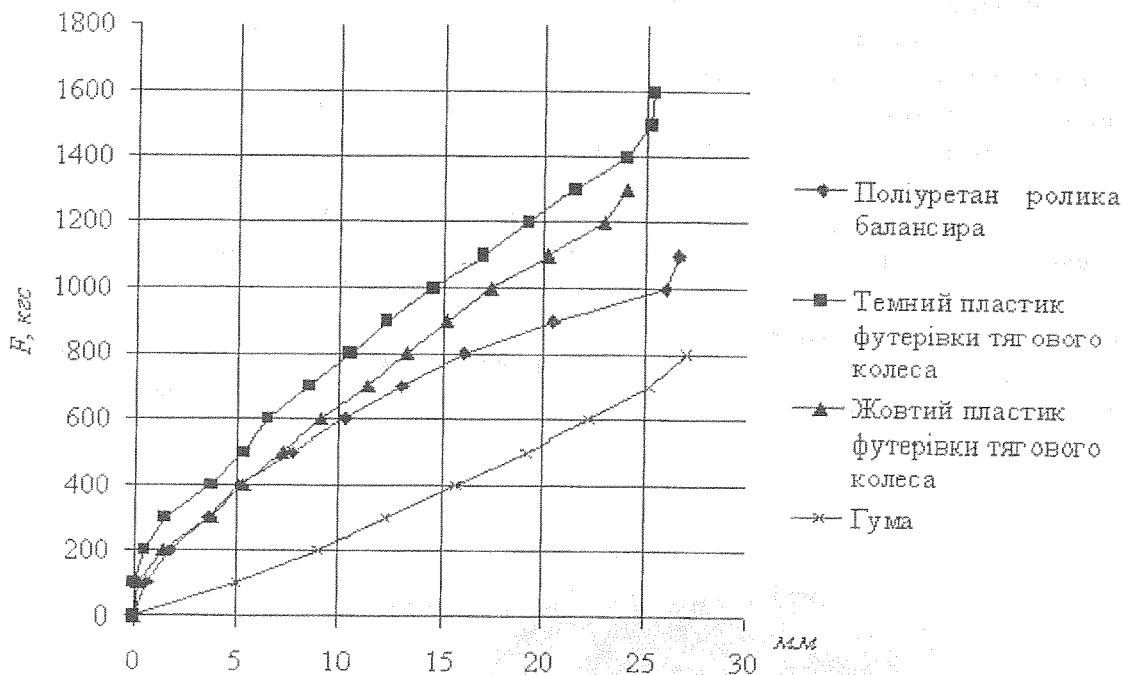


Рис.6. Графіки залежності деформації матеріалів від стискуючих сил при стискуванні матеріалів циліндром.

Аналіз даних таблиці 2 і графіків з рис.6 показує, що із чотирьох матеріалів для футерівки найбільш стійким проти руйнуванням зрізом при даному виді випробування є темний пластик з футерівки тягового колеса.

Висновки: аналіз результатів проведених експериментів з порівняння пружних властивостей матеріалів і їх міцності (здатності чинити опір зрізові) дає можливість вибрати найбільш оптимальні матеріали для футерівки роликів коліс балансирів. Цими матеріалами можуть бути або наданий замовником темний пластик, або поліуретан з існуючої футерівки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дукельский А.И. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. - М.: Машиностроение, 1966. - 482 с.

УДК 674.047

І.П.Кравець, к.т.н. (Львівський інститут пожежної безпеки МНС України)

ВПЛИВ ПРОЦЕСУ ПРОПАРЮВАННЯ ДЕРЕВИНИ БУКА НА ЯКІСТЬ ЇЇ ОБРОБКИ ВОГНЕЗАХИСНИМИ ПОКРИТТЯМИ

В статті наведені етапи підготовчих процесів перед вогнезахисною обробкою дерев'яних конструкцій, показано вплив процесу пропарювання на фізико-механічні властивості деревини бука, обґрунтовано актуальність проведення даної тепловологообробки з метою покращення якості та швидкості просочування антипіренами і наступного сушіння букових виробів.

Бук належить до твердих листяних порід. Завдяки високій міцності, хімічній стійкості, невеликій об'ємній вазі при достатній щільності, гарній текстурі він знайшов широке застосування в різних галузях народного господарства. Деревину бука використовують у будівельних конструкціях, для виготовлення лущеного та струганого шпону. З букової деревини виготовляють приклади рушниць, колодочний сектор. Її використовують також для виготовлення бочкотари, в пасажирському вагоно- та суднобудуванні. Пропарений бук особливо цінується у виготовленні художніх меблів та музичних інструментів, тому що така деревина добре полірується під червоне дерево. Але, крім того, деревина бука має негативні сторони. Бук, як і будь-яка інша деревина, є пожежонебезпечним матеріалом.

Зменшити рівень пожежної небезпеки, покращити вогнетривкість дерев'яних виробів і будівельних конструкцій можна за допомогою їх вогнезахисної обробки, суть якої полягає в наданні деревині властивостей протистояння дії вогню, поширенню полум'я по поверхні, перешкоджанні вільного доступу кисню, котрий сприяє деструкції деревини і прискоренню процесу горіння. Найбільш простим засобом вогнезахисту є просочування антипіренами, яке поділяється на поверхневе і глибоке [1]. Просочування деревини антипіренами залежить від її вологопровідності: чим більша вологопровідність тим краще відбувається просочування антипіренами.

Проведення відповідної теплової обробки, а саме пропарювання, значно збільшує вологопровідність деревини, а отже і сприяє її кращому просочуванню вогнезахисними покриттями.

Крім того, деревина бука має схильність до враження грибами та бактеріями. Вони забивають пори деревини, зменшуючи при цьому її здатність просочуватися антипіренами. Додатково це приводить до значних втрат букового матеріалу при зберіганні, транспортуванні та подальшій експлуатації. Але цю ваду можна усунути теж за допомогою