

Короткий звіт ІПФ НАН України

1. Найважливіші наукові результати:

На основі розробленого комплексу конструкторської документації, вперше в Україні, створено стенд магнетронної розпилювальної системи імпульсами високої потужності (HiPIMS – High-power impulse magnetron sputtering) та відпрацьовано технологічний процес напилення двошарових покриттів з Nb і Ta на внутрішній поверхні повномірних стволів калібру 30 мм для підвищення їх ресурсу живучості.

(В.М. Коломієць, О.І. Шкурат, С.М. Кравченко, І.М. Кононенко, В.І. Возний)

Розроблено надійний та універсальний інжектор іонів берилію на основі розпилювального пеннінгівського джерела металевих іонів. Для ефективної роботи створеного джерела в його емісійній камері формується область термалізованої концентрації атомів металу, а вздовж осі цієї області здійснюється осциляція швидких іонізуючих електронів. Джерело має високу стабільність іонного струму з часом.

Створений інжектор іонів берилію буде використаний при розробці технологічного циклу виготовлення приймачів інфрачервоного випромінювання на основі антимоніду індію InSb, в спектральному діапазоні 3–5 мкм., для приладів нічного бачення та систем наведення ракет.

(В.А. Батурін, С.О. Пустовойтов, П.О. Литвинов, С.О. Єрьомін)

Методами лінійної механіки руйнування досліджено тріщиностійкість матеріалів з тонкими покриттями. Вивчено напружено-деформований стан кусково-однорідної смуги з тріщиною на межі поділу матеріалів. Враховано сили тертя, які виникають при контакті берегів тріщини. Показано, що залежно від відношення стискального (розтягувального) та зсувного навантажень тріщина може бути частково розкритою, або її береги можуть контактувати по всій її довжині чи в зоні прилеглий до її вершини. Обчислено значення коефіцієнта інтенсивності напружень для різних матеріалів, навантажень та коефіцієнтів тертя. Проведені дослідження важливі для розрахунку міцності реакторних матеріалів.

(В.І. Острик)

2. Державні та міжнародні нагороди вчених вашої установи (повна назва нагороди, дата призначення, перелік нагороджених з повним зазначенням ПІБ, вченого звання та наукового ступеню, коротка інформація в одному реченні за що присуджена нагорода).

—

3. Інформація щодо найбільш вагомих досягнень установи, розбита за розділами:

– ЯДЕРНА ФІЗИКА, ФІЗИКА ВИСОКИХ ЕНЕРГІЙ

– ФІЗИКА ПЛАЗМИ

На основі розробленого комплексу конструкторської документації, вперше в Україні, створено стенд магнетронної розпилювальної системи імпульсами високої потужності (HiPIMS – High-power impulse magnetron sputtering) та відпрацьовано технологічний процес

напилення двошарових покриттів з Nb і Ta на внутрішній поверхні повномірних стволів калібру 30 мм для підвищення їх ресурсу живучості.

В.М. Коломієць, О.І. Шкурат, С.М. Кравченко, І.М. Кононенко, В.І. Возний

Розроблено надійний та універсальний інжектор іонів берилію на основі розпилювального пеннінгівського джерела металевих іонів. Для ефективною роботи створеного джерела в його емісійній камері формується область термалізованої концентрації атомів металу, а вздовж осі цієї області здійснюється осциляція швидких іонізуючих електронів. Джерело має високу стабільність іонного струму з часом.

Створений інжектор іонів берилію буде використаний при розробці технологічного циклу виготовлення приймачів інфрачервоного випромінювання на основі антимоніду індію InSb, в спектральному діапазоні 3–5 мкм., для приладів нічного бачення та систем наведення ракет.

В.А. Батурін, С.О. Пустовойтов, П.О. Литвинов, С.О. Єрьомін

– ЯДЕРНА ЕНЕРГЕТИКА

– РАДІАЦІЙНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО, ФІЗИКА КОНДЕНСОВАНОГО СТАНУ

У рамках мультимасштабного моделювання самоорганізації дефектної структури у матеріалах реакторної техніки показано, що у сплавах на основі цирконію із домішками ніобію та олова встановлено енергетичні характеристики локалізації точкових дефектів та їх комплексів атомами домішок та особливості випадіння/розчинення преципітатів нової фази. У сплавах Zr-Nb спостерігається неоднорідний ріст дислокаційних петель у зернах та локальний розподіл деформацій при радіаційному рості, спостережувані петлі вакансійного типу мають метастабільний характер і виникають лише при наднизькій концентрації домішок і при низьких температурах. Швидке зростання преципітатів на ранній стадії, пов'язане з неоднорідною нестійкістю, що змінюється режимом повільної коалесценції з квазістаціонарним розподілом преципітатів за розміром. Дислокації невідповідності підтримують стійкість преципітатів до нейтронного опромінення. Встановлено, що зерна ZrO₂ великого розміру є результатом злиття дрібних зерен, а не зростання зерен внаслідок об'єднання кристалографічних площин. Для бінарних сплавів (типу Fe-Cr) показано, що пружна неоднорідність, приводить до утворення надрешітки пор, зростання пор пов'язане зі структуруванням компонентів сплаву. Розподіл пор за розмірами є універсальним незалежно від умов опромінення. Результати дослідження є корисними для прогнозування стійкості матеріалів атомної енергетики.

Д.О. Харченко, В.О. Харченко

Методами лінійної механіки руйнування досліджено тріщиностійкість матеріалів з тонкими покриттями. Вивчено напружено-деформований стан кусково-однорідної смуги з тріщиною на межі поділу матеріалів. Враховано сили тертя, які виникають при контакті берегів тріщини. Показано, що залежно від відношення стискального (розтягувального) та зсувного навантажень тріщина може бути частково розкритою, або її береги можуть контактувати по всій її довжині чи в зоні прилеглий до її вершини. Обчислено значення

коефіцієнта інтенсивності напружень для різних матеріалів, навантажень та коефіцієнтів тертя.

В.І. Острик

– РАДІАЦІЙНА ФІЗИКА, ЕЛЕКТРОФІЗИКА, ЯДЕРНІ І РАДІАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

– ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, РАДІОЕКОЛОГІЯ, РАДІОБІОЛОГІЯ

– ПОВОДЖЕННЯ З РАДІОАКТИВНИМИ ВІДХОДАМИ

– РАДІОГЕОХІМІЯ, РУДОУТВОРЕННЯ ТА МІНЕРАГЕНІЯ

4. Інформація про кількість документів, підготовлених у 2020 році в інтересах та на замовлення органів державної влади, оформлена відповідно до наступної форми:

Назва органу державної влади	Кількість документів	доручення	відповідь
—			—

5. Інформація щодо співробітників установи що захистили докторські та кандидатські дисертації:

Дані про захист кандидатських і докторських дисертацій співробітниками Інституту прикладної фізики НАН України в 2021 р.

Прізвище, ім'я та по-батькові	Рік народження	Шифр спеціальності за яким захищена дисертація	На здобуття якого наукового ступеня захищена дисертація
Лебедь О.А.	1984	01.04.02 — Теоретична фізика	доктор фізико-математичних наук

6. Інформація щодо конференцій, конгресів, симпозіумів, семінарів та шкіл:

Назва	Співорганізатори	Дата проведення	Місце проведення	Кількість учасників (в т.ч. з-за кордону)	Загальна проблематика; найбільш вагомні результати заходу (рішення, рекомендації, зміст резолюції)
VII Всеукраїнська конференція з міжнародною участю "Сучасні проблеми експериментальн	Сумський державний педагогічний університет ім. А.С. Макаренка МОН	з 12.04.20 21 по 14.04.20 21	ІПФ НАН України, СумДПУ ім. А.С. Макаренка (м. Суми)	55 (країни далекого зарубіжжя – 0 країни СНД – 0)	Підтримка молодих учених у підвищенні їх професійної кваліфікації та наукового рівня; обмін новими ідеями та досвідом; апробація нових наукових результатів;

ої та теоретичної фізики та методики навчання фізики", з нагоди 30-ї річниці Незалежності України (СПЕТФ+МНФ 2021)	України				набуття досвіду публічного захисту основних результатів досліджень.
XII Науково-практична конференція НАН України «Новітні розробки наукового обладнання провідних приладобудівних компаній. Розвиток центрів колективного користування в НАН України»	Міжвідомча рада з наукового приладобудування при Президії НАН України		Виставкий центр «КиївЕкспозитив» м. Київ		

7. Перелік міжнародних, національних наукових центрів, організацій та проектів з якими вів співпрацю Інститут в 2021 році.

- ЦЕРН (Швейцарія, м. Женева) – експериментальні та теоретичні дослідження вакуумних високовольтних пробоїв на іонно-модифікованих модельних зразках прискорюючих структур колайдера CLIC;
- з FAIR (Німеччина, м. Дармштадт) – дослідження процесів збудження, іонізації та розсіяння електронів на важких іонах в екстремально сильних полях;
- з МАГАТЕ (Австрія, м. Відень) – участь в проектах технічної кооперації: “Розробка методик дифракційного рентгенівського аналізу та термодесорбційної спектроскопії для дослідження впливу протонів (дейтерій/гелій) на приповерхневі шари матеріалів, що мають стосунок до термоядерної енергетики”, “Радіаційні технології для збереження культурної спадщини”;
- з Інститутом ядерної енергії Китаю/Nuclear Power Institute of China (м. Ченду, КНР) – контракти: “Фазово-польове моделювання еволюції дефектної структури та зміни фізико-механічних та корозійних

властивостей сплавів цирконію, опромінюваних за реакторних умов”, “Дослідження сучасних матеріалів оболонок довготривалого використання і високої витрати палива в малогабаритних модульних ядерних реакторах”;

- з ключовою лабораторією LIA IDEATE (CNRS, UPSud, Франція) – дослідження в області рентгенівського фазового контрасту, фізики високих енергій та розробка детекторів;
- з Університетом Варшави (м. Варшава, Польща) співпраця в рамках проекту "Barbarian fakers. Manufacturing and use of counterfeit Roman Imperial Denarii in East-Central Europe in antique".

8. Інформація щодо результатів робіт виконаних за бюджетною програмою 1230:

Проект Міжнародного дослідницького проекту: “Розробка детекторних систем для експериментів на прискорювачах та технологій для фізики прискорювачі. Етап 2: Реалізація рентгенівського фазового контрасту на базі компактних прискорювачів в IJCLAB (LAL, ThomX) та ІПФ НАН України ”

Результатом виконання проекту є розвиток установок рентгенівського фазового контрасту на базі компактних прискорювачів в IJCLab (Франція, джерело ThomX) та ІПФ НАН України для ранньої медичної діагностики та візуалізації. Розвинено алгоритми обробки фазоконтрастних зображень. За допомогою численного моделювання отримано статистичні оцінки ефективності за критерієм середньоквадратичної помилки для тестових сигналів вигляду “різкий” і “похилий” перепади, трикутний екстремум і парабола. Побудовано графіки статистично усереднених значень середньоквадратичної помилки залежно від розміру вікна фільтра, що інтегрально характеризують послаблення шуму та динамічні помилки, що вносяться внаслідок фільтрації. На основі аналізу вихідних сигналів фільтрів та статистичних оцінок їх якості показано високу ефективність застосування досліджених нелінійних фільтрів для вказаних типів сигналів та покращення, досягнуті в результаті запропонованих модифікацій фільтрів. Отримані результати призначені для розробки проекту створення медичного томографа нового покоління на основі рентгенівського фазового контрасту.

О.А. Лебедь, Н.О. Тулякова

Директор,
академік НАН України

В.Ю. Сторіжко