

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ СТАТИСТИЧНОЇ ФІЗИКИ
У ПРОБЛЕМАХ ФІЗИКИ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ
В НАУКОВИХ УСТАНОВАХ УКРАЇНИ У 50–60-ТІ РР. XX СТ.****Литвинко А.С., д-р іст. наук***(ІДПІН ім. Г.М. Доброва НАН України)*

В статті висвітлюються теоретичні результати, значущі для розвитку статистичної фізики, які були одержані при розгляді задач фізики металів у відділах дифузії, фазових перетворень та теоретичному відділі Інституту металофізики НАН України академіками Г.В. Курдюмовим, В.М. Свєтніковим, А.А. Смирновим, членами-кореспондентами А.Г. Лесником та М.О. Кривоглазом, профессором С.Д. Герцирієном.

Важливі теоретичні результати, значущі для розвитку статистичної фізики, були одержані при розгляді задач фізики металів в Інституті металофізики НАН України, перш за все у відділах дифузії, фазових перетворень та теоретичному відділі інституту [1-2].

Оскільки важливим етапом в процесі створення матеріалів з високими характеристиками міцності є термічна обробка, то вивчення процесів, пов'язаних з термічною обробкою сплавів, зокрема сталі, стало основним напрямом розвитку фізичного матеріалознавства в Україні. Перші дослідження з фізики металів були проведені в організованому у 1928 р. Українському фізико-технічному інституті в Харкові; потім з 1931 р. розроблялись у його Дніпропетровській філії, на базі якої у 1932 р. було створено Дніпропетровський фізико-технічний інститут ДФТІ; а з 1946 – в Лабораторії металофізики НАН України, яка стала базою для створення у 1955 р. Інституту металофізики НАН України [3-5].



Наприкінці 1944 р. група вчених ДФТІ була переведена до Києва, де було організовано відділ металофізики Інституту чорної металургії АН УРСР. Очолив цей відділ академік НАН України Георгій В'ячеславович Курдюмов, який до війни з 1932 р. завідував рентгєнівською лабораторією Дніпропетровської філії УФТІ,

а потім – відділом рентгенометалографії новоствореного ДФТІ. 15 листопада 1945 р. на базі відділу металофізики Інституту чорної металургії було створено лабораторію металофізики АН УРСР, куди увійшли вчені лабораторії фазових перетворень у металах та сплавах, а також лабораторії кристалізації металів та сплавів довоєнного ДФТІ, разом з відділом дифузії Інституту фізики АН УРСР. Лабораторія металофізики розпочала свою діяльність з 1 січня 1946 р. У 1953 р. до її складу було введено відділ металознавства та лабораторію рентгєноспектрального аналізу Інституту чорної металургії. 1 березня 1955 р. лабораторія металофізики була перетворена в інститут ме-

талофізики НАН України, який очолив Г.В. Курдюмов.

Одним з головних напрямів робіт відділу фазових перетворень, керованого Г.В. Курдюмовим, були дослідження механізму й кінетики фазових перетворень при гартуванні і відпуску сплавів, насамперед фазового переходу мартенситу в аутенсит. Встановлення вченими відділу структури мартенситу і з'ясування характеру його орієнтації відносно вихідної аутенситної фази дали уявлення про бездифузійний характер мартенситного перетворення в сталях. Вченим було з'ясовано, що перестройка ґратки має такий характер, коли атоми зміщуються відносно один одного, не обмінюючись місцями на відстані, що не перевищує міжатомної. Були також виявлені та детально досліджені бездифузійні фазові перетворення в сплавах кольорових металів.

Одним з ключових результатів цих досліджень стало чітке розуміння наявності двох основних процесів, що відбуваються при фазових перетвореннях. Це – дифузійні процеси, які спричиняють перерозподіл концентрації, а також процеси перестройки ґратки. Для вказаних процесів характерна значна різниця швидкостей протікання та їх залежність від температури. Було встановлено, що найзначніші розбіжності під час протікання цих процесів спостерігаються при розпаді твердого розчину аутенситу в сталі та інших евтектоїдних сплавах. Керування процесами розпаду твердого розчину дало можливість одержати набір проміжних станів з тими чи іншими заданими властивостями. Одним з важливих результатів досліджень цього напрямку є встановлення зворотності мартен-

ситних перетворень, що дало підставу розглядати їх як фазові перетворення в однокомпонентних системах. Уперше це явище було докладно вивчене на мідно-алюмінієвих сплавах (Г.В. Курдюмов, В.Н. Гріднєв, Е.З. Камінський, Т.І. Стеллецька), потім на сплавах мідь-олово та мідь-цинк (І.В. Ісайчев), а пізніше було виявлено й для низки сплавів на основі заліза [6-7].

Відомі на той час праці з цього питання давали підставу припустити, що мартенситні перетворення взагалі не підлягають основним законам фазових перетворень. Проте, детально проаналізувавши експериментальний матеріал, накопичений до 1940 р., Г.В. Курдюмов висловив припущення, що ці перетворення також відбуваються шляхом зародження центрів кристалізації й подальшого їх росту. У 1947 р. він видав працю, у якій на основі нових уявлень було пояснено ряд особливостей мартенситного перетворення, вказано умови, при яких швидкість перетворення може бути сповільнена, і висловлені міркування щодо можливості існування пружних кристалів мартенситних фаз. Дослідження перетворень у сплавах мідь-алюміній-нікель, проведені Г.В. Курдюмовим та Л.Г. Хандросом у 1948 р., підтвердили припущення про існування „пружного” росту кристалів мартенситної фази, тобто було відкрито явище термopужної рівноваги при мартенситних перетвореннях (ефект Курдюмова).

Разом з дослідженнями природи механізму кінетики мартенситних перетворень широко досліджувались також процеси відпускання загартованої сталі. Так, було показано (Г.В. Курдюмов, Л.І. Лисак), що розпад мартенситу від-

бувається в дві стадії, які розрізняються механізмом та кінетикою протікання. Вивчався також вплив легуючих елементів на механізм і кінетику розпаду мартенситу при відпусканні загартованої сталі. Було встановлено, що легуючі елементи істотно не змінюють протікання першої стадії розпаду, в той час як швидкість другої стадії розпаду суттєво залежить від природи і кількості легуючих елементів (Г.В. Курдюмов, Л.І. Лисак, Г.Я. Козирський).

Важливі роботи були проведені при вивченні мозаїчної структури та внутрішніх напружень мартенситу, відпущеного при різних температурах. Встановлено (Г.В. Курдюмов, Л.І. Лисак), що для стану високої міцності сталі характерна наявність високих напружень II й III роду і велика дисперсність кристаліків як альфа-твердого розчину, так і карбідної фази. Знеміцнювання сталі супроводжується зняттям спотворень ґраток і збільшенням частинок складових фаз.

Важливі дослідження на монокристалічних зразках (Г.В. Курдюмов, І.В. Ісайчев, М.П. Арбузов) були проведені з метою вивчення процесів карбідоутворення при відпусканні загартованої сталі. Вивчалася кінетика коагуляції цементиту при відпусканні загартованої сталі та вплив легуючих елементів на ці процеси. Зокрема, підтвердилося припущення Г.В. Курдюмова, що мартенсит є пересиченим твердим розчином вуглецю в альфа-залізі, а тетрагональність кристалічних ґраток мартенситу обумовлена не напруженнями, а розчиненим вуглецем (Г.В. Курдюмов, М.П. Арбузов).

Праці Г.В. Курдюмова, його співробітників та учнів у галузі гартування і

відпускання сталі заклали основу наукового обґрунтування процесів термічної обробки сталі. Ці роботи стали базою подальших досліджень відділу фазових перетворень з вивчення процесів зміцнення і знеміцнення сплавів, що відбуваються при термічній і механічній обробках, а також питань фізичної природи жароміцності сплавів, створення нових типів конструкційних перетворень та сплавів з “пам’яттю форми” [8-9]. Відкриття явища термопружної рівноваги фаз обумовило унікальні фізико-механічні властивості, – ефекти пам’яті форми, надпружності, аномально високої демпфуючої здатності; встановлення механізму впливу включень, структурних неоднорідностей, зовнішніх пружних полів, тиску, багатократних імпульсних навантажень, термоциклування і інших зовнішніх чинників на особливості мартенситних перетворень, що дозволило істотно розширити застосування на практиці матеріалів з вказаними вище унікальними властивостями. Роботи Г.В. Курдюмова ініціювали розвиток досліджень з фізики металів на заводах і у вузах Придніпров’я. Так, у Дніпропетровському університеті він організував перші в Радянському Союзі кафедру металофізики (1934) і рентгенологічну лабораторію (1935).

Один з учнів В.І. Данилова член-кореспондент НАН України Андрій Герасимович Лесник також продовжував роботу в Інституті металофізики НАН України, де з 1955 до 1987 керував відділом фізики плівок. Вчений у 1940 р. закінчив Київський університет та у 1947 р. – аспірантуру кафедри металофізики. З 1947 р. працював в Інституті металофізики, у 1947–1954 рр.

викладав у Київському університеті та Київському політехнічному інституті, з 1958 р. – професор, з 1976 р. – член-кореспондент НАН України [10]. Наукові праці А.Г. Лесника стосуються побудови статистичної теорії сплавів та фізики магнітних явищ. Він розробив статистичну теорію фазових перетворень у бінарних сплавах, теорію розпаду твердих розчинів, теорію магнітної анізотропії та статистичну теорію магнітної сприйнятливості реальних плівок.

Уявлення, розвинуті А.Г. Лесником в теорії термодинамічних властивостей бінарних сплавів, дали змогу пояснити ряд їх характерних особливостей. Так, було показано, що між атомами компонент можливий перерозподіл електронів, який обумовлює появу електростатичних сил взаємодії, що, в свою чергу, впорядковують структуру сплаву. Роботи А.Г. Лесника з теорії поліморфних перетворень у сплавах заліза та розрахунки діаграм стану деяких бінарних систем узагальнено в його монографії “Моделі міжатомної взаємодії в статистичній теорії сплавів” [11].

Даний підхід А.Г. Лесником було застосовано для дослідження магнітних плівок. Це дозволило дати статистичне тлумачення магнітних властивостей та впливу неоднорідностей наведеної магнітної анізотропії на феромагнітний резонанс, створити магнітостатичну теорію наведеної магнітної анізотропії, яка виникає при термомагнітній обробці та холодній пластичній деформації феромагнетиків, встановити роль структурних дефектів ґратки в утворенні наведеної магнітної анізотропії [12-13]. Ці результати були узагальнені в монографії “Наведена магнітна анізотропія”

[14] та використані при розробці промислової технології виготовлення матриць пам’яті на тонких плівках. Було також розроблено методику спостереження електронно-ядерної взаємодії в тонких магнітних плівках. Уперше експериментально відкрито та досліджено явище подвійного резонансу ФМР–ЯМР, що свідчило про перспективність використання явища спінового відлуння в радіотехніці.

Ще один важливий науковий напрям було започатковано в організованому у 1946 р. відділі дифузії Лабораторії металофізики під керівництвом професора Соломона Давидовича Герцріке-на, який вивчав рентгенівські промені, дифузію металів, виникнення та рухомість дефектів. Йому також належить винахід скла, прозорого для м’яких рентгенівських променів, що дало змогу СРСР у 30-40 рр. XX ст. розпочати виробництво запаяних рентгенівських трубок, а не ввозити їх із-за кордону.

Зіменем С.Д. Герцріке-на пов’язаний початок фізики металів у Києві з 1930 р. у відділі рентгенівських променів Інституту фізики (пізніше називався відділом дифузії, потім – металофізики), який він очолював. Цією тематикою С.Д. Герцрікен продовжував займатись в Інституті металофізики.

С.Д. Герцрікен закінчив Київський університет (1926 р.) та аспірантуру в 1929 р. Вже у 1927 р. в «Українських фізичних записках» було видано його першу працю у співавторстві з В.Є. Лашкарьовим «Камера для дебаєграм зі зразків довільної форми». З 1928 р. до 1932 р. він працює доцентом Індустріального інституту (Київський політехнічний інститут), а у 1931 р. створює та очолює кафедру рентгено-

металофізики в Київському університеті. Основним напрямом роботи керівного С.Д. Герцрікеном відділу дифузії Інституту металофізики було вивчення чинників, що впливають на процеси дифузії, удосконалення існуючих методів дослідження, а також розробка нових методів. Так, вивчаючи явища дифузії в металах, вчені ставили завдання з'ясувати головні фактори, що характеризують процес дифузії у двокомпонентних сплавах. Виявилось, що це енергії та ентропії активації. Досліджувались також трикомпонентні сплави, зокрема, срібні та мідні, в тому числі й за допомогою радіоактивних ізотопів [15]. Так, для деяких металів і сплавів було докладно розглянуто питання про кількість вакансій, енергію їх утворення та руху, визначено розподіл дислокацій, їх щільність та енергії руху в деформованих і термічно оброблених зразках [16-20].

С.Д. Герцрікеном та І.Я. Дехтярем удосконалено метод дослідження дифузії випаровуванням у вакуумі, який застосовується у тих випадках, коли одна зі складових має відносно високу пружність пари в області досліджуваних температур. На той час існуючі методи дослідження коефіцієнта дифузії на межах мали істотний недолік, оскільки визначення носили відносний характер: даний параметр визначався за допомогою коефіцієнта дифузії в зерні та ширину межі, яка довільно обиралася рівною $5 \cdot 10^{-8}$ см. У відділі С.Д. Герцрікена ж було розроблено новий спосіб визначення абсолютного значення коефіцієнта межевої дифузії за методами кінцевої задачі, який дав змогу оцінити ширину межі між зернами. Отже, це дало можливість з'ясувати роль горо-

фільних домішок, які концентруються на межах, а також горофобних, що, відходять з меж у глибину зерна.

Під керівництвом С.Д. Герцрікена було розроблено також метод дослідження дифузії в суміші двох фаз. Зазвичай деталі, що мають підвищену температуру (при якій помітну роль відіграє рухомість атомів), знаходяться під навантаженням, а тому швидкість процесів, які відбуваються в них, порівняно з ненавантаженими деталями змінюється. У відділі було проведено дослідження впливу осьових напружень (І.Я. Дехтяр) на параметри дифузії, зокрема, показано, що швидкість дифузії при осьових напруженнях зростає приблизно в 10–15 разів. Вивчення впливу всебічного стиску на самодифузію цинку (С.Д. Герцрікен) показало, що при тиску в 100 кг/см² енергія активації зменшується, а коефіцієнт дифузії зростає. У металах найчастіше відбувається дифузія через вакансії, де енергія активації самодифузії дорівнює сумі енергії утворення вакансій та енергії активації їх руху. Ці дослідження були підсумовані в монографії С.Д. Герцрікена та І.Я. Дехтяря у 1960 р. «Дифузія в металах та сплавах у твердій фазі» [21].

С.Д. Герцрікеном із співробітниками було розроблено також метод визначення з кривих лінійного розширення енергії утворення вакансій, проведені систематичні дослідження впливу домішок на параметри дифузії внаслідок зміни складу сплавів, валентності елементів, атомного радіуса, а також розроблено теорію направлених валентностей у ковалентних сполуках.

Ряд досліджень у цьому відділі (І.Я. Дехтяр) присвячувався вивченню ха-

рактеру міжатомної взаємодії у сплавах на основі металів групи заліза, а також теоретичним питанням повзучості і міцності металів при високих температурах. Зокрема, встановлено, що зростання твердості металів внаслідок пластичної деформації пов'язано із збільшенням дислокацій, яка вимірюється за зміною об'єму при відпаді деформованих металів (С.Д. Герцрікен, Н.Н. Новиков).

Започаткована С.Д. Герцрікеном тематика розробляється його учнями і послідовниками у таких напрямках, як дослідження межової (об'ємної) дифузії; параметрів дифузії на стаціонарних межах зерен; параметрів дифузії на рухомих границях зерен; параметрів поверхневої дифузії; аномального масоперенесення за нестационарних умов; параметрів дифузії у металевих сплавах з нетрадиційними (квазі-, нанокристалічною) структурами. Це, перш за все, професор Л.Н. Ларіков і останній аспірант Соломона Давидовича, доктор фіз.-мат. наук, професор В.М. Фальченко.

Слід зазначити, що у 1953 р. з Інституту чорної металургії НАН України в Лабораторію металофізики було переведено відділ металознавства, очолюваний академіком НАН України Василем Миколайовичем Свечниковим. Основним напрямом праці відділу були дослідження фазових рівноваг дво- і трикомпонентних металевих систем з метою пошуку композицій, придатних для високотемпературної експлуатації. Паралельно у контакті з Міністерством чорної металургії у зв'язку з керченською проблемою використання арсенистих руд, вивчалися сплави залізо-арсен та залізо-арсен-

вуглець. З робіт В.М. Свечникова теоретичного характеру у першу чергу слід зазначити роботи із систематики даних про вплив легуючих елементів на поліморфізм заліза, а також роботу В.М. Свечникова і А.Г. Лісника „До теорії поліморфізму заліза” 1956 р.

Надзвичайно важливими для розвитку методів статистичної фізики стали роботи теоретичного відділу Інституту металофізики, який було створено у 1950 р. Від дня заснування та до 1987 р. відділом керував академік НАН України Адріан Анатолійович Смирнов. Великий цикл наукових праць А.А. Смирнова стосується теорії твердого тіла та фазових переходів у недосконалих металевих кристалах. Він розвинув теорії руху електрона в кристалічній ґратці та електронного енергетичного спектру сплавів, що впорядковуються (1947), квантову теорію електроопору металів і сплавів, статистичну теорію впорядкування і дифузії у металах і сплавах, зокрема, в сплавах впровадження. Передбачив ефект впливу впорядкування сплавів на дифузію та електронний спектр, встановив принципову можливість при впорядкуванні переходу між металічним та неметалічним типами твердих тіл (1954). Побудував теорії розпаду сплавів, які містять у собі домішки на вузлах і міжвузлях кристалічної ґратки (1955), фазових переходів «порядок – хаос» у сплавах з кількома надструктурами при високих тисках (1974), спільно з С.В. Вонсовським розвинув теорію розсіяння повільних нейтронів в упорядкованих сплавах, теорії в'язкості та дифузії в рідких і аморфних металах. Запропонував новий метод дослідження форми поверхні Фермі в металах і сплавах (1959), теорію

розсіяння світла полем електричних зарядів, при цьому вперше одержав спостережуваний ефект розсіяння гамма-променів на атомних ядрах.

Перш за все слід відзначити започаткований А.А. Смирновим науковий напрям з впорядкування атомів у сплавах, у рамках якого ним було розвинуто статистичну теорію впорядкування та його вплив на різні властивості сплавів, досліджено перебудову енергетичного спектра електронів провідності, яка виникає при впорядкуванні, передбачено новий важливий якісний ефект можливої появи щілини в енергетичному спектрі сплавів при виникненні дальнього порядку. Ця теорія стала основою для досліджень оптичних, фотоелектричних, магнітних та інших властивостей сплавів. Зокрема, було передбачено можливість фазового переходу з утворенням упорядкованого розташування проникних атомів в міжвузлях кристалічної ґратки [22-23]. Пізніше ці ідеї одержали подальший розвиток у зв'язку з явищем "плавлення в підґратці". Учнями А.А. Смирнова також вперше був проведено статистико-термодинамічний аналіз, на базі якого встановлено всі можливі типи термодинамічно стійких надструктур впровадження на основі щільно упакованих металів (В.Н. Бугаєв, В.А. Татаренко, Р.В. Чепульский).

А.А. Смирнов та М.О. Кривоглаз приділяли значну увагу розвитку молекулярно-кінетичної та термодинамічної теорії металів та сплавів, побудували теорію діркоутворення і дифузії атомів у впорядкованих сплавах. За цією теорією вперше було враховано статистичний розкид висот потенціальних бар'єрів, вона дала змогу передба-

чити низку особливостей залежно від параметрів дифузії – температури та концентрації, які виникають при упорядкуванні [24-26]. Ці особливості згодом були виявлені експериментально.

Розвинуто також теорію самодифузії за допомогою уявлень про дірковий механізм у бінарних і потрійних неупорядкованих сплавах. М.О. Кривоглаз, крім того, передбачив ефект подавлення критичних флуктуацій при наявності далекодійних сил, запровадив поняття про флуктуони та розробив їх теорію. А.А. Смирнов розробив теорію дифузії та термодифузії у сплавах впровадження при великих концентраціях включених атомів та за міжвузлями різного типу ґратки металу, а також теорію фазових перетворень зі зміною порядку в системі включених атомів, які займають нееквівалентні положення у ґратці. Ним побудовано також не пов'язану з квазікристалічним наближенням теорію дифузії та в'язкості в рідких металах, яка привела до нового типу температурних залежностей коефіцієнтів самодифузії та в'язкості, що добре узгоджуються з експериментом. Учений також вперше створив послідовну молекулярно-кінетичну теорію сплавів віднімання, пояснив основні експериментально спостережувані особливості структурних та термодинамічних властивостей цих сплавів. Ним було розвинуто теорію дифузійних процесів у плівках оксидів на металах та сплавах, яка пояснила механізм захисної дії таких плівок при їх окисленні. Учнями А.А. Смирнова була розвинута строга статистична теорія високоенергетичних квазічастинок у багатокомпонентних неупорядкованих системах, упорядкованих сплавах

та кристалах з дефектами різного типу. На її основі передбачено та вперше теоретично описано нові фундаментальні фізичні явища: явище екстинкції внаслідок розсіювання на викривленнях, а також порушення в монокристалах відомого з кінематичної теорії розсіювання закону збереження повної інтегральної відбивної здатності, яка виявилася дуже інформативною величиною. Передбачено також ефекти аномального проходження та екстинкції для некогерентної складової хвильового поля квазічастинок, які знайшли широке застосування (В.Б. Молодкін, М.Є. Осиновський, С.І. Олиховський).

У відділі розвивалася й теорія фазових перетворень. Було досліджено вплив домішки третього елемента на розпад сплавів і з'ясовано деякі особливості фазових переходів II роду. Розроблено метод точок розгалуження кривої рівноваги (що не передбачав тип ґратки у впорядкованому стані), за допомогою якого можна було досліджувати фазові переходи типу порядок-хаос та порядок-порядок у сплавах з декількома фазовими перетвореннями і передбачати тип надструктур, що з'являються при пониженні температури. З'ясовано вплив на впорядкування різних факторів, зокрема, показана можливість появи двох точок фазового переходу порядок-хаос при монотонній зміні тиску (А.А. Смирнов, В.В. Гейченко); побудовано теорію, в якій враховано взаємний вплив двох колективних явищ – спінового впорядкування в антиферомагнітних тілах та атомного впорядкування. Дана теорія виявила можливість ряду характерних особливостей, пов'язаних із взаємним впливом впорядкування та намагні-

чення у сплавах (зміна температур фазових переходів, особливості діаграми стану тощо).

Великий обсяг досліджень теоретичного відділу було присвячено побудові теорії електроопору сплавів, які мають різні дефекти кристалічної будови. У працях А.А. Смирнова, М.О. Кривоглаза, З.А. Матисіної та А.І. Носарь було розвинуто багатоелектронну теорію остаточного електроопору багатокомпонентних упорядкованих сплавів перехідних металів з неперехідними металами, яка добре узгоджувалась з дослідом, встановлено залежність опору від складу сплаву, параметрів дальнього порядку, кореляції та величин, які характеризують різного роду викривлення кристалічної ґратки. Досліджено електроопір періодичних модульованих структур, що значною мірою визначають міцність сплавів, та запропоновано простий метод визначення важливих характеристик таких структур (амплітуди коливань, складу тощо).

Слід вказати на проведені теоретичним відділом дослідження з теорії розсіювання рентгенівських променів та повільних нейтронів. У працях В.В. Гейченка, В.М. Даниленка, М.О. Кривоглаза, З.Я. Матисіної, Д.Р. Різдвянецького та А.А. Смирнова було розвинуто статистичну кінематичну теорію розсіювання сплавами різного типу хвиль та теплових нейтронів. Ця теорія дає можливість визначати характер мікронеоднорідностей складу, які впливають на практично важливі властивості сплавів, і знаходити деякі енергетичні константи міжатомної взаємодії. На основі побудованої теорії нейтронографії сплавів з урахування дальнього порядку, кореляції, геоме-

тричних дефектів та ефектів магнітного розсіювання, було також розроблено нейтронографічний метод дослідження дефектів будови сплавів.

Використовуючи метод флюктуаційних хвиль, М.О. Кривоглаз та К.П. Рябошапка проаналізували розсіювання рентгенівських променів на статичних викривленнях та критичне розсіювання; запропонували класифікацію дефектів за створюваними ними рентгенографічними ефектами; дослідили розсіювання на дислокаціях. М.О. Кривоглаз та А.А. Смирнов також розробили новий метод дослідження форми поверхні Фермі в металах та сплавах, заснований на вивченні кутового розподілу квантів, які утворюються при анігіляції позитронів з електронами провідності в монокристалічних зразках. Перевагою цього методу було те, що він не вимагав, на відміну від інших загальновідомих методів, застосувань магнітних полів та низьких температур. Результати А.А.Смирнова відображені у численних наукових працях, серед яких три монографії та одна науково-популярна книга [26-29].

Нині Інститут металофізики НАН України продовжує фундаментальні дослідження на молекулярному та електронному рівнях природи структурних змін та фазових перетворень, які виникають у металевих матеріалах та сплавах за особливих умов (низькі та високі температури, високий тиск та вакуум, невагомість, космічна радіація) та станах (плівки, поверхневі шари, аморфні стрічки, нано- та квізистали, надпровідники, високодисперсні матеріали та наноструктури) під дією різних факторів (радіаційне та ультразвукове опромінення, ударні на-

вантаження, циклічні механічні та теплові впливи, агресивні середовища, швидкісні нагрівання) та встановлення їх зв'язку зі спостережуваними фізичними властивостями.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герцрикен С.Д., Дяхтяр И.Я. Диффузия в металлах и сплавах в твердой фазе / С.Д.Герцрикен, И.Я.Дяхтяр. – М.: Гостехиздат, 1960. – 564 с.
2. Институт металлофизики. – Киев: Наук.думка, 1985. – 36 с.; Институт металлофизики им. Г.В.Курдюмова. – Киев: Наук.думка, 2000. – 174 с.
3. 50 лет харьковскому физико-техническому институту. – К.: Наук.думка, 1978. – 320 с.
4. Харьковский физико-технический институт. – К.: Наук. думка, 1978. – 143 с.
5. Физтех–60. Люди и судьбы. – Днепропетр. ун-т, 2000. – 420 с.
6. Курдюмов Г.В. Днепропетровский физико-технический институт / Г.В.Курдюмов, А.Э. Малиновский // Науч.-исслед. Ин-ты тяжелой пром. – ОНТИ НКТП. – 1936.
7. Смирнов А.А. Теория сплавов внедрения / А.А.Смирнов. – М.: Наука, 1979. – 380 с.
8. Смирнов А.А. Теория диффузии атомов в сплавах / А.А.Смирнов, М.А.Кривоглаз // Успехи физ. наук. – 1955. – Т3. – С.55.
9. Смирнов А.А. Теория электросопротивления сплавов / А.А.Смирнов. – Киев: Изд-во АН УССР, 1960.
10. Особова справа члена-кореспондента НАН України Лесника Андрія Герасимовича // Архів Президії НАН України. – Ф.251. – Оп.632. – Спр.№18.
11. Лесник А.Г. Модели межатомного взаимодействия в статистической теории сплавов / А.Г.Лесник. – М.: Физматгиз, 1962. – 87 с.
12. Лесник А.Г. Статистическая трактовка магнитных свойств. Ч.І / А.Г.Лесник //

- Физика металлов и материаловедение. – 1969. – Т.27. – №6. – С.1000.
13. Лесник А.Г. Статистическая трактовка влияния неоднородностей анизотропии на ферромагнитный резонанс / А.Г. Лесник / Физика металлов и материаловедение. – 1969. – Т.28. – №1. – С.84.
 14. Лесник А.Г. Наведенная магнитная анизотропия / А.Г.Лесник. – К.:Наук. думка, 1976. – 160 с.
 15. С.Д.Герцрикен, Н.Н.Новиков // Вісник Київського ун-ту, сер.фіз. та хім. – 1958. – №1, вип.1
 16. Герцрикен С.Д., Новиков Н.Н. // Укр. фіз. журн. – 1959. – Т.4. – С.640.
 17. Герцрикен С.Д., Новиков Н.Н. // Изв. вузов, фізика. – 1960. – №2.
 18. Герцрикен С.Д., Новиков Н.Н., Горидько М.Я. // Укр. фіз. журн. – 1961. – Т.6. – №2.
 19. Герцрикен. С.Д., Рево А.Д. // Укр. фіз. журн. – 1961. – 6. – №3.
 20. Ткаченко Ф.К. // Укр. фіз. журн. – 1961. – 6. – №4.
 21. Герцрикен С.Д., Дяхтяр И.Я. Диффузия в металлах и сплавах в твердой фазе / С.Д.Герцрикен, И.Я.Дяхтяр. – М.: Гостехиздат, 1960. – 564 с.
 22. Смирнов А.А. Теория окисления сплавов / А.А. Смирнов // Журн. эксперим. и теорет. физики. – 1944. – Т.14. – С.46.
 23. Смирнов А.А. Теория гальваномагнитных эффектов в упорядочивающихся сплавах / А.А.Смирнов // Изв.АН СССР. – 1947. – Т.11. – С.507.
 24. Смирнов А.А. Теория сплавов внедрения / А.А.Смирнов.– М.: Наука, 1979. – 380 с.
 25. Смирнов А.А. Теория диффузии атомов в сплавах / А.А.Смирнов, М.А.Кривоглаз // Успехи физ. наук. – 1955. – Т.3. – С.55.
 26. Кривоглаз М.А. Теория упорядочивающихся сплавов / М.А.Кривоглаз, А.А.Смирнов. – М.: Физматгиз, 1958. – 388 с.
 27. Смирнов А.А. Теория электросопротивления сплавов / А.А.Смирнов. – Киев: Изд-во АН УССР, 1960.
 28. Смирнов А.А. Молекулярно-кинетическая теория металлов / А.А.Смирнов. – М.:Наука, 1966. – 488 с.
 29. Смирнов А.А. Физика металлов (современные представления о природе металлов) / А.А.Смирнов. – М.:Наука, 1971. – 112 с.

Литвинко А.С. Применение методов статистической физики в проблемах физики металлов и сплавов в научных учреждениях Украины в 50-60 е гг. XX ст. В статье освещаются теоретические результаты, значимые для развития статистической физики, которые были получены при рассмотрении задач физики металлов в отделах диффузии, фазовых превращений и теоретическом отделе Института металлофизики НАН Украины академиками Г.В. Курдюмовым, В.М. Свечниковым, А.А. Смирновым, членами-корреспондентами А.Г. Лесником и М.А. Кривоглазом, профессором С.Д. Герцрикеном.

Lytvynko A.S. Applications of statistical physics to problems of physics of metals and alloys in the scientific institutions of Ukraine in the 50-60-th of XX century. The article highlights the theoretical results relevant for the development of statistical physics, which were obtained when considering the problems of physics of metals in the departments of diffusion, phase transitions and the theoretical department of the Institute for Metal Physics NAS of Ukraine by academicians G.V. Kurdyumov, V.M. Svechnikov, A.A. Smirnov, member-correspondent A.G. Lesnyk and M.O. Krivoglaz, professor S.D. Hertsriken.