

# ОПТИМІЗАЦІЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ НЕОДНОРІДНИХ СТРУКТУР З УРАХУВАННЯМ ПОЯВИ МІКРОДЕФЕКТІВ, ТРІЩИНОУТВОРЕНЬ ТА ОТВОРІВ

Мета НДР – дослідження нової концепції «надійних» керувань системами з розподіленими параметрами, розробка нових методик розрахунку та алгоритмів оптимального проєктування силових неоднорідних елементів конструкцій з урахуванням пошкоджень різної природи.

Науковий керівник: д.ф.-м.н., проф. П.І. Козум

Відповідальний виконавець: д.т.н., проф. А.П. Дзюба

## Вперше отримані наукові результати

На основі якісного аналізу задач оптимального керування сильно виродженими гіперболічними системами до оснащених співвідношеннями для різних моделей еволюції поля руйнувань отримані достатні умови їх керованості, що дозволяє прогнозувати поведінку та несучу здатність механічних систем з урахуванням появи мікрожефектів, тріщиноутворень та інших пошкоджень.

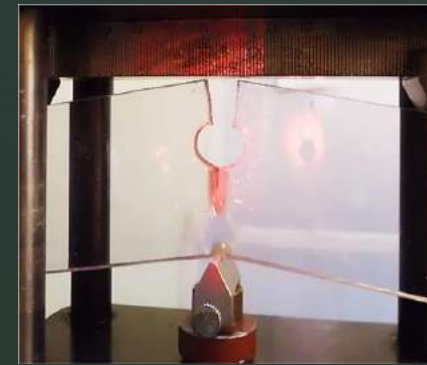
Розроблено нові швидкозбіжні алгоритми проєкційно-ітераційних схем реалізації методу скінченних елементів, що підвищує їх застосування для розрахунку міцності механічних систем.

Виявлено нові механічні ефекти поведінки матеріалу в околі існуючої та штучно створеної тріщини в оптичному матеріалі, що підвищує достовірність прогнозування руйнівних навантажень.

Розроблено нову методологію проведення експериментальних досліджень впливу пошкодження у вигляді кругового та квадратного отворів на величину критичної сили втрати стійкості тонкостінних циліндричних оболонок в умовах роздільної дії поздовжнього тиску і кручення, що підвищує достовірність визначення критичних (руйнівних) навантажень.

Розроблено новий алгоритм комп'ютерного моделювання корозійної деградації в частині поверхні навантажених елементів конструкцій в умовах спільної дії силових навантажень і корозії та алгоритм вибору оптимальних параметрів таких конструкцій.

- ❖ Створено новий пристрій для моделювання лінійної і нелінійної поведінки тріщин у зразках із полікарбонату, який дозволяє прогнозувати роботоспроможність конструкції з локальними концентраторами напружень (рис. 1).



(рис.1).

- ❖ Розроблено установки для випробувань моделей циліндричних оболонок на дію стиску та кручення (рис. 2).



(рис.2).

- ❖ Проведено оптимізацію параметрів циліндричного резервуару для зберігання нафтопродуктів з урахуванням еволюції корозійного пошкодження та технологічних вимог, що дозволяє збільшити його довговічність.
- ❖ Результати проведених досліджень можуть бути впроваджені в практику проектування пластинчатих та оболонкових елементів конструкцій машинобудування, зокрема ракетно-космічної галузі.

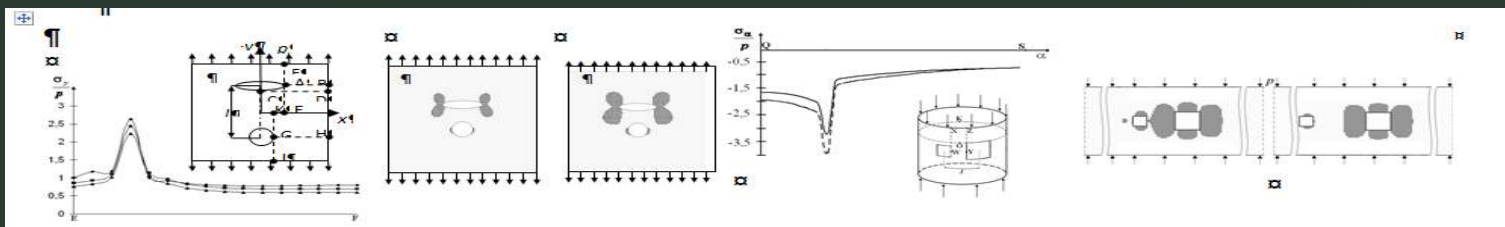
## Загальна кількість публікацій за 2019-2021 рр.

Статей 45 (зокрема 25 у базі Scopus, 10 у базі Index Copernicus), 7 розділів монографій, 6 тез доповідей (в базі Scopus), 3 патенти України. Захищено 1 кандидатську дисертацію (Євдокимов Д.В., 2021р.)

## Наукова новизна і значимість результатів

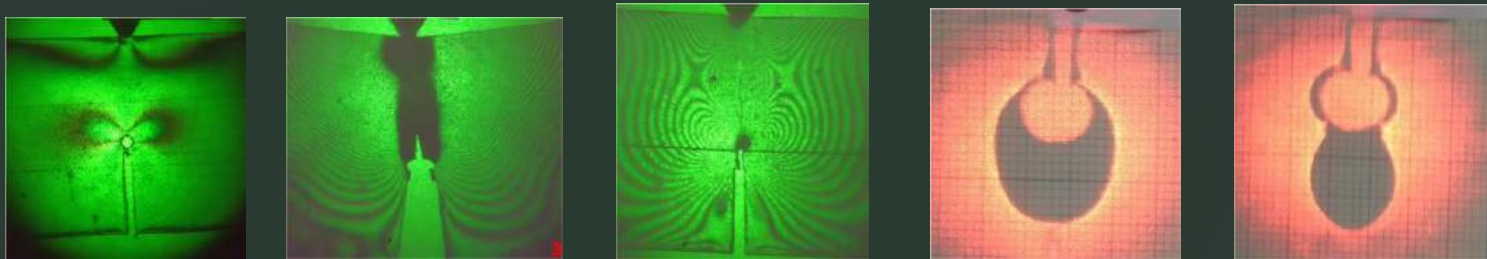
Числова реалізація розроблених модифікацій сіткових методів показала істотне зменшення комп'ютерного часу розрахунків порівняно з застосуванням аналогічних традиційних методів.

На рисунках представлені результати розрахунку напружено-деформованого стану та зони пластичних деформацій у прямокутній пластині з круговим та еліптичним отворами і циліндричній оболонці з двома прямокутними отворами різних розмірів (рис.3).

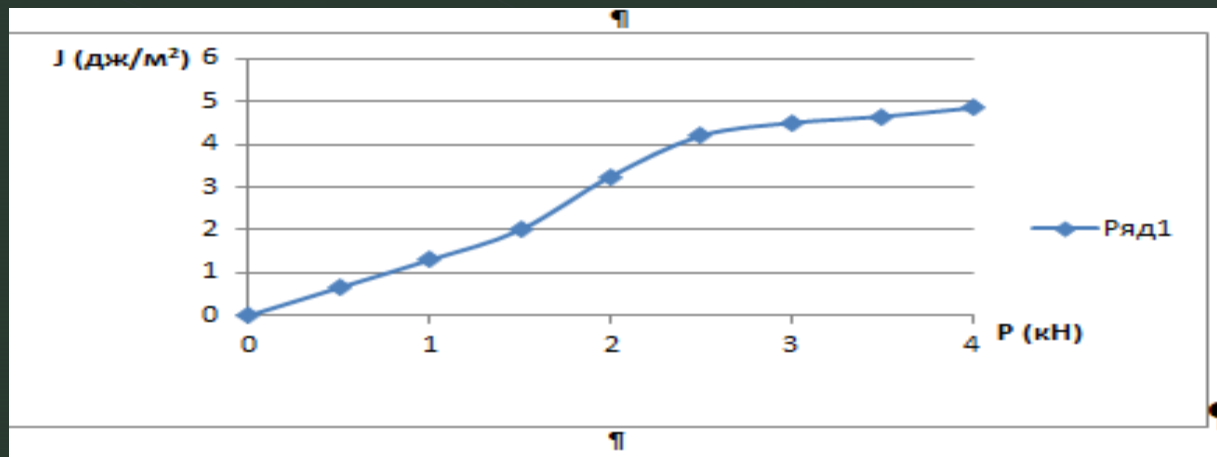


(рис.3).

На основі розробленої авторами нової оригінальної методики спільного застосування поляризаційно-оптичного методу та методу каустик отримані картини появи і розповсюдження тріщини поляризаційно-оптичним методом та картини каустик появи зони пружно-пластичних деформацій (рис. 4) в околі тріщини при збільшенні згинальних зусиль, що дозволило виявити ряд нових механічних ефектів і побудувати залежність критичної сили навантаження у формі J-інтегралу від навантаження (рис. 5).



(рис.4).



(рис.5).

- Розроблено нову методологію та проведено експериментальні дослідження впливу пошкодження у вигляді круглого та квадратного отворів у широкому спектрі зміни їх розмірів на критичну силу втрати стійкості тонкостінних циліндричних оболонок в умовах дії поздовжнього тиску (рис. 6).

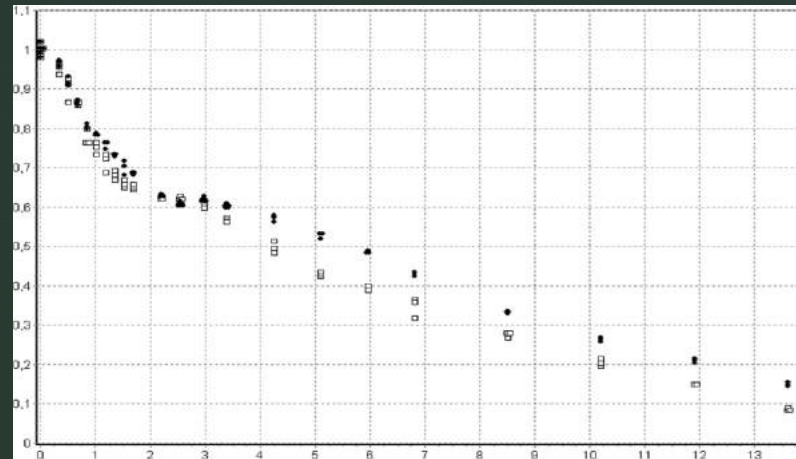


Рисунок 6 – Форми втрати стійкості циліндричних оболонок під дією стискаючих зусиль та експериментальні дані критичного крутного моменту для оболонок з одним круговим або квадратним отвором

- Оптимізація параметрів циліндричного резервуару для зберігання нафтопродуктів з урахуванням еволюції корозійного пошкодження та технологічних вимог

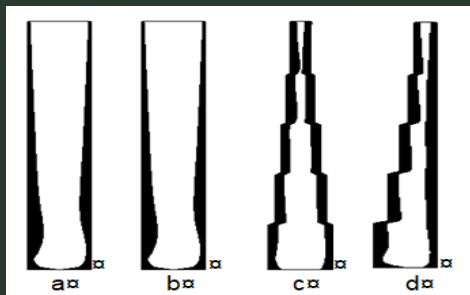


Рисунок 7 - графічні зображення корозійного ураження циліндричної поверхні (a – зовнішньої, b – внутрішньої) резервуару постійної жорсткості та картини корозійного ураження раціональної ступінчатої Конфігурації двосторонньої (c) та односторонньої (d) зміни товщини стінки