

## ДО 50-РІЧЧЯ ВІДДІЛУ «ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ПАЯННЯ»

Відділ «Фізико-хімічні процеси паяння» № 29 заснований 15.06.1971 р. на базі неструктурної лабораторії, що входила до відділу електричних процесів ІЕЗ ім. Є.О. Патона. Засновником і першим завідувачем відділу до 1987 р. був д-р техн. наук О.А. Росошинський. З 1987 по 2016 рр. відділом керував д-р техн. наук, член-кор. НАНУ В.Ф. Хорунов, а з початку 2016 р. по теперішній час завідувачем відділу є д-р техн. наук С.В. Максимова.

При створенні відділу тематику досліджень спрямовували на вирішення потреб електронної промисловості – «Процеси зварювання та паяння мікроз'єднань». Роботи виконували успішно і ряд з них був удостоєний високих урядових нагород: у 1981 р. робота з технології складання напівпровідникових приладів із застосуванням ультразвуку була удостоєна Державної премії СРСР (Росошинський О.А.)

У тому ж році була завершена розробка конструкції і технології зварювання-паяння безкорпусного випрямного діода середньої потужності, яка була удостоєна в 1982 р. Державної премії УРСР (Росошинський О.А., Лебіга В.А., Кісліцин В.М., Мусін А.Г., Шевченко В.П.).

З плином часу напрямки досліджень успішно розвивалися і постійно розширювалися. У 1970-х роках у відділі було створено кілька типів електролізно-водних газогенераторів для потреб мікрозварювання і мікропаяння, проводилися дослідження зі створення паяльних паст і технології їх виготовлення (Самойленко В.Г.). У відділі вирішували проблему економії срібловмістких припоїв, що мало важливе значення для всього СРСР. З'явився новий підхід до економії дорогіших металів (срібла) – розробка мідно-фосфорних припоїв. Зокрема, був створений процес термоекструзії непластичних фосфористих припоїв з отриманням прутків різних діаметрів (1...3 мм). У 1990 р. дана робота була удостоєна Премії Ради Міністрів СРСР (Росошинський О.А., Бондарчук О.П., Левадний Л.П.).



О.А. Росошинський – завідувач відділу з 1971 по 1987 р., професор, заслужений діяч науки і техніки України (2003), лауреат державних премій СРСР (1981), УРСР (1982), Премії Ради Міністрів (1990)

У 1987 р. відділ очолив д-р техн. наук Хорунов В.Ф., що сприяло

появі нових напрямків, які пов'язані з авіацією, ракетобудуванням, технологічними проблемами термоядерного синтезу, підводного флоту та ін. Наукові дослідження відділу охоплюють практично всі конструкційні матеріали, використовувани в промисловості, розроблені наукові основи, припої і технологія вакуумного паяння тонкостінних конструкцій з нержавіючих сталей різних класів. Особливо потрібно відзначити розроблений унікальний комплекс (конструкція, матеріали, обладнання) технологічного процесу виготовлення нового типу аеродинамічних поверхонь – гратчастих рулів сучасних ракет.

За роботу в галузі ракетобудування присуджена Державна премія УРСР (Хорунов В.Ф., Володимирська І.А., 1988 р.).

Великий обсяг досліджень проведено в області розробки припоїв і технології паяння високолегованих нікелевих сплавів. Під керівництвом Хорунова В.Ф. вперше детально досліджено потрібні системи сплавів (NiCr-Zr, Ni-Cr-Hf), побудовані проекції поверхонь солідусу і ліквідусу часткової діаграми стану Ni-Cr-Zr<sub>2</sub>Ni<sub>7</sub> і встановлено межі існування окремих фаз.

Для вирішення проблеми паяння титанових сплавів, зокрема, інтерметалідних, вивчені фазовий склад і інтервали плавлення систем Ti-Zr-Mn, Ti-Zr-Fe, Ti-Zr-Co в широких межах концентрацій, вперше побудовані поверхні ліквідусу цих систем. На базі отриманих результатів досліджень створено припої, які дозволили отримати з'єднання за структурою та властивостями близькі до основного металу (Хорунов В.Ф., Максимова С.В., Воронов В.В.).

На основі фундаментальних досліджень системи KF-AlF<sub>3</sub>-K<sub>3</sub>SiF<sub>7</sub> розроблений реактивний флюс, який дозволяє проводити процес паяння алюмінію без введення припою: останній утворюється в процесі змочування флюсом поверхні алюмінію. Створені технологічні процеси паяння різних виробів з даним флюсом для використання в криогеніці, авіації, автомобілебудуванні та інших галузях промисловості. Технологія



В.Ф. Хорунов – д-р техн. наук, завідувач відділу з 1987 по 2016 р., професор (1993), заслужений діяч науки і техніки України (2004), член-кор. НАНУ (2006), лауреат Державної премії УРСР (1988) і премії ім. Є.О. Патона (2008)



Лауреати премії ім. Є.О. Патона: Хорунов В.Ф., Максимова С.В., Сабадаш О.М.

паяння алюмінію з нержавіючої сталлю впроваджена на підприємстві «Кислородмаш» (Одеса). Для низькотемпературного флюсового паяння алюмінію вперше синтезований новий клас комплексних тетрафторборатів (Хорунов В.Ф., Сабадаш О.М., Максимова С.В.).

За цикл робіт в області паяння перспективних матеріалів на основі нікелю, титану і алюмінію співробітникам відділу Хорунову В.Ф., Максимовій С.В., Сабадашу О.М. була присуджена премія ім. Є.О. Патона НАН України (2008 р.).

Відділом виконано ряд спеціальних проектів. Так, було підготовлено і успішно здійснено експеримент (станція «Салют-7», космонавти Л. Кизим і В. Соловійов) з паяння на навколоразомній орбіті (Хорунов В.Ф., Швець В.І.).

Проведені фундаментальні дослідження з вивчення фізико-металургійних особливостей формування нероз'ємних різномірних з'єднань та запропоновано шляхи попередження утворення крихких фаз, що забезпечує високі механічні властивості та довготривалу міцність паяним вузлам в жорстких умовах експлуатації: при високій температурі, нейтронному опроміненні і постійно діючих навантаженнях (Хорунов В.Ф., Максимова С.В.).

Досягнення відділу в області паяння отримали міжнародне визнання і були реалізовані при виконанні низки міжнародних проектів: «Токомак» – зі створення установки термоядерного синтезу; «Копернікус» (ЕС) – в галузі електроніки; паяння інтерметалідних сплавів  $\gamma$ -TiAl з Ліверморською національною лабораторією (США); зі створення технологічного процесу паяння нержавіючих сталей з Національною лабораторією «Сандія» (США).

Великий обсяг досліджень проведений співробітниками відділу в області розробки технології ремонту та виготовлення бурових доліт з алмазно-твердосплавними різцями, в результаті чого вдалося в кілька разів збільшити величину проходки свердловин (Хорунов В.Ф., Стефанів Б.В., Максимова С.В., Сабадаш О.М., Воронов В.В., Ковальчук П.В.). Результати розробки впроваджено на шахті ім. Засядька (Донецьк), НВП «Нафтогазекologia» (Полтава) та ПрАТ «НІКББІ».

З 2016 р. відділ очолює д-р техн. наук С.В. Максимова. Під її керівництвом виконана низка проектів зі створення технологічних процесів паяння перспективних різномірних матеріалів: молибден–нержавіюча сталь (вуглецеві матеріали), Ковар–титан, розроблені наукові основи з пічного реактивно-флюсового паяння алюмінієвих сплавів в контрольованому газовому середовищі, що впроваджено на підприємствах КП СПБ «Арсенал», ПАТ «РАДАР».

Наразі у відділі продовжуються роботи, що охоплюють фундаментальні та прикладні дослідження зі створення і розробки припоїв та прогресивних технологій паяння різних матеріалів, у тому числі жароміцних нікелевих сплавів авіаційного і морського призначення, перспективних інтерметалідних матеріалів нового покоління, сплавів з особливими властивостями, тугоплавких, вуглецевих, твердосплавних матеріалів, кольорових металів, алюмінієвих сплавів, сталей різних марок і різномірних матеріалів.

Результати досліджень з паяння опубліковані в підручнику «Паяння матеріалів» (Єрмолаєв Г.В., Квасницький В.В., Квасницький В.Ф., Максимова С.В., Хорунов В.Ф., Чигарев В.В., 2015), в монографіях «Машиностроение. Энциклопедия. Технология сварки, пайки и резки (Т. III-IV; Патон Б.Е., Хорунов В.Ф., Максимова С.В., Россошинский А.А., Сабадаш О.М., Кучук-Яценко В.С. та ін., 2006); «Основы пайки тонкостенных конструкций из высоколегированных сталей» (Хорунов В.Ф., 2008), «Физико-технические проблемы современного материаловедения» – Хорунов В.Ф., Максимова С.В. (в 2-х т. Т. 1. Ред. кол. И.К. Походня и др.; НАН Украины. Киев, Академперіодика, 2013).

Актуальність і наукова значимість досліджень і розробок, що виконує відділ останніми роками, підтверджують публікації в монографіях, видавництва яких знаходяться за межами України: WPL, Oxford Cambridge, «Advances in brazing. Science, technology and applications» (Хорунов В.Ф., Максимова С.В., Сабадаш О.М. 2013); London, UK, «Welding – Modern Topics» (Максимова С.В., 2021).

За час існування відділу підготовлено 18 кандидатів технічних наук, 2 доктора технічних наук.



Максимова С.В – д-р техн. наук, завідувач відділу з 2016 р., с.н.с., заслужений діяч науки і техніки України (2020), лауреат премії ім. Є.О. Патона (2008), нагороджена відзнакою «За наукові досягнення» НАНУ (2014); ювілейною грамотою НАНУ (2018), медаллю КНР «China Government Friendship Award» (2016), почесний професор машинобудівного науково-дослідного інституту (Чженчжоу, КНР)