

## **Про підсумки наукової діяльності установ Відділення механіки НАН України у 2015 - 2019 роках**

Академік-секретар Відділення механіки НАН України  
академік НАН України А.Ф.Булат

Протягом 2015-2019 років в установах Відділення механіки НАН України набули подальшого розвитку фундаментальні та прикладні дослідження, головним чином, за такими напрямками, як механіка деформівного твердого тіла; механіка рідини, газу та плазми; загальна механіка; механіка ґрунтів і гірських порід; механіка ракетно-космічної та авіаційної техніки і наземних транспортних систем.

У звітному періоді було завершено виконання Цільової програми наукових досліджень Відділення механіки НАН України «Розробка пріоритетних фундаментальних проблем механіки суцільного середовища та механіки машин із забезпеченням розробки нових матеріалів, енергоефективності та раціонального природокористування» та розпочато нову цільову програму «Розвиток фундаментальних досліджень в галузі механіки суцільного середовища та механіки машин».

Установи Відділення брали участь у виконанні Цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин» («Ресурс») та нової програми «Надійність і довговічність матеріалів, конструкцій, обладнання та споруд» (РЕСУРС-2), цільових комплексних програм наукових досліджень НАН України «Наукове забезпечення розвитку ядерно-енергетичного комплексу та перспективних ядерних технологій» 2016-2018 рр. і «Ядерні та радіаційні технології для енергетичного сектору і суспільних потреб» 2019-2023 рр.; цільових комплексних програми НАН України з наукових космічних досліджень; програми «Дослідження і розробки з проблем підвищення обороноздатності і безпеки держави» та ряду інших програм і конкурсних науково-технічних проектів НАН України, госпдоговірних робіт з установами різних відомств тощо.

В рамках фундаментальних та прикладних досліджень 2015-2019 років, зокрема, за напрямом «Підтримка пріоритетних для держави наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок» бюджетної програми «Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень», отримано значну кількість важливих результатів, спрямованих на розвиток науково-технічного потенціалу нашої держави.

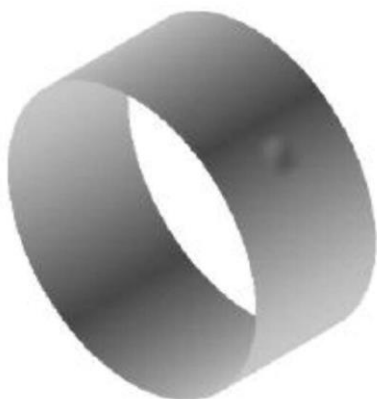
Так, в Інституті механіки ім.С.П.Тимошенка НАН України розроблено об'єднаний підхід до розв'язання задач механіки руйнування тіл із початковими напруженнями та задач руйнування матеріалів із тріщинами при стисканні вздовж тріщин у рамках тривимірної лінеаризованої теорії пружності. Побудовано розв'язки та досліджено в рамках зазначеного підходу нові класи просторових неосесиметричних та осесиметричних задач про руйнування тіл, що містять взаємодіючі тріщини, в умовах дії спрямованих вздовж тріщин зусиль. Досліджено задачу про контактну взаємодію п'єзоелектричного півпростору з пружною ізотропною основою, яка містить приповерхневу виїмку еліптичного перерізу. Отримано наближені розв'язки задач про поширення нелінійних плоских та циліндричних хвиль з гармонічними і поодинокими профілями.

Досліджено стійкість і закритичну поведінку волокнистих і шаруватих композитних матеріалів та елементів конструкцій з локальними дефектами і недосконаlostями при різних умовах навантаження. Розробка призначена для визначення критичних навантажень композитних циліндричних оболонок та характеру їх нелінійного деформування з метою виявлення геометричних недосконалостей, що суттєво впливають на несучу здатність конструкцій. Запропонований аналітичний підхід, що базується на застосуванні асимптотичного методу Біскова-Хатчінсона, на відміну від існуючих чисельних, дає змогу більш точно описати поведінку циліндричних оболонок елементів в критичних станах (Рис. 1).

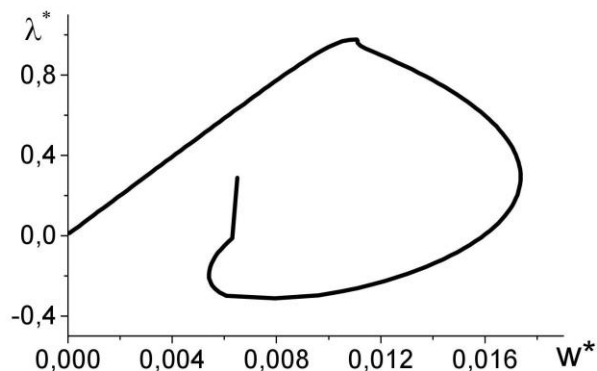
Розроблено теоретичну методику моніторингу напружено-деформованого стану водопроводів парогенераторів атомних електростанцій при аварійних ситуаціях. Створено термопружнопластичну розрахункову модель теплообмінної трубки з дефектом на криволінійних ділянках. Оцінку цілісності трубчатки виконано за принципом субмоделінгу, що дає можливість мати час для прийняття правильного рішення по ліквідації аварії. Вперше встановлено, що при термошодці працездатність теплообмінної трубки буде зберігатись до 70 % її потоншення. Розробка може бути використана при ліквідації аварії парогенератора атомної електростанції (Рис. 2).

В Інституті технічної механіки НАН України і ДКА України для забезпечення наукового супроводу розробки нових технологічних пристроїв технічних систем ракетно-космічної техніки та енергетичного машинобудування відпрацьовано алгоритми маршового розрахунку надзвукових турбулентних течій газових та двофазних сумішей з урахуванням нерівноважних фізико-хімічних процесів. На базі цих алгоритмів створено

## СТІЙКІСТЬ І ЗАКРИТИЧНА ПОВЕДІНКА ВОЛОКНИСТИХ І ШАРУВАТИХ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ З ЛОКАЛЬНИМИ ДЕФЕКТАМИ І НЕДОСКОНАЛОСТЯМИ ПРИ РІЗНИХ УМОВАХ НАВАНТАЖЕННЯ



Циліндрична оболонка з локальним прогином.

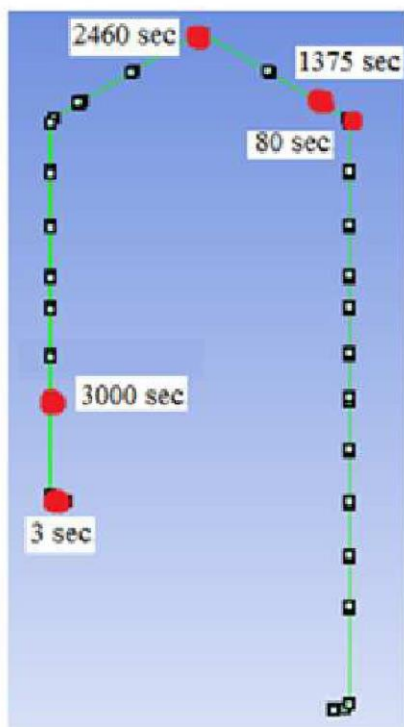


Нелінійне деформування циліндричної углепластикової 4-шарової оболонки з локальним прогином при осьовому стиску

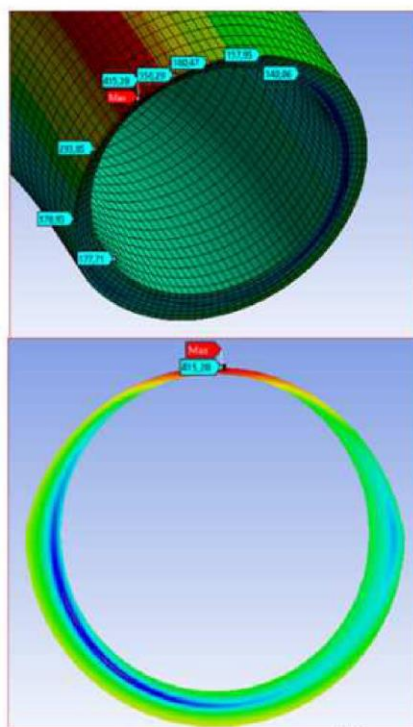
Встановлено залежності критичних навантажень композитних оболонок від розміру та глибини локального початкового прогину, а також місця його розташування на поверхні, визначено характер їх поведінки в околі критичної точки, досліджено залежність чутливості до недосконалостей від структурних особливостей композитного матеріалу.

Рис. 1

## МОНІТОРИНГ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ВОДОПРОВІДІВ ПРИ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЯХ



1



2

Створено термопружнопластичну розрахункову модель теплообмінної трубки з дефектом на криволінійних ділянках. Оцінку цілісності трубчатки виконано за принципом субмоделінгу, що дає можливість мати час для прийняття правильного рішення по ліквідації аварії.

1. Протікання перехідного температурного процесу
2. Результати моніторингу НДС теплообмінної трубки

Рис. 2

програмне забезпечення, яке призначено для проведення досліджень газодинамічних процесів у технологічних пристроях різного призначення. Це програмне забезпечення налаштовано на розрахунок надзвукових течій у струменях, каналах та при надзвуковому обтіканні тіл у наближеннях в'язкого шару та вузького каналу з можливістю використання різних моделей турбулентності. Програма розрахунку течії в струмені продуктів згоряння реактивного двигуна з подачею води в тіло струменя використовується в ДП «КБ «Південне» (Рис. 3).

#### ПРОГРАМНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАРШОВОГО РОЗРАХУНКУ НАДЗВУКОВИХ ТУРБУЛЕНТНИХ ТЕЧІЙ ГАЗОВИХ ТА ДВОФАЗНИХ СУМІШЕЙ



1. Визначення параметрів струменя ракетного двигуна у затоплений простір починаючи від надзвукової течії на зрізі сопла до перетинів з повністю дозвуковою течією



2. Вплив догорання струменя при змішуванні з повітрям на температуру струменя



3. Вплив упорскування води в тіло високотемпературного струменя на зниження теплової дії струменя на старту споруду

Рис. 3

Розроблено нелінійні математичні моделі до розрахунку перехідних процесів у складних розгалужених паливних магістралях рідинної реактивної системи верхнього ступеня ракети-носія «Циклон-4М». Проведено математичне моделювання перехідних процесів у рідинно-реактивній системі керування рухом верхнього ступеня ракети-носія «Циклон-4М» з урахуванням її динамічної взаємодії з системою живлення маршової рідинної двигунної установки верхнього ступеня та розрахунково визначено параметри перехідних процесів (Рис. 4).

Вдосконалено методики та програмне забезпечення для моделювання випадкових коливань вагонів неоднорідного вантажного поїзда при перехідних та стаціонарних режимах руху. На підставі проведених розрахунків показано,

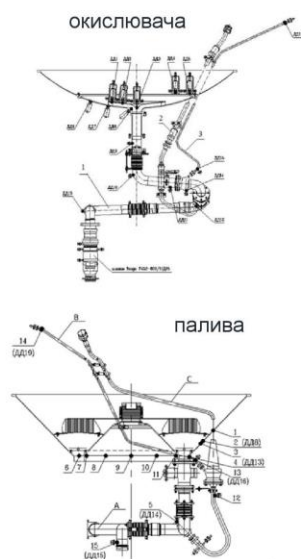
## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМІ ЖИВЛЕННЯ МАРШОВОЇ РІДИННОЇ ДВИГУННОЇ УСТАНОВКИ ВЕРХНЬОГО СТУПЕНЯ РАКЕТИ-НОСІЯ "ЦИКЛОН-4М"

**Двигун РД861К**

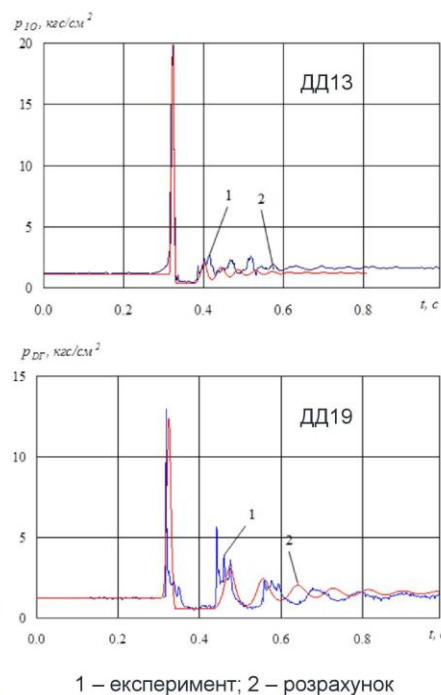


Двигун РД861К – однокамерний, с турбонасосною системою подачі самозаймистих компонентів палива.

**Конструктивно-компонувальні схеми магістралей подачі РРДУ**



**Результати моделювання зупинки**



**Проведено математичне моделювання перехідних процесів в живильних магістралях окислювача і палива при імітації зупинки двигуна стосовно умов автономних випробувань систем живлення окислювача і палива на модельній рідині.**

Рис. 4

що ходові якості вантажних вагонів можуть суттєво погіршуватися в експлуатації в залежності від зносу елементів конструкції візків і пари «колесо-рейка». Розроблені рекомендації дозволять знизити вплив на колію та збільшити рівень безпеки швидкісного вантажного поїзда (Рис. 5).

В Інституті проблем міцності ім. Г.С.Писаренка НАН України розроблено основні вимоги і методичні рекомендації уточненого розрахунку напружено-деформованого стану та опору руйнуванню корпусів реакторів і критичних елементів обладнання I-го контуру АЕС з ВВЕР. Рекомендації базуються на результатах аналізу сучасних нормативних документів, прийнятих в атомній галузі України; матеріалах державної експертизи робіт з розрахункового обґрунтування міцності і опору руйнуванню корпусів реакторів ВВЕР-1000, за результатами яких приймалося рішення про продовження термінів експлуатації енергоблоків АЕС України; матеріалах робіт з обґрунтування міцності обладнання першого контуру енергоблоку № 3 Рівненської АЕС для продовження терміну експлуатації в понадпроектний період на 20 років. Методичні рекомендації можуть бути використані в НАЕК «Енергоатом», АЕС та Державній інспекції ядерного регулювання України при удосконаленні нормативних документів та обґрунтуванні міцності і опору руйнуванню корпусів реакторів і обладнання I-го контуру АЕС (Рис. 6).

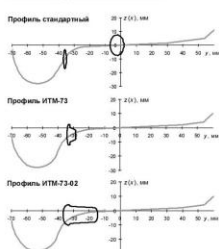
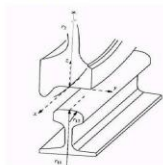
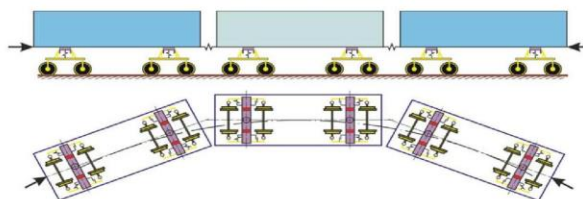
### ДИНАМІКА ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ



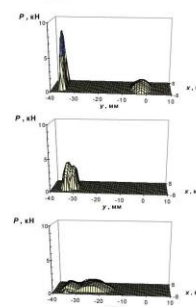
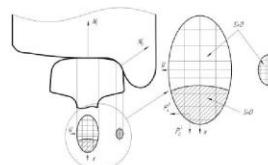
Розроблена модель дозволяє проводити дослідження:  
 -режимів руху з постійною швидкістю;  
 -перехідних режимів руху.  
 Колія може мати довільне окреслення та випадкові збурення.



Елементи конструкції візка вантажного вагона



Плями контакту на колесах с різними профілями



Розподіл вертикального тиску по плямах контакту на колесах с різними профілями

Розроблені рекомендації дозволять знизити вплив на колію та збільшити рівень безпеки швидкісного вантажного поїзда

Рис. 5

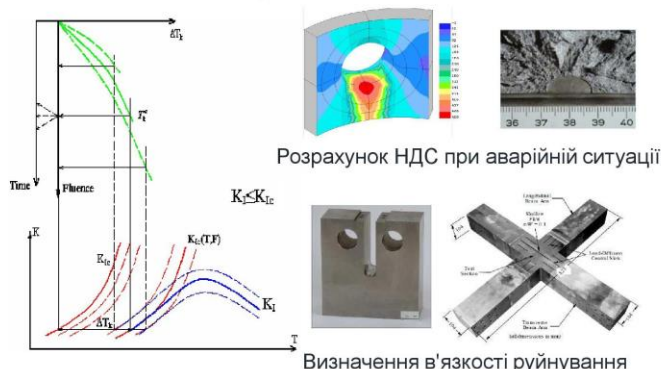
### РОЗРОБКА ВИМОГ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНОГО ТА ГРАНИЧНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ КОРПУСІВ РЕАКТОРІВ ТА ОБЛАДНАННЯ 1-ГО КОНТУРУ АЕС ПРИ ОБҐРУНТУВАННІ ЇХ МІЦНОСТІ ТА РЕСУРСУ

#### Реакторна установка з ВВЕР-1000



Сформульовано основні вимоги та рекомендації щодо визначення уточненого напружено-деформованого стану, опору руйнування та граничного стану корпусів реакторів і елементів обладнання 1-го контуру АЕС з ВВЕР, зокрема, вузлів приварки колекторів парогенератора ПГВ-1000М та вигородки реактора, як найбільш опроміненого елемента, для оцінки їх міцності і ресурсу при моделюванні експлуатаційних і аварійних режимів навантаження.

#### Процедура оцінки крихкої міцності



Проаналізовано світові тенденції та сформульовано основні вимоги щодо методології визначення температурної залежності в'язкості руйнування з метою експериментального обґрунтування кривої тріщиностійкості корпусної сталі та можливих технологічних операцій для цілей подовження терміну експлуатації.

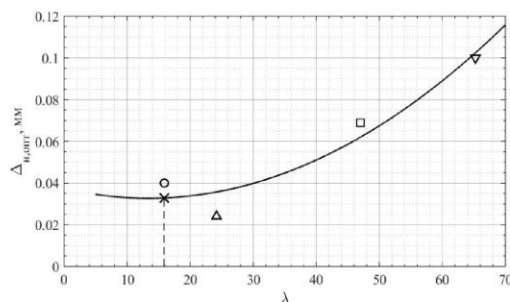
Рис. 6

На замовлення ДП «ЗМКБ «Прогрес» ім. академіка О.Г.Івченка» проведено комплексні розрахунково-експериментальні дослідження демпфівальної здатності і вібронапруженості попарно бандажованих лопаток, які широко використовуються в конструкціях турбін сучасних авіаційних газотурбінних двигунів, з урахуванням впливу можливого розладу частот їх коливань та умов спряження бандажних полиць, за результатами яких розроблено методологію запобігання руйнувань при експлуатації таких лопаток та сформульовано рекомендації щодо вибору оптимальних умов спряження їх бандажних полиць. Розроблена науково-технічна продукція призначена для проектування нових та доводці існуючих авіаційних газотурбінних двигунів, а також аналізі технічного стану лопаток після вичерпання їх ресурсу (Рис. 7).

### МЕТОДОЛОГІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ РОБОТОЗДАТНОСТІ ПОПАРНО БАНДАЖОВАНИХ ЛОПАТОК АГТД



Сучасний авіаційний газотурбінний двигун і робоче колесо турбіни з попарно бандажованими лопатками



Оптимальні значення  $\Delta_{n,opt}$  умов спряження по полицях попарно бандажованих робочих лопаток турбін

Рис. 7

Встановлено закономірності впливу конструкційних і технологічних факторів на стійкість, ступінь деградації механічного стану та ресурс композитних багатшарових склополімерних пластин при багатократних ударних впливах ударників зі швидкістю до 1000 м/с, на основі яких вдосконалено технологію модифікації прозорих бронеблоків для балістичного захисту лобових, кватиркових і бокових вікон кабіни літаків ДП «Антонов». Розробка впроваджується на ДП «АНТОНОВ» та спеціалізованому виробництві

авіаційного скла ТОВ «Спецтехскло А». Виготовлено і випробуються дослідно-промислові зразки для військово-транспортних літальних апаратів (Рис. 8).

#### МОДИФІКОВАНІ КОНСТРУКЦІЇ І ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКІВ БАЛІСТИЧНОГО ЗАХИСТУ ВІКОН КАБІН ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ



Зменшено пошкодження і втрату оптики блоків  
Забезпечено кулеустійкість та ресурс бронескла

Рис. 8

В Інституті геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України сформульовано новий науковий напрям – прикладна механіка пружно-спадкових середовищ. Розроблено методи розрахунку віброейсмозахисних систем, що працюють в екстремальних умовах. Одержано фрактальний аналіз поверхні руйнування еластомерних матеріалів при тривалому старінні в умовах циклічного навантаження. Розроблено методи розрахунку віброізоляторів важких гірничих людино-машинних систем. Для підвищення сейсмостійкості будівель і споруд та віброзахисту важких гірничих машин застосовано нові еластомерні матеріали, які виготовлялися за допомогою сучасних нанотехнологій з використанням нових типів технічного вуглецю та фулеренів. Так в м. Київ завершено будівництво і передано в експлуатацію 13 будівель із системою захисту за допомогою гумових віброейсмоблоків (десять 10-поверхових будівель і три 27-поверхових), три будівлі у м. Львів, розпочато будівництво двох 26-поверхових будівель в м. Одеса (Рис. 9).

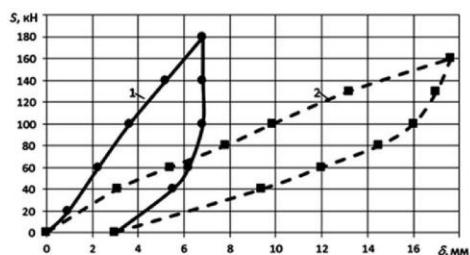
Розроблено концептуальні «Вимоги до системи моніторингу та управління ризиками при експлуатації глибоких стовбурів шахт і копалень України», які закладають науково-методичну основу для формування стратегії



## СЕЙСМОСТІЙКІСТЬ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ТА ВІБРОЗАХИСТ ВАЖКИХ ГІРНИЧИХ МАШИН



Експериментальні зразки конструкцій  
а – сейсмозахисний блок 1-го типу (2×120 мм, діаметр 400 мм); б – сейсмозахисний блок 2-го типу (2×70 мм, діаметр 400 мм); в – сейсмозахисний блок 3-го типу (2×50 мм, діаметром 480 мм і 500 мм)



Приклад отриманої експериментальної залежності горизонтальне навантаження – переміщення для гумометалевого сейсмоізолюючого блока діаметром 500 мм:  
1 – зі свинцевим осердям, 2 – без осердя

Рис. 9

та планів розвитку робіт з комплексного обстеження і оцінки ризиків при експлуатації шахтних підйомних комплексів рудопідйомних стовбурів України в умовах інтенсифікації гірничих робіт. Вимоги направлено до відомчої постійно діючої Комісії з аналізу стволів (КАСС). Розроблено інформаційні технології безперервного контролю натягів канатів у шахтних багатоканатних підйомних установках та безперервного контролю горизонтальної плавності руху шахтних підйомних посудин у вертикальних стовбурах із жорстким армуванням. Рекомендації щодо поліпшення експлуатаційного стану армування стовбурів впроваджено в 10 стовбурових відділеннях ЧАТ «Запорізький ЗРК» (Рис. 10).

Розроблено метод оцінки та захищено патентом спосіб прогнозу потенційно небезпечних проявів гірського тиску в виробках шахт, які відрізняються ідентифікацією синхронних, асинхронно протифазних або хаотично стрибкоподібних одночасних змін інтенсивностей відхилень від середнього значення величин концентрації метану і параметрів емісії дочірніх продуктів розпаду радону в атмосфері виробок. Метод дозволяє своєчасно за допомогою приладу радіометричного контролю – радіометра РГА-09МШ виявити небезпечні зони в масиві порід, здійснити інженерні заходи та мінімізувати матеріальні збитки від можливих аварій. Дослідження покладено в

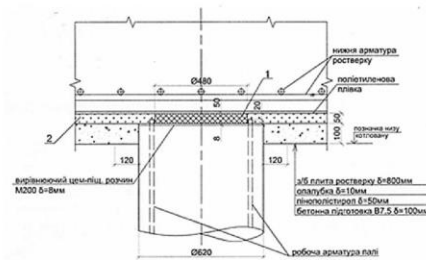


Схема розміщення РСБ на палі системи віброізоляції секцій № 1 і № 2 житлового будинку по вул. М.Бойчука в м. Києві:  
1 – РСБ; 2 – нижня арматура ростверку;  
3 – поліетиленова плівка



Загальний вигляд гумового віброізолятора діаметром 500 мм на оголовку палі (Оболонський проспект, м. Київ)

## ВИМОГИ ДО СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГЛИБОКИХ СТОВБУРІВ ШАХТ І КОПАЛЕНЬ УКРАЇНИ

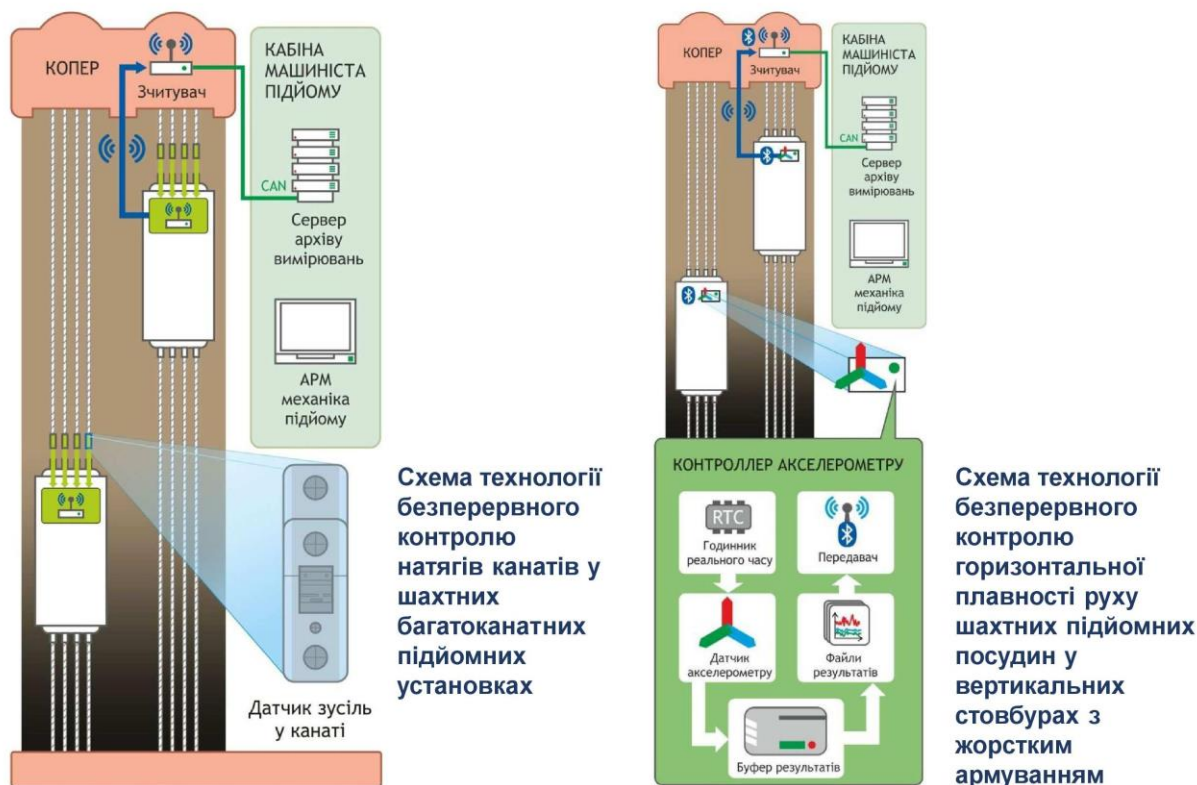


Рис. 10

## СПОСІБ ВИЯВЛЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНОГО СТАНУ ПОРОДНОГО МАСИВУ НА БАЗІ ПАРАМЕТРІВ РАДІОМЕТРИЧНОГО КОРТРОЛЮ

Прилад радіометричного контролю - радіометр РГА-09МШ



Патент на спосіб прогнозу потенційно небезпечних газодинамічних проявів гірського тиску з залученням методів радіометричного контролю



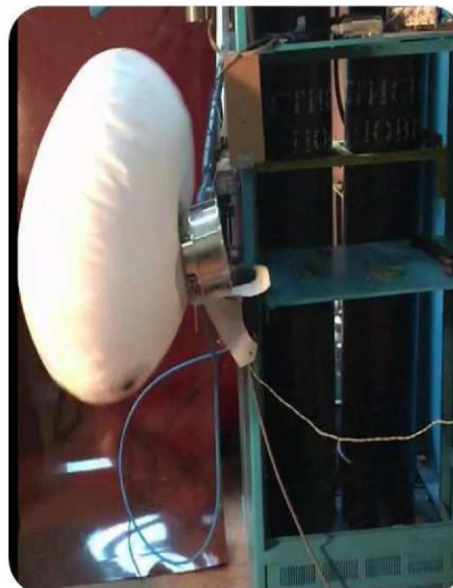
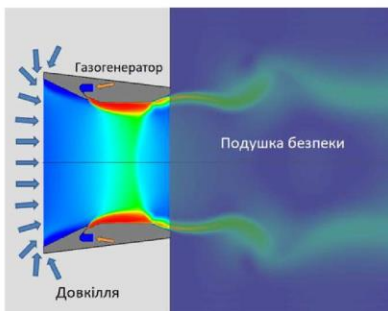
← Науково-методичні рекомендації з комплексної оцінки геомеханічних і газодинамічних параметрів стану масиву порід для забезпечення безпеки систем підтримання гірничих виробок в умовах інформаційної невизначеності, які регламентують основні принципи параметричної ідентифікації геоінформаційними системами спільного протікання геомеханічних і фільтраційних процесів в породному масиві та сприяють підвищенню безпеки систем підтримання гірничих виробок в умовах інформаційної невизначеності

Рис. 11

основу методичних рекомендацій з комплексної оцінки параметрів стану масиву порід (Рис. 11).

В Інституті гідромеханіки НАН України на основі реалізації ідеї тангенціального вдуву імпульсного надзвукового струменя та його гальмування в обмеженому об'ємі розроблено та випробувано в тестовому режимі ежектор, який здатний працювати в імпульсному режимі, підтримуючи досить високий коефіцієнт ежекції ( $A > 3$ ). Розроблено і виготовлено експериментальний стенд, який дозволяє імітувати імпульсний режим роботи надзвукових струменів різної протяжності імпульсу, вимірювати розподіл статичного та динамічного тиску, збирати та обробляти експериментальні дані в реальному часі та визначати коефіцієнт ежекції системи (Рис. 12).

### НАДЗВУКОВИЙ ІМПУЛЬСНИЙ ЕЖЕКТОР ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ПОДУШОК БЕЗПЕКИ



Принцип дії експериментальної моделі надзвукового ежектора

Переваги розробки:  
істотне зменшення ударного навантаження на водія / пасажирів;  
використовується повітря з салону для наповнення 50-75% об'єму подушки;  
працює в імпульсному режимі, підтримуючи коефіцієнт ежекції більше 3.

Рис. 12

На основі експериментальних досліджень і аналізу звуків везикулярного і бронхіального дихання запропоновано методику реєстрації та спектральної і частотно-часової обробки везикулярного дихання пацієнтів. Методика дозволяє швидко оцінити стан пацієнта з точки зору наявності чи відсутності у нього будь-яких легеневих патологій у широкому діапазоні конституційних особливостей пацієнтів. Розроблена методика не тільки дозволяє виявити існування патології, а і відслідковувати динаміку захворювання пацієнта. Розроблена методика пройшла апробацію в умовах стаціонару клінічної лікарні

№ 6 Старокиївського району м. Київ. Бази даних звуків дихання пацієнтів були отримані за допомогою комп'ютерного фоноспірографічного комплексу "КоРА-03М1", який був розроблений в Інституті гідромеханіки НАН України, сертифікований і рекомендований МОЗ України для електронної аускультатії звуків дихання у здорових і хворих пацієнтів (Рис. 13).

**МЕТОДИ РЕЄСТРАЦІЇ ТА АНАЛІЗУ ЗВУКІВ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ  
З МЕТОЮ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЗМІН У ЇХ ДЖЕРЕЛАХ**



**Загальний вигляд фоноспірографічного комплексу "КоРА-03М1"  
1 – робоче місце оператора; 2 – технологічна стійка**

Рис. 13

Запропоновано і впроваджено нові ефективні конструкції «грунт-геотекстиль», що забезпечують стійкість ґрунтів в основах споруд, укосах та схилах. Затверджено та введено в дію Державні будівельні норми «Інженерний захист територій, будівель та споруд від зсувів та обвалів». Розроблена конструкція «грунт-геотекстиль» для посилення слабких ґрунтів основ (фундаментна подушка) та конструкції для закріплення укосів і схилів основ може бути застосована під башмаки стаканного типу збірних та монолітних залізобетонних колон, а також під стрічкові та стовпчасті фундаменти для стін у промисловому та громадському будівництві. Запропонована конструкція фундаментної подушки зменшує деформації осідання на 25-30 % відносно традиційної конструкції, а конструкції для закріплення укосів і схилів зменшують деформації укосу в 2-3 рази у порівнянні з укосом без кріплення (Рис. 14).

ЗАПРОПОНОВАНО І ВПРОВАДЖЕНО НОВІ ЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ  
«ГРУНТ-ГЕОТЕКСТИЛЬ»

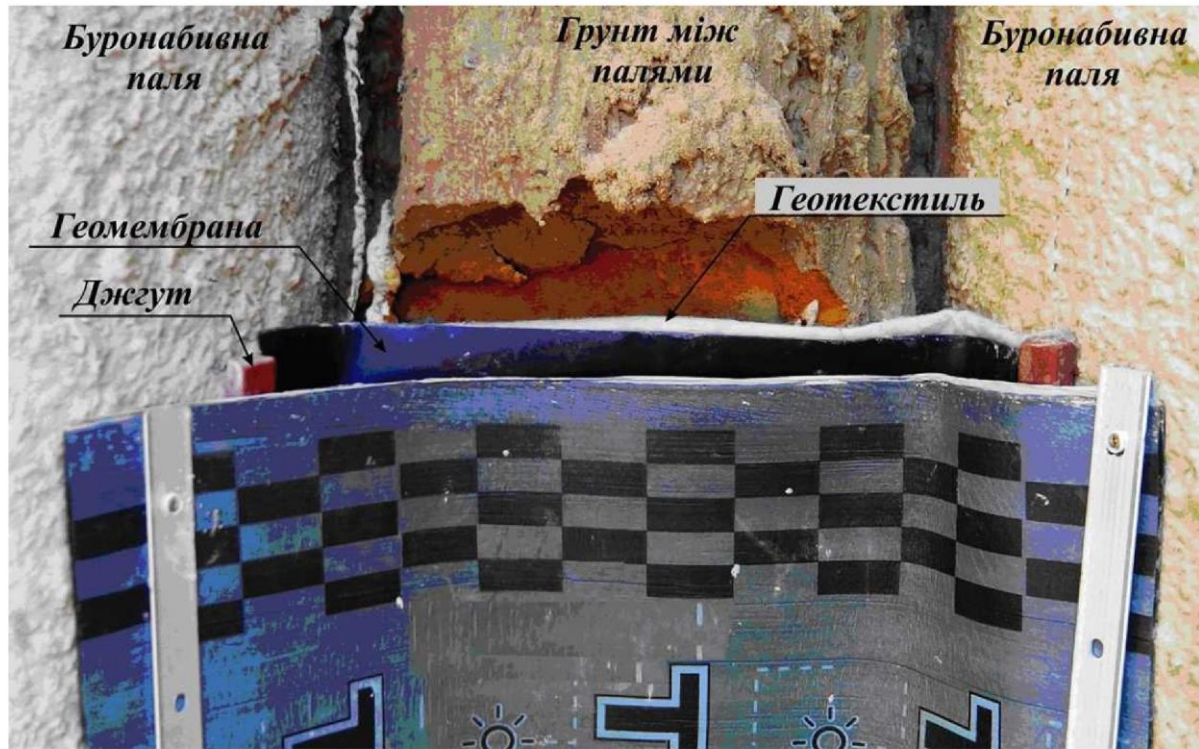


Рис. 14

В Інституті транспортних систем і технологій НАН України для розробленої конструктивної схеми електродинамічної транспортної системи з плоскою шляховою структурою з чотирма рядами шляхових контурів і двома рядами надпровідних магнітів проведено оцінку коливання і стійкості левітаційного руху екіпажа. Розроблено програму для розрахунків контрольних варіантів.

У співпраці з акумуляторною галуззю на заводі з рекуперації свинцю «РекС» (м. Дніпро) продовжувалося впровадження способів рафінування свинцю, а також зроблено аналіз технічних розробок у галузі конструкцій і технологій плавки в роторних печах. Цей аналіз дозволяє підвищити ефективність способів переробки акумуляторного лома в роторних печах з отриманням вторинного чорного свинцю і свинцевих сплавів. Модернізовано конструкцію роторної печі, що дозволяє збільшити продуктивність виробництва вторинного свинцю і свинцевих сплавів за рахунок поліпшення теплообміну між гарячими газами пальника печі і матеріалом плавки. Впровадження зроблених винаходів дозволяє підвищити якість вторинного свинцю, знизити в ньому кількість домішок, в тому числі міді, сурми, миш'яку та олова.

Рішенням Постійно діючої комісії з охорони праці та промислової безпеки у вугільній промисловості Міністерства енергетики та захисту довкілля України на Інститут геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України покладено функцію надання підприємствам Міністерства узгоджень, експертних висновків, досліджень та дозволів. В рамках наданих повноважень Інститутом виконано значний обсяг робіт. Так, щорічно Інститут надає вугільним підприємствам понад 300 погоджень, рекомендацій та інших дозвільних документів.

За результатами конкурсного відбору в рамках бюджетної програми «Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень» за грантом НАН України дослідницьким лабораторіям/групам молодих вчених НАН України колектив молодих учених Інституту проблем міцності ім. Г.С.Писаренка НАН України у 2018-2019 рр. виконував проект «Розробка наукових засад діагностики пошкоджень робочих лопаток турбомашин за параметрами їх нелінійних коливань». В рамках проекту за результатами розрахункових досліджень вимушених коливань пошкодженого пера лопатки при різних формах його деформування, які характеризуються різними модами тріщини втоми, встановлено, що відношення амплітуд домінуючих гармонік коливань суттєво залежить від розсіювання енергії в системі та типу нелінійного резонансу, що збуджується. Отримані результати можуть бути використані для вібродіагностики тріщин втоми робочих лопаток турбомашин.

Науковці Відділення брали активну участь у виконанні робіт у рамках Генеральної угоди про науково-технічне співробітництво між Національною академією наук України та Державним підприємством «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К.Янгеля» в галузі створення ракетно-космічної техніки. Відділення брало активну участь у підготовці та проведенні засідань Координаційної ради з організації спільних робіт ДП «КБ «Південне» та наукових установ НАН України, на яких розглядалися результати виконання спільних досліджень, було затверджено Перспективний план спільної науково дослідної діяльності ДП «КБ «Південне» та наукових установ НАН України на 2018-2022 роки, уточнювали та затверджували плани спільної діяльності на кожний рік окремо, вирішувалися проблемні питання, що виникали під час проведення робіт.

Представники Відділення механіки, акад. НАН України В.В.Харченко та чл.-кор. НАН України О.В.Пилипенко, очолюють робочі групи за напрямками спільних досліджень: навантаження і міцність конструкцій; балістика, аеродинаміка і теплообмін; рідинні рушійні установки. Відповідно до планів спільної діяльності Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України займався питаннями розрахунків руйнівних навантажень і запасів стійкості,

опору крихкому руйнуванню ракетних конструкцій; Інститут технічної механіки НАН України і ДКА України розробляв програмні продукти для проведення розрахунків та займався розрахунками поздовжньої стійкості ракет-носіїв, аеродинамічних характеристик літальних апаратів, супроводженням наземних випробувань двигунів, розробленням конструктивних способів і систем видалення космічного сміття та ін. (Рис. 15); Інститут проблем міцності

### РОЗРАХУНКИ ПОЗДОВЖНЬОЇ СТІЙКОСТІ РАКЕТ-НОСІЇВ, СУПРОВОДЖЕННЯ НАЗЕМНИХ ВИПРОБУВАНЬ ДВИГУНА, ВІДВЕДЕННЯ З ОРБИТИ СТУПЕНЯ РАКЕТИ-НОСІЯ

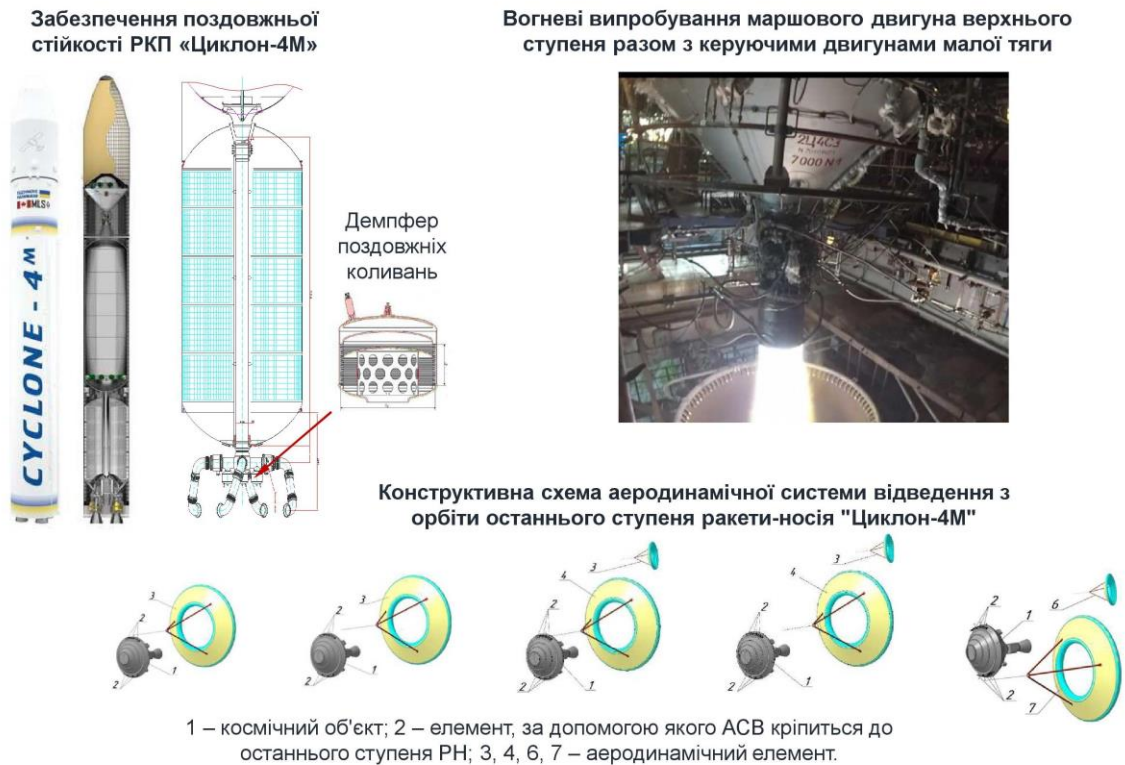


Рис. 15

ім. Г.С.Писаренка НАН України проводив всебічні експериментальні дослідження фізико-механічних властивостей матеріалів різних класів, стендові випробування на міцність елементів конструкцій, в тому числі з теплозахисними та радіопоглинаючими покриттями, для виробів ракетно-космічної техніки в широкому діапазоні робочих температур від 4 до 3300 К (Рис. 16); Інститут гідромеханіки НАН України розробив півемпіричні методики для оцінювання акустичних ефектів від газо- та аеродинамічних джерел, які домінують на різних фазах атмосферного польоту ракети (Рис. 17).

Установи Відділення активно співпрацювали також із ДП «Івченко-Прогрес», АТ «Мотор-Січ», ДП «Антонов», вуглевидобувними підприємствами групи компаній ДТЕК та ін.

В рамках співпраці з підприємствами видобувної галузі нашої держави Інститутом геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України розроблено

## ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ ТА СТЕНДОВІ ВИПРОБУВАННЯ НА МІЦНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ ВИРОБІВ РАКЕТНО-КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ В ШИРОКОМУ ДІАПАЗОНІ РОБОЧИХ ТЕМПЕРАТУР

Дослідження міцності термопластика кронштейна БКМ та його клейового з'єднання з вуглепластиком

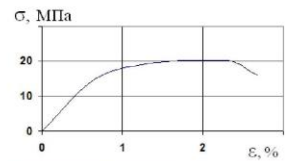


Зразок клейового з'єднання



T = - 40 °C.

Визначення фізико-механічних характеристик ВВКМ при нормальних та підвищених температурах



T = +2500 °C

Визначення ФМХ матеріалу багатифункціонального покриття

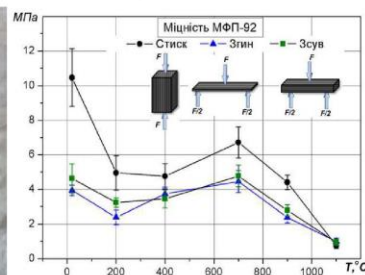
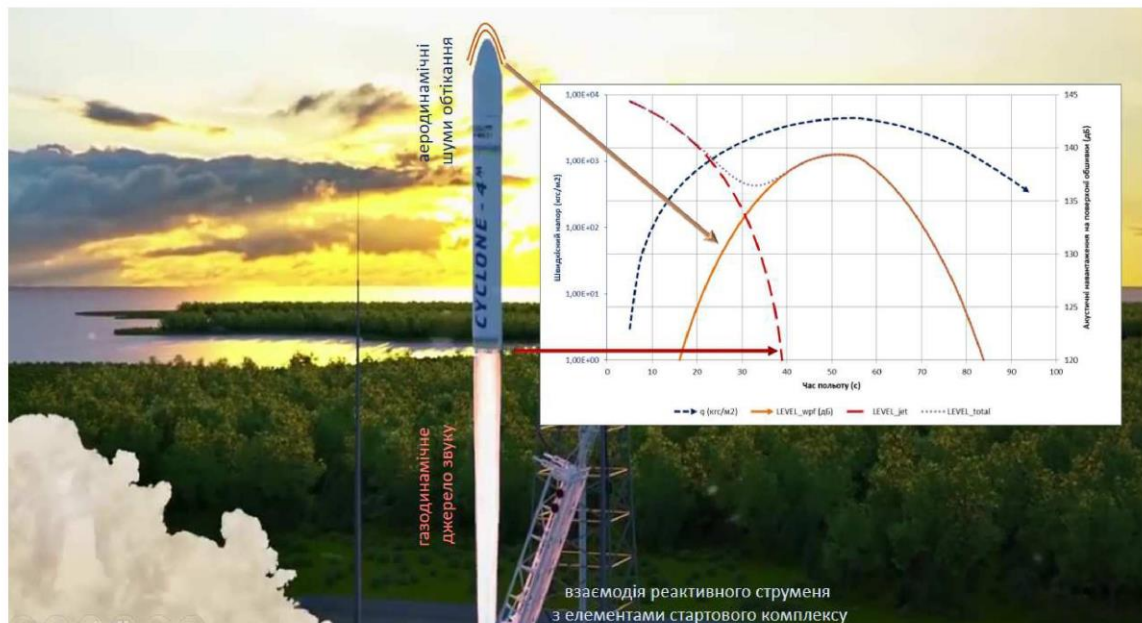


Рис. 16

Дослідження зразків та елементів конструкцій на газодинамічному стенді



## РОЗРОБЛЕНО І ВПРОВАДЖЕНО ІНЖЕНЕРНІ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ АКУСТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА РАКЕТУ-НОСІЙ ВІД ОСНОВНИХ АЕРО- ТА ГАЗОДИНАМІЧНИХ ДЖЕРЕЛ НА РІЗНИХ ФАЗАХ ПОЛЬОТУ В АТМОСФЕРІ



Визначено акустичні навантаження від реактивного струменя ракетного двигуна з урахуванням його газодинамічної взаємодії з газовідвідним каналом стартового комплексу і поверхнею стартового стола. Дано оцінку рівнів аеродинамічних шумів, генерованих пристіночними пульсаціями тиску при обтіканні головної частини ракети-носія. Отримані результати дозволили виробити рекомендації щодо режимів польоту, в яких акустичні навантаження на конструкції ракети, прилади системи керування і корисний вантаж не перевищували б гранично допустимих значень, а рівні звуку в околі стартового комплексу відповідали екологічним нормам.

Рис. 17



принципово новий роботизований комплекс обладнання для сухого грохочення вологого рядового вугілля продуктивністю до 1000 тон гірської маси на годину. Комплекс призначений для використання в голові технологічної схеми вуглезбагачення американської компанії СЕТСО для Центральної збагачувальної фабрики «Павлоградська» компанії ДТЕК. Комплекс обладнання дозволяє підвищити продуктивність процесу збагачення в 1,5-2 рази у форматі діючих виробничих потужностей фабрики (Рис. 18).

**РОБОТИЗОВАНИЙ КОМПЛЕКС ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУХОГО ГРОХОЧЕННЯ ВОЛОГОГО РЯДОВОГО ВУГІЛЛЯ ПРОДУКТИВНІСТЮ ДО 1000 ТОН ГІРСЬКОЇ МАСИ НА ГОДИНУ**

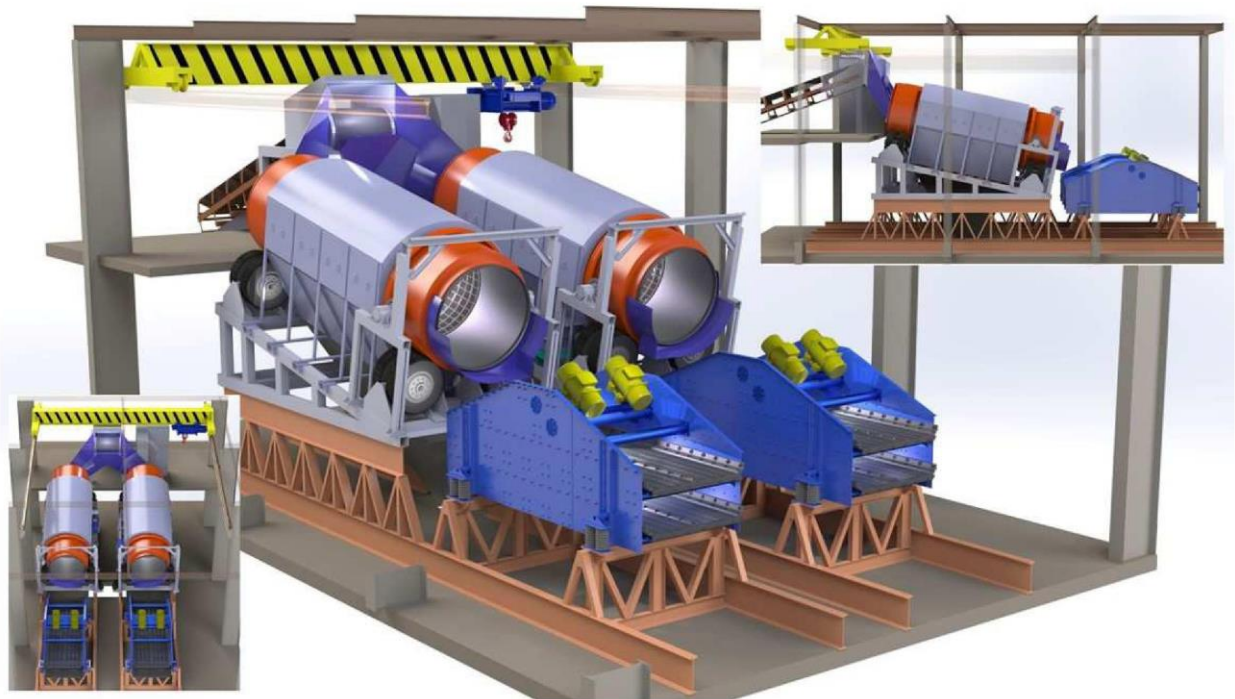


Рис. 18

Науковою радою з проблеми «Механіка деформівного твердого тіла» організовано проведення 20-21 червня 2018 року на базі ДП «Івченко-Прогрес» виїзної сесії з порядком денним: «Актуальні проблеми підвищення надійності та ресурсу сучасних авіаційних газотурбінних двигунів та шляхи їх вирішення». В сесії взяли участь провідні вчені науково-дослідних інститутів НАН України, вищих закладів освіти, представники підприємств у галузі двигунобудування. За результатами обговорення питань, винесених на порядок денний сесії, були сформовані основні напрями науково-технічного співробітництва, спрямовані на зростання обсягів виробництва та експорту конкуренто-спроможних на світовому ринку виробів авіаційного двигунобудування.

У звітному періоді на засіданнях Президії НАН України було заслухано та схвалено низку наукових доповідей в галузі механіки, зокрема: чл.-кор.

НАН України О.В.Шимановський «Створення унікальних великопрогінних конструкцій з використанням сучасних методів механіки», чл.-кор. НАН України В.І.Тимошенко «Комп'ютерне моделювання аеротермогазодинамічних процесів в технічних об'єктах (ракетно-космічна техніка, енергетика, металургія)», д.т.н. проф. А.П.Зіньковський «Актуальні проблеми динаміки та міцності в сучасному авіаційному двигунобудуванні», акад. НАН України В.В.Харченко «Про впровадження науково-технічних розробок у галузі міцності матеріалів і елементів конструкцій в екстремальних умовах експлуатації», д.т.н. В.І.Дирда «Сейсмостійкість будівель і споруд та віброзахист важких гірничих машин».

За результатами наукових досліджень у звітному періоді науковцями установ Відділення було підготовлено та видано 79 монографій, 22 підручника/навчальних посібника, 30 методичних рекомендацій, 3625 статей та одержано 303 рішення про видачу патентів на винаходи та корисні моделі, захищено 17 докторських та 61 кандидатську дисертацію.

За вагомі наукові здобутки у звітному періоді Орденом князя Ярослава Мудрого V ступеня нагороджено академіків НАН України В.Л.Богданова і А.Ф.Булата, почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України» присвоєно академікам НАН України Я.М.Григоренку і О.М.Гузю, членам-кореспондентам НАН України Є.І.Никифоровичу і В.О.Стрижалу, д.т.н. А.П.Зіньковському.

Державну премію України в галузі науки і техніки присуджено (у складі авторських колективів) співробітникам Інституту механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України С.Ю.Бабичу, О.Я.Григоренку, П.С.Ковальчуку, П.З.Луговому, В.Ф.Мейшу, Я.Я.Руцицькому (2016); співробітникам Інституту проблем міцності ім. Г.С.Писаренка НАН України акад. НАН України В.В.Харченко, О.Ю.Чиркову (2018), О.В. Дроздову (2019); співробітникам Інституту геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України чл.-кор. НАН України О.І.Волошину, В.І.Дирді, В.Л.Морусу, В.П.Надутому (2015); співробітнику Інституту гідромеханіки НАН України чл.-кор. НАН України Є.І.Никифоровичу (2018).

Подяку Прем'єр-міністра України оголошено колективу Інституту геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України, Грамотою Верховної Ради України нагороджено трудові колективи Інституту проблем міцності ім. Г.С.Писаренка НАН України та Інституту геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України.

За наукову, науково-організаційну та професійну діяльність співробітників установ відділення було відзначено 2-ма Подяками Прем'єр-міністра України, Почесною грамотою Кабінету Міністрів України, 11-ма

Почесними грамотами Верховної Ради України, 4-ма Грамотами Верховної Ради України, 2-ма Цінними подарунками Верховної Ради України.

Співробітнику Інституту механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України В.І.Слиньку присуджено премію Президента України для молодих вчених і надано грант Президента України, молодим ученим Інституту проблем міцності ім. Г.С.Писаренка НАН України В.О.Круцу та Є.О.Онищенко присуджено Премію Президента України для молодих учених, співробітникам Інституту геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України Р.А.Агаєву, В.В.Власенку та Д.О.Притулі присуджено Премію Верховної Ради України найталановитішим молодим ученим у галузі фундаментальних і прикладних досліджень.

На засіданнях Бюро Відділення механіки НАН України традиційно розглядалися питання виконання завдань Концепції розвитку Національної академії наук на 2014-2023 роки, присудження іменних премій НАН України та премій молодим ученим і студентам; річні звіти керівників установ Відділення та членів Відділення; результати виконання науково-дослідних робіт відомчої тематики, питання перегляду наукової тематики з урахуванням актуальних пріоритетних напрямів наукової діяльності; питання оптимізації організаційної та кадрової структури наукових установ; питання підготовки молодих кадрів; результати виконання молодими ученими установ Відділення досліджень за грантами НАН України та ін.

За результатами конкурсного відбору робіт Відділенням механіки НАН України було рекомендовано, а Президією НАН України присуджено премію НАН України імені С.П.Тимошенка співробітникам Інституту проблем міцності ім. Г.С.Писаренка НАН України і ДП «Івченко-Прогрес» (2015), Інституту геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України і ДП «Виробниче об'єднання Південний машинобудівний завод ім. О.М.Макарова» (2018); премію НАН України імені О.М.Динника співробітникам Інституту механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України (2016, 2019); премію НАН України імені М.К.Янгеля співробітникам Інституту технічної механіки НАН України і ДКА України (2016), Інституту транспортних систем і технологій НАН України (2019); премію НАН України імені О.К.Антонова співробітникам Інституту механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України (2017), Інституту гідромеханіки НАН України і ДП «Антонов» (2020); премію НАН України імені Г.С.Писаренка співробітникам Інституту проблем міцності імені Г.С.Писаренка НАН України (2017, 2020).

За рішенням Бюро Відділення механіки в 2016 р. Інститут проблем міцності ім. Г.С.Писаренка НАН України прийняв участь у апробації Методики оцінювання ефективності діяльності наукових установ НАН України, а в 2017р.

разом із Інститутом механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України пройшов оцінювання ефективності діяльності. Обидві установи за результатами перевірки отримали категорію «А». У 2018 році оцінювання ефективності діяльності пройшов Інститут геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України, отримавши категорію «Б», та Інститут гідромеханіки НАН України, що отримав категорію «А».

З метою виконання рішень Президії НАН України щодо оптимізації структури в наукових установах Відділення відбувалася робота з перегляду їх структури і уточнення тематики досліджень. Так, у звітному періоді кількість відділів в установах скоротилася з 72 до 55. Частину відділів було ліквідовано, інші були приєднані до відділів зі спорідненою тематикою, більшість співробітників ліквідованих відділів продовжили наукові дослідження в складі інших структурних підрозділів.

На виконання постанови Президії НАН України від 20.11.2019 № 286 «Щодо подальшого реформування НАН України з метою підвищення ефективності її діяльності» Бюро Відділення механіки НАН України на засіданні 18.12.2019 заслухало звіти директорів ДП «Дослідне виробництво Інституту механіки ім. С.П.Тимошенка Національної академії наук України», ДП «Спеціальне конструкторсько-технологічне бюро Інституту проблем міцності ім. Г.С.Писаренка Національної академії наук України» та ДП «Спеціальне конструкторсько-технологічне бюро Інституту геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова Національної академії наук України» про діяльність підприємств та інформацію щодо фінансових показників за останні роки. За результатами звітів керівників підприємств було відзначено позитивну динаміку їх діяльності та покращення робіт із підприємствами, окремо слід зазначити, що діяльність підприємств була прибутковою. В рамках зміцнення зв'язків із базовими установами ДП «СКТБ ІГТМ НАН України» у вересні і жовтні 2019 року уклало два прямі договори «Виготовлення експериментального зразка вібраційного двохвального відцентрового дезінтегратора» та «Виготовлення експериментального зразка макета робочого органу вібраційних грохотів п'ятого типорозміру для формування експериментальних просіваючих поверхонь типу ВІБРОПЕРЕКАТ» із Інститутом геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України. ДП «СКТБ ІПМіц НАН України» за договорами з Інститутом проблем міцності ім. Г.С.Писаренка НАН України проводить модернізацію, ремонт, обслуговування експериментальної бази Інституту.

У 2018-2019 роках за напрямом «Придбання новітнього та модернізація існуючого наукового обладнання (капітальні видатки)» в рамках бюджетної програми «Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень»

було проведено модернізацію центрів колективного користування науковими приладами при Інституті проблем міцності ім. Г.С.Писаренка НАН України (Машина для механічних випробувань матеріалів INSTRON) та Інституті геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України (Центр структурних досліджень викопної органіки на базі ІЧ-Фур'є спектрометра Nicolet iS10 з ІЧ-мікроскопом Nicolet Continuum).

У 2018 році Бюро Відділення механіки підготувало та провело ювілейні загальні збори Відділення механіки, присвячені 100-річчю створення Національної академії наук України і 100-річчю від дня заснування Інституту механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України. Директор інституту академік НАН України О.М.Гузь представив ґрунтовний аналіз діяльності Інституту механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України за 100 років його існування (за результатами аналізу опубліковано монографію: Гузь А.Н. К 100-летию Института механики им. С.П.Тимошенко Национальной академии наук Украины).

Станом на сьогодні до складу Відділення механіки НАН України входить 13 академіків і 20 членів-кореспондентів НАН України, в наукових установах Відділення на кінець 2019 року спискова чисельність працівників складала 1183 (1514 на початок 2015 р.), з них: наукових – 655 (838), докторів наук – 134 (150), кандидатів наук – 259 (316). Щодо складу молодих учених в установах Відділення на кінець 2019 року: усього (з інженерами та докторантами) – 60 (93 на початок 2015 р.), з них: докторів наук – 1 (0), кандидатів наук – 22 (43).