

КАФЕДРА КРІОГЕННОЇ ТЕХНІКИ: ІСТОРІЯ ТА СУЧАСНІСТЬ

1. Технологічна колиска холоду

Важко було в ті роки «передбачити, як наше слово відгукнеться». Але ще складніше було уявити у 1922 р., на що конкретно перетвориться створений 100 років тому за наказом Наркомпросу України навчальний заклад із дещо оригінальною назвою – Одеський вищий технікум загальної та прикладної хімії.

Така назва, – вищий технікум, – тоді використовувалася для навчальних закладів вузької спеціалізації. Його створили на основі хімічних та фізичних факультетів Одеського університету та Одеського політехнічного інституту. Додатково технікуму тимчасово було передано хімічний та фізичний корпуси університету.

У технікумі після низки реорганізацій працювало багато відомих вчених. З 16-ти докторів наук та професорів, які приступили до роботи в ньому, зазначимо лише деяких: член-кореспондент АН СРСР, д.т.н., професор П.І. Петренко-Критченко; д.ф.-м.н., професор Є.О. Кирилов; член-кореспондент АН УРСР, д.х.н., професор Є.С. Бурксер. До речі, останній багато років був директором технікуму.

У технікумі в процесі його розвитку став виявлятися інтерес до холодильного обладнання. На засіданні навчального комітету 01.02.1923 р. обговорювалася пропозиція, як відмічалось у переліку питань, про запровадження викладання холодильних основ на прикладному відділенні. Вирішили організувати вивчення основ холодильної техніки як обов'язкову дисципліну. Створена кафедра стала міжвузівською структурою.

Після 1929 р. на базі технікуму було створено два навчальні заклади. Один із них передбачали розмістити за адресою: вул. Дворянська (вул. Петра Великого – раніше), 1/3. Цей інститут став називатися Одеським технологічним інститутом консервної промисловості (ОТІКП). Для нього у 1935-38 рр. за цією адресою звели монументальну будівлю інституту.

...Після війни прискорено відновлювали будівля закладу, створювали нові аудиторії та лабораторії. У 1948 р. Мінвуз України рекомендував Володимира Сергійовича Мартиновського на посаду ректора ОТІКП.

2. Біля джерел холодильної справи

Новий ректор був чудово підготовлений до того, щоб очолити інститут, вивести його на більш високий рівень, що вимагала задумана ним підготовка холодильщиків. У нього для цього був досвід організації навчальної та наукової роботи, який він набув ще за довоєнних років в Одеському інституті інженерів водного транспорту.

В ОТІКП в 1948 р. він прийшов із практично завершеною докторською дисертацією з проблеми «Термодинамічний аналіз холодильних циклів». Її захист успішно пройшов у 1950 р. у Ленінградському технологічному інституті холодної та молочної промисловості.

Серйозні зміни стали відбуватися в ОТІКП у зв'язку з приходом нового ректора. На додачу до добре організованого навчання в ньому за харчовими та консервними технологіями згідно з наказом Мінвузу СРСР від 22.12.1949 р., почали готувати і інженерів з холодильних машин та установок.

У стислі терміни В.С. Мартиновським було створено холодильний факультет. Заняття на ньому розпочалися 1 січня 1950 р. З цього моменту заклад став називатися Одеським технологічним інститутом харчової та холодної промисловості (ОТІХП).

З перших днів своєї діяльності на посаді ректора В.С. Мартиновський займався формуванням студентського контингенту, з якого відбиралися найбільш здатні до роботи в



Рис. 1. Д.т.н., професор В.С. Мартиновський, який керував закладом у 1948-1973 рр.

інституті; він також залучав для викладання знаючих та здібних фахівців.

З перших днів своєї діяльності на посаді ректора В.С. Мартиновський займався формуванням студентського контингенту, з якого відбиралися найбільш здатні до роботи в інституті; він також залучав для викладання знаючих та здібних фахівців.

Повертаючись знову до холодильного факультету, зауважимо, що на нього для продовження навчання було запрошено деяких студентів старших курсів технологічного та механічного факультетів. У порядку переведення з інших навчальних закладів для комплектації факультету було прийнято 53 студенти. Загалом у 1949/1950 навчальному році на факультеті вже навчалось на чотирьох курсах 313 студентів.

Майже одночасно з В.С. Мартиновським до інституту прийшли В.Ф. Чайковський, Є.П. Чек, Л.З. Мельцер, Б.А. Мінкус. Було організовано дві основні спеціальні кафедри. Кафедру холодильних машин очолив В.С. Мартиновський, а на завідування кафедрою холодильних установок було запрошено одного з відомих холодильників – С.Г. Чукліна.

Для виконання зростаючого обсягу замовлень від промислових підприємств та галузевих НДІ на проведення досліджень у галузі холодильної техніки у лютому 1958 р. в ОТІХХП було організовано Науково-дослідний сектор, а з вересня 1959 р. – Проблемна науково-дослідна лабораторія холодильної техніки.

Підготовка фахівців у галузі техніки низьких температур розширювалася і в чисельному вираженні, і за рахунок «зміщення» в так званий глибокий холод. З 1959/1960 навчального року така підготовка розпочалася на новій кафедрі Глибокого охолодження, транспорту та розділення газів під керівництвом доцента, а трохи пізніше і д.т.н., професора Валентина Петровича Алексєєва (рис.2), який одночасно був і проректором із наукової роботи інституту. Маючи фундаментальну теоретичну підготовку та широкий спектр наукових інтересів, Валентин Петрович організував згуртований колектив науковців та викладачів.



Рис. 2. Д.т.н., професор В.П. Алексєєв – ректор закладу у 1973-1983 рр.

Було підготовлено навчально-методичні матеріали та створено непогану на той час лабораторну базу для занять глибоким холодом.

На умовах погодинної оплати до викладання було залучено д.т.н, професора Якова Захаровича Казавчинського, який працював на кафедрі дизельних установок Одеського інституту інженерів морського флоту, та к.т.н. Олександра Петровича Клименко – зав. лабораторією Інституту використання газу АН УРСР. Перший із них узяв на себе курси «Термодинамічні основи глибокого холоду» і «Термодинаміка вологого повітря», а другий, який згодом став відомим ученим, д.т.н., професором – весь цикл дисциплін за технологією розділення вуглеводневих газів.

Водночас відчувалася необхідність навчання інженерів з кріогенної техніки як окремої спеціальності. З 1973 р. за дорученням В.С. Мартиновського д.т.н., професор В'ячеслав Андрійович Наср (рис. 3) та к.т.н., доцент Георгій Костянтинович Лавренченко (рис. 4) зайнялися цією досить складною роботою.

Нарешті в 1974 р. вдалося відкрити підготовку інженерних кадрів за новою спеціальністю «Кріогенна техніка» з трьома спеціалізаціями.

3. Панування кріогенної техніки

Студенти, які приступили до навчання з кріогенної техніки, зазвичай розподілялися за спеціалізаціями наступним чином: три групи готувалися за кріогенними та повітророздільними установками; дві – за кріогенними машинами; одна – з технічної кріофізики. Потрібно зазначити, що перша спеціалізація належала до кафедри кріогенних установок (зав. кафедрою

д.т.н., професор В.П. Алексєєв), друга – до кафедри кріогенних машин (зав. кафедрою д.т.н., професор В.А. Наєр).



**Рис. 3. Д.т.н., професор
В.А. Наєр**



**Рис. 4. Д.т.н., професор
Г.К. Лавренченко**

Для навчання студентів за третьою спеціалізацією у 1978 р. було організовано кафедру технічної кріофізики, яку очолив Г.К. Лавренченко. Кафедра почала займатися дослідженнями кріоагентів, властивостей сумішей, наприклад двокомпонентних з рівновагами рідина-рідина-пара. Ця інформація використовувалася під час створення кріовакуумних пристроїв високої ефективності. Лабораторії кафедри були оснащені сучасними приладами та обладнанням. На практику студенти виїжджали групою до Єреванського фізичного інституту АН Вірменії.

Нові спеціальності мали високий попит у підприємств, що реалізовували різні холодильні та кріогенні технології.

Істотно почала зростати на кафедрах кріогенного профілю чисельність викладачів та інженерних кадрів, які працювали у Проблемній лабораторії та Науково-дослідному секторі.

Зупинимося спочатку на першій спеціалізації, яка належала до кафедри кріогенних установок. Ще до появи нової спеціальності кафедрою холодильних машин купувалося необхідне кріогенне обладнання. Також на кафедрі «з'явилася» повітророздільна установка американської компанії «Independent». Її почали готувати до запуску. Продуктивність установки по газоподібному кисню повинна була становити 15 м³/год. Друге придбання було більш вагомим. Під час однієї з поїздок до Москви В.С. Мартиновський побував у керівництва Міністерства хімічного та нафтогазового машинобудування. Йому вдалося отримати у них фонди на постачання до інституту гелієвого зріджувача, повітророздільної установки АЖА-0,05 та двох кріогенних газових машин, що працюють за зворотним циклом Стірлінга. Все це обладнання терміново підготували до експлуатації; у великій навчальній лабораторії було зроблено капітальний ремонт.

Газові машини були дуже потрібні. З їхньою допомогою вдалося відмовитися від покупного рідкого азоту. Наявність на кафедрі зріджувача гелію дозволило першими в Мінвузі СРСР розпочати дослідження в галузі гелієвих температур.

На трьох кафедрах кріогенного напрямку працювали у різні роки різна кількість викладачів (рис.5). Не поділяючи їх за кафедрами, зазначимо найбільш відомих викладачів: докторів технічних наук, професорів В.П. Алексєєва, В.А. Наєра, Г.К. Лавренченка, В.Л. Бондаренка,

Ю.М. Симоненка, О.В. Троценка, М.Б. Кравченка; кандидатів технічних наук, доцентів А.Е. Поберьозкіна, І.І. Караванського, Л.Н. Цветковську, Л.С. Сердюка, В.І. Лося, В.М. Тарана, А.В. Єгорова, А.Я. Хірича та ін.

Цей перелік далеко не повний. У ньому не представлені інженери, науковці, аспіранти, які працюють у Науково-дослідному секторі та Проблемній лабораторії. Крім цього, потрібно враховувати, що багато кандидатів наук працювали саме в цих секторах, наприклад, Н.С. Заблоцька, М.Г. Хмельнюк, В.Н. Валякін, Г.Я. Рувінський, Г.Є. Вайнштейн, П.В. Герасимов та ін. Працюючи у Проблемній лабораторії, кандидатську та докторську дисертацію захистив О.В. Дорошенко.

Дуже важливим показником кафедри є рівень її охоплення великими дослідженнями. Важливим слід вважати наявність фінансування. До такої роботи можна зарахувати цикл досліджень, виконаний колективом кафедри кріогенних установок. Під керівництвом В.П. Алексєєва і, базуючись на його наукових ідеях, було розроблено:

- азотно-водяні охолоджувачі та скрубери зі щільними насадками;
- ректифікаційні колони повітророздільних установок зі щільними насадками, для чого вивчалися процеси плівкової ректифікації повітря;
- нові схемні рішення та обладнання для очищення та попереднього охолодження повітря на кисневих та азотних установках, зокрема, з використанням низькотемпературного методу очищення повітря;
- наукові основи процесів тепломасообміну в щільних насадних шарах регулярної структури, включаючи питання стійкості течій та аеродинамічної взаємодії контактуючих середовищ;
- насадки щільного типу, що дозволили встановити діапазон оптимальних навантажень устаткування;
- процеси вилучення криптону при розділенні повітря методом глибокого охолодження та вивчення можливості збільшення виробництва аргону на повітророздільних установках з регенераторами;
- промислові установки, машини та апаратура для виробництва, зберігання та транспортування аргону, включаючи вивчення його теплофізичних властивостей.



Рис. 5. Колектив кафедри кріогенної техніки у 2002 році з професором В.А. Наєром (у центрі): С.В. Бодюл, А.Е. Поберьозкін, В.Л. Бондаренко, В.М. Таран, З.А. Брюханова, М.Б. Кравченко, С.Ю. Васютинський, О.В. Троценка, Н.М. Сігал, В.В. Савічев, А.В. Єгоров

Під керівництвом В.П. Алексєєва було організовано кілька наукових колективів, зосереджених на розробках високоефективного устаткування для енергетики, холодильної і

криогенної техніки. Набула подальшого розвитку робота зі створення широкого класу вихрових охолоджувачів для використання в різних галузях техніки. Роботи цієї групи дослідників стали основою промислового виробництва на десятках заводів країни.

Великий внесок у спеціалізацію «Криогенні машини» зробив колектив кафедри та особисто її керівник – д.т.н., професор В.А. Наєр. Зазначимо основні напрямки його наукової діяльності:

- розробка теоретичних основ та практичне застосування напівпровідникових термоелектричних охолоджувачів;
- застосування холоду в медицині (рис. 6);



Рис. 6. Професор В.А. Наєр разом із О.В. Кабановим демонструють медичний кріоінструмент В.С. Мартиновському

- створення різних мікроохолоджувачів для електроніки та приладобудування;
- розробка криогенних машин, що працюють на сумішах холодо- та кріоагентів;
- дослідження криогенних систем життєзабезпечення.

В.А. Наєр створив та успішно керував низкою наукових шкіл. Зупинимося на одній із них. Працюючи з 1955 р. у тісному співробітництві з Ленінградським інститутом напівпровідників АН СРСР, він заявив себе як організатор наукової школи термоелектричного охолодження. У створених ним в Одесі лабораторіях синтезувалися високоефективні напівпровідникові матеріали, а також розроблялися та виготовлялися напівпровідникові мікроохолоджувачі для інфрачервоної техніки, лазерних діодів, відіконів та інших приладів електроніки.

Він створив лабораторію щодо застосування холоду в медицині та дослідження криогенних систем життєзабезпечення. У 1977 р. за їх розробку та впровадження у клінічну практику В.А. Наєр спільно зі співробітниками Фізико-технічного інституту низьких температур АН УРСР удостоєний звання Лауреата державної премії УРСР.

Наприкінці 70-х років почалися дослідження та розробки криогенних мікроохолоджувачів, що працюють на сумішах кріоагентів і використовують змащувані герметичні двоступеневі компресори. Вершиною цих робіт стало створення мікроохолоджувача на базі такого компресора на температурний рівень мінус 190 °С. За цей цикл досліджень В.А. Наєру у 1981 р. присвоєно почесне звання Заслуженого діяча науки та техніки України.

Вже зазначалося, що відкриття нової спеціальності «Криогенна техніка» з трьома спеціалізаціями не зробило ясності в те, хто має розробляти навчальний план, готувати методичні матеріали, створювати навчальні лабораторії. Після організації факультету криогенної техніки все стало на свої місця та набуло повної завершеності. Факультет очолив

досвідчений керівник – доцент А.П. Кузнецов, з приходом якого запрацювала і факультетська рада, і покращилася методична робота та багато іншого.

Кафедра технічної кріофізики зайнялася великими роботами, які належали до найважливіших досліджень:

- створення дросельних мікроохолоджувачів, що працюють як на чистих холодоагентах, так і на сумішах; такі охолоджувачі могли бути балонного виконання;
- розробка систем охолодження електронновакуумних приладів спеціального призначення;
- дослідження макетних зразків гелієвих рефрижераторних систем із компактними турбокомпресорами високої продуктивності;
- створення схем і конструкцій із застосуванням адсорберів, що перемикаються; це дозволило створити системи охолодження на рівень 55-50 К;
- розробка теоретичних засад формування багатокомпонентних сумішей.

4. Той, що перевершив самого Ван-дер-Ваальса

В ОТІХП добре знали д.т.н., професора Якова Захаровича Казавчінського, який працював в Одеському інституті інженерів морського флоту (ОІМФ). Фундаментальними є виконані ним дослідження в галузі термодинаміки та теплофізики. Він – творець Одеської школи досліджень теплофізичних властивостей речовин, що принесла йому світову популярність. Результати робіт Я.З. Казавчінського були не лише цікавими з наукового погляду, але й актуальними для розвитку енергетики, у тому числі – атомної, ракетної та кріогенної техніки, газової та хімічної промисловості. Найбільші НДІ та КБ країни почали оплачувати на договірних засадах дослідження теплофізичних властивостей важливих для техніки речовин.

Працюючи з 1959/1960 навчального року на умовах погодинної оплати в ОТІХП, а згодом через розбіжності з керівництвом ОІМФ, Я.З. Казавчінський у 1968 р. повністю перейшов до роботи у ОТІХП, де працював до 1980 р. З ним перейшла група молодих здібних вчених. Вони продовжували займатися проблемами на стику тепло- та кріофізики. У цілому Я.З. Казавчінським було підготовлено 25 кандидатів наук, у тому числі 11 пізніше стали докторами наук.

Переходу Я.З. Казавчінського в ОТІХП сприяв його друг та колега з ОІМФ, ректор Володимир Сергійович Мартиновський. Вибір кафедри повністю залежав від Я.З. Казавчінського. Не дивно, що він обрав кафедру кріогенних установок, оскільки, по-перше, викладав на ній у минулі роки, по-друге, професор В.П. Алексєєв, який керував тим часом кафедрою, був блискучим учнем Я.З. Казавчінського.

Я.З. Казавчінський розробив загальну методику складання єдиних рівнянь стану для конкретних речовин, що потребує не тільки індивідуального підходу, але, певним чином, і інтуїції. Він з його учнями створили емпіричний прийом поєднання дослідної кривої другого віріального коефіцієнта з модельною шляхом повороту осей координат. Звідси виникла концепція потенціалу міжмолекулярної взаємодії зі змінними параметрами, що стала основою наукового спрямування Павла Мойсейовича Кессельмана (зав. кафедрою теплофізики в ОТІХП).

Я.З. Казавчінського відрізняли вмільний підбір співробітників та напружена повсякденна робота з ними. Йому вдавалося чітко поставити наукове завдання та уважно стежити за його вирішенням. Він володів даром оцінювати здібності молодих інженерів та їхню схильність до наукової роботи.

Необхідно у зв'язку з цим згадати одного відомого спеціаліста, який на старших курсах ОТІХП вирішив спеціалізуватися за напрямом «Глибоке охолодження, транспорт і розділення газів». У 1957 р. Олександр Ісаєвич Каліна, – так його звали, – закінчив ОТІХП. Неабиякі здібності привернули до нього увагу професора, який рекомендував А.І. Каліні поглиблено вивчати термодинаміку. Радою Якова Захаровича він скористався повною мірою, застосовуючи пізніше у науковій та винахідницькій діяльності термодинамічний метод досліджень.

Олександр Каліна – автор близько 400 винаходів, запатентованих у багатьох країнах. Найвідоміший його винахід – цикл Каліни, який економічніше за традиційний цикл Ренкіна на 15-25 %. Винахідник запропонував використовувати у якості робочого тіла паротурбінних установок не воду, а суміш води з аміаком. Про перспективність циклу Каліни свідчить той факт, що фірма «General Electric», що панує на світовому енергетичному ринку, придбала у автора право на його використання. Застосовуючи розробки Каліни, їй вдалося побудувати чотири ефективні геотермальні станції: в США, Ісландії та Японії (дві).

У період роботи в ОТХП Я.З. Казавчінський підготував та видав книгу, названу як «Лекції з технічної термодинаміки». У передмові до неї було сказано, що «...є чимало навчальної літератури з технічної термодинаміки, і поява даного посібника, можливо, виправдана тільки в тому випадку, якщо є новизна в трактуванні та викладі окремих питань і хоча б частково усунуто ряд прогалин, властивих переважній частини підручників, незважаючи на їхню різноманітність.

Цікаво відзначити, що основні, суто термодинамічні поняття – тепло і температура – майже у всіх підручниках вводяться як поняття загальновідомі. Не даються їх визначення і не показуються, який важкий і довгий шлях пройшла наука, щоб їх встановити і суворо розрізнити між собою».

Вказана книга Лекцій була детально обговорена на міському семінарі. Вона викликала найшвидший інтерес у фахівців. Її часто цитували та робили докладні посилання на неї. В ОТХП він став займатися зі своїми новими аспірантами дослідженнями властивостей холодоагентів та їх сумішей та вивчати вплив цих властивостей на енергетичні характеристики холодильних установок з метою підбору для них найефективніших робочих тіл.

5. І навчання, і наукова діяльність, і виробництво

Після захисту докторської дисертації (25.12.1985 р.) на чолі кафедри кріогенних установок було поставлено Г.К. Лавренченка. Розпочався етап ґрунтовної перебудови кафедри. Так, була організована система цільової підготовки інженерів з кріогенної техніки в рамках створеної системи кадрового супроводу кріогенних повітророздільних та газифікаційних установок, що випускаються Одеським НВО «Кисеньмаш».

Два рази на тиждень заняття для студентів проводились у навчальних класах НВО «Кисеньмаш». Викладачами були провідні фахівці, як, наприклад, головний конструктор Ілля Володимирович Горенштейн, генеральний директор Борис Євтихійович Трінчук (а потім В.І. Бова) та ін. Усі заводські викладачі за поданням інституту отримали вчені звання доцентів. Захист дипломних проектів проводився в залі засідань за участю заводських та інститутських працівників. Більшість випускників після завершення навчання йшла для роботи на завод, щоб займатися впровадженням виконаних у ході дипломного проектування перспективних розробок.

Зазначимо, що з 1985 р. для виконання планових завдань були потрібні ґрунтовно підготовлені фахівці, щоб у середньому можна було виготовляти одну-дві газифікаційні установки на тиждень. До цих поставок входили і надпланові зобов'язання заводу. Для їх виконання потрібні були не лише кадри та нові технології, а й необхідні матеріали. Колективом заводу з метою виконання та перевиконання планових завдань було сформовано дуже ємний девіз: «Додаткову продукцію – із заощадженої сировини».

Ця програма успішно діяла протягом кількох років. Досвід заводу перейняли інші підприємства галузі. Генеральний директор Б.Є. Трінчук та провідні спеціалісти заводу удостоїлися державних премій.

Пізніше група практиків та науковців Державного підприємства «Південний машинобудівний завод ім. А.М. Макарова» і Одеського НВО «Кисеньмаш» зайнялися створенням установки для очищення аргону від кисню методом низькотемпературної ректифікації в повітророздільній установці АЖКЖКААрж-2. Ця установка виготовлялася на НВО «Кисеньмаш». У серійному вигляді вона не дозволяла отримувати аргон найвищого гатунку.

Основною проблемою при виробництві аргону високої якості залишалася організація тонкого очищення його від кисню. Як відомо, залишковий вміст кисню в аргоні коливається в межах 0,0001 ... 0,0007% об'ємних часток. Донедавна основним методом очищення аргону від кисню був хімічний, який полягав у зв'язуванні кисню воднем на платиновому або паладієвому каталізаторах і подальшому видаленні парів води, що утворилася, і надлишку водню.

Теоретичну можливість очищення аргону від кисню шляхом низькотемпературної ректифікації було раніше обґрунтовано головним конструктором НВО «Кисеньмаш» І.В. Горенштейном (рис. 7). Але практична реалізація цього процесу у промислових масштабах виявилася досить складною.



Рис. 7. І.В. Горенштейн – Лауреат державної премії України (праворуч) та завідувач кафедри криогенних установок Г.К. Лавренченко на міжнародному семінарі з сучасних проблем криогенних повітророздільних установок

При монтажі установки розділення повітря АжКжКААрж-2 керівництвом зазначених підприємств було прийнято рішення про виключення із схеми установки обладнання для очищення аргону від кисню за допомогою водню. Найбільш перспективною, а також прийнятною за вартістю, була піонерська пропозиція фахівців НВО «Кисеньмаш» про розробку та створення обладнання для очищення аргону від кисню методом низькотемпературної ректифікації. Було розроблено комплексний проект реалізації зазначеної вище пропозиції, що включає коригування документації блоку розділення установки АжКжКААрж-2 та створення додаткового блоку Ар-0,1 для ректифікаційного очищення аргону від кисню. За допомогою цього блоку вдалося виготовляти до 70 м³/год технічного аргону високої чистоти. Так, вміст кисню в аргоні становив лише 0,0002 %, що у 3,5 разу менше, ніж у аргоні вищого гатунку, котрому допускається об'ємна частка кисню трохи більше 0,0007 %. Високоякісне зварювання виробів з алюмінію, що виконується в середовищі одержуваного аргону, підтверджує його високу якість. Робота І.В. Горенштейна та членів його групи була удостоєна державних премій. При нагородженні відзначили і співробітників кафедри криогенних установок (А.Е. Поберьозкіна та Л.Н. Цветковську), які зробили суттєвий внесок у виконання великого обсягу розрахунків з криогенної тематики.

Кафедра криогенних установок представляла дружній та згуртований колектив. Досить часто проводилися вечори, де зустрічалися і викладачі, і студенти. На ці заходи запрошувалися і працівники НВО "Кисеньмаш". На рис. 8 показано, як живо проходив один із таких вечорів. На ньому побував генеральний директор заводу Б.Є. Трінчук. У виступі він неодноразово наголошував на винятковій цінності Навчально-науково-виробничого об'єднання «Кисеньмаш-ОТХП».

Корисні для кафедри були контакти з кафедрою Е-4 МДТУ ім. Баумана. Для керівництва Державною екзаменаційною комісією до Одеси була запрошена д.т.н., професор В.І. Епіфанова (рис. 9). Підсумовуючи роботу ДЕК, Віра Іванівна відзначила високий рівень підготовки наших випускників за спеціальністю 0560 «Кріогенна техніка».



Рис. 8. Б.Є. Трінчук (перший зліва) повідомив про створення нових систем кріогенної техніки та участі в їх розробці випускників інституту. В обговоренні брали участь ректор І.Г. Чумак та проректор з наукової роботи В.А. Носенко



Рис. 9. Д.т.н., професор В.І. Епіфанова (стоїть) звернула увагу на ряд виключно цікавих розробок з тематики дипломних проєктів. Ліворуч від неї – ректор В.П. Алексєєв, декан факультету «Кріогенна техніка» А.П. Кузнецов та проректор з наукової роботи В.А. Носенко

6. Новий етап у подальшому розвитку кафедри

У 1997 р. кафедри кріогенних установок та кріогенних машин було об'єднано у загальну кафедру кріогенної техніки. Проф. В.А. Наєр завідував кафедрою до 2001 р. Його змінив на цій посаді професор Віталій Леонідович Бондаренко (рис. 10), який завідував кафедрою до 2012 р.



Рис. 10. Д.т.н., професор В.Л. Бондаренко

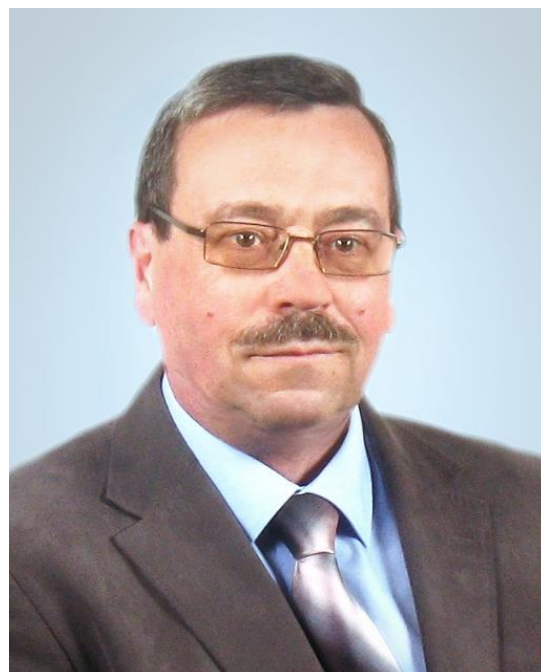


Рис. 11. Д.т.н., професор Ю.М. Симоненко

Сфера наукових інтересів та науковий напрямок В.Л. Бондаренка:

- розробка науково-технологічних основ розділення багатокомпонентних сумішей для отримання технічних та рідкісних газів високої чистоти;
- вивчення безмашинних хвильових кріогенераторів, що реалізують технологічні перепади тиску;
- оптимізація концентрування легких інертних газів методом фазової сепарації;
- кріогенне забезпечення установок для одержання рідкісних газів;
- створення ступеневих систем для безвідходної переробки неоногелієвих сумішей;
- розробка компактних установок для рециклінгу ксенону у медичній практиці та електронній промисловості;
- аналіз сировинного потенціалу підприємств металургійної та хімічної промисловості з виробництва газових концентратів;
- автоматизація кріогенних установок, що реалізують процеси низькотемпературної адсорбції, десублімації та ректифікації.

У 2012 р. до завідування кафедрою кріогенної техніки приступив професор Юрій Михайлович Симоненко (рис. 11), який успішно керує нею досі.

Сфера наукових інтересів та науковий напрямок Ю.М. Симоненка:

- дослідження глибокого збагачення сумішей з використанням процесів фазової сепарації, адсорбції та баромембранного розділення;
- розробка комплексу для отримання спектрально чистого гелію з атмосфери, який не має аналогів у світі;
- одержання стабільних ізотопів неону з рекордними показниками ізотопного відношення;
- розробка методів газового аналізу газових продуктів та їхнього ізотопного складу;
- обґрунтування ступеня збагачення сирих сумішей на основі рідкісних газів у місцях їх одержання.
- комплекс досліджень, направлених на використання технічних газів та їх сумішей у харчовій промисловості. У тому числі: обробка продуктів для боротьби зі шкідниками, створення модифікованих газових середовищ для прискорення зростання овочевих культур та зберігання рослинної продукції, захист виноматеріалів від окиснення, екстракція біологічно активних речовин за допомогою діоксиду вуглецю в рідкому та закритому станах.

На основі теоретичних розробок та винаходів Ю.М. Симоненка в Україні виготовлено десятки кріогенних сепараторів для отримання, збагачення та очищення рідкісних газів, виробництва газових сумішей заданого складу. Згадане обладнання впроваджено та перебуває у стані промислової експлуатації протягом 1997...2021 років у компаніях «Айсблік», «Styoin Engineering», на підприємствах металургійної промисловості України та США.

На кафедрі кріогенної техніки Ю.М. Симоненко викладає курс «Кріогенні технології видобування рідкісних газів», а також здійснює керівництво дипломними проектами та підготовкою аспірантів. Багато уваги приділяє удосконаленню лабораторної бази кафедри. За його участі створено низку навчальних стендів, що імітують низькотемпературні процеси збагачення та очищення рідкісних газів, баромембранного розділення багатокомпонентних сумішей та кріогенного забезпечення сепараторів.

У 2012 р. відповідно до розпорядження Кабінету Міністрів України від 31.05.2012 р. № 334-р «Про реорганізацію Одеської державної академії холоду» та наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 20.06.2012 р. № 727 «Про припинення Одеської державної академії холоду» Одеську державну академію холоду реорганізовано шляхом приєднання до Одеської національної академії харчових технологій з утворенням на її базі Інституту холоду, кріотехнологій та екологічної енергії Одеської національної академії харчових технологій.

Розпочалася нова сучасна епоха ефективних змін, яка призвела до того, що у 2014 р. частина колективу кафедри холодильних машин та установок, який представляв наукову школу д.т.н., професора Лариси Іванівни Морозюк, приєдналася до кафедри кріогенної техніки, що благотворно вплинуло на подальше її становлення та розвиток.

Сфера наукових інтересів Морозюк Л.І. та науковий напрямок її досліджень:

- термодинамічні та економічні принципи проектування та конструювання холодильних машин та теплових насосів;
- сучасні напрямки підвищення ефективності дійсних циклів холодильних машин і теплових насосів, що базуються на термодинамічному аналізі;
- принципи конструювання теплообмінних апаратів холодильних машин та теплових насосів;
- дослідження термодинамічних основ створення тепловикористальних холодильних машин;
- дослідження діоксиду вуглецю як робочої речовини компресорні тепловикористальні холодильні машини;
- властивості нових робочих речовин та їх сумішей для застосування у холодильних машинах.



Рис. 12. Колектив кафедри кріогенної техніки у 2017 році зліва направо з професором В.А. Наєром (у центрі): Д.П. Тишко, М.Б. Кравченко, О.Г. Бісько, Б.О. Пилипенко, З.А. Брюханова, О.В. Троценко, Л.Н. Цветковська, Ю.М. Симоненко, Л.І. Морозюк, В.О. Єрін, В.В. Соколовська, А.В. Єгоров, А.О. Чигрін

7. Продовження епохи сучасного розвитку кафедри компресорів та пневмоагрегатів

У 2021 р. до кафедри кріогенної техніки було приєднано кафедру компресорів та пневмоагрегатів, яка бере свій початок від 1968 р., коли була створена кафедра компресорних, розширювальних машин і технології машинобудування у зв'язку з початком випуску інженерів за спеціальністю «Холодильні і компресорні машини і установки».

Склад кафедри «Компресори та технологія холодильного машинобудування» на 1965-1972 роки: Чайковський В.Ф. – зав. кафедри до 1969 року, Кузнецов А.П. – зав. кафедри з 1969 року, Берлад В.П., Дорохін В.П., Черток В.Д., Водяницька Н.І., Майсоценко В.С., Еременко Д.М., Васютинський Ю.А., Мельников В.Д. На протязі минулих 40 років кафедра здійснювала випуск інженерів-механіків із компресорних і розширювальних машин, вела науково-дослідну роботу в різних напрямках розвитку вітчизняного компресоробудування. Було сформовано дві наукові школи: школа досліджень компресорів об'ємного стиску, до сфери наукових інтересів якої відносяться теплотехнічні і акустичні випробування поршневих компресорів та вибір оптимальних робочих речовин; школа досліджень процесів у турбокомпресорах і турбомашинах. На протязі багатьох років кафедра проводила плідну співпрацю з

підприємствами авіаційного моторобудування з розробки компресорних станцій для наземних випробувань авіадвигунів.



Рис. 13. Колектив кафедри компресорів та пневмоагрегатів у 2017 році:

Перший ряд зліва направо: Л.В. Пушкарєва, Н.І. Водяницька, О.М. Москвіна, В.В. Мілованова, В.Д. Мельников; Другий ряд: О.Г. Федоров, В.І. Туманський, В.О. Буданов, В.І. Мілованов, В.М. Ярошенко, Ю.О. Яковлев, А.М. Цепінь, І.О. Подмазко, Д.О. Балашов

З 1975 по 1987 р. кафедру очолювала Відмінник освіти України, к.т.н., доцент Неоніла Іванівна Водяницька, яка в 1958 р. з відзнакою закінчила ОТХІП, а в 1967 р. захистила кандидатську дисертацію.

Під керівництвом висококваліфікованого викладача і вченого, яким є Н. І. Водяницька, на кафедрі остаточно сформували навчальний процес, а також основи широкого кола наукових досліджень, щільно пов'язаних з учбовим процесом.

На кафедрі глибоко досліджувались сучасні наукові проблеми удосконалення компресорної і холодильної техніки. Науковці кафедри систематично приймали участь у науково-технічних конференціях, у тому числі міжнародних, і в семінарах у галузях компресоробудування та холодильної техніки. Викладацька діяльність на кафедрі супроводжувалась великим обсягом наукової роботи, в рамках підрозділу науково-дослідного відділу Проблемної лабораторії холодильної техніки. Роботи виконувались на замову ведучих підприємств в галузі холодильного машинобудування, таких як: Харківський завод холодильного машинобудування, Ризький завод «Компресор», Київське наукове виробниче підприємство «Веста», Одеські підприємства компресорного машинобудування «Оріон», «Холодмаш» та підприємство «Шторм». Всі роботи були спрямовані на дослідження робочого процесу малих герметичних холодильних компресорів з метою підвищення їх робочих показників та надійності і довговічності.

З 1987 р. кафедру очолював д.т.н., професор Валерій Іванович Мілованов – заслужений діяч науки і техніки України, дійсний академік Українського відділення міжнародної академії холоду (МАХ). Міжнародні зв'язки кафедри, а також функціонування в якості асоційованого члена Міжнародного інституту холоду, дали можливість членам кафедри добре оволодіти сучасними досягненнями науки і техніки в галузі турбокомпресорної, вакуумної та холодильної техніки і творчо використовувати їх в ході наукової та освітницької діяльності.

З 2002 р. кафедра компресорів і пневмоагрегатів почала здійснювати випуск бакалаврів, спеціалістів і магістрів за спеціальністю «Компресори, пневмоагрегати та вакуумна техніка», а

в 2008-2009 навчальному році на кафедрі відбувся перший випуск бакалаврів за спеціальністю «Газотурбінні установки і компресорні станції».

Кафедра компресорів та пневмоагрегатів має досить високий науково-педагогічний потенціал. Більшість викладачів значний час співпрацювали з підприємствами турбокомпресорної, вакуумної та холодильної техніки, що дозволило їм оволодіти основами практичної розробки, досліджень та серійного виробництва турбокомпресорної, вакуумної та холодильної техніки, які вони творчо використовують сьогодні в ході навчального та науково-дослідного процесів. Викладачі кафедри, в більшості, є провідними фахівцями України в галузі турбокомпресорної, холодильної та вакуумної техніки. Базова освіта всіх викладачів кафедри відповідає профілю дисциплін, що ними викладаються.

Викладачі з науковими ступенями складають 100% загального професорсько-викладацького складу кафедри. Всі викладачі кафедри виконують наукові роботи, пов'язані з новітніми напрямками розвитку компресорної, вакуумної та холодильної техніки.

Напрями наукової діяльності викладачів кафедри компресорів та пневмоагрегатів:

- дослідження та розробка принципів основ конструктивного вдосконалення холодильних компресорів при їх переведенні на озононеруйнуючі холодоагенти різноманітних типів;
- дослідження та аналіз теплоенергетичних характеристик компресорів різних типів та виконань, працюючих на альтернативних холодоагентах.

Тематика наукових досліджень формувалась на кафедрі з урахуванням новітніх досягнень у галузі і практичних потреб діючих компресоробудівних підприємств України.

Кафедра компресорів і пневмоагрегатів є випусковою, на ній ведеться високоякісна підготовка магістрів, навчаються аспіранти, впроваджуються новітні методи і засоби ефективної підготовки молодих спеціалістів і вчених. На кафедрі виконуються науково-дослідні роботи в галузі компресорного, холодильного та газотурбінного обладнання. Кафедра співпрацює і підтримує творчі зв'язки з ведучими навчальними закладами, науковими і промисловими підприємствами Одеси, Києва, Сум, Харкова, Миколаєва, Мелітополя, які працюють у суміжних галузях науки і техніки. Кафедра досягла значних успіхів в удосконаленні науково-лабораторної бази, в забезпеченні навчального процесу учбово-методичними виданнями, підготовці на високому рівні бакалаврів і магістрів за двома освітніми програмами – «Компресори, пневмоагрегати та вакуумна техніка» і «Газотурбінні установки і компресорні станції».

Навчальний процес, налагоджений на кафедрі, неодноразово проходив апробацію, ліцензування і акредитацію авторитетними незалежними експертами і комісіями і високо оцінювався цими комісіями.

За час функціонування кафедри розгорнуто цілий комплекс науково-дослідних робіт і конструкторських розробок по договорам про співробітництво та сумісну діяльність з такими вищими навчальними і науковими закладами зарубіжжя, як: Мюнхенський технічний університет (Німеччина), ГанOVERський університет (Німеччина), Дрезденський технічний університет (Німеччина), Дрезденський науковий інститут холодильної і повітряної техніки (Німеччина).

В рамках співпраці з переліченими організаціями Європи виконувалися дослідження і розробки нових типів холодильної та компресорної техніки, торговельного та харчового холодильного обладнання, виявлялися найбільш перспективні типи і моделі холодильного обладнання, розроблялися шляхи їх вдосконалення і переведення на нові екологічно безпечні холодоагенти.

Співробітники кафедри систематично працюють над сучасними науковими проблемами удосконалення компресорної і холодильної техніки та її переведення на альтернативні екологічно безпечні холодоагенти.

Зв'язки з закордонними навчальними і науковими інститутами здійснюються шляхом співробітництва по договорам про співпрацю, обміну науково-технічною інформацією, науково-технічними журналами, науковими публікаціями і прикладними комп'ютерними

програмами; науково-технічного обміну викладачами-стажистами й аспірантами; організації і проведення міжнародних науково-технічних конференцій; координації навчального і науково-дослідного процесів.

У результаті таких міжнародних освітніх і наукових зв'язків викладачі кафедри опановують новітню науково-технічну інформацію з досліджень і розробок по актуальних напрямкам розвитку компресорної і холодильної техніки; сучасними комп'ютерними програмами для розрахунку і проектування компресорної і холодильної техніки. Це дозволяє викладачам секції в ході навчального процесу і науково-дослідних робіт творчо використовувати новітні світові досягнення в області турбокомпресорної, вакуумної і холодильної техніки.

Функціонування секції компресорів і пневмоагрегатів ґрунтується на збереженні досягнень та традицій національної вищої школи, інтеграції системи вищої освіти у світовий освітній простір, розширенні доступу до якісної вищої освіти та мобільності студентів, забезпеченні працевлаштування випускників.

Ключовим завданням професорсько-викладацького складу секції є орієнтація на кінцевий результат: знання, уміння та навички випускників, що повинні бути застосовані та використані на користь держави.

Протягом усього періоду існування кафедри кріогенної техніки, весь науково-дослідний колектив готував численні заявки на винаходи. Цим самим підтверджувалася новизна виконуваних досліджень. Кількість отриманих авторських свідоцтв можна оцінити приблизно. Для цього за основу взято дані про авторські свідоцтва завідувачів кафедр. Їх розгляд дає такі результати: В.П. Алексєєв – 160 а.с.; В.А. Наєр – 135 а.с.; Г.К. Лавренченко – 100 а.с. Науковці кафедри стали отримувати і патенти: В.Л. Бондаренко – 45, Ю.М. Симоненко – 44. Такі високі результати свідчать про те, що винахідницька діяльність на кафедрі знаходиться на високому рівні. З приходом на кафедру фахівців у галузі холодильних машин та компресоробудування згодом варто очікувати лише збільшення нових досягнень.

На кафедрах кріогенного спрямування видано монографії:

1. Казавчінський Я.З. Лекції з технічної термодинаміки. – М.: Транспорт, 1970. – 276 с.
2. Алексєєв В.П., Поберьозкін А.Е., Лось В.І. Устаткування для виробництва аргону. – М.: Машинобудування, 1972. – 243 с.
3. Лавренченко Г.К., Буткевич І.К., Караганов Л.Т. та ін. Ступені стиснення та попереднього охолодження кріогенних гелієвих установок // Кріогенне та вакуумне машинобудування: оглядова інформація. Серія ХМ-6. – М.: ЦІНТІХімнафтомаш, 1983. – 30 с.
4. Алексєєв В.П., Вайнштейн Г.Є., Герасимов П.В. Розрахунок та моделювання апаратів кріогенних установок. – Л.: Вища школа, 1987. – 280 с.
5. Lawrentschenko G. Energetische Charakteristika der Verdichtung-Stufen und der Vorkühlung innerhalb von Helium. – Refrigeratoren. – Karlsruhe: Kernforschungszentrum Karlsruhe, 1989. – 69 s.
6. Лавренченко Г.К., Михальченко Р.С., Архіпов В.Т. та ін. Компресорні дросельні системи для забезпечення високотемпературної надпровідності // Препринт Фізико-технічного інституту низьких температур АН УРСР. – Харків. – 1989. – № 20. – 22 с. (ДСП).
7. В.Л. Бондаренко, Ю.М. Симоненко. Кріогенні технології видобування рідкісних газів. – О.: Астропрінт, 2013. – 332 с.
8. V.L. Bondarenko, Yu.M. Simonenko. Cryogenic technologies of rare gases extraction. – O.: Astroprint, 2014. – 312 p.

Кафедра кріогенної техніки приділяє велику увагу публікаціям результатів науково-дослідних робіт, конференціям, симпозіумам, семінарам. Нині автори прагнуть публікуватися у рейтингових журналах. Міністерство заохочує таку роботу. За наявності достатніх підстав можна публікуватися у ВАКівських журналах високого рівня. Чисельність публікацій у п'ятьох основних фахівців із кріогенної техніки: В.П. Алексєєв – 250; В.А. Наєр – 250; Г.К.

Лавренченко – 550; В.Л. Бондаренко – 450; Ю.М. Симоненко – 250. Морозюк Л.І. опублікувала понад 200 наукових статей, а співробітники секції компресорних машин, очолюваної Міловановим В.І. понад 500.

Потрібно зазначити, що рівень публікацій є досить високим. Так, ряд журналів відноситься до наукометричних баз даних Scopus або Web of Science.

Кафедра кріогенної техніки знаходиться на вістрі науково-технічного прогресу. Це виявляється у наступному:

1. Кафедра ретельно підбирає абітурієнтів ще зі старших класів; проводить Дні відчинених дверей. Для залучення майбутніх студентів кафедрою був заснований та успішно функціонує Лабораторія-музей кріогенної техніки (рис. 14-17).



Рис. 14. Загальний вигляд деяких зразків обладнання лабораторії-музею кріогенної техніки



Рис. 15. Завідувач кафедри Симоненко Ю.М. проводить для абітурієнтів ознайомчу екскурсію



Рис. 16-17. Провідні спеціалісти науково-дослідної лабораторії кафедри проводять ознайомчу екскурсію ректору ОНТУ, Єгорову Богдану Вікторовичу, та членам Одеської обласної державної адміністрації на чолі з Гриневецьким Сергієм Рафаїловичем

2. У магістратурі студенти можуть проходити практику та стажуватися на підприємствах кріогенної галузі. Підбір тем для магістратури відбувається в ранніх стадіях.
3. Магістерські роботи ґрунтовно обговорюються; тези їхніх доповідей друкуються у збірнику магістерських робіт. Магістри, що добре зарекомендували себе, рекомендуються для вступу в аспірантуру.
4. Кафедра має добре оснащені аудиторії та лабораторії (рис. 18-21), застосовуються мультимедійні принципи навчання.



Рис. 18. Блок очищення установки для отримання неону



Рис. 19. Установка для отримання гелію



Рис. 20. Експериментальний стенд низькотемпературної камери у лабораторії дослідження холодильного обладнання



Рис. 21. Лабораторія газового аналізу

5. Наукові проблеми охоплюють широкий спектр прикладних та теоретичних завдань. Серед них: оптимізація режимів роботи колон ректифікації; дослідження процесів низькотемпературної адсорбції; автоматизація установок для збагачення та глибокого очищення рідкісних газів; математичне моделювання різних криогенних систем; застосування в холодильній та криогенній техніці сумішей холодо- та криоагентів; дослідження у галузі зрідження, зберігання та транспортування природного газу; вдосконалення криогенних технологій отримання рідкісних газів із повітря; створення установок для розділення сумішей з властивостями компонентів, що різко відрізняються.

6. Важливим показником кафедри є підготовка спеціалістів найвищої кваліфікації – докторів та кандидатів технічних наук. Їх кількість можна приблизно оцінити, якщо врахувати тільки наступних учених: В.П. Алексєєв – 22 к.т.н. та 4 д.т.н.; В.А. Наєр – 24 к.т.н. та 3 д.т.н.; Г.К. Лавренченко – 22 к.т.н. та 1 д.т.н.; В.Л. Бондаренко – 7 к.т.н. та 1 д.т.н.; В.І. Мілованов – 7 к.т.н.; Л.І. Морозюк – 6 к.т.н.; Ю.М. Симоненко – 3 к.т.н. Загалом кафедрою кріогенної техніки підготовлено понад 100 к.т.н. та 11 д.т.н, що є високим результатом.
7. Деякі фахівці, які працювали на кафедрах кріогенного профілю, отримали звання Заслуженого діяча науки і техніки. Професор В.А. Наєр став лауреатом державної премії України.

Кафедра кріогенної техніки є однією з провідних в Інституті холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського. На кафедрі працюють поруч із досвідченими співробітниками та відносно молоді; деякі з них вже успішно захистили кандидатські дисертації, інші готуються до цього. Наведемо загальний перелік викладачів та співробітників кафедри кріогенної техніки. Спочатку загальний докторів технічних наук: Ю.М. Симоненко, В.Л. Бондаренко, М.Б. Кравченко, В.О. Троценко, В.І. Мілованов, Л.І. Морозюк. Разом з ними організацією навчального процесу займаються кандидати технічних наук: В.О. Буданов, З.А. Брюханова, Л.Н. Цветковська, В.М. Ярошенко, Ю.О. Яковлев, В.В. Соколовська-Єфименко, Б.Г. Грудка, А.В. Мошкатуєк; наукові співробітники М.Ю. Меркулов, А.О. Чигрін, Д.П. Тишко; аспіранти А.М. Басов, Є.В. Костенко, Є.В. Медушевський; інженери О.В. Бородінська, О.М. Москвіна.

Ці співробітники на найвищому рівні займаються підготовкою бакалаврів та магістрів. Одночасно проводять наукові дослідження з актуальної тематики.

Кафедра кріогенної техніки знаходиться на піку свого розвитку, її науковий потенціал не вичерпано, а навпаки, продовжує підвищуватися. Інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики імені В.С. Мартиновського, безсумнівно, також, як і Одеський національний технологічний університет, що включив його до свого складу, дбайливо ставитимуться до свого минулого і, одночасно, прагнутимуть у майбутнє до нових успіхів і досягнень.