

## У НАУКОВИХ КОЛАХ

*В. В. ПАНАСЮК*

### **Академік М. Я. ЛЕОНОВ – до 100-річчя від дня народження**

4 серпня 2012 р. минуло 100 років від дня народження М. Я. Леонова – видатного вченого-механіка другої половини 20-го століття, доктора фізико-математичних наук, професора, академіка Національної академії наук Киргизької Республіки.

6 червня 2012 р. у Фізико-механічному інституті (ФМІ) ім. Г. В. Карпенка НАН України, де учений працював упродовж 1951–1962 рр., відбулося урочисте засідання вченої ради та ради молодих науковців і спеціалістів ФМІ, присвячене його пам'яті. На ньому з доповіддю “Академік М. Я. Леонов – видатний учений-механік” виступив директор Інституту академік НАН України В. В. Панасюк (учень професора М. Я. Леонова).

На засіданні також виступили інші його учні: член-кореспондент НАН України Г. С. Кіт і к.т.н. Є. Д. Васильєв та ін.



*Нижче подаємо стислий виклад доповіді В. В. Панасюка.*

Академік НАН КР, доктор фізико-математичних наук, професор Михайло Якович Леонов упродовж 1951–1962 років працював в Інституті машинознавства та автоматики Академії наук УРСР (з 1964 р. – Фізико-механічний інститут АН УРСР у Львові) на посаді керівника відділу прикладної теорії пружності та пластичності. Він зробив вагомий внесок у формування наукової тематики Інституту у галузі механіки деформівних твердих тіл, а також у підготовку молодих спеціалістів у цій царині, зокрема, у створення та розвитку Львівської школи механіків. Під його керівництвом молоді науковці захистили біля 20 дисертацій, деякі з них потім стали відомим вченими, зокрема Г. С. Кіт, О. М. Романів, П. М. Витвицький, С. Я. Ярема та інші.

**Деякі сторінки з біографії.** Народився 4 червня 1912 р. у селі Родовино Вірменської РСР у родині сільського теслі. Після закінчення середньої школи поїхав до Москви здобувати вищу освіту. У 1934 р. закінчив Московський інженерно-будівельний інститут, але на цьому не зупинився, а вступив для поглиблення знань на фізико-математичний факультет Дніпропетровського університету. У цей час у Дніпропетровську функціонувала відома школа механіків на чолі з академіком О. М. Динником. Після закінчення навчання в університеті поступив в аспірантуру і у 1940 р. захистив кандидатську дисертацію на тему “Деякі задачі та застосування теорії потенціалу”. Під час Великої Вітчизняної війни М. Я. Леонов працював у конструкторських бюро військових підприємств СРСР.

У 1946 р. приїжджає на роботу до Львова і стає співробітником Львівського відділу теорії пружності Інституту математики АН УРСР, який очолював професор Г. М. Савін, що знав М. Я. Леонова ще з Дніпропетровська. У Львові Г. М. Савін організував міські наукові семінари з механіки деформівних твердих тіл, які об'єднували механіків львівських академічних установ, а також вищих навчальних за-

кладів. М. Я. Леонов став активним їх учасником<sup>\*</sup>, проявляючи у своїх виступах наукову ерудицію, вражаючи багатогранністю творчих пошуків, задумів, ідей. У 1949 р. захистив докторську дисертацію на тему “Елементи теорії квазігармонічних коливань” і читав лекції студентам Львівського університету та Політехнічного інституту. У 1950 р. одержав диплом професора.

**М. Я. Леонов – керівник наукового відділу у ФМІ.** Знаковою подією для Михайла Яковича став 1951 рік. Тоді у Львові створили Інститут машинознавства та автоматики АН УРСР, в якому він стає керівником відділу прикладної теорії пружності та пластичності і починає формувати свій науковий колектив.

У 1962 р. його обрали дійсним членом (академіком) Киргизької академії наук і учений переїхав до міста Фрунзе (нині – Бішкек), де працював в академічних інститутах і університеті до останніх днів життя.

**Наукові зацікавлення вченого.** М. Я. Леонов зосередив свої зусилля на вивченні механіки деформівних твердих тіл, яка охоплювала контактні задачі теорії пружності, теорію коливань і динамічну тривкість конструкцій, закрут і згин стрижнів, механіку твердих тіл з тріщинами та мікроструктурними пошкодженнями, теорію пластичності та повзучості. Одержав тут важливі результати та заклав основи перспективних досліджень. (Аналіз цих результатів подано в статті [1]). Зупинимось лише на одному із напрямів його досліджень, започаткованих у ФМІ – міцність та руйнування твердих тіл з дефектами типу тріщин (гострих концентраторів напружень).

У 1952 р. Інститут очолив новий директор – Г. В. Карпенко, який завершив докторську дисертацію в московській школі академіка П. О. Ребіндера. Ця школа розвивала новий напрям у науці про міцність матеріалів – фізико-хімічну механіку матеріалів (ФХММ). Мета його досліджень – встановити залежності міцності матеріалів не тільки від структури матеріалу, виду навантаження та температури, а і від впливу експлуатаційних середовищ. У той час дослідження головно були експериментальні. Під керівництвом Г. В. Карпенка вони інтенсивно розвивалися. Особливого значення набуло вивчення поведінки матеріалу біля гострого концентратора напружень, коли в його вершині присутнє якесь середовище. М. Я. Леонов розумів, що дослідити ці явища в межах моделей механіки суцільного пружно-пластичного середовища неможливо, оскільки вони не охоплюють механізмів руйнування і, очевидно, не можуть врахувати вплив середовища. Тому розпочав у відділі, яким керував, дослідження впливу дефектів у структурі матеріалів – вакансій, дислокацій та тріщин – на міцність деформівних твердих тіл і саме на цьому сконцентрував увагу своїх учнів В. В. Панасюка, П. М. Витвицького, О. М. Романіва, С. Я. Яреми та ін. Першим вагомим успіхом у цьому напрямі стала стаття М. Я. Леонова (разом з В. В. Панасюком) “Розвиток найдрібніших тріщин у твердому тілі” [2], де закладені основи відомої тепер  $\delta_c$ -моделі (початково її називали  $\delta_k$ -модель), яка ґрунтовно описана в праці [3]. У цій статті розглянули процес формування тріщини біля крайової дислокації в деформівному тілі, виходячи із таких положень (див. схему на рисунку):

– зв’язок між напруженнями та деформаціями описує лінійний закон Гука, якщо деформації, підраховані в рамках моделі пружного тіла, не перевищують границю пружних деформацій;

– у деформівному тілі утворюються тріщини (розрив перемішень, зони передруйнування) у точках, де напруження перевищують границю міцності матеріалу  $\sigma_0$  (або теоретичну міцність) чи відповідну їй максимальну пружну деформацію  $\varepsilon_0$ ; цю зону передруйнування моделювали додатковим (модельним) розрізом;

---

<sup>\*</sup> У засіданнях цих семінарів брали участь і студенти-механіки Львівського університету, серед яких був і доповідач.

– протилежні поверхні модельного розрізу (модельної тріщини) притягаються силами, що залежать від відстані між берегами  $\delta_p$  (див. схему на рисунку), поки ця відстань не досягне критичного значення  $\delta_c$ . Після цього взаємодія припиняється, тобто деформаційний критерій міцності має вигляд  $\delta_{pc} = \delta_c$ , де  $\delta_c$  – критичне розкриття між берегами тріщини біля її вершини;  $P = P_c$  – критичне значення зовнішніх зусиль, за яких настає руйнування (поширення тріщини).

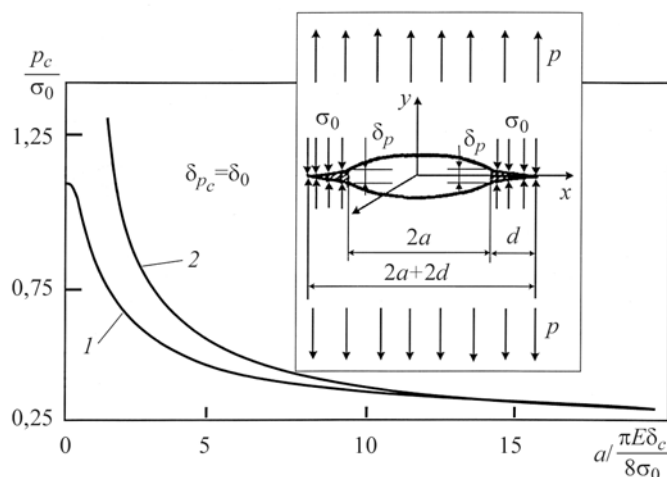


Схема задачі про розтяг пластини з прямолінійною тріщиною завдовжки  $2a$ ;  $d$  – довжина зони передруйнування (зони пластично деформованого матеріалу) біля вершини тріщини, яка в момент старту (поширення тріщини) досягає значення  $d_c = (\pi E \delta_c) / (8 \sigma_0)$ ;  $\delta_c$  – критичне розкриття ( $\delta_p$ ) між берегами тріщини з урахуванням зони передруйнування ( $d$ ), яку моделюємо розрізом, протилежні береги якої притягаються напруженнями інтенсивності  $\sigma_0$ . Величину  $\sigma_0$  визначаємо з експерименту як технічну міцність матеріалу. Деформаційним критерієм міцності тіла з тріщиною є рівність  $\delta_{pc} = \delta_c$ , де  $P_c$  – мінімальне руйнуюче навантаження. Залежність  $1$  впливає із  $\delta_c$ -моделі, а залежність  $2$  – з енергетичної концепції А. А. Гріффітса.

Запропонована  $\delta_c$ -модель у праці [2] ще не була чітко сформульована, через що виникли дискусії, зокрема, про правомірність застосування методів механіки суцільного середовища до тріщин, розміри яких становлять декілька міжатомних відстаней. Але у цій статті вперше сформульовано основу  $\delta_c$ -моделі: запропоновано метод моделювання зони передруйнування матеріалу, тобто зони послаблених зв'язків у деформівному тілі (появи непружних деформацій) стрибком переміщень берегів модельного розрізу, до берегів якого прикладені відповідні напруження; крім цього, сформульовано деформаційний критерій граничної рівноваги тіла з тріщиною. Остаточна  $\delta_c$ -модель сформульована у праці [3].

У той же час наукове утвердження ця модель одержала після того, як М. Я. Леонов і В. В. Панасюк розв'язали класичну задачу А. А. Гріффітса про міцність розтягнутої пластини з прямолінійною тріщиною [4, 5] (див. схему на рисунку). У роботах [4, 5] в межах  $\delta_c$ -моделі встановлено залежності критичного навантаження  $P = P_c$  від розмірів тріщини і фізико-механічних характеристик матеріалу пластини (лінія  $1$  на рисунку), а також аналогічну залежність на основі енергетичної концепції А. А. Гріффітса (крива  $2$ ). Зіставляючи їх, приходимо до таких висновків:

1. Коли  $a/d > 10$ , де  $a$  – півдовжина тріщини,  $d$  – довжина зони передруйнування матеріалу, то результати про величину  $P_c/\sigma_0$  згідно із залежностями (лінії  $1$  і  $2$ ) збігаються.

2. Коли  $a/d < 10$ , то вони не збігаються.

3. Коли  $a \rightarrow 0$ , тобто коли маємо тіло без тріщини, то результати, які випливають з енергетичної концепції А. А. Гріффітса, не узгоджуються з фізикою міцності матеріалу ( $P_c/\sigma_0 \rightarrow \infty$ ) і не підтверджуються експериментом.

4. Коли  $a \rightarrow 0$ , то результати, які одержуємо на основі  $\delta_c$ -моделі (крива 1), узгоджуються з експериментом, тобто у такому разі  $P_c \rightarrow \sigma_0$  ( $\sigma_0 < \infty$ ).

Отже,  $\delta_c$ -модель є важливим досягненням у теорії міцності деформівних твердих тіл з дефектами типу тріщин (гострих концентраторів напружень) і, водночас, важливим узагальненням концепції А. А. Гріффітса.

Ці підходи та узагальнення одержали визнання у науковому світі: на 8-ій Міжнародній конференції з механіки руйнування матеріалів (ICF-8) у Києві (1993 р.), де В. В. Панасюк виголосив почесну доповідь ICF-8 на тему “Деформаційні критерії руйнування в механіці тіл з тріщинами”.

*Деякі мої спогади про М. Я. Леонова як науковця та людину.* Він був відкритим, доступним у спілкуванні та справедливим, ученим-романтиком, який генерує нові ідеї у науковому пошуку та захоплюється їх новизною. Але коли ідея набуває конструктивної реалізації, то віддає її виконання аспірантам або співробітникам керованого ним підрозділу. Михайло Якович щедро ділився своїми думками та баченням перспективних напрямів розвитку механіки матеріалів. При цьому давав їм повну свободу творчого пошуку та публікації своїх результатів. Він вважав необхідним готувати кваліфікованих і сміливих молодих спеціалістів, здатних піднятися на рівень світових наукових досягнень і продовжити їх розвиток. Для цього необхідно готувати книги для їх навчання. З цією метою він ще у Львові розпочав підготовку однієї з таких книг. У 1963 р. (у Фрунзе) опублікував монографію “Основи механіки пружного тіла”, випуск 1. На жаль, наступних випусків не було.



---

Фрунзе (СРСР), 1982 р. Виїзне засідання комісії Ради співпраці соціалістичних країн, присвячене проблемі “Технічна механіка і міцність конструкцій”.

Учасники засідання  
М. Я. Леонов і В. В. Панасюк  
з дружинами під час перерви.

---

У кінці життєвого шляху М. Я. Леонов опублікував підсумкову книгу “Міцність і стійкість пружних систем” (Фрунзе, 1987. – 280 с.), в якій написав: “Основною проблемою сучасної механіки є міцність і стійкість конструкцій”. Ця теза домінувала у всій його самовідданій науковій діяльності.

1. Ярема С. Я. М. Я. Леонов – видатний учений-механік (1912–1992) // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2002. – № 4. – С. 95.
2. Леонов М. Я., Панасюк В. В. Розвиток найдрібніших тріщин в твердому тілі // Прикл. механіка. – 1959. – 5, вип. 4. – С. 391–401.
3. Панасюк В. В. Предельное равновесие хрупких тел с трещинами. – К.: Наук. думка, 1968. – 246 с.
4. Панасюк В. В. До теорії поширення тріщин при деформації крихкого тіла // Доп. АН УРСР. – 1960. – № 9. – С. 485–488.
5. Витвицький П. М., Леонов М. Я. Крихке руйнування пластинки з круговим отвором // Там же. – 1962. – № 2. – С. 174–178.