

## **З ІСТОРІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ З ФІЗИКИ ПЛАЗМИ І КЕРОВАНОГО ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗУ В ХАРКОВІ**

*Товмаченко В.М.*

*Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН (м. Київ)*

Шляхи прогресу у природознавстві і техніці іноді бувають непередбачуваними. Прикладом цього може слугувати історія розвитку досліджень з фізики плазми і керovanого термоядерного синтезу (КТС). Поштовхом до виникнення даного напрямку у 50-х рр. ХХ ст. слугувало розуміння того, що запаси органічного палива обмежені і їх вистачить не надовго. Ця обставина стимулювала пошук нових енергоджерел. Великі надії покладались на термоядерний синтез, який у перспективі може дати змогу одержати екологічно чисте, практично безпечне та невичерпне джерело енергії. Крім того, на основі гібридної схеми «синтез–ділення» можна запропонувати новий підхід до забезпечення паливного балансу масштабної ядерної енергетики й утилізації відпрацьованого ядерного палива. Перший експериментальний термоядерний реактор нині будують у французькому містечку Кадараш поблизу Марселя в рамках одного з найграндіозніших міжнародних проєктів, у реалізації якого беруть участь США, Росія, Євросоюз, Японія, Китай, Південна Корея та Індія. Основним завданням цього проєкту є досягнення стаціонарної термоядерної реакції дейтерію і тритію з виділенням енергії на рівні 500 МВт, що заплановано здійснити у 2018 р. після введення реактора в експлуатацію. Надзвичайно цікавим класом ядерних реакцій є реакції злиття, синтезу легких ядер з утворенням ядер важчих і виділенням енергії. Реакції проходять при дуже високій температурі, звідси їх назва «термоядерні». «Пальне» знаходиться в стані плазми, іонізованого газу ізотопів водню (дейтерію, тритію). Така реакція в 1953 р. була здійснена в СРСР у вигляді надпотужного вибуху термоядерної («водневої») бомби. Завдання фізики плазми як науки знайти умови мирного використання енергії термоядерних реакцій. Так в світі з'явилася проблема КТС – керований термоядерний синтез.

Це нинішній стан проблеми КТС. А починались дослідження з фізики плазми в 50-х рр. минулого століття, зокрема, вперше в Україні, в Харківському фізико-технічному інституті (ХФТІ) під керівництвом К.Д. Синельникова з ініціативи І.В. Курчатова. Теоретичні передумови до появи досліджень у фізиці плазми містилися в низці фундаментальних робіт, виконаних в УФТІ Л.Д. Ландау (1936), А.І. Ахієзером і Я.Б. Файнбергом (1948), А. І. Ахієзером і Л.Е. Паргаманніком в наступні роки. З 1966 р. всі роботи з фізики плазми та проблеми УТС в ХФТІ очолював учень академіка К.Д. Синельникова В.Т. Толоч. У ході виконання завдання академіка І.В. Курчатова в інституті була розроблена і споруджена серія великих установок – стелараторів типу «Ураган» для магнітного утримання високотемпературної плазми. Успіхи ХФТІ стимулювали успішний розвиток досліджень стелараторів у Німеччині та Японії.

Дослідження стаціонарного утримання плазми почали проводитись в електромагнітних пастках ще з 1950 р., що знаменувало розвиток термоядерних досліджень у СРСР. Харківські фізики були на передньому краї цих досліджень. На жаль, суттєвих досягнень в утриманні плазми не було досягнуто. Проблема виявилась надто складною. Інтенсивна робота з дослідження фізики плазми і проблеми КТС дала результати у супутніх напрямках. Так, було споруджено унікальний квазістаціонарний прискорювач високоенергетичних потоків плазми, який використовується для вивчення взаємодії плазми з поверхнею твердих тіл. Широке впровадження в промисловості у т.ч. за кордоном набула розроблена у відділенні фізики плазми іонно-плазмова технологія нанесення покриттів на установках «Булат», значно підвищує зносостійкість різального інструменту і деталей машин. Тисячі «Булатів» виготовлені за спеціальними постановами урядів СРСР і України. Плазмова електроніка (ХФТІ, ХНУ) – новий напрям у фізиці плазми, заснований академіком Я.Б. Файнбергом і успішно розвивається учнями його школи. Дослідження мають важливе наукове і прикладне значення. Вивчається широке коло явищ, пов'язаних з колективними процесами, які виникають при взаємодії потоків заряджених частинок з плазмою. Розроблено новий спосіб нагріву плазми – турбулентний (відкриття № 112), способи генерування надвисоких частот, нові ефективні методи прискорення елементарних частинок. Ці дослідження проводяться в Інституті плазмової електроніки і нових методів прискорення (директор – проф. А.М. Єгоров) ННЦ «ХФТІ».

Кафедра фізики плазми (завідувач кафедри проф. В.І. Муратов) фізико-технічного факультету ХНУ по суті веде свою історію ще з 1936 р., коли професор К.Д. Синельников почав керувати кафедрою електронних і іонних процесів на фізичному факультеті університету. Ще в кінці 40-х рр. минулого століття в низці провідних вузів Харкова, Києва, Дніпропетровська було запроваджено підготовку фахівців з проблем ядерної енергетики. Зокрема, на фізико-математичному факультеті Харківського університету було відкрите ядерне відділення, на якому готувались спеціалісти для ХФТІ і інших інститутів. У 1956 р. К.Д. Синельников ініціював роботи з фізики газового розряду, зондовим вимірам параметрів плазми, почав читати курс фізики плазми. У 1962 р. кафедра фізики плазми була офіційно представлена в штатному розкладі ХДУ. Її першим завідувачем був професор К.Д. Синельников, співробітниками: Г.А. Мілютін, С.А. Тіктін, А.П. Страшко, Є.І. Єрмолович, сумісниками: Е.С. Боровик та Б.Н. Руткевич. Тематика кафедри природним чином погоджувалася з програмою робіт у ХФТІ, де К.Д. Синельников керував дослідженнями у відділі фізики плазми. У 1966–1971 рр. кафедрою за сумісництвом завідував В.Т. Толок. На кафедрі вивчалася взаємодія плазми з поперечним магнітним полем, її поведінка в схрещених електричному і магнітному полях, досліджувалися колективні процеси в потужнострумовому газовому розряді, розроблялися способи нанесення покриттів різного призначення. Зокрема, запропоновано новий спосіб нанесення зміцнюючих покриттів на матеріали з низькою температурою

відпустки. Цим закладено основи «тонкої», атомно-іонної металургії, створення нових матеріалів на рівні елементарних частинок.

## **АВТОР ВІДКРИТТЯ ЯВИЩА ХЕМОСИНТЕЗУ (ДО 160-РІЧЧЯ МІКРОБІОЛОГА СВІТУ СЕРГІЯ ВІНОГРАДСЬКОГО)**

*Шендеровський В.А.*

*Інститут фізики НАН України (м. Київ)*

Сергій Виноградський гетьманського роду, всесвітньо відомий мікробіолог, один із основоположників загальної і ґрунтової мікробіології, першовідкривач явища хемосинтезу, який є дещо іншим порівняно з фотосинтезом способом утворення органічної речовини. Цей процес відбувається у темряві за рахунок енергії окислювально-поновлювальних реакцій.

Сергій Виноградський народився 13 вересня 1856 р. у Києві, мати Сергій – Наталя Скоропадська, а батько – нащадок отамана Виноградського.

Наполеглива праця у ділянці дослідження фізіології рослин привела молодого науковця, який 1881 р. закінчив університет, до успіху – вже восени 1884 р. Виноградський отримує диплом магістра від Ботанічного відділення Петербурзького університету. Але його вабить краще устаткування в лабораторіях Європи, і він переходить до Страсбурзького університету, де головою Ботанічного відділення працював всесвітньо відомий німецький ботанік А. де Барі, який встановив роль паразитичних грибків у захворюваннях вищих рослин.

Кінець XIX ст. був багатим на епохальні відкриття, відбулися відкриття і у ділянці мікробіології. Свій внесок зробив і молодий вчений Сергій Виноградський, який відкрив новий, до того часу невідомий, біологічний спосіб використання енергії для синтетичних потреб клітин – живих і вільноживучих організмів, автотрофів-бактерій, спроможних синтезувати своє тіло і розмножуватися завдяки виключно неорганічним сполукам, таким як сірка, залізо, азот, вуглекислий газ і т.ін.

У 1889 р. Виноградський розпочинає у Цюрихському університеті нову серію дослідів з нітрифікуючими бактеріями. І впродовж двох років вчений розв'язує одну із найважливіших проблем тогочасної мікробіології, та і природничих наук загалом. Унікальність цих бактерій полягала в тому, що, окислюючи амоній на нітрит, вони використовували одержану при цьому енергію для асиміляції атмосферного двоокису вуглецю та інших реакцій, потрібних для клітин рослин. Цей процес був надзвичайно важливим у ділянці метаболізму рослин, трансформації речовин у ґрунтах, процесах забруднення довкілля. Як зазначив винахідник стрептоміцину Сельман Ваксман (його також, до речі, народила українська земля), це принесло Виноградському «престиж, який до нашого часу залишився неперевершеним»...

У 1930–1932 рр. Виноградський, працюючи уже в Інституті Луї Пастера,