

УДК 631.333

Лукач В.С., к.пед.н., доцент,  
Василюк В.І., к.т.н., доцент,  
Сушко В.В., студент групи БМ-131  
факультету механізації сільського господарства,  
ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

### МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ КОМПОЗИТНИХ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИНАХ І СПОРУДАХ

*Розглянуті питання створення та застосування нових композитних полімерних матеріалів в сільськогосподарських машинах та спорудах.*

*Механіка матеріалів і конструкцій, композитні матеріали, міцність, жорсткість, довговічність.*

Поява нових конструкційних матеріалів, широке застосування тонкостінних конструкцій, підвищення вимог до розрахунку на міцність і економічно обґрунтованих витрат матеріалів спонукає розглядати нові методи розрахунку на міцність, жорсткість і стійкість, геометрично нелінійні задачі. Це стержневі системи, деталі машин і елементи конструкцій із композитних та інших матеріалів малої жорсткості, полімерні та гумоподібні конструкції.

Але якщо матеріал ідеально-пружний, але не підкоряється закону Гука – то це вже фізично-нелінійні задачі. Великий масив таких задач застосовується при визначенні концентрації напружень, при конструюванні деталей і конструкцій із нових композитних матеріалів, при контактних перевантаженнях розрахунках міцності зубчастих і черв'ячних передач, фундаментів будинків і споруд та інше.

Конструктивний елемент у вигляді пластини є дуже важливим у багатьох машинах, спорудах. Під дією робочих (чистий згин) навантажень нормальні напруження змінюються по висоті, залишаючись сталими за шириною. Поздовжні волокна під дією нормальних напружень зазнають тільки розтяг або стиск. Тому можна визначити напруження за законом Гука [2]:

$$\sigma = E\varepsilon = E \frac{\Delta l}{l}; \quad \sigma_{\max} = [\sigma]; \quad [\sigma] = \frac{\sigma < \sigma_T}{K_T},$$

де  $K_T$  - коефіцієнт запасу міцності;

При віддалені у розтягнуту зону  $\sigma$  збільшуватиметься і досягне максимуму при  $Z = Z_{\max}$ ,  $\tau = \tau_{\max}$ .

Роботоздатність будь-якої деталі, конструкції, споруди залежить від наступних основних факторів: конструкційного матеріалу, характеру і рівня зовнішнього навантаження, типу конструкції (стержень, пластина, оболонка, масив), температури, агресивного середовища та ін.

Феноменологічні теорії (теорії міцності) носять характер функціональної залежності між напруженнями  $\sigma$ , деформаціями  $\varepsilon$ , температурою  $T$  і часом  $t$ . Залежності між  $\sigma$ ,  $\varepsilon$ ,  $T$  і  $t$  знаходяться експериментально на зразках. Спочатку з'являються тріщини, концентрація напружень і руйнування.

Основний науковий напрямок сільськогосподарського машинобудування - це теоретичні і експериментальні дослідження питань розрахунку на міцність, жорсткість і стійкість, конструювання і технологія виготовлення деталей і конструкцій

**ЛУКАЧ В.С., ВАСИЛЮК В.І., СУШКО В.В.**  
**МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ КОМПОЗИТНИХ ПОЛІМЕРНИХ**  
**МАТЕРІАЛІВ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИНАХ І СПОРУДАХ**

---

сільськогосподарських машин, обладнання тваринних і птахокомплексів з нових композиційних (неметалевих) матеріалів. Тут потрібно провести експериментальні дослідження фізико-механічних властивостей нових неметалевих матеріалів і поведінки цих елементів конструкцій в агресивних середовищах і реальних умовах експлуатації.

В сучасному будівництві тонкостінні конструкції знаходять широке застосування (пластини, оболонки), і особливо з нових композиційних матеріалів. "Живі" біологічні моделі відрізняються надійністю, міцністю, економічністю, різними формами, і дають можливість створювати принципово нові апарати, машини, будівельні конструкції. Бамбук і кістка сконструйовані так, що вони набагато міцніші своїх окремих складових. Це дає змогу проектувати конструкцію із розрахунку на метал.

Питання міцності, жорсткості, довговічності і ефективності завжди цікавлять інженерів, конструкторів, вчених. Вони вже навчилися створювати нові матеріали із заданими властивостями. Центральним тут є питання про композитні матеріали, про використання цих матеріалів для створення високоміцних, зносостійких, антикорозійних конструкцій. Деякі цінні композитні матеріали існують у природі: бамбук, кістка. В цих матеріалах закладені кращі способи армування. Легка і крихка кістка здатна витримувати значні навантаження. На основі детального вивчення структури кістки та інших моделей з'явився принцип, так званих, дирчатих конструкцій і почалися розробки нових просторових систем. Підбираючи складові з різними властивостями є можливість створювати конструкційний матеріал, де б співпрацювали такі характеристики, як міцність, легкість, стійкість до агресивних середовищ і високих та низьких температур [1].

Павутина міцніша сталюого дроту того ж діаметра і це лягло в основу створення вантових конструкцій. Так, дах-мембрана спортивного залу Олімпійського стадіону в Москві товщиною 5 мм перекрила площу без підпору більш як 30 тис. кв. м. При цьому напруження розтягу  $\sigma = \frac{F}{A}$  у вигляді закону Гука  $\sigma = E\varepsilon$  де  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$ , а  $E$  характеризує сили міжатомних зв'язків.

Заміна силових елементів конструкції на нові армовані матеріали метало і склопластинки металів, армованих керамічними нитками. Ці матеріали приходять в с.г. будівництві на зміну таких, як: алюміній, сталь, магній, титан та інших [4].

Принцип армування дасть можливість створювати нові матеріали з заданими механічними і фізичними можливостями. В майстерні природи створені „живі" моделі, які відрізняються міцністю, економією матеріалу. Це дає можливість створювати нові машини, будівельні конструкції. Природа сконструювала бамбук і кістку так, що вони не тільки набагато міцніші своїх складових, але й легкі. Вона постійно створює живі конструкції (шкарлупа горіха і яйця, панцири тварин).

Сучасний розвиток матеріалознавства такий, що живий конструктивний матеріал більше схожий на дерево і кістку, чим на сплав. Тенденція зараз така, що не матеріал підбирають для конструкцій, а навпаки - проектують складні конструкції із розрахунку на матеріал.

При створенні конструкцій з мінімальною вагою (літаки, ракети, перекриття сховища) конструкторів цікавить в першу чергу не абсолютні властивості матеріалу. Досягнення науково-технічного прогресу дозволяє не матеріал вибирати для конструкції, а навпаки - проектувати конструкції із розрахунку на матеріал. Є можливість прогнозувати поведінку складних конструкцій.

## Новітні тенденції використання технологій та техніки для виробництва продукції АПК

---

Механіка матеріалів і конструкцій об'єднує такі розділи, як опір матеріалів, будівельна механіка, теорії пружності, пластичності, повзучості, механіка полімерних і композиційних матеріалів та ін. Деякі з них стають самостійними дисциплінами.

Головне завдання курсу "Механіка матеріалів і конструкцій" - забезпечення міцності, жорсткості, та стійкості конструкцій, механізмів, машин, приладів, споруд і визначити економічно доцільні розміри і форми. Вони повинні гарантувати її надійність. Такі розрахункові схеми дають можливість спростити задачу, відкинути всі фактори, які не можуть суттєво впливати на роботу системи в цілому. Такий реальний об'єкт називаємо розрахункова система [7].

Всі конструктивні елементи машин, механізмів, споруд розглядають як однорідне суцільне середовище не залежно від їх мікроструктури. Матеріал ідеально пружний в більшості ізотропний.

Природа змогла "сконструювати" бамбук і кістку так, що вона міцніша не тільки других матеріалів, а і своїх складових. Конструкції повинні бути не тільки міцними а і легкими.

Якщо міцність і в'язкість твердих тіл можна значно змінювати, то жорсткість (модуль Юнга) не піддається контролю. Багато конструкцій повинні бути не тільки міцними, а і легкими (оболонки). Під оболонкою розуміють тіло, один із розмірів якого (товщина) значно менша за інші (сферичні, циліндричні та конічні). Часто зустрічаються оболонки в сільськогосподарському та хімічному машинобудуванні. До цієї схеми відносяться будівельні споруди, котли, корпуси турбін, багато деталей машин, приладів, кровоносні судини.

Основна першочергова задача - застосування високоефективних методів підвищення міцності конструкцій, збільшення випуску нових композиційних і полімерних матеріалів і конструкцій із них з наперед заданими властивостями. В сучасному сільськогосподарському будівництві широке застосування знаходять тонкостінні конструкції - оболонка з комплексом заданих властивостей. Всі ці елементи певний час повинні чинити опір дії робочих навантажень і не руйнуватись [5], [6].

Досягнення науки і техніки дозволяють вже не матеріал вибирати для конструкцій споруд, а навпаки - проектувати їх із розрахунку на матеріал. Якщо міцність і в'язкість твердих тіл можна суттєво міняти то їх жорсткість (модуль Юнга) залежить виключно від хімічної природи.

При збільшенні робочих навантажень і великому перепаді робочих температур в багатьох деталях машин і елементів конструкцій залежність між  $\tau$  і  $\varepsilon$  стає нелінійною навіть в області малих деформації [4].

При цьому у більшості матеріалів (високоміцні сталі (рис. 1) фізична нелінійність може бути м'якою (крива 1) і жорсткою (крива 2) характеристикою. У багатьох матеріалах, таких як високоміцні сталі (рис. 2), сплави кольорових металів, титан, композитні матеріали та інші не можна чітко визначити границю пропорційності, а для деяких матеріалів, таких як чавун, поліпропілен (рис. 3), високоеластичні матеріали та інші. У багатьох матеріалів при зміні температури появляється поступове відхилення від закону  $\sigma - \varepsilon$ .

У деяких матеріалах (високоміцні сталі - (рис. 2), сплави кольорових металів, композити та інші є матеріали, в яких з підвищенням температури (рис. 3) появляється плавне відхилення залежності  $\sigma - \varepsilon$  від лінійного.

Перераховані випадки поведінки матеріалів при деформуванні можна об'єднати в один клас нелінійно-пружних матеріалів.

**ЛУКАЧ В.С., ВАСИЛЮК В.І., СУШКО В.В.**  
**МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ КОМПОЗИТНИХ ПОЛІМЕРНИХ**  
**МАТЕРІАЛІВ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИНАХ І СПОРУДАХ**

---

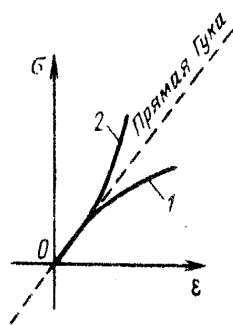


рис.1

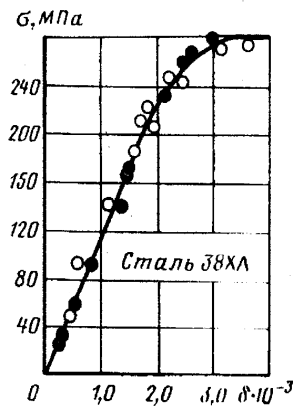


рис.2

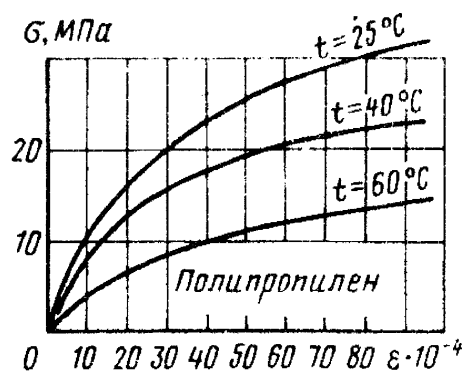


рис.3

**Список літератури**

1. Гордон Дж. Конструкции или почему не ломаются вещи.-М.1980. – 174с.
2. Пастушенко С.І., Руденко О.Г., Іщенко В.В., Практикум з теоретичної механіки,ч.1, Статика, кінематика.-Вінниця:;2006-384с.
3. Преображенский И.Н., Цурпал И.А., Вырезы в несущих конструкциях. - М.; Машиностроение, 1984.- 112 с.
4. Цурпал И.А.,Механіка матеріалів і конструкцій: Навч. посібник, Вища школа.:2005.- 367с.
5. Цурпал И.А., Прочность и конструкции,-К.О-во „Знание" УССР,1982.-48с.
6. Цурпал И.А. Разрушения и прочность конструкции. Научные труды УСХА, в.п.224, К.-1979. – 96с.
7. Цурпал И.А., Лукач В.С., Василюк В.І., Методичний посібник.: 2005 к-н., - 32 с.

*Рассмотрены вопросы создания и применения новых композитных полимерных материалов в сельскохозяйственных машинах и сооружениях.*

***Механика материалов и конструкций, композитные материалы, прочность, жесткость, долговечность.***

*Questions of creation and application of new composite polymeric materials in agricultural cars and constructions are considered.*

*Mechanics of materials and constructions, composit materials, durability, rigidity, durability.*