

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МІЦНОСТІ ІМЕНІ Г. С. ПИСАРЕНКА

Цикл робіт

«Розвиток методології експериментально-розрахункових досліджень процесів деформування та руйнування конструкційних матеріалів за різних умов навантажень»

на здобуття Премії Президента України

претендента:

Кравчука А.В. – к. т. н., с.н. с. Інституту проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України

Робота представлена у:

- 5 статтях (з яких включені до міжнародних наукометричних баз Scopus – 5, Web of Science – 5, Google Scholar – 5, у фахових вітчизняних виданнях – 4)
- 7 матеріалах конференцій

Науково-прикладна проблема полягає у необхідності підвищення достовірності оцінки міцності та довговічності конструкційних матеріалів, що працюють в умовах екстремальних навантажень. Це вимагає розробки нових експериментально-розрахункових методик дослідження процесів деформування та руйнування матеріалів, вдосконалення існуючих методів випробувань, а також розширення можливостей аналізу механічних та енергетичних характеристик матеріалів для їхнього ефективного застосування в оборонній та енергетичній промисловості.

Мета: створення та вдосконалення методик експериментально-розрахункових досліджень, спрямованих на визначення механічних та енергетичних характеристик конструкційних матеріалів, підвищення інформативності експериментальних випробувань і отримання нових даних щодо поведінки матеріалів в умовах експлуатації. Особливу увагу приділено аналізу матеріалів, що використовуються в конструкціях відповідального обладнання атомних електростанцій та високоміцних матеріалів оборонної промисловості.

Задачі досліджень:

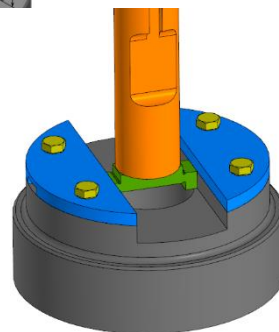
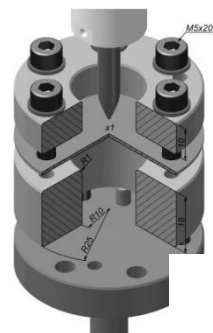
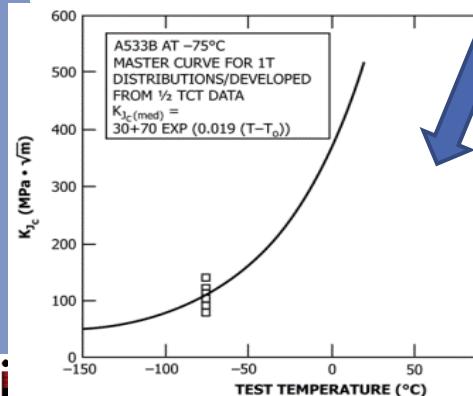
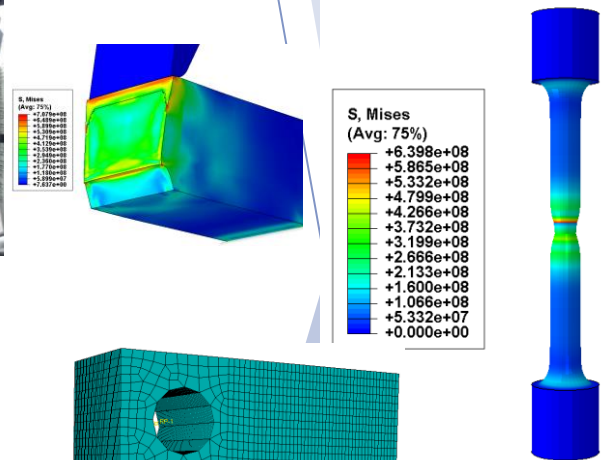
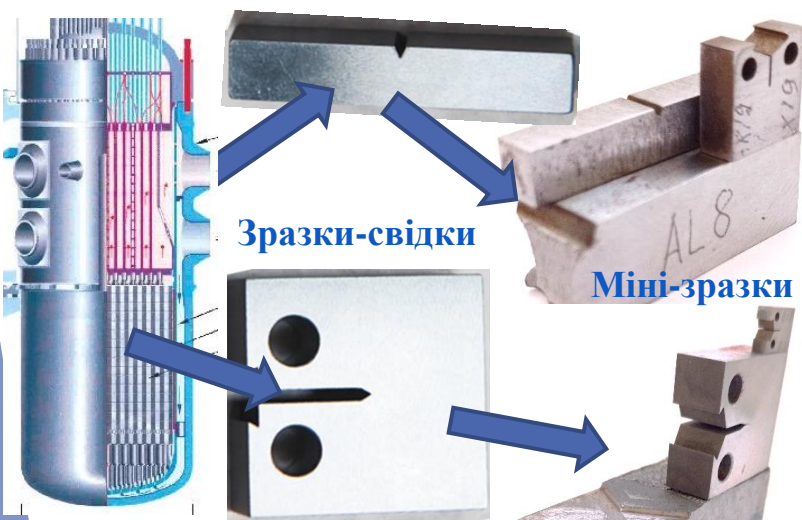
- ✓ Вдосконалення експериментального обладнання та методик для підвищення точності визначення механічних і енергетичних характеристик конструкційних матеріалів.
- ✓ Проведення випробувань високоміцних та броньованих сталей у широкому діапазоні швидкостей деформації для аналізу їхньої поведінки за різних умов навантаження.
- ✓ Розробка методики випробувань мініатюрних компактних зразків для оцінки тріщиностійкості матеріалів елементів обладнання 1-го контуру АЕС.

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ ВИПРОБУВАНЬ

Використання відновлених зразків, мініатюрних зразків, зразків нових типів

Модернізація обладнання

Чисельне моделювання



РОЗВИТОК МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ УДАРНОМУ ЗГІНІ У ШИРОКОМУ ДІАПАЗОНІ ТЕМПЕРАТУР

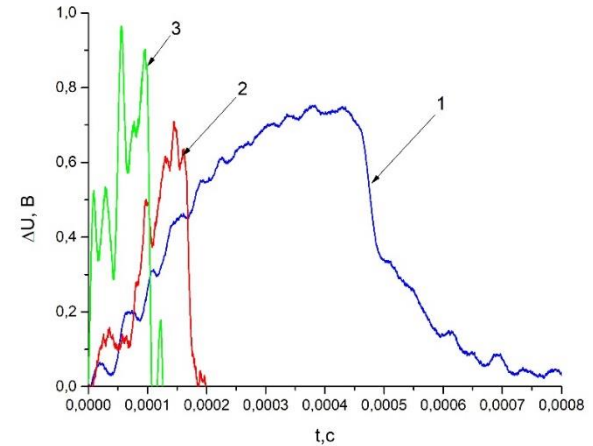
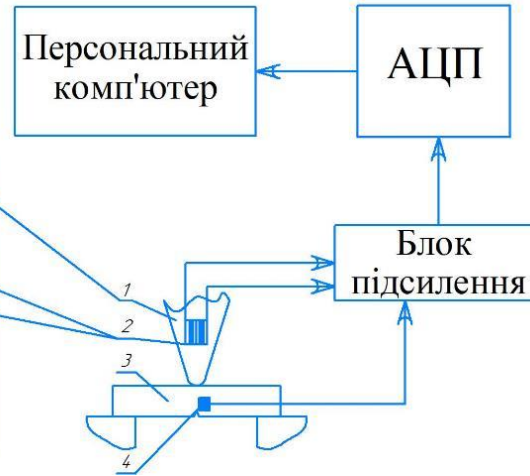
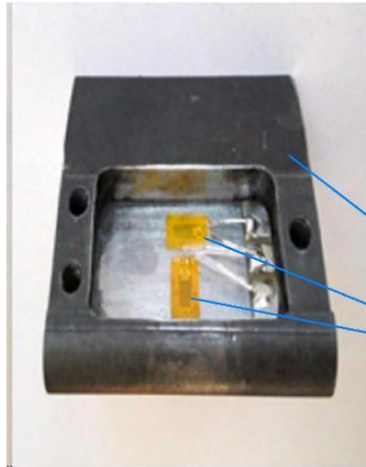


Схема реєстрації параметрів навантаження зразка:
1 – ніж; 2 – тензодавачі; 3 – зразок; 4 – давач температури.

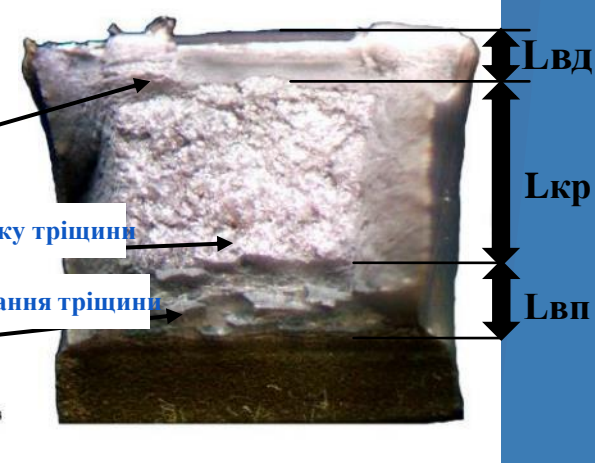
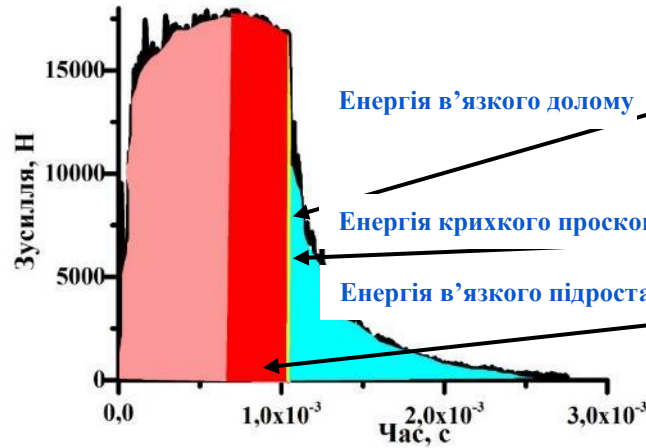
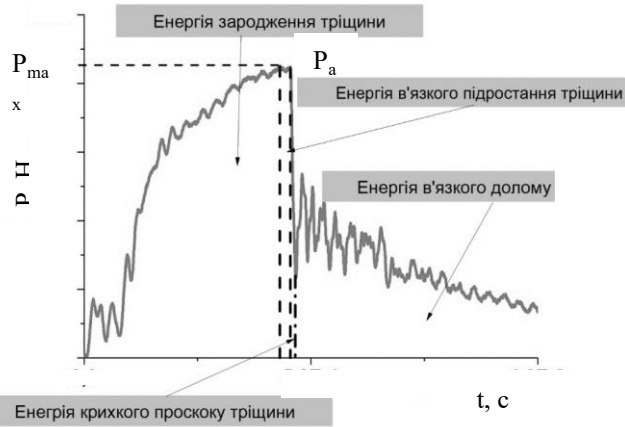
Залежність напруги розбалансу системи вимірювання $\Delta U(t)$, отримана при ударі зі швидкістю 5 м/с для трьох типів зразків

Коефіцієнти тарування для різних рівнів підсилення сигналу

| № зразка | К | К _Т |
|----------|-----|----------------|
| 1 | 35 | 40942 |
| 2 | 100 | 14547 |
| 3 | 500 | 2347.6 |

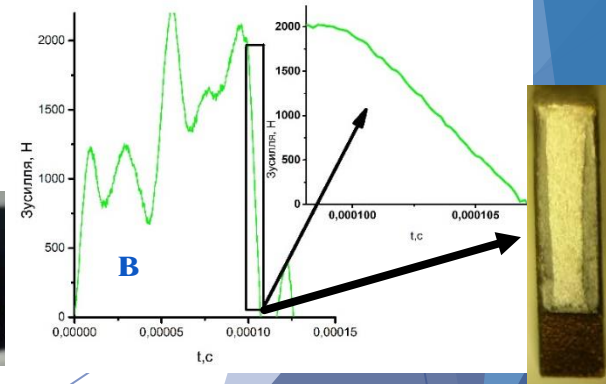
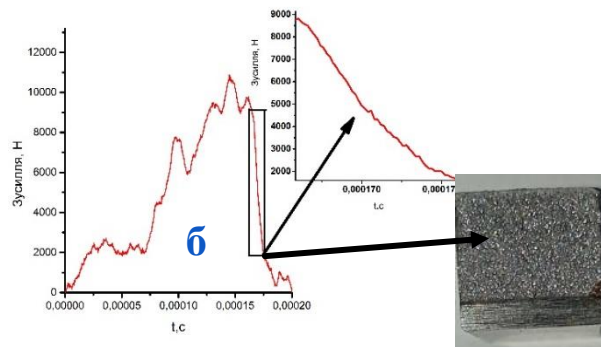
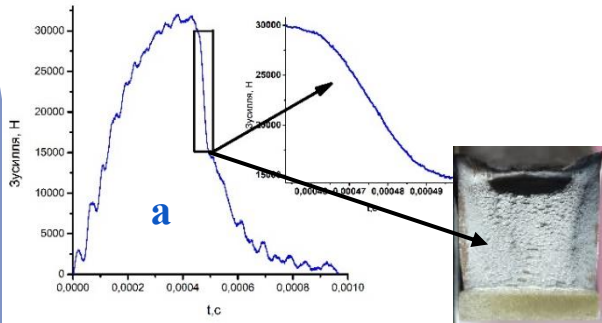
Зовнішній вигляд маятникового копра МК-30

РОЗВИТОК МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ УДАРНОМУ ЗГИНІ У ШИРОКОМУ ДІАПАЗОНІ ТЕМПЕРАТУР



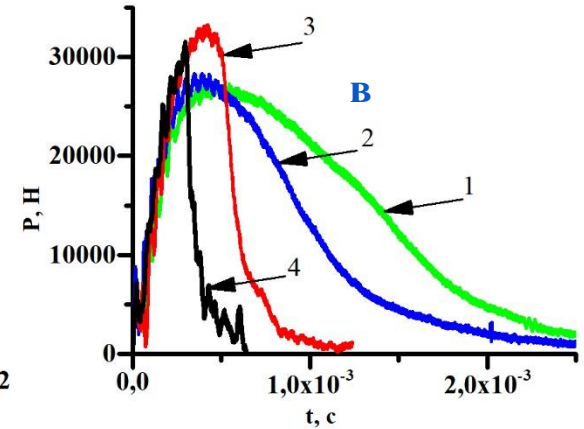
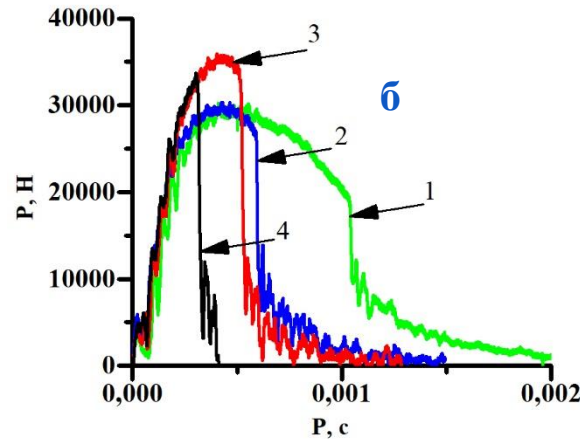
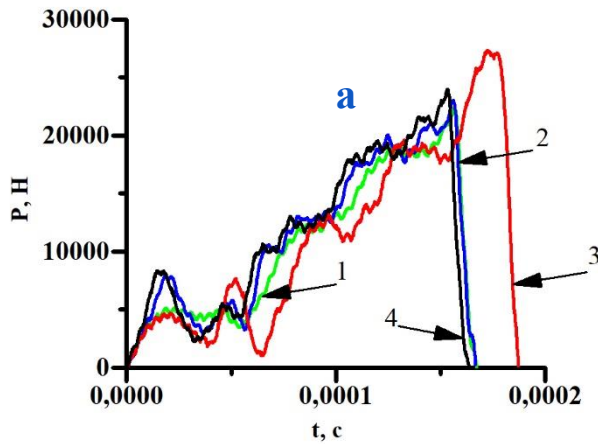
Розділення повної енергії деформування і руйнування на складові

Зіставлення діаграми навантаження з характерними зонами поверхні зламу зразка



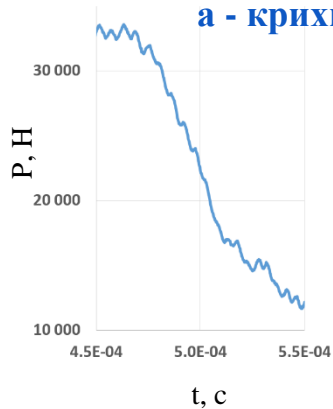
Діаграми навантаження – час та макрозображення зламів зразків, отримані для різних рівнів підсилення : а - зразок 1; б - зразок 2; в - зразок 3

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РУЙНУВАННЯ ВИСОКОМІЦНИХ СТАЛЕЙ HARDOX 450 ТА ARMOX 500T ПРИ УДАРНОМУ ЗГИНІ

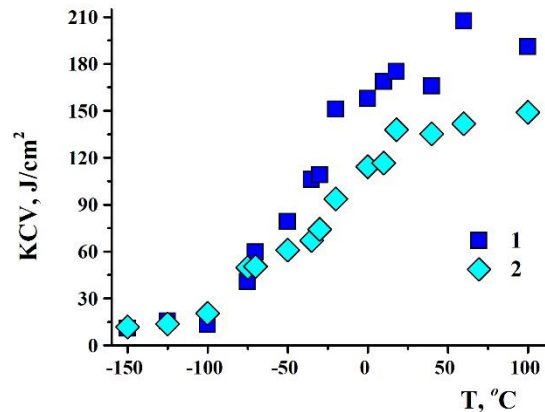


Діаграми деформування зразків:

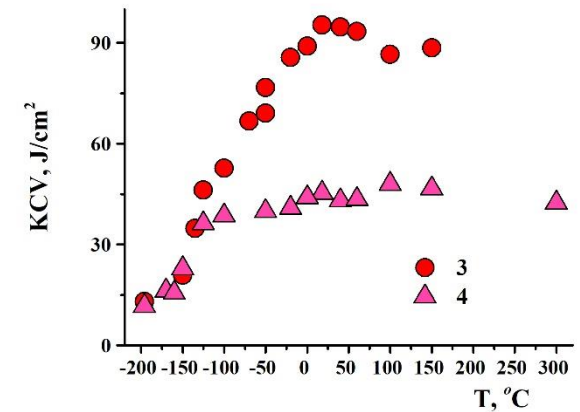
а - крихке руйнування, б - квазікрихке руйнування, в - в'язке руйнування



Масштабована ділянка різкого падіння сигналу на діаграмі навантаження при температурі випробування 60 °C



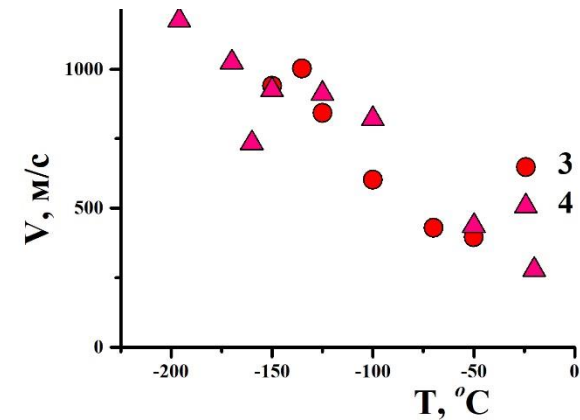
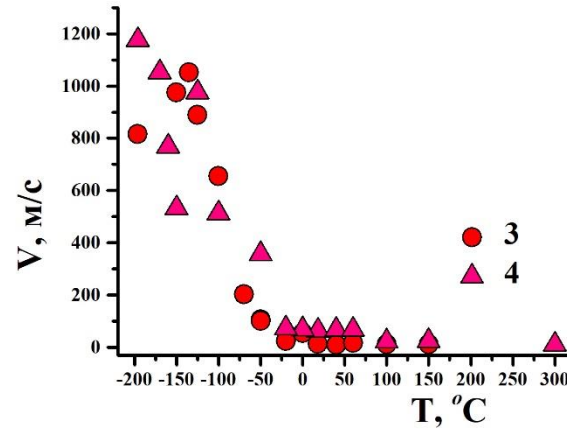
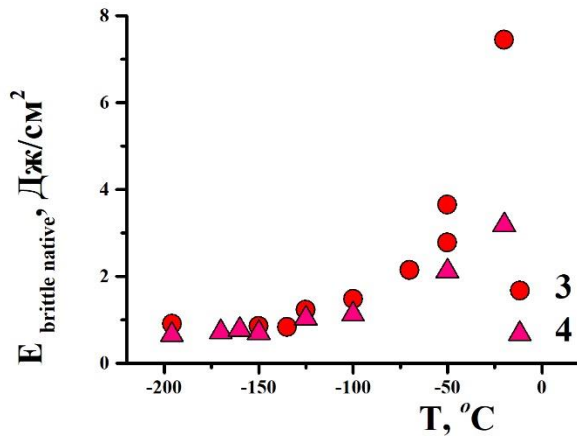
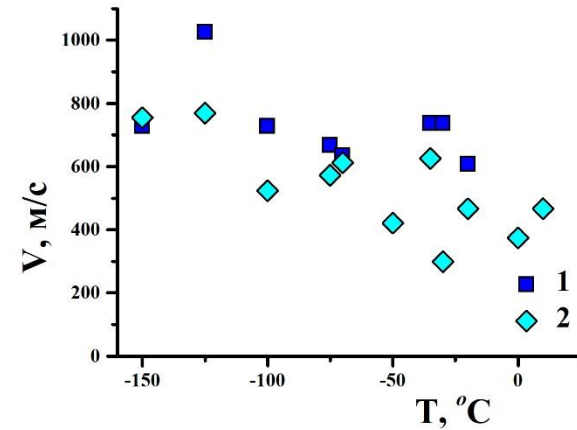
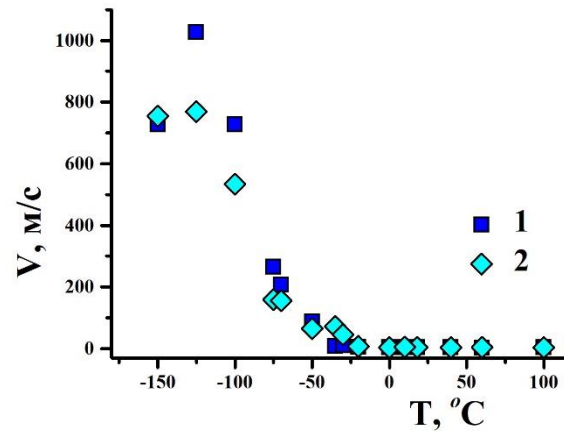
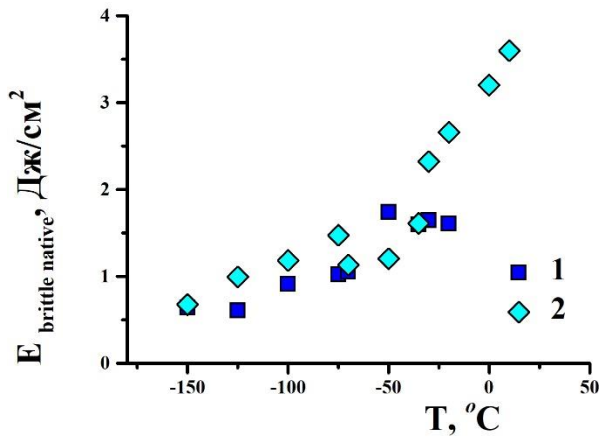
Температурна залежність питомої енергії деформування та руйнування зразків Шарпі



Матеріал/ напрямок вирізки зразків

XL(1) - Hardox 450, поздовжній; XP(2) - Hardox 450, поперечний;
AL(3) - Armoх 500T, поздовжній; AP(4) - Armoх 500T поперечний

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РУЙНУВАННЯ ВИСОКОМІЦНИХ СТАЛЕЙ HARDOX 450 ТА ARMOX 500T ПРИ УДАРНОМУ ЗГИНІ



Температурна залежність
питомої енергії крихкої
тріщини

Температурна залежність
швидкості розповсюдження
магістральної тріщини

Температурна залежність
швидкості розповсюдження
крихкої тріщини

Матеріал/ напрямок вирізки зразків

XL(1) - Hardox 450, поздовжній; XP(2) - Hardox 450, поперечний;
AL(3) - Armoх 500T, поздовжній; AP(4) - Armoх 500T поперечний

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИСОКОМІЦНИХ ТА БРОНЬОВАНИХ СТАЛЕЙ В ШИРОКОМУ ДІАПЗОНІ ШВИДКОСТЕЙ ДЕФОРМАЦІЙ

МОДЕРНІЗАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

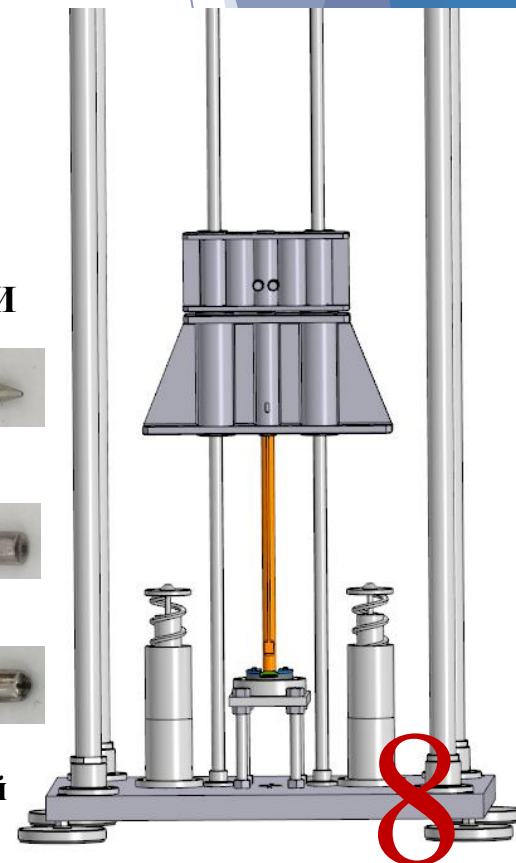
РОЗРОБКА НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ВУЗЛА НАВАНТАЖЕННЯ



Конструкція динамометра для проведення випробувань на ударний зсув, стиск та продавлювання.

- 1 - виточки для прокладання кабелю до датчиків
- 2 - площадки для закріплення датчиків

Загальний вигляд модернізованої конструкції вертикального копра ВК-350.



ПУАНСОНИ



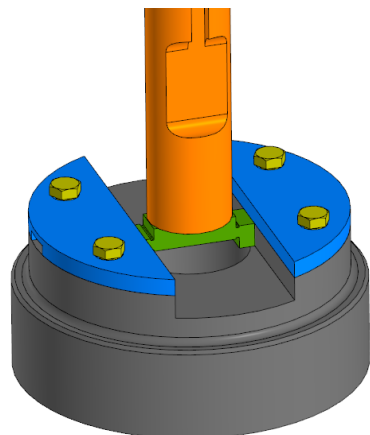
конічний



плоский



напівсферичний



Ударний зсув



Ударний стиск



Динамічне продавлювання

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИСОКОМІЦНИХ ТА БРОНЬОВАНИХ СТАЛЕЙ В ШИРОКОМУ ДІАПЗОНІ ШВИДКОСТЕЙ ДЕФОРМАЦІЙ

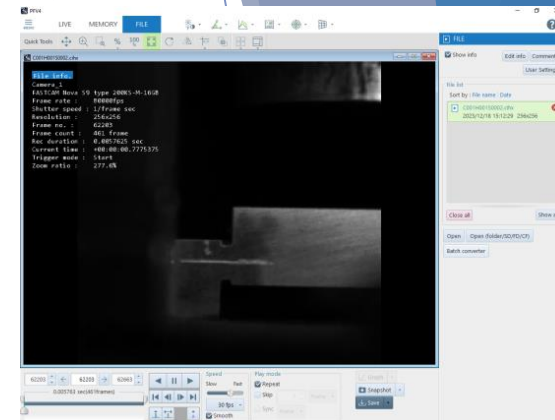
ОСНАЩЕННЯ СИСТЕМОЮ ВИСОКОШВИДКІСНОЇ ВІДЕОФІКСАЦІЇ



Високошвидкісна відеокамера PHOTRON FASTCAM NOVA S9

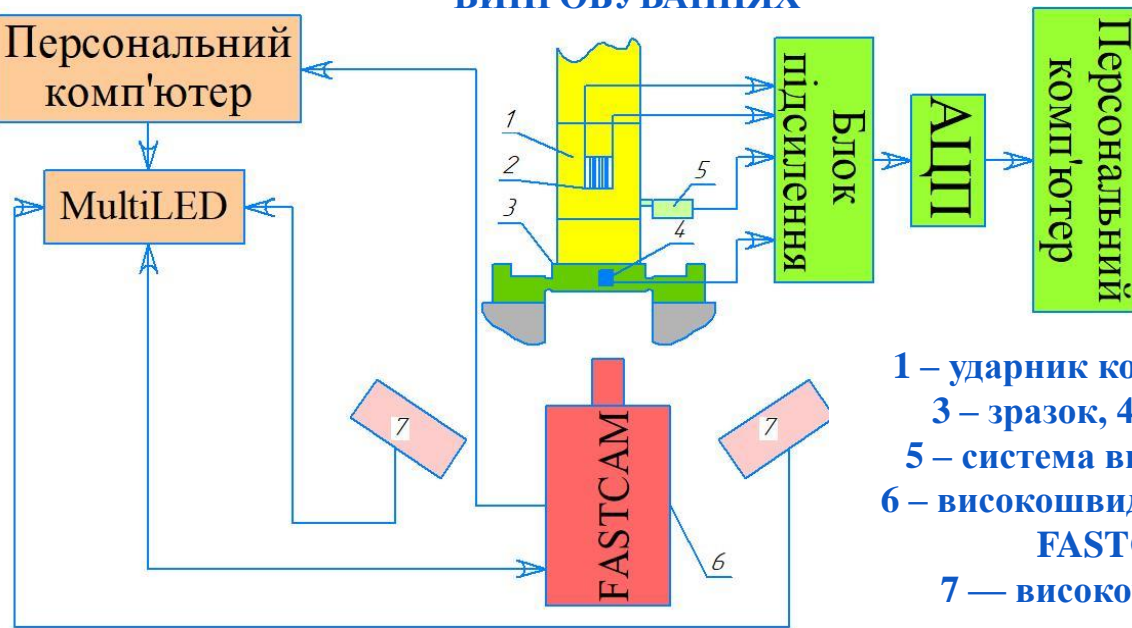


Високочастотні освітлювачі



Інтерфейс програмного забезпечення Photron FASTCAM Viewer

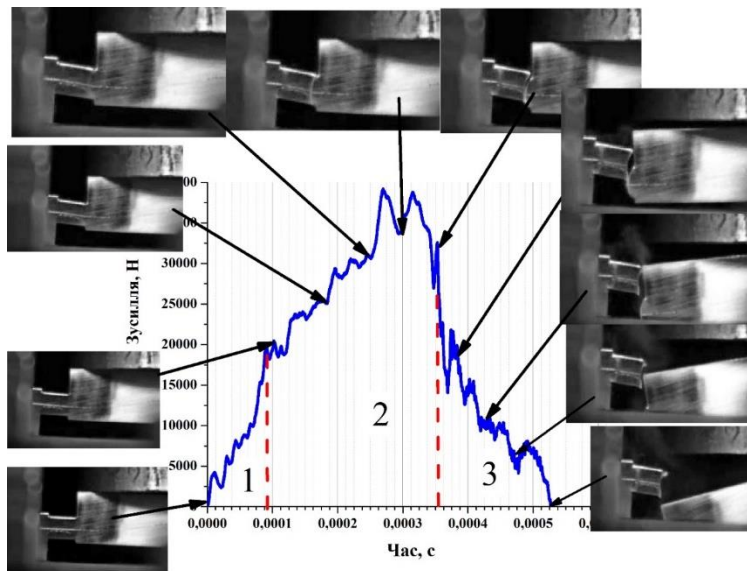
СХЕМА РЕЄСТРАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ НАВАНТАЖЕННЯ ЗРАЗКА ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ



- 1 – ударник копра, 2 – тензорезистори,
- 3 – зразок, 4 – давач температури,
- 5 – система вимірювання швидкості,
- 6 – високошвидкісна камера PHOTRON FASTCAM NOVA S 9,
- 7 — високочастотні освітлювачі.

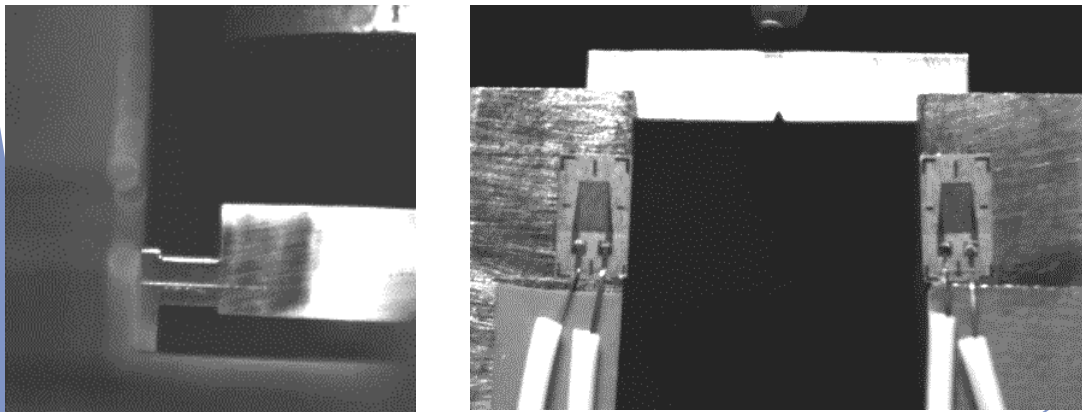
РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИСОКОМІЦНИХ ТА БРОНЬОВАНИХ СТАЛЕЙ В ШИРОКОМУ ДІАПЗОНІ ШВИДКОСТЕЙ ДЕФОРМАЦІЙ

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ СТАЛІ HARDOX 450 НА УДАРНИЙ ЗСУВ

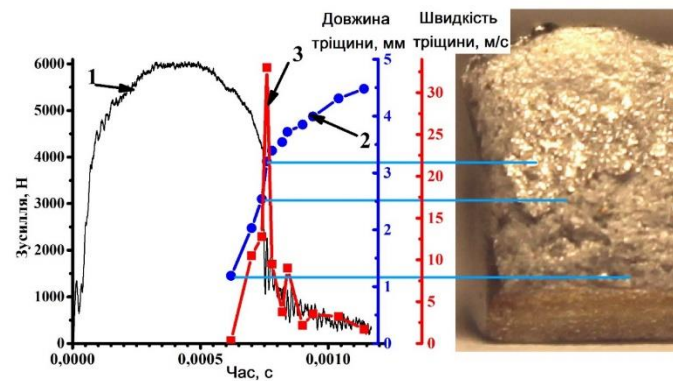
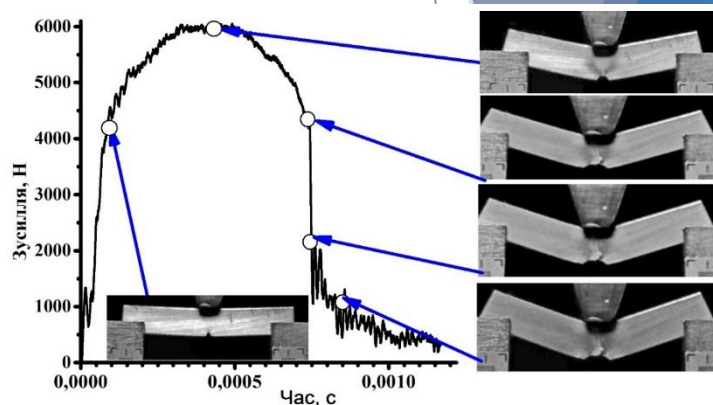


1—пружна ділянка; 2—ділянка пластичного деформування; 3—ділянка руйнування

ВІДЕОФІКСАЦІЯ ПРОЦЕСУ РУЙНУВАННЯ

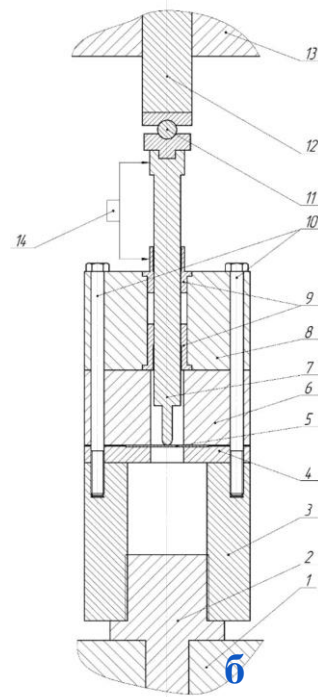


РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ МІНІАТЮРНОГО ЗРАЗКА ШАРПІ НА УДАРНИЙ ЗГИН



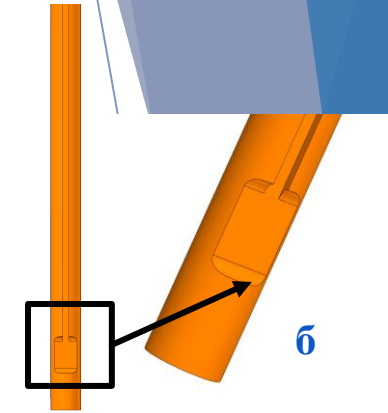
ДЕФОРМУВАННЯ ТА РУЙНУВАННЯ ТОНКОЛИСТОВИХ ЗРАЗКІВ З ВИСОКОМІЦНОЇ СТАЛІ АРМОХ 500Т ПРИ СТАТИЧНОМУ ТА ДИНАМІЧНОМУ ПРОДАВЛЮВАННІ

СИСТЕМА ВИПРОБУВАНЬ НА СТАТИЧНЕ ПРОДАВЛЮВАННЯ

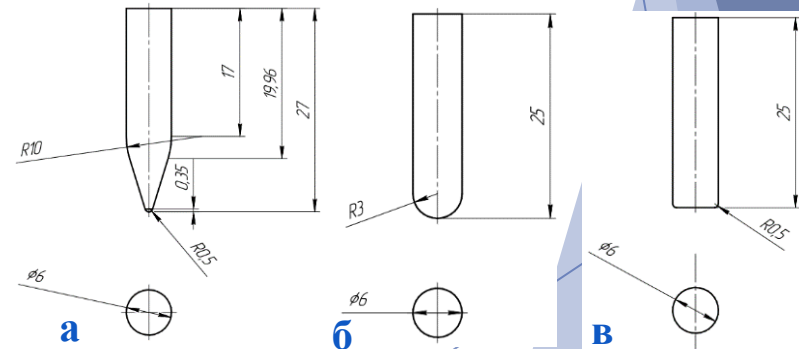


Сервогідролічна машина Instron 8802 (а) та опора для закріплення тонколистових зразків (б): 1 – нижній гідролічний захват, 2 – перехідний елемент нижнього захвату, 3 – основа, 4 – нижня матриця, 5 – тонколистовий зразок, 6 – верхня матриця, 7 – змінний пуансон, 8 – направляюча частина, 9 – латунні втулки, 10 – болти, 11 – сферичний шарнір, 12 – перехідний елемент верхнього захвату, 13 – верхній захват, 14 – тензометр.

СИСТЕМА ВИПРОБУВАНЬ НА ДИНАМІЧНЕ ПРОДАВЛЮВАННЯ



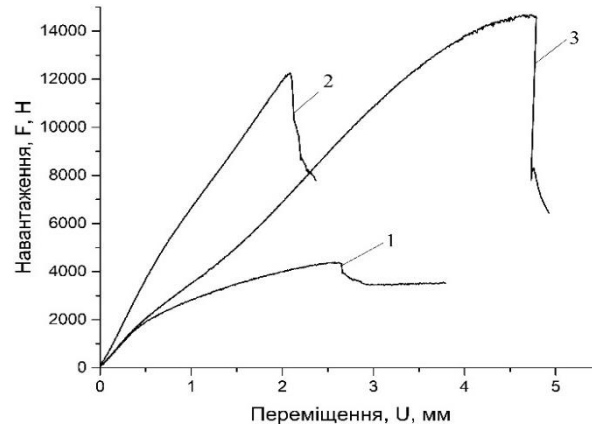
Вузол закріплення зразка (а) та динамометр (б) для випробувань на динамічне продавлювання



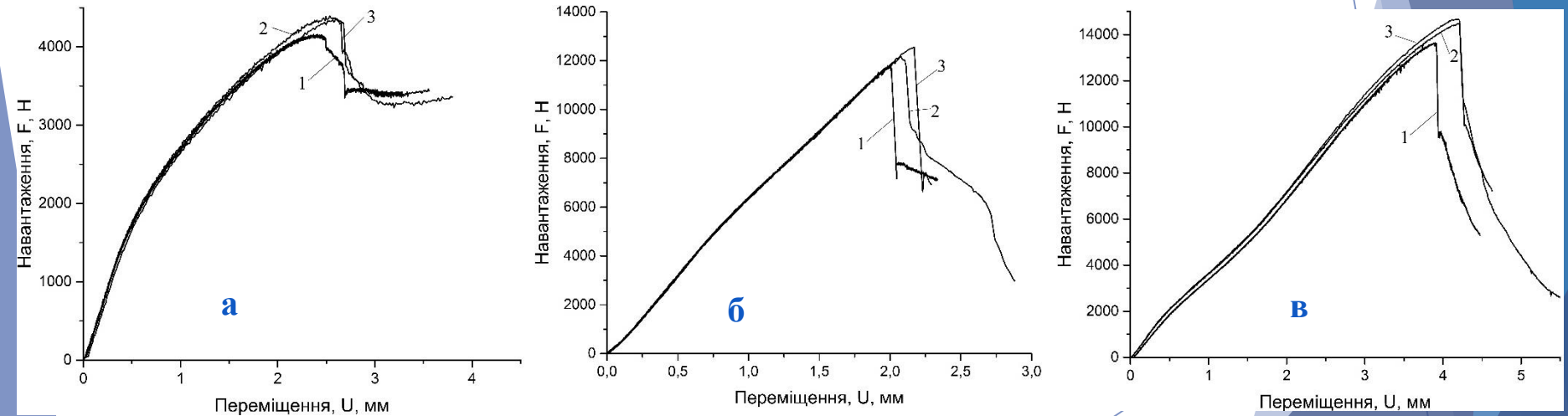
Геометричні розміри пуансонів для випробувань на статичне та динамічне продавлювання: конічний (а); напівсферичний (б); плоский (в).

ДЕФОРМУВАННЯ ТА РУЙНУВАННЯ ТОНКОЛИСТОВИХ ЗРАЗКІВ З ВИСОКОМІЦНОЇ СТАЛІ АРМОХ 500Т ПРИ СТАТИЧНОМУ ТА ДИНАМІЧНОМУ ПРОДАВЛЮВАННІ

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ НА СТАТИЧНЕ ПРОДАВЛЮВАННЯ



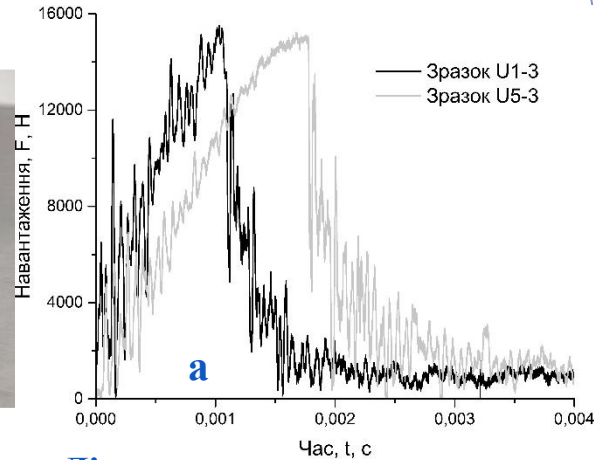
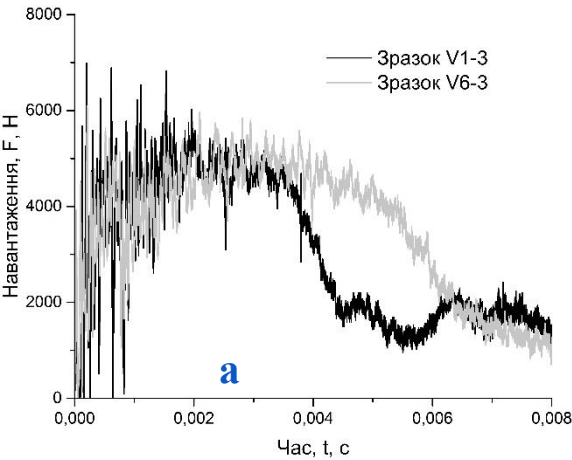
Діаграми продавлювання зразків конусним (1), плоским (2) та напівсферичним (3) пуансонами.



Діаграми продавлювання зразків при трьох швидкостях переміщення 0,5 мм/хв (1), 5 мм/хв (2) та 10 мм/хв (3) конусним (а), плоским (б) та напівсферичним (в) пуансонами.

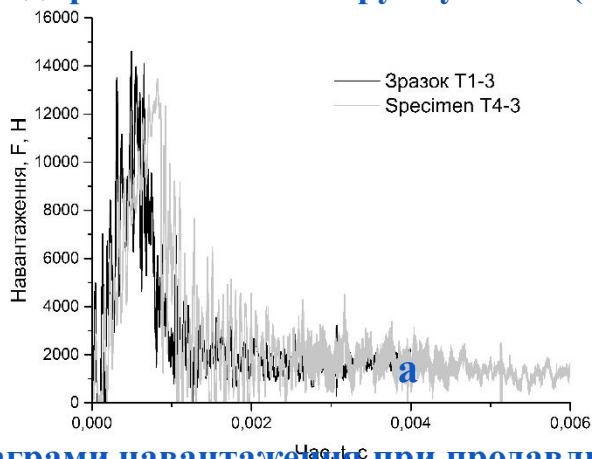
ДЕФОРМУВАННЯ ТА РУЙНУВАННЯ ТОНКОЛИСТОВИХ ЗРАЗКІВ З ВИСОКОМЦІНОЇ СТАЛІ ARMOX 500T ПРИ СТАТИЧНОМУ ТА ДИНАМІЧНОМУ ПРОДАВЛЮВАННІ

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ НА ДИНАМІЧНЕ ПРОДАВЛЮВАННЯ



Діаграми навантаження при продавлюванні зразків конічним пуансоном зі швидкостями 5 м/с (зразок V1-3) та 3 м/с (зразок V6-3) (а) зовнішній вигляд зразка V6-3 після руйнування (б)

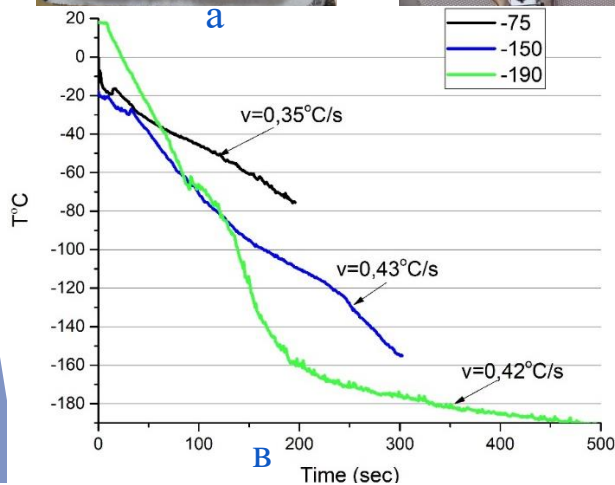
Діаграми навантаження при продавлюванні зразків напівсферичним пуансоном зі швидкостями 5 м/с (зразок U1-3) та 3 м/с (зразок U5-3) (а) зовнішній вигляд зразка U5-3 після руйнування (б)



Діаграми навантаження при продавлюванні зразків плоским пуансоном зі швидкостями 5 м/с (зразок T1-3) та 3 м/с (зразок T4-3) (а) зовнішній вигляд зразка T4-3 після руйнування (б)

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИПРОБУВАНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТРИЩИНІЙКОСТІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИПРОБУВАНЬ МІНІАТЮРНИХ КОМПАКТНИХ СТ-ВРАЗКІВ

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ЗРАЗКІВ

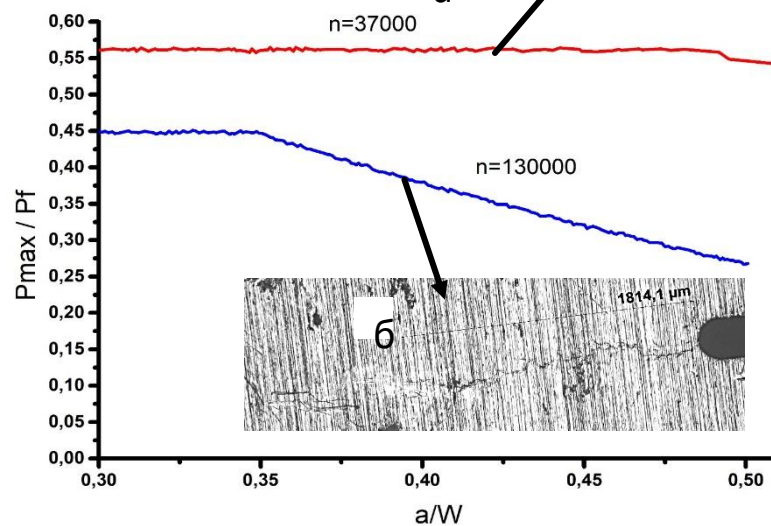
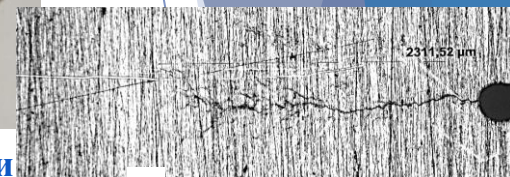


Елементи системи охолодження зразків: а – камера для охолодження зразків; б – система натурного термо- та тензометрування НТТМ-2; в – графік швидкості охолодження зразків

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИРОЩУВАННЯ ВТОМНИХ ТРИЩИН

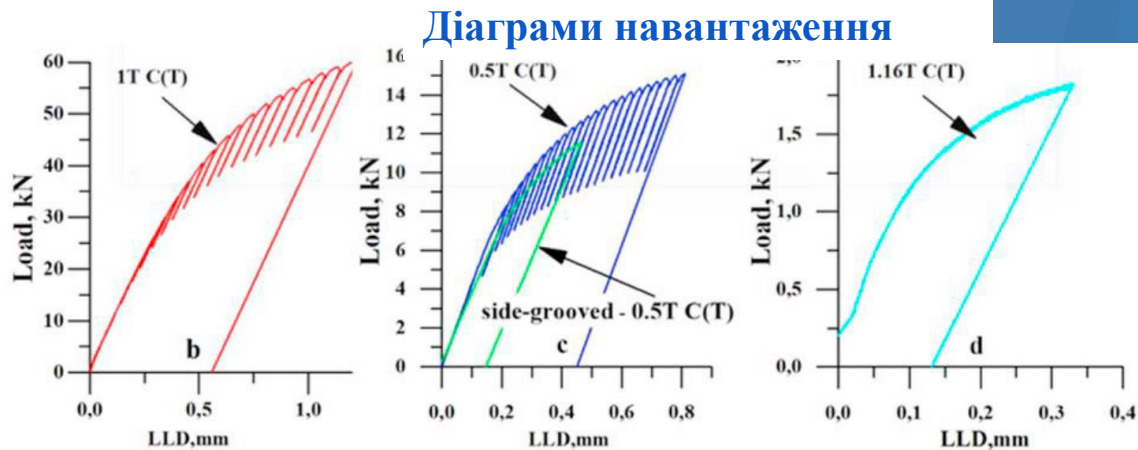


Вилкові захвати

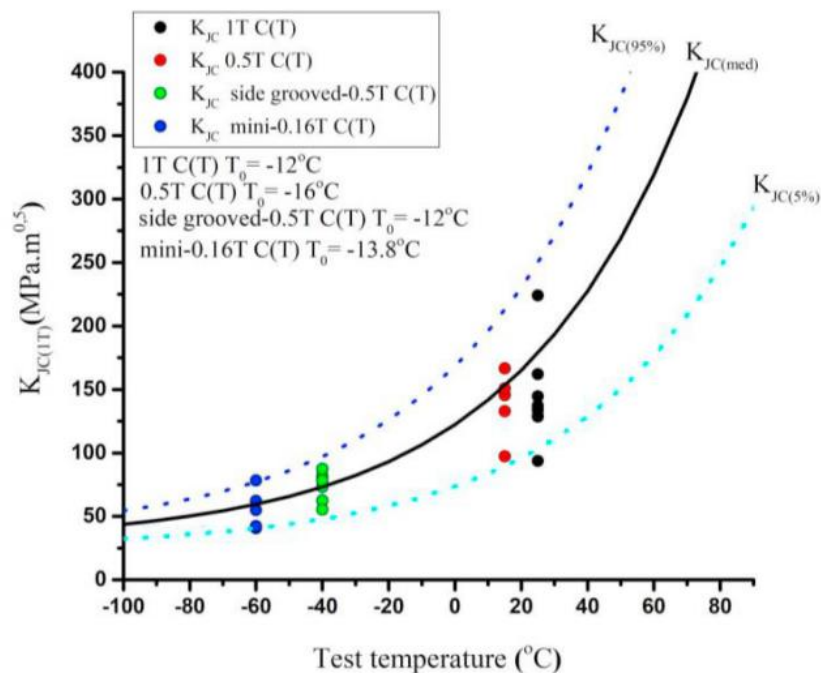


Втомні тріщини при різних схемах навантаження

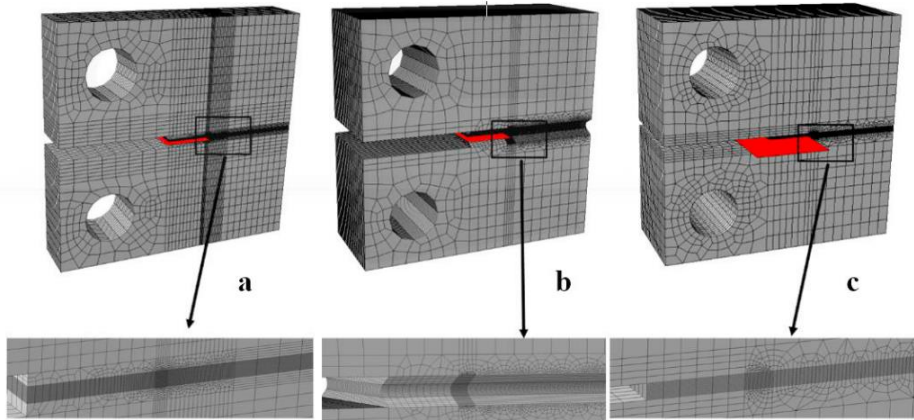
РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИПРОБУВАНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТРИЩИНІЙКОСТІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИПРОБУВАНЬ МІНІАТЮРНИХ КОМПАКТНИХ СТ-ВРАЗКІВ



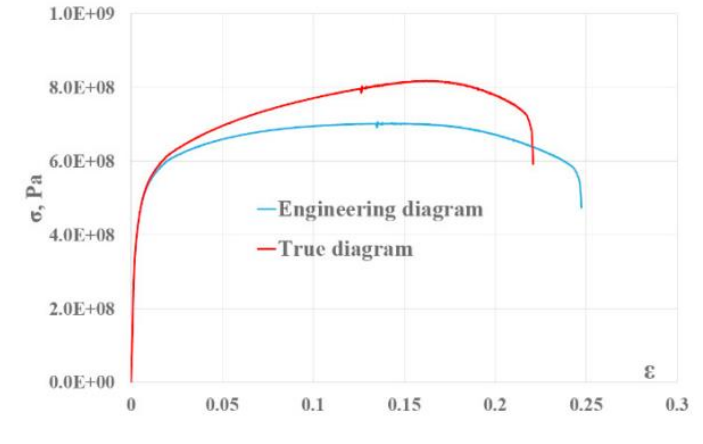
Майстер крива для різних типів зразків



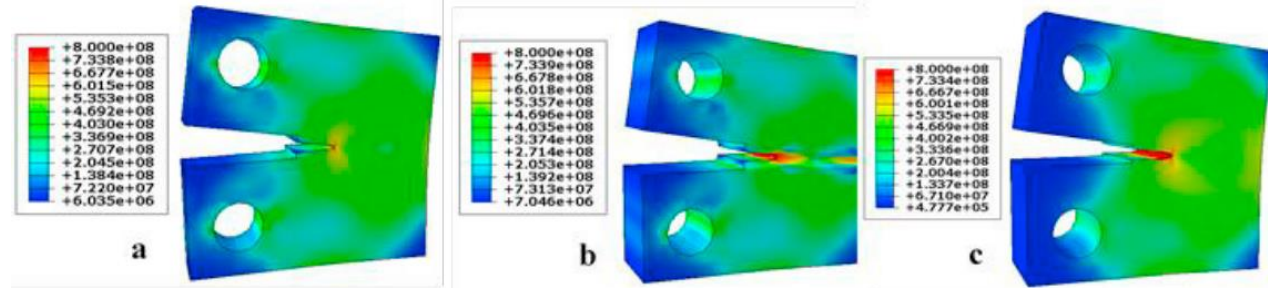
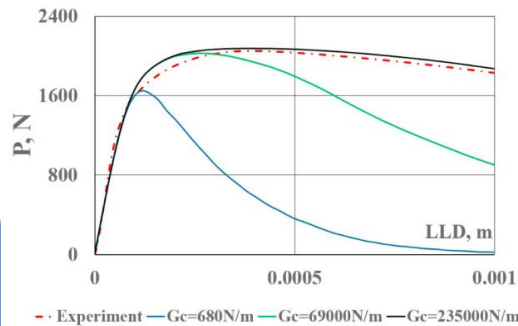
РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИПРОБУВАНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТРИЩИНІЙКОСТІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИПРОБУВАНЬ МІНІАТЮРНИХ КОМПАКТНИХ СТ-ЗРАЗКІВ ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИПРОБУВАНЬ МІНІАТЮРНИХ КОМПАКТНИХ СТ-ЗРАЗКІВ



СЕ модель зразків 0,5Т С(Т) (а), з бічними канавками 0,5Т С(Т) (б) та мініатюрних 0,16Т С(Т) (с).



Інженерна та істинна діаграма розтягу для сталі 15Х2НМФА



Розподіл еквівалентних напружень у зразках 0,5Т С(Т) (а), з боковими канавками 0,5Т С(Т) (б) та 0,16Т С(Т) (с) для стаціонарної тріщини.

Порівняння експериментальних і розрахункових кривих навантаження-переміщення P(LLD) для трьох значень G_c .

ДОВІДКИ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ



Державне підприємство
«Конструкторське бюро «Південне»
імені М.К. Янгеля»
м. Київ, вул. Кіровоградська, 3
тел: (044) 529-62-62, факс: (044) 792-01-41, моб: (044) 36-40-83
E-mail: info@pivdne.com.ua, www.pivdne.com.ua

Вих. № _____

Довідка про використання результатів досліджень

Розвиток сучасних науково-обґрунтованих експериментальних і розрахункових методів оцінки впливу конструкторських, технологічних та експлуатаційних чинників на фізико-механічні параметри, кінетику пошкодження і граничний стан матеріалів різних класів для елементів конструкцій особливо відповідального обладнання становить базу умову найвищої якості та забезпечення міцності матеріалів та елементів відповідальних конструкцій, що експлуатуються в екстремальних умовах.

Продовження та обґрунтування реального (потенційного) ресурсу с пріоритетним напрямом для багатьох високотехнологічних галузей промисловості України, зокрема, авіаційної, ракетно-космічної та спеціальної техніки. У зв'язку з цим суттєво зростає пред'явлення вимог до якості фізико-механічних характеристик матеріалів композитних класів з врахуванням різних чинників, таких як вплив історії навантаження, технологічна специфіка отримання матеріалу, формування концентрів шпору, швидкість деформації та ін., які суттєво можуть впливати на функціональну надійність відповідальних елементів конструкцій.

Експериментальні та теоретичні дослідження у цьому напрямку особливо актуальними і виконуються ІПМіи імені Г.С. Писаренка НАН України та ДП «КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля. Для підвищення їх науково-технологічного рівня зазначає доцільність конти з техніми і проєктами, які фінансувались з боку НАН України, а саме:

3.6/23-11 «Комплекс сучасних експериментально-розрахункових методів визначення міцності матеріалів та елементів конструкцій для прогнозування ресурсу особливо відповідального обладнання з урахуванням деформаційної історії та екстремальних умов навантаження»;

1.3.4.1906 «Фізико-металургічний осмю оцінки впливу конструкторських та технологічних чинників на кінетику пошкодження і граничний стан елементів конструкцій з перспективних композиційних матеріалів за умов термічного навантаження».

Задачі нові результати досліджень, проведених ІПМіи імені Г.С. Писаренка НАН України, мають фундаментальне та практичне значення і будуть використані для підтвердження проєктних розрахунків міцності і несучої здатності елементів конструкцій нових перспективних виробів ракетно-космічної техніки, що розробляє ДП «КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля».

Начальник комплексу
ДП «КБ «Південне»



О.М. ПОГАНЮК

Учений секретар ДП «КБ «Південне»

Л.П. ПОГАНЮК

ПРАКТИКА Науково-виробниче об'єднання

Адреса: Україна, 01014,
м. Київ, вул. Мельникова, 21а
тел: (044) 529-62-62, факс: (044) 792-01-41, моб: (044) 36-40-83
E-mail: info@pivdne.com.ua, www.pivdne.com.ua

Рівня (044) 529-62-62
м. Київ, вул. Мельникова, 21а
тел: (044) 529-62-62, факс: (044) 792-01-41, моб: (044) 36-40-83
E-mail: info@pivdne.com.ua, www.pivdne.com.ua



ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ПРАТ «НВО «Практика»
С.М. ЗАЙЧЕНКО

17 лютого 2023 р.

Акт використання

результатів роботи Інституту проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України

Даним листом висловлюємо Вам свою подяку за якісно і високо надані послуги (згідно договору від 15 лютого 2023р. № 1661) з вимірювання твердості за методом Брінєля пластили виготовлених із високиміцних сталей Мілікс PRKT.UA та Atmos 500T, з якої виготовлялись деталі для авіагонілів спеціального призначення та військової техніки.

При виконанні роботи відповідно до звернення ПРАТ «НВО «Практика» (Вх. 93 від 30.01.23р.) Інститутом проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України було проведено вимірювання твердості поверхні зразків із сталі Мілікс PRKT.UA та Atmos 500T твердіформом ПП-2 та шкалою HFW з використанням стандарту підприємства COV 56-36-2021 «Матеріали металеві. Високиміцні та броньовані листові сталі». Визначення твердості за методом Брінєля, розробленою в ІПМіи, імені Г.С. Писаренка НАН України, та визначено розподіл твердості по товщині зразків з використанням твердіміру Compitest SC. Проведено оцінку однорідності структури матеріалу з використанням методу LM-твердості, розвинутого за проєктами: №1660-2023 «Підвищення міцності та жорсткості вузлів та аргетів військової та спеціальної техніки з використанням технології вакуумного іонно-плазмового термоміцнісного азотування», №3.6/23-11 «Комплекс сучасних експериментально-розрахункових методів ви-

Виконавці: Ринча О.М.
Тел.: (067) 441-77-42

ПРАКТИКА Науково-виробниче об'єднання

Адреса: Україна, 01014,
м. Київ, вул. Мельникова, 21а
тел: (044) 529-62-62, факс: (044) 792-01-41, моб: (044) 36-40-83
E-mail: info@pivdne.com.ua, www.pivdne.com.ua

Рівня (044) 529-62-62
м. Київ, вул. Мельникова, 21а
тел: (044) 529-62-62, факс: (044) 792-01-41, моб: (044) 36-40-83
E-mail: info@pivdne.com.ua, www.pivdne.com.ua

значення міцності матеріалів та елементів конструкцій для прогнозування ресурсу особливо відповідального обладнання з урахуванням деформаційної історії та екстремальних умов навантаження» та №1.3.4.2209 «Робота комплексної експериментально-розрахункової методології визначення граничного стану матеріалів та елементів відповідальних конструкцій за різних видів термічного навантаження з урахуванням складного напруженого стану, деформаційної історії та дефектності».

Результати досліджень підтвердили доцільність проведення контролю якості та поточного стану високиміцних сталей такого класу.

Наше підприємство вдячне за професійно проведеною роботою, в подальшій своїй діяльності буде використовувати отримані результати та набуті досвід, і сподіваємося продовжувати співпрацю в контроль якості металопродукції.

Начальник лабораторії з контролю
виробництва ПРАТ «НВО «Практика»

Ринча О.М.

Виконавці: Ринча О.М.
Тел.: (067) 441-77-42

Довідка про впровадження результатів наукових досліджень від ДП «КБ «Південне» імені М.К. Янгеля»

Довідка про впровадження результатів наукових досліджень від ПРАТ «НВО «Практика»

АКЦИОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
АНТОНОВ
вул. Мрії, 1, м. Київ, 03042, Україна
Тел: +38 (044) 454 31 49
E-mail: info@antonov.com
Код ЄДРПОУ 14307529



JOIN STOCK COMPANY
ANTONOV
1, Mrii str., Kyiv, 03042, Ukraine
Phone: +38 (044) 454 31 49
Phone: +38 (044) 454 31 49
E-mail: info@antonov.com

08.11.2024 742/15955-24



В.о. директора ІПМіи ім. Г.С. Писаренка
Член-кореспонденту НАН України
Олександр ЧИРКОВ

Додаток: Акт на одному аркуші

Головний конструктор з мідних
Сектор НТР АТ «АНТОНОВ»



Олександр СЕМЕНЕЦЬ

Семечко Олександр 454 79 80

Довідка про впровадження результатів наукових досліджень від АТ АНТОНОВ

Довідка про впровадження результатів наукових досліджень від Національного університету оборони України

17

ВИСНОВКИ

- ▶ Розвинуто методику визначення енергетичних характеристик конструкційних матеріалів при ударному згині у широкому діапазоні температур, що дозволило провести інструментизацію маятникового копра МК-30 із використанням високошвидкісної системи реєстрації деформацій та зусиль та створити унікальний експериментальний комплекс, який не має аналогів в Україні. Внаслідок цього отримано нові експериментальні дані щодо енергетичних характеристик руйнування та їх анізотропії при ударному згині високоміцних матеріалів оборонної промисловості сталей Armoх 500Т та Hardox 450 у діапазоні температур -196...300°С.
- ▶ Розроблено методику визначення механічних та енергетичних характеристик високоміцних та броньованих сталей в широкому діапазоні швидкостей деформацій, на основі якої модернізовано інструментований вертикальний копер ВК-350 та створено унікальний експериментальний комплекс, який не має аналогів в Україні. Його використання дало можливість проводити експериментальні дослідження при ударному зсуві, стиску та динамічному продавлюванні із можливістю високошвидкісної (до 200 тис. к/с) відеофіксації та отримати нові експериментальні дані про деформування та руйнування тонколистових зразків з високоміцної сталі Armoх 500Т при статичному та динамічному продавлюванні.
- ▶ Розроблено методику випробувань для визначення характеристик тріщиностійкості за результатами випробувань мініатюрних компактних зразків. Розвинуто розрахункові методи оцінки в'язкості руйнування на базі з використанням різних типів компактних зразків. Проведено порівняльні експериментально-чисельні дослідження стандартних та мініатюрних компактних зразків для матеріалу 1-го контуру АЕС сталі 15Х2НМФА.