

УДК 6/620:[002.2+002.9] + 002.3:008

РОЛЬ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА В СУЧАСНОМУ СВІТІ ТА ІСТОРІЇ ЛЮДСТВА

БОНДАРЄВ С. В., *к. т. н.*

Кафедра матеріалознавства, Національна металургійна академія України, пр. Гагаріна, 4, Дніпро, 49005, Україна, тел. +38(063) 431-63-86, e-mail: bond.msc@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9877-655X

Анотація. Наприкінці 90-х років XX сторіччя Ю. М. Таран заснував процес підготовки фахівців за новою для металургійної академії спеціальністю – з галузі інженерного матеріалознавства, на кафедрі матеріалознавства. Автор є одним із перших випускників НМетАУ за цією спеціальністю. Наведено бачення автора, чим є і яке значення має матеріалознавство з погляду отриманої освіти та професійного досвіду. Обговорюються енциклопедичні визначення матеріалознавства, його роль у сучасному науково-технічному прогресі, значення як науки. Коротко описано роль матеріалів та науки про них в історії людства.

Ключові слова: матеріалознавство; інженерія; вища освіта; науково-технічний прогрес; професійний досвід

РОЛЬ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ И ИСТОРИИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

БОНДАРЕВ С. В., *к. т. н.*

Кафедра материаловедения, Национальная металлургическая академия Украины, пр. Гагарина, 4, Днепр, 49005, Украина, тел. +38(063) 431-63-86, e-mail: bond.msc@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9877-655X

Аннотация. В конце 90-х годов XX столетия Ю. Н. Таран основал процесс подготовки специалистов по новой для металлургической академии специальности – в отрасли инженерного материаловедения, на кафедре материаловедения. Автор является одним из первых выпускников НМетАУ по этой специальности. В статье представлено видение автора, чем является и какое значение имеет материаловедение с точки зрения полученного образования и профессионального опыта. Обсуждаются энциклопедические определения материаловедения, его роль в современном научно-техническом прогрессе, значение как науки. Коротко описана роль материалов и науки о них в истории человечества.

Ключевые слова: материаловедение; инженерия; высшее образование; научно-технический прогресс; профессиональный опыт

THE SIGNIFICANCE OF MATERIALS SCIENCE IN MODERN WORLD AND HUMAN HISTORY

BONDAREV S.V., *Cand. Sc. (Tech.)*

Materials Science Department, National Metallurgical Academy of Ukraine, Gagarin av. 4, Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38(063) 431-63-86, e-mail: bond.msc@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9877-655X

Abstract. At the end of the 1990s Yu. M. Taran established providing of education on a major, that was new within metallurgical academy – in the field of Materials Science & Engineering, and this happened at the Materials Science department. The author is one of the first graduate within this specialty. In this paper the author's vision of what materials science is and what significance it has is presented from the point of view based on education and professional experience he's get. The encyclopedia definitions of materials science, its role in the state-of-the-art technological progress, its significance as a science are discussed. The role of materials and its science in the human history is described briefly.

Keywords: materials science; engineering; higher education; scientific progress; technological change; professional experience

Освіта – це інструмент стратегічного розвитку особистості, а також країни та її економіки в цілому.

Певні галузі економіки виникають завдяки наявності достатньої кількості унікальних фахівців та продовжують існувати завдяки поповненню

спеціалістами з молоді. Останні цінуються своїми дипломами.

Аналіз рейтингів вишів, що формуються як результат постійних (щорічних) досліджень, які проводять по всьому світу спеціалізовані

дослідницькі компанії (наприклад, Quasquarelli Symonds Limited) показує, що інженерне матеріалознавство є однією з актуальних та провідних галузей спеціальностей по всьому світу та особливо у розвинутих країнах. Інженерів матеріалознавства готують у більшості, якщо не в усіх кращих університетах світу, незалежно від форми власності, року заснування, географічного положення. Серед них особливо виділяються вищі з країн Південно-Східної Азії. Сінгапур та Китай невідворотно входять до категорії розвинутих країн і займають лідируючі позиції у виробництві та експорті високотехнологічних товарів та й просто товарів широкого вжитку.

Тобто є зв'язок між тим, що ці прогресивні країни роблять більшу ставку на матеріалознавство як ключову галузь і тим, як швидко відбувається розвиток економіки в них.

Близько 20 років тому Юрій Миколайович Таран, видатний вчений, педагог та керівник навчального закладу, бачив певні тенденції у науково-технічному прогресі, що мали місце в світі та конфліктували з певними тенденціями у технологічному розвитку промислових галузей України. Так само він міг бачити стан та перспективи підготовки інженерно-технічних фахівців, необхідних для переходу України у категорії розвинутих держав, не тільки за потенціалом, а і за реальним рівнем та характером життя громадян.

Досягнення кафедри металознавства та зібраний ним на той час науково-педагогічний колектив фахівців високого рівня та достатньо різної спрямованості (не лише металургії, металознавства та термічної обробки металів) дозволили йому заснувати підготовку фахівців за новою для металургійної академії спеціальністю – «Прикладне матеріалознавство» в галузі інженерного матеріалознавства. І це був ще один суттєвий внесок у розвиток академії та, що більш важливо – стратегічне рішення для суспільної проблеми підготовки особистостей, фахівців, на яких справді буде попит у майбутньому, а не тільки зараз.

Автор цієї статті є магістром лише другого набору за цією спеціальністю, і хоче представити в статті бачення, чим є матеріалознавство, з погляду отриманої освіти та вже не маленького досвіду роботи за спеціальністю. За майже 20 років це розуміння принципово не змінювалось, а лише посилювалось та розширювалось новою інформацією та набутим досвідом. Це свідчить про далекоглядність Юрія Миколайовича Тарана (разом із Є. П. Калинушкіним), коли він відкривав спеціальність та перейменовував існуючу кафедру на кафедру матеріалознавства.

Визначення матеріалознавства

Матеріалознавство – це і наука, і галузь людської діяльності.

За визначенням Енциклопедії Британіка – це наука, що вивчає властивості твердих матеріалів і те,

як ці властивості визначаються складом та структурою матеріалу.

Вона виросла як сплав фізики твердого тіла, металургії та хімії, тому, що значна багатоманітність властивостей матеріалів не можуть бути зрозумілі в рамках будь-якої окремої класичної науки.

Із фундаментальним розумінням причинності властивостей матеріалів можна розробляти та обирати їх для широкого кола застосувань, від будівництва до мікроелектроніки, від дослідження та освоєння космосу до медицини.

Матеріалознавство, таким чином, важливе для інженерної діяльності в таких галузях, як: електроніка, транспорт, авіація та космонавтика, телекомунікації, обробка інформації, ядерна енергетика, енергозбереження та медицина.

Інженерне матеріалознавство, за визначенням McGraw-Hill Concise Encyclopedia of Engineering (V видання, 2005 р., ISBN 0-07-142957-3) – це міждисциплінарна галузь із продукування та використання знань, що стосуються складу, структури, створення та обробки матеріалів, а також їх властивостей та застосування.

Галузь включає в себе повний спектр дисциплін, що простягається від фундаментального матеріалознавства до прикладних розробок та застосування матеріалів. Матеріалознавство вибудовує міст між фундаментальними науками та різноманітними інженерними дисциплінами.

Матеріалознавство не є ізольованою наукою – вона дуже тісно пов'язана з тими, з яких вона походить (наприклад, класичні фізика, хімія), та з тими, задля яких вона працює (наприклад, металургія, машинобудування, електроніка).

Але, в той же час, матеріалознавство відособилось, щоб бути незалежним у формулюванні проблем, виборі підходів до їх вирішення та визначенні цілей наукових досліджень.

Завдяки цьому в матеріалознавстві можливе продукування одночасно декількох результатів: розв'язання прикладних інженерно-технологічних задач та вирішення певних фундаментальних наукових проблем.

Роль матеріалознавства в науково-технічному прогресі

Матеріалознавство – відкрита наука, тобто спроби формалізувати та жорстко визначити її рамки, чи то взагалі віднести повністю до іншої якоїсь галузі є контрпродуктивними та згубними для її ефективності.

Те, що, в одному випадку – в одній проблемній сфері – є поганим явищем, в іншій може бути використане як ефективний та незамінний спосіб досягнення необхідного результату.

Коли медики чи біологи вивчають будову тканин – вони можуть використати ці знання для оздоровлення людини. Коли матеріалознавці, співпрацюючи з медиками та біологами, вивчають будову тканин та органів, – вони можуть принести нові матеріали чи

ідеї, наприклад, у машинобудування та цивільне будівництво.

Це двосторонній рух – матеріалознавці використовують існуючі матеріали та знання з хімії чи машинобудування для розроблення біоматеріалів та біоімплантів для медицини.

Тобто матеріалознавство – це те середовище, де знання з дуже різних галузей науки і техніки, з не пов'язаних між собою дисциплін, що належать до різних класичних наук та видів діяльності, поєднуються з метою створити щось дуже потрібне нове, будь то матеріал чи метод дослідження, чи технологію, а також з метою збагатити спільними знаннями ці галузі для їх розвитку та ефективності.

Економічний розвиток та технічний прогрес неодмінно пов'язані з розвитком матеріалознавства та прогресом у створенні нових штучних унікальних матеріалів на потребу інших галузей економіки.

Інколи відкриття у матеріалознавстві пізніше сприяють появі цілком нових технологій та галузей економіки.

Країни з розвинутими економіками відрізняються від бідніших країн не тим, що в них виробляється більше сталі, чавуну чи бетону в перерахунку на душу населення, а тим, що в них більша частка виготовлення високотехнологічних матеріалів: від спеціальних сталей та сплавів до специфічних керамік, різноманітних полімерних та композитних матеріалів, включно з тими, що не мають аналогів у світі.

Самі матеріалознавці цінні перш за все тим, що вирішують складні технологічні проблеми створення, застосування та характеризування нових матеріалів для ХХ сторіччя.

Матеріалознавство – це механізм синергії дотичних високотехнологічних та наукоємних галузей економіки. Впровадження досягнень матеріалознавства надає значні економічні переваги технологіям, що розробляються та використовуються, та забезпечує конкурентоспроможність – здатність виробляти більше товарів з одночасним зростанням реального доходу (заробітних плат).

Значення матеріалознавства як науки

Значення матеріалознавства як науки можна оцінити крізь призму наукових відкриттів, які були оцінені як найвищі наукові досягнення світу.

Нобелівських премій «з матеріалознавства» не існує, але значна кількість премій була присуджена або за матеріалознавчі розробки, або за відкриття, надзвичайно важливі – ключові – для матеріалознавчої науки.

Значна кількість премій з фізики, як ми бачимо, дається за розроблення методів дослідження та розшифрування структури матеріалів. Застосовуючи дифракційні методи дослідження структури, науковці розшифрували будову нуклеїнових кислот та механізм їх дії. За це їм була присуджена премія з фізіології та медицини в 1962 році, потім, в 1968-му, ще одна – за розшифрування генетичного коду в

ДНК, а в 1982-му – за розробку методів розшифрування дифракційних результатів присуджена премія з хімії.

Таблиця 1

Нобелівські премії з фізики за відкриття в матеріалознавстві / The Nobel prizes in physics for materials science discoveries

1901	Рентгенівські промені
1914	Дифракція рентгенівських променів на кристалах
1915	Дослідження структури кристалів дифракцією рентгенівських променів
1937	Дифракція електронів на кристалах
1986	Електронний мікроскоп та тунельний мікроскоп
1953	Фазово-контрастний мікроскоп
1956	Напівпровідники та винахід транзистора
1973	Тунельні явища в напівпровідниках та надпровідниках
1987	Надпровідність керамік (високотемпературна)
2000	Напівпровідникові гетероструктури в електроніці
2009	Оптоволокно та «цифровий фотоапарат»
2010	Двовимірний матеріал графен
2014	За винайдення ефективних синіх світлодіодів, що викликали появу яскравих та енергоощадних джерел білого світла

Таблиця 2

Нобелівські премії з хімії за відкриття в матеріалознавстві / The Nobel prizes in chemistry for materials science discoveries

1960	Вуглецевий радіоізотопний метод визначення віку в археології, геології та інших галузях науки
1996	Фулерени
2000	Відкриття провідності в полімерах
2011	Відкриття квазікристалів
2014	Флуоресцентна мікроскопія
1982	Метод кристалографічної електронної мікроскопії та розшифрування комплексу білок – нуклеїнова кислота
1991	Розвиток методології ядерної магнітної резонансної спектроскопії (МРТ)

Велике значення отримали електричні та магнітні властивості матеріалів та самі такі матеріали: напівпровідники, надпровідники, оптоволокно, фотоелементи, феромагнетики тощо.

В 1956 році премія з фізики була присуджена за дослідження напівпровідників та відкриття транзисторного ефекту – явища, використання якого зумовили безпрецедентний стан розповсюженості та застосування електронних приладів, гаджетів, комп'ютерів, що є на сьогоднішній день. У продовження цієї теми були присуджені премії в 1973, 2000 та 2009 роках.

Створення нового матеріалу – графену – на слуху з 2010 року.

Але особливо слід зазначити премію, присуджену в 2014 році за низку винаходів та відкриттів щодо будови та властивостей певних напівпровідників.

Ці дослідження відбувалися протягом декількох десятків років, і врешті-решт викликали появу на ринку дуже економних та ефективних джерел світла – синіх світлодіодів.

До галузі матеріалознавства можна віднести відкриття, за які були присуджені премії з фізики понад 20 разів та з хімії – понад десяток, зокрема:

- за вуглецевий радіоізотопний метод визначення віку в археології, геології та інших галузях науки;
- за фулерени;
- за відкриття квазікристалів;
- за метод кристалографічної електронної мікроскопії та розшифрування комплексу білок – нуклеїнова кіслота;
- за МРТ – розвиток методології ядерної магнітної резонансної спектроскопії.

Понад третина з усіх вказаних премій – це безпосередньо винайдення нових матеріалів чи відкриття нових властивостей певних матеріалів.

Матеріалознавство в історії людства

Матеріалознавство має не лише чисто наукове або технічне значення, не лише економічне, – воно має ще й соціальне значення.

Людина почала свідомо обробляти матеріали – випалювати кераміку – був кам'яний вік.

Потім почався бронзовий вік.

П'ять тисяч років тому мало місце відкриття заліза та початок залізного віку.

Чотири тисячі років тому винайдене перше скло та фарфор.

За подальші дві тисячі років люди навчилися фасонного лиття, кування заліза та сталі, гартуванню сталі.

500 років тому почалась серія наукових відкриттів, які заклали умови для індустріалізації та збагачення країн: винайдено перший оптичний мікроскоп (1668 р.) для дослідження мікроструктури матеріалів та організмів; відбулося значне зниження вартості виробництва залізних сплавів (1709 р.), запатентовано клей (1750 р.) та бетон (1755 р.).

У XIX сторіччі закладено основи електрометалургії та електролізу, винайдено вулканізацію гуми, Менделєєв відкрив періодичний закон, відкрито сучасний метод отримання алюмінію.

На початку XX сторіччя винайдено першу марку корозійностійкої сталі (1904 р.) та способи суттєвого

зміцнення певних алюмінієвих сплавів (1906 р.), що потім стало фактором розвитку повітряного транспорту – авіації.

Найважливіші відкриття, що були далі, нагороджені нобелівськими преміями. Майже завжди ці відкриття відбувалися в економічно та технічно розвинених країнах, і це сприяло ще більшому прогресу в цих суспільствах.

Розрив, що існує сьогодні між деякими розвинутими та відсталими країнами, вважається нездоланим. Україна поки що до відсталих країн не належить.

Ставлення до матеріалів у суспільстві – це частина культури суспільства та рівня його розвитку.

Навіть історики не можуть обійтися без фахівців-матеріалознавців. Мова йде не лише про археологічне матеріалознавство, що досліджує, якими ж саме матеріалами та технологіями користувалися наші пращури. Мова про те, що історію людства поділили на віхи за ознакою основного використовуваного людиною матеріалу: кам'яний вік, бронзовий вік, залізний вік.

Складно сказати, як називається нинішня епоха – віком сталі, віком кремнію чи віком полімерів та композитів. Але точно можна сказати, що, по-перше, навіть кожен історик тепер повинен знати різницю між залізом та сталлю, а по-друге, що ми живемо у час складних високотехнологічних синтетичних матеріалів, серед яких не можна виділити один основний.

Сталь залишається матеріалом, який виробляється найбільше, але кількість виробленої сталі вже не визначає рівень економічного та соціального розвитку суспільства.

Сьогодні виробляти сталь не складніше, ніж сто років тому, але колосальних інтелектуальних, творчих та матеріальних зусиль потребує виробництво сталі та сталевих виробів, які будуть якісними та дешевими одночасно. І це було б не можливо без знань із хімії, фізики, механіки, математики, економіки та інших наук, поєднаних для вирішення комплексних технологічних проблем вибору матеріалів, визначення структури матеріалів, створення методів впливу на матеріали та формування виробів, а також надання матеріалам виробів цінних необхідних властивостей.

Таке поєднання і є матеріалознавством – самостійною галуззю знань, що постійно пов'язує інші науково-технічні галузі задля продуктивного створення нових матеріалів та технологій, вирішення різноманітних актуальних проблем та поліпшення нашого життя.

Стаття рекомендована до публікації д-ром техн. наук, проф. В. І. Мазуром (Україна), д-ром техн. наук, проф. П. І. Лободою (Україна).

Надійшла до редколегії 17.03.2017

Прийнята до друку 22.03.2017