

ІСТОРІЯ

УДК 621.165(477) + 378.4:62(477.54)НТУ "ХП"

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.15316446>**Турбінобудування України у 1940–1970-х роках: Яків Ісидорович Шнеє****Меньшиков Станіслав Олександрович,**аспірант Національного технічного університету «Харківський
політехнічний інститут», м. Харків, Україна,<https://orcid.org/0009-0006-8735-1875>**Прийнято: 12.04.2025 | Опубліковано: 30.04.2025**

Анотація: У статті висвітлено науково-технічну, педагогічну та організаційну діяльність Якова Ісидоровича Шнеє – видатного вченого, доктора технічних наук, професора, фахівця у галузі турбінобудування. Детально розглянуто його внесок у розвиток кафедри турбінобудування Харківського політехнічного інституту (ХПІ), організацію навчального процесу, розвиток експериментальних досліджень, створення нових навчальних програм та підготовку висококваліфікованих спеціалістів у галузі парових і газових турбін. Окремо проаналізовано його роботу над вдосконаленням парових турбін, які стали ключовими для розвитку енергетичної галузі в післявоєнний період. Під його керівництвом здійснено масштабний перехід від турбін потужністю 50 МВт до 500 МВт, що використовувалися як на теплових, так і на атомних електростанціях. Завдяки співпраці кафедри з Харківським турбінним заводом наукові розробки Я.І. Шнеє знайшли практичне застосування у виробництві, сприяючи

модернізації обладнання та підвищенню ефективності турбін. Стаття розкриває роль професора Я.І. Шнеє в створенні проблемної науково-дослідної лабораторії та галузевої лабораторії, що займалися питаннями газодинаміки, теплообміну та оптимізації циклів газотурбінних установок. Під його керівництвом розроблялися сучасні методи охолодження гарячих елементів турбін, вдосконалювалася аеродинаміка лопатевого апарату, проводилися експериментальні дослідження в умовах, наближених до реальних. Зазначається, що вагомим досягненням стало заснування спеціалізованої вченої ради при ХПІ, де проводилися захисти дисертацій з турбінобудування, парогенераторобудування та гідромашинобудування. Професор Я.І. Шнеє особисто керував 35 кандидатськими дисертаціями, а семеро його учнів згодом стали докторами технічних наук. Наукова спадщина Якова Ісідоровича представлена понад 100 науковими публікаціями, серед яких сім монографій. Ці праці стали важливими джерелами для науковців і фахівців енергетичного машинобудування. Визнанням його внеску стала участь у науково-технічній раді Міністерства важкого, енергетичного і транспортного машинобудування СРСР, а також у комісії з газових турбін при Академії наук СРСР. Наукова школа, заснована професором Я.І. Шнеє, зробила значний внесок у розвиток світового турбінобудування, а його діяльність сприяла зміцненню позицій української науки в галузі енергетичного машинобудування. Дослідження, проведене в цій статті, ґрунтується на архівних матеріалах, публікаціях та документах, що розкривають ключові аспекти роботи вченого.

Ключові слова: турбінобудування, енергетика, Я.І. Шнеє, підготовка кадрів, історія науки і техніки, Харківщина, Харківський політехнічний інститут, завідувач кафедри, науково-технічна революція.

**Turbine Engineering in Ukraine in the 1940s–1970s: Yakiv Isidorovych
Shneie**

Menshykov Stanislav,

postgraduate student of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic
Institute", Kharkiv Ukraine, <https://orcid.org/0009-0006-8735-1875>

***Abstract:** The article highlights the scientific, technical, pedagogical, and organizational activities of Yakiv Shneie, an outstanding scientist, Doctor of Technical Sciences, professor, and specialist in the field of turbomachinery. It provides a detailed analysis of his contributions to the development of the Department of Turbomachinery at Kharkiv Polytechnic Institute (KhPI), the organization of the educational process, the advancement of experimental research, the creation of new educational programs, and the training of highly qualified specialists in the field of steam and gas turbines. The separate section examines his work on improving steam turbines, which became crucial for the development of the energy sector in the post-war period. Under his leadership, there was a large-scale transition from 50 MW turbines to 500 MW units, which were used in both thermal and nuclear power plants. Thanks to the department's collaboration with the Kharkiv Turbine Plant, Ya. Shneie's scientific developments found practical application in production, contributing to the modernization of equipment and increasing turbine efficiency. The article explores Professor Ya. Shneie's role in establishing a specialized research laboratory and an industry-focused laboratory dedicated to gas dynamics, heat exchange, and optimization of gas turbine cycles. Under his guidance, modern cooling methods for hot turbine components were developed, the aerodynamics of blade assemblies were improved, and experimental research was conducted under conditions close to real-world applications. The significant achievement was the establishment of a specialized academic council at*

KhPI, where dissertations on turbomachinery, steam generator engineering, and hydraulic machine engineering were defended. Professor Shneie personally supervised 35 Ph.D. dissertations, and seven of his students later became Doctors of Technical Sciences. His scientific legacy includes more than 100 research publications, including seven monographs, which have become important resources for scientists and specialists in power engineering and mechanical engineering.

His contributions were recognized through participation in the Scientific and Technical Council of the USSR Ministry of Heavy, Energy, and Transport Engineering, as well as in the Gas Turbine Commission of the USSR Academy of Sciences. The scientific school founded by Professor Ya. Shneie made a significant contribution to the global development of turbomachinery, and his work strengthened the position of Ukrainian science in the field of energy engineering. The research conducted in this article is based on archival materials, publications and documents that reveal key aspects of the scientist's work.

Keywords: *turbomachinery, energy sector, Ya. Shneie, personnel training, history of science and technology, Kharkiv region, Kharkiv Polytechnic Institute, head of department, scientific and technological revolution*

Постановка проблеми. У другій половині ХХ ст. розвиток турбінобудування в Україні набув особливого значення у зв'язку зі зростаючими потребами виробництва в енергії. Одним із видатних учених, який зробив вагомий внесок у цей процес, був професор Яків Ісідорович Шнеє. Його діяльність охоплювала як конструкторські розробки, так і організаційні заходи, спрямовані на вдосконалення виробничих процесів та підготовку кваліфікованих кадрів. Науковець не лише працював у сфері конструювання турбін, а й очолював кафедру турбінобудування НТУ «ХПІ» у 1941–1976 рр., що стало важливим етапом у становленні української школи турбінобудування. Його наукові розробки та впровадження нових технологій

сприяли підвищенню ефективності парових та газотурбінних установок. Особливо важливим було його керівництво в роки Другої світової війни, коли кафедра турбінобудування, евакуйована до Красноуфімська, працювала над створенням газових турбін для військово-морських кораблів.

Попри значний внесок Якова Ісідоровича в розвиток української енергетики як науковця і керівника кафедри, що готувала спеціалістів для цієї галузі, на сьогодні відсутнє цілісне дослідження, яке б висвітлювало його роль у розвитку турбінобудування в Україні.

Деякі біографічні відомості про науковця представлені на сайті кафедри турбінобудування НТУ «ХП» [1] де також є інформація про діяльність колективу під його керівництвом. Окремі факти з його біографії висвітлені в університетській газеті «Політехнік» [2], а також згадки про професора містяться у ювілейних виданнях НТУ «ХП» [3]. У роботі [4] розкрито деякі аспекти його наукового доробку. Однак загальних праць, які б комплексно висвітлювали турбінобудування в Україні та внесок професора Я.І. Шнеє у його розвиток, досі немає. Поодинокі розвідки початку 2000-х років окреслюють стан турбінобудування в Європі [5, 6], а також харківського турбінобудівного підприємства ВАТ «Турбоатом» [7].

Дослідження останніх років залишають поза увагою доробок Харківських учених, насамперед автори оцінюють комп'ютерні методи моделювання параметрів турбін [8] та [9] зростаючу роль використання альтернативної енергетики. Таким чином історичні дослідження, що розкривали б доробок українських учених, а також професора Я.І. Шнеє на сьогодні відсутні.

Формулювання цілей статті. Метою статті є висвітлення науково-організаційного внеску професора Якова Ісідоровича Шнеє у розвиток турбінобудування в Україні в 1940–1970-х роках, бо саме в цей період відбулось найбухливіше зростання енергомашинобудівної галузі в Україні.

Виклад основного матеріалу дослідження. Яків Ісідорович Шнес народився 1902 р. у Катеринославі (сьогодні місто Дніпро). Там же закінчив школу у 1919 р. Впродовж наступних п'яти років навчався у Катеринославському металургічному інституті. Після успішного закінчення ЗВО молодий науковець працював в інституті асистентом, а пізніше – доцентом. У 1927–1928 рр. його направили на Ленінградський металічний завод (ЛМЗ) для конструкторської роботи [10].

На той час, незважаючи на світову економічну кризу, одним зі світових лідерів у розробці та виробництві турбін була Німеччина. Передусім у 1928 р. тут було здійснено видатне інженерне досягнення – побудована спіральна турбіна потужністю 9 000 к.с. для гідроелектростанції в Норвегії. Ця турбіна, розроблена для виробництва значної кількості енергії, стала ключовим елементом у розвитку зростаючої індустріальної інфраструктури Європи [11].

Тому не дивно, що у 1929 р., молодого конструктора і вченого Я.І. Шнес направили у відрядження саме до Німеччини для вивчення передових розробок і технологій у турбінобудуванні. Тут він відвідав провідні турбінобудівні підприємства та ознайомився з їхньою роботою. Зокрема Я.І. Шнес ознайомився із роботою електростанції у Цшорневіц, яке нині є частиною міста Гrefенгайнiхен у федеральній землі Саксонія-Ангальт яку було модернізовано у період з 1924 по 1929 р. Впродовж 1925–1926 рр. електростанцію було розширено новим котельним корпусом з шістьма новими паровими котлами. Ці котли мали автоматичні решітки і теплову поверхню 1000 м². Також була збільшена потужність машин, було побудовано дві турбіни потужністю 12,5 МВт та одну турбіну потужністю 35 МВт [12].

Всі отримані знання після відрядження Яків Ісідорович застосував у подальшій конструкторській роботі на ЛМЗ, а згодом і на ХТГЗ.

Треба зазначити, що Ленінградський металічний завод став підприємством яке випускало перші у СРСР парові турбіни. Найпершою стала

турбіна потужністю 2 МВт розрахована на початкові параметри пари 1,1 МПа, 300°C, яку почали виготовляти у 1924 р. Вже у 1926 р. побудували турбіну потужністю 10 МВт при частоті обертання 3000 об/хв, у 1930 р. – турбіну потужністю 24 МВт при частоті обертання 3000 об/хв на початкові параметри пари 2,55 МПа і 375°C, а у 1931 р. – турбіну потужністю 50 МВт при частоті 1500 об/хв на параметри пари 2,85 МПа і 400°C [13].

З 1930 р. (ще до вводу заводу в експлуатацію) Яків Ісідорович працював на Харківському турбогенераторному заводі (ХТГЗ) заступником начальника, а з 1932-го року – головним конструктором заводського бюро з турбінобудування у відділі парових турбін. Постійні пошуки актуальної інформації у галузі турбінобудування стали причиною до його відрядження у Велику Британію, там науковець впродовж трьох місяців 1934 р. переймав досвід турбінобудування, про що було написано ґрунтовний звіт.

Розгортання індустріалізації на теренах України призвело до будівництва Харківського турбогенераторного заводу, який будували впродовж 1929–1934 рр. Підприємство змінило декілька назв, зокрема відомий за назвою «Турбоатом», а з 2021 р. – АТ «Українські енергетичні машини». Він став другим після ЛМЗ заводом, де в СРСР стали виготовляти турбіни для електростанцій.

За рік після введення до експлуатації на ХТГЗ вже було випущено першу парову турбіну потужністю в 50 МВт. Слід зазначити, що підприємство будувалося за проектом американської фірми «Дженерал Електрик» і було призначено для випуску надпотужних турбогенераторів у 50, 100 і 200 МВт у одиниці [14].

За угодою про допомогу між General Electric, Metropolitan Vickers, AEG та радянською державою у період з 1927 по 1933 р. всі важливі електротехнічні процеси були перенесені в сектор електроіндустрії (наприклад, виробництво

турбін, виготовлення електричного обладнання або будівництво великих електростанцій іноземними компаніями) [15].

У 1935 р., завдяки бурхливому розвитку енергетики, СРСР вже займав друге місце в Європі та третє у світі за виробкою електроенергії з сумарною потужністю всіх електростанцій у 6,9 млн. кВт. У 1940 р. потужність всіх електростанцій країни досягла 11,2 млн кВт [16].

Для забезпечення майбутнього турбінного заводу кваліфікованими інженерними кадрами у 1930 р. у Харківському механіко-машинобудівному інституті (один із інститутів, що у 1949 році був об'єднаний в ХПІ) була створена унікальна кафедра «Турбінобудування». Її створив і очолив Володимир Матвійович Маковський (1870–1941) після переїзду з Дніпропетровська, де він очолював кафедру теплотехніки у Дніпропетровському металургічному інституті [17].

Володимир Матвійович став головним консультантом від АН УРСР на ХТГЗ, тому не дивно що між заводом та інститутом починається плідна співпраця. Цьому сприяло і те, що частина працівників кафедри обіймала і керівні посади на заводі. Працівники кафедри швидко виконували теоретичні і дослідні роботи, що були необхідні заводу для перевірки ідей і впровадження практичних рішень на виробництві [18].

Засновник кафедри, В.М. Маковський, помер третього червня 1941 р. Новим завідувачем призначили Я.І. Шнеє, який очолював кафедру до вересня 1976 р. Через розпочаті воєнні дії на теренах Харківщини кафедра була евакуйована у Красноуфімськ (Башкірія), де було створено спеціальне конструкторське бюро, яке і очолив Я.І. Шнеє. Вся наукова діяльність кафедри була спрямована на реалізацію воєнних потреб. Основним завданням колективу стало створення двигуна для легких військово-морських кораблів, цим двигуном повинна була стати газова турбіна. Вона ідеально підходила для цього, через свої невеликі розміри та відсутність котла. У 1943 р. кафедра

розробила проєкт і виконала креслення нового газотурбінного агрегату ДТ-43 який став першим дослідним корабельним газотурбінним двигуном. Виготовлена турбіна ДТ-43 була у 1943–1948 рр. у Центральному науково-дослідному інституті технології машинобудування. Автором проєкта став Я.І. Шнеє. Випробування цієї турбіни були проведені у 1950 р. на ХТГЗ [19, 20].

Після повернення кафедри з евакуації Яків Ісідорович продовжив очолювати кафедру в Харкові. Він здійснював керівництво та брав безпосередню участь у розробці парових турбін, їхніх елементів та агрегатів різних конструкцій і потужностей. У період його керівництва кафедрою турбінобудування Харківського політехнічного інституту відбулося суттєве зростання технічного рівня виробництва на Харківському турбінному заводі. Зокрема, було здійснено перехід від виготовлення турбін одиничною потужністю 50 МВт, призначених для теплових електростанцій, до виробництва турбін потужністю 500 МВт, що використовувалися як на теплових, так і на атомних електростанціях. У кожній розробленій турбіні відчутний науково-технічний внесок співробітників кафедри, включаючи безпосередню участь Якова Ісідоровича.

Використання інтелектуального потенціалу викладачів кафедри на заводі не було одностороннім. Завдяки госпдоговорам стало можливим фінансування подальшої діяльності кафедри. Так з одного боку для залучення коштів на кафедру, а з іншого – для скорішої відбудови електростанцій та промисловості зруйнованої після війни країни науковці кафедри турбінобудування брали участь у відбудові турбін на Лисичанській ГЕС, Харківських-ГЕС № 2, 3, 4, Шуганській ТЕЦ, Київській ГРЕС № 2, Севастопольській ГЕС та інших об'єктах енергетичної інфраструктури. Завдяки цьому вже у 1946 р. сумарна потужність електростанцій країни досягла довоєнного рівня, а в 1947 р. СРСР по видобутку електроенергії

вийшов на перше місце у Європі та друге у світі. У 1955 р. сумарна потужність електростанцій країни досягла 37,2 млн. кВт. [16]

Тісна співпраця кафедри з ХТГЗ впливала і на організацію навчання на кафедрі. Навчальні програми досить швидко підлаштовувалися для своєчасного задоволення потреб виробництва у тих чи інших спеціалістах. Так у 1940-х рр. випускалася невелика кількість фахівців у галузі газових турбін, та й ті набували свою спеціалізацію вже на етапі дипломного проектування. Вже на початку 1950-х рр., відповідаючи вимогам виробництва та галузі, на кафедрі була організована підготовка фахівців із газових турбін у окремій групі та за окремим навчальним планом.

Також за ініціативи професора споруджено новий корпус кафедри і створено проблемну науково-дослідну лабораторію та галузеву науково-дослідну лабораторію з науковими напрямками «Газодинаміка проточної частини», «Теплообмін у парових і газових турбінах» й «Оптимізація циклів газотурбінних установок» [21]. Пізніше за його ініціативи при ХПІ також була створена спеціалізована вчена рада по захисту кандидатських і докторських дисертацій з турбінобудування, парогенераторобудування та гідромашинобудування [4]. Завдяки цьому найкращі студенти кафедри могли продовжувати навчатись у аспірантурі, а після отримання вченого звання – залишатись працювати в інституті, формуючи потужний дослідний та педагогічний колектив.

Науково-організаційна діяльність Якова Ісідоровича була високо оцінена. У 1947 р. він отримав звання доктора технічних наук, а у 1949 р. – професора. Він був членом науково-технічної ради Міністерства важкого, енергетичного і транспортного машинобудування СРСР, також заступником голови комісії з газових турбін при Академії наук СРСР.

Впродовж 1950-х рр. було накопичено великий досвід та створена база для проведення експериментальних робіт надскладного рівня. Завдяки

створеним лабораторіям, співпраці з профільним підприємством, а також поповненню кафедри талановитими науковцями з середини 1950-х рр. проводились глибокі експериментальні та теоретичні роботи. Основі зусилля у науковому пошуку на кафедрі в ті роки були спрямовані на вдосконалення теплової економічності парових та газових турбін, насамперед, це досягалось по-перше за рахунок вдосконалення аеродинаміки лопаткового апарату турбін, а по-друге завдяки більш ефективних методів охолодження гарячих елементів. Високих результатів у дослідженні цих питань вдалося досягти зокрема завдяки тому, що були створені окремі групи дослідників, які працювали над вузьким питанням, таким як: теоретичні дослідження (цикли та схеми); дослідження процесів теплообміну в елементах турбін; дослідження аеродинаміки; дослідження камер згоряння; дослідження регенераторів. Це давало змогу більш прицільно та глибоко вивчити та проробити основні проблеми турбінобудування тих часів [22].

Результатом цих досліджень стали дисертаційні роботи, які були захищені у створеній в ХІІІ спеціалізованій вченої раді. Так розвивалась школа турбінобудування Я.І. Шнеє. Зокрема, у 1958 р. О.Т. Ільченко захистив дисертаційну роботу за темою: «Дослідження теплового опору контактного шару та хвостових з'єднань лопаток турбін». У цій роботі дисертант провів глибоке дослідження залежності теплопровідності контактного шару одноіменних та змішаних плоских пар від основних визначальних параметрів. Науковими керівниками роботи були д.т.н. професор Я.І. Шнеє та к.т.н. доцент В.М. Капінос.

Того ж 1958 р. Л.Г. Гельфенбейн захистив дисертацію за темою: «Визначення оптимальних параметрів регенераторів газотурбінних установок» на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук. У дисертації розглядалася задача отримання ефективних і малогабаритних конструкцій теплообмінників, що було необхідною умовою при створенні

економічної газотурбінної установки (ГТУ). Дисертант визначив оптимальні параметри поверхні нагріву регенераторів ГТУ, вдосконалив конструкцію теплообмінників, що дало змогу підвищити їх ефективність, а також вивів формули для розрахунків і адаптував їх для практичного використання. Науковим керівником був д.т.н. Я.І. Шнеє.

Протягом 1960-х рр. на кафедрі було проведено багато захистів дисертацій. У 1962 р. – дисертацію на тему «Дослідження впливу конструктивних параметрів на характеристики ступеня турбіни» захистив А.В. Гаркуша, наукові керівники: д.т.н., професор Я.І. Шнеє та к.т.н. М.Ф. Федоров. У 1963 р. – А.М. Неспела захистила дисертацію за темою: «Вплив витрати рідини через порожнину на момент опору обертанню диска турбомашини».

У 1966 р. у вченій раді проведено захист двох дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. В.М. Пономарьов захищав дисертацію на тему «Підвищення економічності останніх ступенів турбін з різким розкриттям проточної частини». У висновках цієї роботи дисертант виявив, що основними причинами збільшених втрат енергії на останніх ступенях турбін в основному є те, що в реальних умовах протікання робочого тіла відрізняється від того, яке припускається при розрахунках [23]. Другою дисертацією, захист якої відбувся того ж року, стала робота А.Г. Кнабе на тему «Дослідження умов теплопередачі на поверхні турбінних лопаток». Аналіз, який зробив дисертант дозволив оцінити рівень і розподіл сумарних напруг і ефективність систем охолодження, це дало можливість підібрати більш ефективні матеріали і розробити оптимальний варіант конструкції експериментальної турбіни [24].

Яків Ісідорович Шнеє був науковим керівником для 35 кандидатів технічних наук, серед яких семеро пізніше отримали науковий ступінь доктора

технічних наук. Вчений є автором понад 100 наукових статей та 7 монографій, з яких 5 присвячені дослідженню газових турбін.

Серед його визначних робіт – двотомник «Газові турбіни» [25, 26], написаний разом із випускниками кафедри турбінобудування та монографія «Теорія газових турбін» [27]. Велику роль для будівництва та експлуатації турбін мала монографія «Аварії робочих лопаток парових турбін» [28].

До 16 вересня 1976 р. Я.І. Шнеє був завідувачем кафедри турбінобудування, а потім працював на посаді професора. Науковця не стало п'ятого травня 1977 р. Після нього кафедру очолив його учень – Василь Максимович Капінос.

У грудні 2013 р. на корпусі кафедри турбінобудування НТУ «ХП» відкрито меморіальну дошку Я.І. Шнеє [29].

Висновки. Таким чином, внесок професора Якова Ісідоровича Шнеє у розвиток турбінобудування у період 1940–1970-х років є значним. Науковець не лише активно розробляв конструкції турбін різної потужності, але й створив умови для наукового росту молодих фахівців, організувавши спеціалізовану підготовку інженерів у галузі турбінобудування. За його ініціативи були створені лабораторії, які дозволили проводити експериментальні дослідження на високому рівні, що сприяло підвищенню ефективності теплових циклів і вдосконаленню охолодження елементів турбін. У тому числі завдяки цій діяльності турбінобудування в Україні зробило такий величезний крок у розвитку саме в досліджуваний період.

Як керівник Я.І. Шнеє сформував потужний педагогічний та дослідний колектив, що забезпечило випуск висококваліфікованих спеціалістів для енергетичної галузі України. Під його керівництвом захищено велику кількість кандидатських і докторських дисертацій, що стало підтвердженням високого рівня наукової діяльності.

Можна підсумувати, що його внесок у створення і вдосконалення турбінного виробництва, а також розвиток наукової школи турбінобудування, стали фундаментом для подальшого розвитку енергетичної промисловості України. Науково-організаційна робота професора Я.І. Шнеє є визначною в історії українського турбінобудування, а відсутність цілісного дослідження його внеску підкреслює актуальність подальших наукових розвідок у цьому напрямі.

Список використаних джерел

1. Історія кафедри 1930-1941 роки – Кафедра турбінобудування. Інформаційно-обчислювальний центр – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». URL: <https://web.kpi.kharkov.ua/turbine/uk/istoriya-kafedri-1941-1975-roki/> (дата звернення: 15.02.2025).
2. Шнеє Яків Ісидорович. Газета Національного технічного Університету «Політехнік». 2005. 14 квіт. (№9-10) URL: <https://polytechnic.kpi.kharkov.ua/ViewArticle.asp?id=489> (дата звернення: 25.02.2025).
3. Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»: історія розвитку, 1885–2010 / за ред. В.І. Ніколаєнка. Харків: НТУ «ХПІ», 2010. 407 с.
4. Меньшиков С.О. Історія стратегічного партнерства: АТ «Українські енергетичні машини» і кафедри турбінобудування НТУ «ХПІ» у спільному пошуку інновацій. Вісник науки та освіти. Серія «Історія та археологія». 2024, № 3(21), С. 1256-1267, DOI 10.52058/2786-6165-2024-3(21)-1256-1268.

5. Pilavachi P., An Overview of Gas Turbine Technologies for Generation in Europe In book: *New and Renewable Technologies for Sustainable Development*. 2002, DOI: 10.1007/978-1-4615-0296-8_10.
6. Pilavachi P., Pollard D. Industrial gas turbine technologies. *Applied Thermal Engineering*. 2004, 24(11-12):1549, DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2003.12.001.
7. Шевцов В.Л. Досвід ВАТ «Турбоатом» у створенні та вдосконаленні енергозберігаючого обладнання для теплових та атомних електростанцій. Вісник НТУ «ХП», 2006, № 5, С. 6-11.
8. Zhang J., Zhang Z., Xu D., Lu X. A robust Jacobian-free Newton–Krylov method for turbomachinery simulations. *Physics of Fluids*. 2024, 36(12), DOI: 10.1063/5.0243628.
9. Schöb T., Kullmann F., Linßen J., Stolten D. The role of hydrogen for a greenhouse gas-neutral Germany by 2045. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2023, 48:39124–37. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.05.007>.
10. Особова справа професора Я.І. Шнес. Архів НТУ «ХП» (Архів Національного технічного Університету «Харківський політехнічний інститут»). Спр. 90518, 49 арк.
11. Historische Turbinen und Generatoren Schweizer Anlagen im norwegischen Kraftwerk Vemork. *Fachartikel Bulletin SEV/VSE*, 2024, Nr. 2, S. 52-54.
12. Die Elektrizitätsversorgung Mitteldeutschlands. Eine Besprechung des neuen Werbefilms «Die Sonne der Stadt». *HELIOS Export Trade Journale of Electricity and Radio, Leipzig und Wien*. 31. Jg. Nr. 39 vom 27. September 1925, S. 6–7.
13. Базеєв Є.Т., Бондаренко В.І., Бурячок Т.О., Білека Б.Д. та ін. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє : в 5 т. Київ : ВАТ «Редакція «Енергетика: історія, сучасне та майбутнє», 2011, Т. 3 : Розвиток

теплоенергетики та гідроенергетики. URL: <http://energetika.in.ua/ua/books/book-3/part-1/section-3> (дата звернення: 26.03.2025).

14. ЦДАГО України (*Центральний державний архів громадських об'єднань України*). Ф. 1. Оп. 20. Спр. 6472. 34 арк. [Історія ХТГЗ].
15. Spohn, W. (1975). Die technologische Abhängigkeit der Sowjetunion vom Weltmarkt: Bericht und Kommentar zu einer empirischen Studie von A.C. Sutton. *PROKLA. Zeitschrift für Kritische Sozialwissenschaft*, 5(19/20/21), 225–259. <https://doi.org/10.32387/prokla.v5i19/20/21.1744>.
16. Історія електротехніки / за заг. ред. І.О. Глебова. Москва: МЕІ, 1999. 524 с.
17. Шаповал І.М. Володимир Маковський. Київ : МОЛОДЬ, 1974. 228 с.
18. Звіт і довідка про роботу кафедри за 1963/1964 навчальний рік. ДАХО (*Державний архів Харківської області*). Ф. Р-1682. Оп. 13. Спр. 984. 29 арк.
19. ЦДАГО України (*Центральний державний архів громадських об'єднань України*). Ф. 1. Оп. 24. Од. зб. 1367. арк. 152, 166.
20. ЦДАГО України (*Центральний державний архів громадських об'єднань України*). Ф. 1. Оп. 24. Од. зб. 574. арк. 191.
21. Зозуля М.В. Базові та проблемні лабораторії як осередки комплексних наукових досліджень у Харківському політехнічному інституті: 1950–1970-ті роки. *Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету ім. Г. С. Сковороди. Серія «Історія та географія»*. Харків, 2006. № 24. С. 225–228.
22. Зозуля М.В. Організація науково-дослідних робіт у Харківському політехнічному інституті на замовлення промисловості у 50–60-ті роки ХХ ст. *Збірник наукових праць / наук. ред. Л. О. Грифен*. Київ : НТУУ «КПІ», 2006. № 8. С. 35–40.

23. Пономарьов В. Н. Підвищення економічності останніх ступенів турбін із різким розкриттям проточної частини: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Харків, 1966. 30 с.
24. Кнабе А. Г. Дослідження умов теплообміну на поверхні турбінних лопаток: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Харків, 1966. 32 с.
25. Шнеє Я.І., Капінос В.М., Котляр І.В. Газовые турбины. Ч.1. Термодинамические процессы и теплообмен в конструкциях. Київ : Вища школа, 1976. 296 с.
26. Шнеє Я.І., Хайновський Я.С., Газовые турбины. Ч.2. Аеродинамічні процеси, регенератори, камери згоряння і конструкції. Київ : Вища школа, 1977. 279 с.
27. Шнеє Я.І. Теорія газових турбін. Москва : Машгїз, 1950. 388 с.
28. Шнеє Я.І., Сахнін А.В., Харитонов М.М. Аварії робочих лопаток парових турбін. Москва, 1936. 256 с.
29. Збережемо пам'ять в ім'я майбутнього. Газета Національного технічного Університету «Політехнік». 2015. 12 листом. (№19-20). URL: <https://polytechnic.kpi.kharkov.ua/ViewArticle.asp?id=4650> (дата звернення: 27.02.2025).