



Лідія Сліпчинська

у пошуках гармонії



Л. В. Сліпчишин

У ПОШУКАХ ГАРМОНІЇ

Львів



2008

УДК 377.1:62:620.22
ББК 74.560
С 47

Рекомендовано до друку Вченою радою
Львівського науково-практичного центру
професійно-технічної освіти АПН України
(протокол № 2 від 16 лютого 2006 р.)

Рецензенти:

Т. Д. Якимович, кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник Львівського науково-практичного центру ПТО АПН України,

О. Ф. Пікарось, кандидат технічних наук, завідувач лабораторією професійної підготовки у Львівській області, кандидат технічних наук О. Ф. Пікарось.

Сліпчишин Л.В.

С47 У пошуках гармонії: Навчально-методичний посібник. – 2-е вид., доп. – Львів: СПОЛОМ, 2008. – 176 с.

У посібнику розкриті деякі аспекти додаткової освіти з матеріалознавства учнів професійно-технічних навчальних закладів у контексті інтегративного підходу до його вивчення та наведено її інформаційне забезпечення. Використання гуманітарних знань під час вивчення технічних дисциплін сприяє їх гуманітаризації та професійному спрямуванню гуманітарних дисциплін. Для реалізації інтегративного підходу наведено зразки міжпредметних позаурочних заходів.

Для викладачів загальнотехнічних і гуманітарних дисциплін, інженерно-педагогічних працівників, студентів педагогічних коледжів та учнів професійно-технічних навчальних закладів.

© Сліпчишин Л.В., 2008

© Нерода Т., дизайн, 2008

ISBN 978-966-665-575-5

ПЕРЕДМОВА

В умовах стабілізації економічного розвитку змінюється зміст праці робітників, що впливає на вимоги до їх кваліфікації. Суспільству потрібен робітник, який, окрім професійних знань і компетенції, володіє певними ціннісними орієнтирами, що залежать від його внутрішнього сприйняття особистого внеску в розвиток виробництва. Формування необхідних знань, умінь та якостей учнів відбувається під час навчання в професійно-технічному закладі.

Одним з основних завдань кожного педагога є навчити учнів вчитися, прищепити їм любов до свого предмета, пробудити зацікавленість, знайти творче начало. Проте самостійність дисциплін, їх слабкий зв'язок одна з одною породжують серйозні труднощі у формуванні в учнів цілісної картини світу та органічному сприйманні культури. Однією із ланок цілісної системи гуманітаризації загальноосвітньої й професійної підготовки у професійно-технічних навчальних закладах є інтегративні зв'язки технічних і гуманітарних предметів. Ці зв'язки реалізуються як в аудиторних, так і позааудиторних формах навчання. Практична реалізація інтегративних зв'язків ускладнюється відсутністю відповідної навчальної та методичної літератури. З огляду на це навчально-методичний посібник Л. В. Сліпчишин "У пошуках гармонії" є не лише на часі, але й спробою бодей частково заповнити ту прогалину, що виникла у забезпеченні необхідної інформаційної бази для гуманітаризації одного з загальнотехнічних предметів – матеріалознавства.

В основі авторського підходу Л. В. Сліпчишин до гуманітаризації матеріалознавства лежить органічний зв'язок аудиторних форм навчання з позааудиторною діяльністю, яка є логічним продовженням уроків, ґрунтується на теоретичній підготовці учнів і вимагає свідомого ставлення до неї. Через позааудиторні педагогічні форми здійснюється поширення знань, ідей, різноманітної інформації, усвідомлюються художні цінності, формуються уявлення, погляди та емоційна сфера учнів. Крім того, якщо позааудиторна діяльність проводиться на рівні активної участі, то учні звикають до самостійної роботи й пізнавально-пошукової діяльності. Така діяльність належить до проблемного навчання, яке широко використовує проблемні ситуації (предметні, міжпредметні, загальнонаукові), що ефективно вирішуються за допомогою системи інтегрованих знань.

До другого розділу входить інформаційне забезпечення тем для проведення різноманітних педагогічних форм дозвільної діяльності. Автором використано системний підхід до проведення позааудиторної діяльності з предмета у взаємозв'язку з аудиторними формами роботи. Для кожної теми навчальної програми наводиться інформаційне забезпечення, яке відзначається чіткістю, емоційністю викладу, послідовністю у викладенні змісту та його авторська інтерпретація. Орієнтовне інформаційне забезпечення пошукової діяльності учнів може бути застосовано при проведенні науково-практичних конференцій.

Позитивною ознакою посібника є спроба автора показати роль металу в світовій та вітчизняній культурі, ґрунтуючись на найкращих взірцях художньої літератури. Завершує посібник матеріал вікторини "Цікаве матеріалознавство", який, безперечно, виявляє все змістове багатство цієї тематики та її невичерпність. Викладений матеріал легко сприймається, що робить його посильним для учнів. Наведені в посібнику авторські роботи ілюструють, як можна поєднати матеріалознавство з українською й зарубіжною літературою, побачити "симфонію металу".

Завідувач лабораторією професійної підготовки у
Львівській області,
кандидат технічних наук О. Ф. Пікарось.

ВСТУП

*Багатьом із вас метал здається
Неживим, німотним – і кінець!
Німота мине, коли торкнеться
Заготовки токаря різець.
Токар сталь уміє приручити –
І метал співучим стане вмить.
Голос у металу не сердитий –
Треба його тільки зрозуміть.
Знаєте, про що метал співає?
В добрий час, прийшла моя пора.
Міць і силу людям довіряю,
Вірю – це для миру, для добра.
(Емілія Саталкіна “Голос металу”)*

Розвиток інтелектуальної, вольової та емоційної сфер підлітка, прилучення його до суспільних цінностей у науці, культурі та мистецтві, формування моральних якостей, що узгоджуються із загальнолюдськими нормами та правилами, є тими трьома китами, на які спирається гармонійно розвинена особистість. Формування такої особистості досягається використанням складного комплексу методів впливу на неї. У навчальному закладі такий вплив здійснюється через урочну й позаурочну діяльність. Значний виховний і психологічний вплив на учнів здійснює позаурочна діяльність, яка розглядається як продовження навчальної.

Чимало літератури присвячено проблемі позаурочної роботи в навчальному закладі. Це і не дивно, бо вона є важливою складовою педагогічного процесу. Вона не тільки сприяє вихованню, але й залучає до художніх цінностей, активно впливає на розвиток емоційно-ціннісної сфери учнів.

Роль культурного виховання підростаючого покоління завжди була в центрі уваги суспільства. Однак зараз це завдання ускладнилось, тому що засоби масової інформації заповнили свідомість людей інформацією не завжди якісною, а інколи й шкідливою за своїм впливом на молодь. Не дивно, що при теперішніх масштабах розвитку вони активно впливають на культуру поведінки учнів. Тим не менше кожен з учнів прагне зміни вражень, різноманітних за силою та багатством. Враховуючи, що в навчальному закладі учні проводять значну частину свого часу, цей факт необхідно використати для протидії негативних впливів.

Учні професійно-технічних навчальних закладів у такому віці, коли усвідомлюється сенс власного життя, формується активна життєва позиція, характер, світогляд, розвиваються комунікативні здібності. Тому вирішення педагогічної проблеми формування гармонійно розвиненої особистості можливе за умови глибокого розуміння можливостей урочної та позаурочної роботи.

Аналіз педагогічної літератури з позаурочної роботи виявив великі можливості для продовження навчання і на позаурочних заходах в професійно-технічних закладах. Особливо це актуально для технічних дисциплін. Однак для цього необхідно розробити систему позаурочних заходів з різних навчальних дисциплін, узгоджених в часі та за тематикою, методичні рекомендації та вказівки до їх проведення.

Матеріалознавство посідає важливе місце серед загальнотехнічних і спеціальних дисциплін. Його предметні знання є досить важкими для опанування, але наповнення їх особистісним смислом переводить навчальний матеріал у нові контексти. Якщо поняття одного контексту включається в систему зв'язків з поняттями інших контекстів, то маємо справу з міжпредметними зв'язками (першим рівнем інтеграції). Інтегративний підхід до вивчення дисциплін наочніше показує їх доцільність, сприяє формуванню наукової картини світу. Предметні картини світу, накладаючись, створюють найповнішу інтегральну організованість образів, яка є інтеграцією наукової й художньої картин. Така інтеграція найефективніше відбувається на позаурочних заходах.

Традиційно в професійно-технічних навчальних закладах в позаурочній роботі переважають заходи з гуманітарних дисциплін. З технічних дисциплін частіше проводяться вікторини, конференції, виставки технічної творчості, конкурси на кращого за професією і рідше вечори. Крім того, ці заходи дуже часто мають випадкову тематику і не відображають системності навіть у межах однієї дисципліни. Пояснити такий стан справ можна недостатньою підготовкою викладачів до реалізації гуманітаризації технічних дисциплін, а також відсутністю відповідної методичної літератури.

Автором зроблено спробу системного підходу до вирішення цього завдання. В авторській програмі навчання матеріалознавства до кожної теми визначено найбільш відповідні заходи з огляду можливості використання гуманітарного матеріалу. Для кожного заходу пропонується інформаційна основа, яку викладач зможе використати повністю чи частково.

Структура посібника складається з розділів, присвячених теоретичним основам організації, проведенню та інформаційній основі додаткових заходів, призначених для гуманітаризації машинобудівного матеріалознавства. Інформація підібрана таким чином, щоб забезпечити вирішення професійних, загальноосвітніх та виховних цілей. Метою проведення позаурочних заходів з матеріалознавства є розширення та поглиблення знань, одержаних на уроках, розвиток емоційно-ціннісного ставлення до життя, підвищення професійної мотивації, потягу до творчості та само-реалізації в учнів.

Посібник призначено викладачам машинобудівного матеріалознавства та інших технічних предметів, які в умовах особистісно орієнтованого навчання зможуть реалізувати гуманітаризацію своєї дисципліни, вчителям для професійного спрямування гуманітарних предметів, а також учням для самостійного здобування відповідних гуманітарних знань.

РОЗДІЛ 1

ГУМАНІТАРНА СПРЯМОВАНІСТЬ ВИВЧЕННЯ МАШИНОБУДІВНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

1.1. ДОДАТКОВА ОСВІТА З МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

На початку XXI століття й надалі залишається актуальним оновлення змісту освіти. Це викликано величезним інформаційним матеріалом, з якого необхідно виділити обов'язковий і достатній мінімум професійно-технічної освіти й одночасно навчити учнів спілкуватися, критично мислити, ставити особистісні цілі, працювати в групі, користуватися комп'ютером, володіти іноземною мовою тощо [3]. Ефективні зміни в економіці держави залежать від функціонування ступеневої професійної підготовки фахівців, зростання ролі самоосвіти, а також тісної співпраці з виробничими структурами.

На відміну від загальноосвітньої школи, навчання у професійно-технічному навчальному закладі є спеціалізованим і більшість учнів мають професійну мотивацію. Завдяки цьому учнів більше цікавить інформація професійного спрямування, тому врахування цієї мотивації можна використати для додаткової освіти з предмета.

Форми додаткової освіти з предмета поділяють на три групи: випереджувальне навчання, поглиблене вивчення та розвивальне навчання з метою встановлення міжпредметних зв'язків [2, с.9]. Кожна з цих форм має переваги і недоліки, які залежать від мети їх використання, кваліфікації викладача та організаційно-педагогічного забезпечення.

Випереджувальне навчання з матеріалознавства передбачає ознайомлення з основами дисципліни, яке проводиться у цікавій формі, або вивчення конкретної теми раніше, ніж передбачає програма. Проте таке вивчення матеріалознавства можливе з тими учнями, які готові до цього психічно та емоційно і мають зацікавленість. У разі використання випереджувального навчання учні можуть вивчати матеріал з рубрики "У світі матеріалів..."

Поглиблене вивчення окремих тем з матеріалознавства дозволяє засвоїти позапрограмний матеріал, який буде корисним при вирішенні нестандартних завдань чи ситуацій. Якщо таке вивчення матеріалознавства здійснювати при постійній взаємодії з викладачами інших технічних і природничих дисциплін, то це сприятиме формуванню в учнів цілісної наукової картини. Ефективність такого навчання можна побачити на конкурсі з професії, тому особливого значення набуває розгляд конкурсних завдань.

З метою встановлення міжпредметних зв'язків розвивальне навчання матеріалознавства, окрім професійного, має ще й гуманітарне спрямування. Воно сприяє загальному розвитку культури та ерудиції

учнів. Ураховуючи профіль робітничої підготовки для учнів професійно-технічних закладів, корисною є інформація з історії наукових відкриттів, етапів розвитку професії, ознайомлення з персоналіями. Тому розгляд відповідної інформації під час вивчення будь-якої теми дозволяє емоційно її забарвити й підвищити мотивацію навчання.

У сучасних умовах професійної діяльності людини особливого значення набуває самоосвіта. Навчання у професійній школі формує в учня певну сукупність знань і вмінь, які поділяються на професійні, загальноосвітні й загальнокультурні. Співвідношення між цими групами знань є різним в урочній та позаурочній діяльності учнів. Однак для досягнення успіху в різних сферах життя кожен учень має навчитися самостійно здобувати необхідні нові знання, що підвищує роль самоосвіти.

Форми самоосвіти можна поділити на дві групи залежно від того, де вона використовується, а саме під час урочної чи позаурочної діяльності. До найпоширеніших форм самоосвіти на уроках належать робота з літературою, залучення додаткового матеріалу під час підготовки домашнього завдання та різні способи подання інформації (повідомлення, доповідь чи реферат). Кожен зі способів подання інформації має свої правила й обмеження, які повинні знати учні та вміти дотримуватися з допомогою і під контролем викладача.

Важливою формою самоосвіти є конференція. З огляду на практичну спрямованість навчання учнів професійно-технічних закладів саме конференція може запалити іскру жадоби до знань і бажання продовжувати навчання далі після закінчення училища. У цьому разі метою проведення конференції можуть бути популяризація, пропаганда чи практичне втілення наукових знань.

Однак, не зважаючи на мету, основним завданням конференції є адаптація наукової термінології до рівня, зрозумілого кожному учневі. Для підготовки конференції проводиться велика і довготривала пошуково-дослідницька робота, яка вимагає опрацювання значної кількості джерел. Стосовно матеріалознавства, як і інших технічних наук, пов'язаних з машинобудуванням, підготовка конференції є досить складним завданням через відсутність відносно легкого доступу до нової технічної інформації.

Але, якщо учні здійснюватимуть пошук у мережі Інтернет, звернуться до бібліотек навчальних закладів чи підприємств з метою збирання необхідної інформації, то це можна вважати як перехід пошукової роботи у нову фазу – наукову. Організація і проведення конференцій досить повно й детально розглянуті у педагогічно-методичній літературі.

Які б форми додаткової освіти учнів з матеріалознавства не були вибрані, основна їх мета – підвищення навчальної пізнавальної активності, творче зростання і формування бажання успіху в учнів.

1.2. ОРГАНІЗАЦІЯ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ПОЗА-УРОЧНОЇ РОБОТИ У ПТНЗ

Досягнення науково-технічного прогресу дають можливість збільшити вільний час особистості, який вона може використати для різнобічного розвитку. На нього впливають економічні, соціальні та психологічні чинники. Зокрема, психологія звертає увагу на потреби й мотиви особистості, які визначають поведінку і вчинки людини у сфері дозвілля. В останній час з'явилась нова навчальна дисципліна "Педагогіка дозвілля", яка визначає принципи, зміст, форми, методи та засоби педагогічної організації дозвільної діяльності. Це дає можливість підійти до організації та проведення вільного часу підлітків, учнів шкіл і професійно-технічних навчальних закладів з наукових позицій, базуючись на найкращих зразках з минулого.

А. Ф. Воловик і В. А. Воловик виділяють такі рівні дозвільної діяльності, як *споживання, творчість та екстеріоризація* (соціальна активність) [1, с. 8]. Ці рівні взаємозалежні й взаємообумовлені, що дозволяє здійснювати виховний та освітній процеси шляхом піднесення організації дозвілля на вищий рівень розвитку.

Споживання є нижчим рівнем дозвільної діяльності. Воно поділяється на *пасивне, активне та цілеспрямовано активне*. Саме останнє є передумовою для виникнення творчості [1, с. 56], воно орієнтоване на оволодіння відповідними духовними цінностями. Коли результати творчості стають надбанням інших людей, це свідчить, що опановується найвищий рівень, тобто екстеріоризація дозвільної діяльності особистості чи групи. Через педагогічні форми цього найвищого рівня здійснюється поширення знань, ідей, різноманітної інформації, усвідомлюються художні цінності, формуються уявлення, погляди й емоційна сфера. Основне у такій діяльності – свідоме й активне ставлення до неї.

Педагогічний процес дозвілля ґрунтується на таких принципах: *зацікавленості, єдності відпочинку та відновлення сил і пізнання, спільності діяльності* [1, с. 61-74]. Зацікавленість є мотивом до дозвільної діяльності, від якої залежить дозвільна активність чи пасивність людини. Найважливіша зацікавленість викликана потребою в одержанні різноманітних відомостей, оскільки це закладено природою у будь-який живий організм. А в людини одержана інформація ще й емоційно забарвлена. Форми дозвільної діяльності характеризуються різноманітністю, серед яких є різноманітні видовища, що дають насолоду, гострі відчуття, почуття самоствердження, переживання нового емоційного стану в незвичній для себе ролі. Вільний час відкриває широкі можливості до самоосвіти й саморозвитку. Але це вимагає внутрішньої напруги, яку не кожен спроможний виявити, тому й віддає перевагу проведенню свого вільного часу на рівні пасивного споживання. Отже, необхідно знайти такі форми, методи і засоби, які би поєднали процеси розвитку та пізнання й заповнилися відповідним змістом.

Підтримати увагу до інформації вдається новизною повідомлень, які викликали б зацікавлення в учнів. Найкраще сприймається те, що збуджує фантазію, уяву й відрізняється від традиційного уявлення. Однак необхідно враховувати поділ людей на групи залежно від ставлення до одержуваної інформації: до першої групи належать особи з високим освітнім рівнем та установкою на здобуття нових знань; до другої – особи, що задовольняють потребу в утилітарних знаннях; до третьої – чекають від дозвілля тільки розваг; до четвертої – інертні особи [1, с. 69-70]. На жаль, найчисленнішою категорією є третя група. Особливого ставлення вимагає остання група, яка спрямована на пасивне споживання інформації з найдоступніших джерел.

Навчання у професійно-технічних навчальних закладах (ПТНЗ) має ту особливість, що сюди приходять вчитись підлітки, які часто мають проблеми з навчанням, педагогічно запущені, з важких чи неповних сімей. Тому змістовна дозвільна діяльність властива незначній кількості учнів. Підліток прагне діяльності, а, не знаходячи виходу для конструктивного використання енергії, витрачає її деструктивно. Саме це становить серйозну проблему для педагогів. Основним завданням для педагогів ПТНЗ є підтримування інтересу до навчання учнів, спрямовуючи їхню енергію у потрібному напрямі. Необхідно пам'ятати, що більшість учнів зацікавлена в отриманні спеціальності, тому їх приваблюють інформація професійного спрямування, досягнення науки і техніки, можливість самим спробувати свої сили у технічній чи художній творчості. Індивідуальний підхід педагога до учнів дозволяє виявити їхні інтереси і найкращим чином використати під час проведення вільного часу.

Сучасна система освіти в центрі своєї уваги ставить унікальність кожної особистості. Для осягнення нею навколишнього світу у всій повноті, красі та гармонії необхідно відчувати художню мову, мати досвід її сприйняття. Зустріч з прекрасним – це діалог між свідомістю людини, природним явищем та артефактом, внаслідок чого розвивається людська чуттєвість, усвідомлюються загальнолюдські цінності.

У кожній навчальній дисципліні є “гуманітарний потенціал”, який сприяє розвитку емоційної сфери учнів і впливає на становлення особистісних художніх сприйнятів. Чуттєве сприймання змісту навчальної інформації завдяки гамі відчуттів, уявлень, переживань закарбовується у пам'ять на рівні підсвідомості та довше зберігається.

Багатьма вченими усвідомлений той факт, що поряд із раціональним способом осягнення світу, необхідно розвивати підхід, коли нові наукові поняття народжуються при зіставленні різних сторін буття людини. У таких випадках естетичне почуття, пошук гармонії та емоційність допоможуть привідкрити таємниці природи. Навчаючись у професійній школі, учень повинен добре засвоїти прийоми роботи і в той же час за технічною стороною не втратити почуття естетичної насолоди за її якісне виконання. Це внутрішньо мобілізує його і застерігає від неякісної, недобросовісної роботи, сприяє зростанню його майстерності.

Загальноосвітні предмети, зокрема фізика, математика, хімія та література, мають багатий матеріал для організації проведення різноманітних педагогічних форм дозвільної діяльності. Вже традиційними стали фізичні та хімічні вечори з проведенням цікавих дослідів, КВК, літературно-музичні композиції тощо. Дозвілля із залученням відомостей з технічних предметів також має великі можливості, але тут ще не достатньо опрацьована тематика. До вирішення цього питання варто підійти, використовуючи інтегративний підхід.

Матеріалознавство є предметом загальнотехнічного циклу, який вплітається у відповідний регіон своєї предметної галузі, а якщо цю думку розвинути далі, то можна побачити, що низка предметів естетичного циклу ґрунтуються також і на знаннях з цієї дисципліни. Зокрема, до таких предметів належать архітектура, скульптура, металопластика, художнє кування, литво тощо. Окрім того, сам процес перетворення дійсності та роль людини у ньому стають предметом розгляду гуманітарних дисциплін. Уроки з технічних дисциплін обмежені у своїй можливості використовувати естетичний потенціал навчального матеріалу, а позаурочна робота відкриває для цього широкі перспективи.

Позаурочна робота є важливою ланкою навчально-виховного процесу, яка характеризується різноманітністю педагогічних форм організації дозвілля учнів. Серед них значне місце займають предметні вечори. Проведення таких вечорів дозволяє розширити і поглибити знання, одержані учнями на уроках, пробудити почуття прекрасного, яке допомогло би розвинути образне мислення, як один із чинників творчої діяльності. Такий вечір може бути заключним акордом у вивченні відповідної теми або деяким узагальненням з кількох тем.

Навчальні програми з української та зарубіжної літератур для професійно-технічних навчальних закладів не враховують особливості підготовки майбутніх робітників. Тому й залишаються поза увагою твори, які могли би сприяти підвищенню зацікавленості до обраної професії, розвитку емоційної сфери й становленню у свідомості учня не тільки науково-технічної, але й соціальної картини світу. Без виховання високої духовності й загальної культури не можна подолати технократизм існуючої професійно-технічної освіти.

Для реалізації цієї мети важливе значення має виховання учнів на кращих традиціях світової культури. Науково-технічна революція створює передумови для того, щоб відносно широка освіта, світогляд, культура працівника вийшли за вузькопрофесійні межі, обернулись високим суспільним, духовним, моральним і психологічним змістом, який відповідає глибинним потребам суспільства. Для цього в навчально-виховному процесі повинні знайти місце найкращі зразки досягнень світової культури у галузі художньої літератури, живопису, скульптури, архітектури і музики.

Серед відомих засобів підвищення наочності, виразності та образності викладання навчального матеріалу особливе місце належить художній літературі. Використовуючи життєві ситуації, літературні образи, методичні прийоми, викладач допомагає здійснити учневі подорож у світ професії, побачити за виробничою стороною духовний світ робітника. Високохудожні літературні твори допомагають учням пізнавати світ. А якщо ці твори мають виробниче чи професійне спрямування, то учень отримує можливість побачити світ праці чи професії у почуттєвій красі й величі. Таке емоційне забарвлення трудової діяльності впливає на її мотивацію. Художня література є невичерпним джерелом виховання естетичних потреб особистості. Тим більше, якщо врахувати, що це джерело живиться з великої кількості національних літератур.

Художня література промовляє мовою слів. Яким би повним не був опис предмета чи явища словами, вони краще закарбуються в пам'яті людини за допомогою внутрішніх образів, збагачених мовою ліній та фарб. Чим багатший такий образ, емоційно забарвлений, тим довше він зберігається у пам'яті. Якщо вжитися в образ на картині, то можна не тільки побачити її сюжет, але й почути співи пташок, шелест листя чи розмову людей.

Тонке поетичне почуття, яким насичені картини художників, найкраще можна передати такою ж поетичною мелодією музики. Як сказав великий італійський художник Мікеланджело Буонарроті, хороший живопис – це музика, це мелодія. Тому в талановитого художника і картини музикальні. Музичні образи викликають у людей з розвиненою емоційною сферою багато асоціацій, порівнянь і внутрішніх видінь, які викликані темою твору. Така співпраця думок і почуттів допомагає глибше проникнути у зміст і відчутти його естетичність. Емоційне напруження сприяє кращому запам'ятовуванню змісту, а його створюють музичні твори завдяки здатності викликати необхідні картини й образи предмета розгляду. Творчий викладач формує банк музичних творів, які відповідають основному об'єкту розгляду його дисципліни. Наприклад, для матеріалознавства можна використати такі музичні твори: “Вечірній дзвін” О. О. Алябєва у виконанні струнного оркестру, симфонічна поема “Прометей” (“Поема вогню”) О. М. Скрибіна, “Металевий дощ” Вангеліса, “Часе, вперед” Г. В. Свиридова, “Болеро” М. Равеля тощо.

Порівнюючи вплив художньої літератури та музики на особистість, можна побачити й відмінності між ними. Під час читання виникають асоціації, керовані логікою розгортання сюжету художнього твору. Асоціативно-понятійні ряди переходять в асоціативно-інтуїтивне суб'єктивне сприйняття змісту. Часто сама назва художнього твору в сконцентрованому вигляді передає його зміст, можливо й метафорично, наприклад, назва роману М. О. Островського “Як гартувалася сталь”. Музичний твір може бути написаний у відповідь на конкретні події (позамузичні обставини) чи з'явитися, як результат творчих пошуків композиторів.

Для виникнення музичного образу потрібний суб'єктивно-психологічний стан слухача. У такому стані з усієї сукупності музичних образів утворюється музично-образна система, наповненість якої залежить від ступеню розвитку емоційної сфери слухача. Чим розвиненіша емоційна сфера, тим глибше переживається, проживається образ. А коли музичний зміст переживається, то в такий момент зливаються минуле, теперішнє і майбутнє, даючи розуміння сприйнятого. Отже, метою музичного супроводу культурного заходу є створення емоційного поля, яке би формувало музичні образи адекватні словесним чи зорим. Це підвищує ймовірність кращого розуміння і запам'ятовування змісту.

Ефективність літературно-музичних композицій залежить від багатьох чинників: змістовності тексту, вдалого музичного оформлення, чіткості та виразності декламування, зовнішнього вигляду учасників, святкової атмосфери вечора. Щоб досягнути цього при проведенні предметних вечорів з технічних предметів, необхідно вміло поєднати технічну інформацію з засобами її естетичного сприйняття: текстом, музикою, світлоколюровим оформленням. Тому підготовка вечора вимагає тривалої, кропіткої роботи, яку починають за 1-2 місяці. Протягом цього часу проводять організаційну зустріч, на якій розподіляють обов'язки щодо підготовки вечора, та репетиції. Викладач разом з учнями вивчає літературні джерела, відбираючи необхідний матеріал для вечора. Учні виготовляють плакат із вказанням назви заходу та дати проведення. Залежно від організаційних особливостей проведення заходу вивішуються також список рекомендованої літератури, запитання заочної вікторини з предмета, вислови предметного спрямування тощо. Вечір, як і урок, має макро- й мікроструктуру. Саме мікроструктура відображає "режисерську" майстерність викладача при підготовці вечора. Успіх такого заходу визначається ретельністю проведення репетицій.

У посібнику запропоновано таку тематику предметних вечорів:

"Слово, чому ти не твердая криця..." – вечір, побудований на матеріалі виробничого матеріалознавчого спрямування в українській літературі;

"Симфонія у сірому мажорі" – вечір, побудований на матеріалі матеріалознавчого спрямування в зарубіжній літературі;

"Симфонія металу" – предметний вечір, який охоплює основні теми матеріалознавства та деякі його аспекти (історичний, лінгвістичний тощо).

Структурований матеріал вечора легко читається, але відображає суб'єктивний підхід автора до написання його сценарію. Тому інформаційний матеріал з теми дає можливість кожному викладачу підійти по-своєму до написання сценарію вечора.

Запропоновані сценарії вечорів з матеріалознавства розраховані на учнів професійно-технічних навчальних закладів, хоча можуть також бути використані у середній школі з метою професійної орієнтації.

1. Воловик А., Воловик В. Педагогіка дозвілля: Підручник. – Х.: ХДАК, 1999.
2. Голобородько В. В. Наукова робота учнів: Гнедашев В. М. Програма організації науково-дослідницької діяльності учнів. – Х.: Вид. група “Основа”, 2005. – (Б-ка журн. “Управління школою”. – Вип. 5 (29)).
3. Кремінь В. Сучасна філософія освіти // Педагогіка і психологія професійної освіти. – 2002. – № 4. – С.11-20.
4. Ольховський А.В. Нарис історії української музики. – К.: Музична Україна, 2003.
5. Муха А.І. Композитори України та української діаспори: довідник. – К.: Музична Україна, 2004.

РОЗДІЛ 2

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОДАТКОВОЇ ОСВИТИ З МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

2.1. ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ТЕМ

ІСТОРИЯ РОЗВИТКУ МЕТАЛУРГІЇ

Еволюція господарства на фактичному матеріалі виявляє зв'язок між технічною сферою, людським чинником і розвитком суспільних відносин. Простежити розвиток господарства можна за матеріальною культурою суспільства.

У первісному суспільстві мисливці зробили перший значний крок в історії господарства, а саме використали перший штучний матеріал для задоволення своїх духовних потреб – фарби для розписування печер. Наступним кроком було винайдення і впровадження відтворювальних форм господарства – землеробства та скотарства, а також ремесла. До цього людство йшло дуже довго. Археологія зафіксувала перші прояви цього процесу з IX - VIII ст. до н. е.

Перехід до відтворювального господарства залучив до сфери людської діяльності нові елементи – землю й худобу, і в цей же час виникли перші знаряддя і певні відносини між людьми. Поява відтворювального господарства спричинила зміни у всіх сферах життя та створила передумови виникнення цивілізації.

Давня історія – це гігантський період часу, під час якого формується людина і суспільство (близько 40 тис. років тому); відбуваються освоєння природи за допомогою досвіду, пошуки природних матеріалів та їх перероблення, винайдення штучних матеріалів, створюються перші знаряддя праці.

Існує три періодизації явищ у часі: археологічна, історична та геологічна. Археологічна періодизація ґрунтується на послідовності використання матеріалів для виготовлення знарядь праці. Хоча її досліджували вчені археологи вже досить давно, однак тільки у XIX ст. працівник Національного музею у Копенгагені Христіан Юргенсен Томсен здогадався поділити етапи розвитку матеріальної культури на *кам'яну* (палеоліт, мезоліт, неоліт), *бронзову* та *ранню залізну* доби. А кожна доба була поділена на періоди залежно від особливостей технології виробництва.

Історія людини почалася з пізнього палеоліту. У кам'яній добі людина добре освоїла вогонь, технологію обробки каменю, кістки та дерева. У цей же час з'явилися перші малюнки у печерах, так званий печерний живопис. У неоліті почалась епоха відтворювального господарства, було винайдено глиняний посуд, з'явилися мідні речі й перші цивілізації.

Археологічні епохи, за дослідженнями вченого М.О. Чмихова, мають такі межі: неоліт (його кінцем є мідна доба) - бронзова доба (2800-2750 р. до н. е.), бронзова доба - залізна доба (приблизно 1200 р. до н. е.), рання залізна доба - середньовіччя (кінець IV - початок V ст.). У мідній добі виникали центри металургії лише на тих територіях, де знаходили цей метал у самородному вигляді. Тому й ремесла тільки починали розвиватися, з часом перетворюючись за своєю значущістю у громадські. Однак таких територій було небагато, тому деякі країни пропустили у своєму розвитку мідну dobu.

У бронзовій добі швидкими темпами розвивалось відтворювальне господарство, вимагаючи більшої кількості знарядь праці, а отже і матеріалів для їх виробництва. Виникло значно більше центрів металургії та обробки бронзи. Стародавні єгиптяни вже у III тис. до н. е. навчилися виготовляти бронзові вироби, а також прикраси із золота і срібла. Метал перетворився в один із об'єктів обміну.

У надрах бронзової доби виникли перші осередки, у яких почали виплавляти метал з ще кращими властивостями – залізо. На той час воно було рідкісним і використовувалось спочатку в культових цілях, а пізніше навіть виконувало роль скарбу. На території стародавньої асирійської держави, поблизу найбільшого міста Асирії Ніневії у 1843–1846 роках французький посол Поль Еміль Ботт, закоханий у археологію, відкрив місто Дур–Шаррукін. Це стародавнє місто було резиденцією асирійського царя Саргона II.

Під час розкопок серед його руїн знайшли одну з будівель, що правила за державну скарбницю. Сховище завдовжки у 5 метрів, завширшки у 2,5 та заввишки у 1,5 метрів було вщент заповнене залізною крицею. На той час цей скарб мав надзвичайно велику вартість. Знайдене залізо вчений Віктор Плаке відправив у Францію, однак корабель біля берегів Сицилії зазнав аварії і затонув. Вдалося врятувати лише декілька криць і довести до Парижа. До сьогоднішнього дня вони зберігаються у Луврському музеї.

Після занепаду Вавилону і Єгипту в світовій історії розпочався новий період – античний. Сприятливе географічне розташування і клімат дали поштовх ранньому розвитку ремесел і торгівлі порівняно з іншими територіями. Розвиток обміну зумовив появу металевих грошей. З усієї території Греції найшвидше розвивались ремесла та торгівля на прибережних територіях та острівній частині, а на інших сільське господарство. Значне місце у господарстві стародавньої Греції займало випалення металів. Руду добували з рудників глибиною до 100 метрів примітивними знаряддями. Цю важку й небезпечну роботу виконували лише раби. З добутих мідних, срібних і золотих руд виплавляли метал для прикрас, посуду, знарядь праці та зброї. Залізо було дорогим і рідкісним металом. Підраховано, що Гомер у поемах "Іліада" та "Одіссея" вжив 1344 рази слово "залізо".

Разом із розвитком товарного виробництва зміцнювалась економіка стародавньої Греції, відбувався грошовий обмін. У державі було в обігу стільки монет, скільки міст-полісів. Між грецькими містами, державами точились нескінченні війни, які, з одного боку, паралізували економічне життя країни, однак, з другого боку, сприяли розвиткові ремесел, і зокрема металургії. Старогрецький поет Арістофан описав цю ситуацію у комедії "Мир". Селянин Трипай приносить звістку про довгоочікуваний мир між Спартою та Афінами. Всі радіють, окрім зброярів. Для них мир – це збитки, а для декого й цілковите зубожіння.

Історія стародавнього Риму пов'язана з розквітом і занепадом рабовласницького господарства у періоді ранньої залізної доби. З середини V ст. до н. е. почали карбувати монети. Високого рівня набуло виготовлення виробів із заліза. Вже у VI-V ст. до н. е. ремісники відзначались високим професіоналізмом. Є відомості про утворення в той час професійних ремісничих спілок. Більшість працюючих у майстернях були вільними людьми. Допоміжну чорну роботу виконували раби. У цей час піднялась на найвищий ступінь технологія лиття з бронзи та благородних металів. Зростання потреб населення у побутових виробках сприяло розвиткові різних ремесел, які використовували метали. Розкопки Помпеї, засипаної попелом вулкану Везувію у 79 р. н. е., виявили значне поширення ремісничої справи у римських містах. Майже при кожному домі була невелика майстерня, де виготовляли глиняні та бронзові лампи, вироби з заліза, скла, тканин, різноманітні інструменти – ковальські, столярні, слюсарні тощо.

Поступово провінції Римської імперії перевершили її у розвиткові ремесла, що стало однією з причин занепаду цієї могутньої держави. На землях Іспанії, Галлії (Франції), Іллірії (Балканський півострів) знайдено різні цінні корисні копалини і серед них залізо та олово. Вже з II ст. н. е. Галлія стала однією з найрозвиненіших провінцій, де розвивалось багато промислів: скляний, латунно-бронзовий, олов'яний, залізний, ювелірний тощо. Її називали "майстернею Європи". Відносно низька ціна і висока якість сприяли поширенню галлійських товарів сусідніми землями, зокрема й на території України. У Греції високо цінували майстрів, а їхнє уміння прирівнювалось до мистецтва. У Римі ж заняття ремеслом було непрестижним, вважалося гідним праці рабів. Ремесло було важкою працею, бо використовувалась ручна технологія. Відсутність вливання капіталів у ремісництво була однією з причин занепаду римської економіки.

Давньогрецький поет Гомер згадує, що північним сусідом був великий народ – киммерійці, які заселяли південні степи України у IX-VIII ст. до н. е. і займались кочовим тваринництвом. За період від VII ст. до н. е. до III ст. н. е. скіфи витіснили киммерійців і зайняли величезну територію від Кубані, Дону та Дніпра до Дунаю. Геродот, перебуваючи на засланні в північних провінціях імперії, описав Скіфську державу.

Довгий час вважали, що у скіфів майже не розвивалась металургія і металеві речі вони купували у грецьких полісах Причорномор'я. Знахідки у так званих царських курганах свідчать, що у них існувало виробництво мідних, бронзових і залізних виробів, однак у менших масштабах, ніж у греків. Зброярі виготовляли невеличкі мечі, дротики, наконечники списів і стріл. У курганах археологи знаходять вироби з благородних металів як власного, так і грецького виробництва. Всесвітньовідома скіфська пектораль, знайдена у Товстій Могилі (поблизу м. Орджонікідзе на Дніпропетровщині), є свідченням високої майстерності місцевих майстрів-ювелірів.

Господарство, засноване на експлуатації рабів, зазнало краху. У надрах рабовласницького ладу зароджувались феодальні відносини, з якими господарство вийшло на новий ступінь розвитку. Протягом V–X ст. у країнах Європи формувалось феодальне господарство, засноване на приватній власності феодала на землю та залежності від нього селян. Прискорили ці перетворення численні війни, завоювання чужих територій, законодавча та податкова політика держав.

Розвиток феодального господарства відбувався у три етапи, відповідно проходило й піднесення ремесла. Завдяки певним обставинам народи Європи періоду середньовіччя не змогли скористатись досягненнями давніх греків і римлян. Провідну роль у їхніх державах займало сільське господарство, а інші ремесла були допоміжними. У домашніх господарствах середньовічних європейських держав зародились осередки промисловості у вигляді ремесел. Першими галузями ремісничої діяльності можна вважати гончарство, залізодобувну та ювелірну галузі. Спочатку ремісники працювали на території помістя, а переведення їх на оброк дало можливість покинути господаря та перейти на людне місце у торгових містах і містечках біля стін замків і монастирів. Міста виникали завдяки відокремленню ремесел від сільського господарства. Вони перетворювались у центри ремесел та торгівлі.

З VIII–IX ст. ремесло переростає у самостійну галузь виробництва, набувши у XII–XIII ст. найінтенсивнішого розвитку, коли сформувався цеховий лад у містах. Середньовічний цех складався з майстерень різного профілю та організовувався за професійною ознакою. У цехах існував поділ на майстрів, підмайстрів і ремісників. Щоб стати повноправним майстром, треба було 3–7 років попрацювати учнем і скласти іспит. Позацехові ремісники називались партачами. Для уникнення конкуренції цехи переслідували партачів та обмежували виробництво, висували певні вимоги до виготовлення продукції. Зокрема її дозволялось виготовляти лише при денному світлі, певних розмірів і хорошої якості. Існування цехів мало прогресивне значення у XIII–XIV ст., оскільки вони сприяли розвитку ремесла. Однак бажання займатись лише дрібним виробництвом стримує розвиток виробництва, гальмує технічний прогрес. Хоча робота у цехах виконувалась вручну, вже почався поділ праці, який дав можливість значно збільшити випуск товарів і підвищити їх якість, підняти на вищий ступінь розвитку виробництва.

У XIV–XV ст. в Європі починає виникати вища форма виробництва – мануфактура. Першими були текстильні мануфактури у містах північної Італії та Нідерландів, які започаткували першу галузь промисловості – текстильну. З XVI ст. починається занепад феодалізму і зароджуються паростки нового суспільства, яке внаслідок Промислового перевороту і Французької буржуазної революції (1789-1794 рр.) стане на шлях побудови індустріального суспільства. Зростання потреби у великій кількості продукції текстильної промисловості спричинило технічний прогрес першою чергою в гірничому та металургійному виробництві. Поява недосконалих, примітивних металорізальних верстатів і технологічного обладнання для кування вимагали великої кількості металу. Це стало поштовхом до розвитку доменного виробництва.

Перші згадки про одержання заліза стосувались виробництва криці, тобто пористих шматків заліза з вкрапленнями шлаку. Під ударами молота шлак витискувався, метал ущільнювався і набував твердості. Криця за хімічним складом нагадує маловуглецеве залізо, яке має меншу твердість, ніж сталь. Спосіб одержання криці називався сиродутним: технологічний процес відбувався у глиняних горшках, ямах чи невеликих за розмірами горнах. У пошуках шляхів підвищення виходу металу металурги експериментували з висотою горна і кількістю повітря, яке вдували в нього. Однак замість криці на дні горна збирався новий продукт плавлення – чавун. Спочатку його появу розцінили, як брак у роботі, оскільки новий сплав відзначався крихкістю і не мав ковкості, достатньої для обробки тиском. Через те, що металурги з новим сплавом мали тільки клопіт, він одержав у різних країнах образливі назви: порсяче залізо, чушка, чавунна свиня тощо.

У пошуках сплаву з кращими властивостями металурги проводили різні експерименти з чавуном, поки не помітили, що зменшення кількості вуглецю в ньому покращує його властивості. Властивості покращуються, але чавун перетворюється в новий сплав – сталь. З того часу почали виплавляти два сплави на основі заліза – *чавун* і *сталь*.

Плавлення сталі у тиглі є одним із стародавніх способів одержання металів. Його використовували найчастіше для виготовлення холодної зброї, прекрасними зразками якої славились такі держави Стародавнього Сходу, як Індія, Персія та Сирія. Про цей спосіб згадував ще у IV ст. до н.е. Арістотель. Не зважаючи на поширення цього способу у багатьох країнах, секрет тигельного виплавляння сталі було втрачено. Тільки через багату століть, у 20 рр. XIX ст. англійський годинникар Бенджамін Хантсмен відродив цей секрет. А сталося це тоді, коли він проводив експерименти, метою яких було одержання хорошого матеріалу для виготовлення інструментів, необхідних у годинникарстві. Успіх Б. Хантсмена у розробленні технологічного процесу одержання литої сталі (тигельної) спонукав його конкурентів до недозволених у конкуренції прийомів, а саме крадіжки.

Викрасти секрет технології одержання тигельної сталі вдалося найголовнішому конкурентові – У. Уолкеру, виробнику чавуну з Грінсайда, що неподалік Шеффільда. З того часу виробництво тигельної сталі стало досяжним для всіх виробників. І попит на таку сталь дуже зріс. Унаслідок двоступеневої технології виплавлення сталі в тигельних печах, процес був тривалим, а матеріал дорогим. Це стримувало нарощування її виробництва, але підштовхувало до пошуку шляхів вдосконалення процесу виплавлення.

Метал недаремно називають хлібом індустрії. Як людина не може жити без хліба, так і промисловість без металу. Тому не дивно, що останніх декілька століть багато талановитих вчених й практиків захоплювались ливарним виробництвом. Не було спеціальних навчальних закладів для підготовки інженерів. Тому тільки людина з технічним мисленням завдяки практиці могла стати справжнім інженером. Саме такий шлях пройшла людина, якій ми завдячуємо одне з найбільших досягнень у царині металургії, створенням печі нового типу – конвертора, і винайдення нового способу виплавлення сталі.

Талановитий винахідник, Генрі Бессемер вже у зрілому віці захопився пошуками дешевої сталі. І в 1856 році англійські газети повідомили про новий спосіб виготовлення сталі, здатний зробити переворот у металургії. Ще через два роки на Лондонській виставці Г. Бессемер продемонстрував вироби з нової сталі. А 1867 року на Паризькій виставці він був нагороджений золотою медаллю за досягнення в металургії. Новий напрям у металургії зацікавив багатьох металургів, адже не вимагав витрат палива, використовуючи хімічне тепло, що виділяється під час реакцій окислення. Але цей спосіб мав і недоліки, які були виправлені у подальшому, а саме: тістоподібний стан металу, недостатньо висока температура для перероблення металобрухту, врахування хімічного складу шихти, значні викиди гарячих відпрацьованих газів в атмосферу тощо. Німецький вчений-металург Манфред Беккерт так описує в науково-популярному виданні “Цікаво про залізо” плавлення сталі у бесемері: “У бесемерівській установці Джон Браслейн (представник Генрі Бессемера у Швеції) закупорив шість донних сопел, залишивши тільки шість. Продування проводили через низ. Щоразу, коли після слабкого кипіння починалося бурління металу, картина ставала вражаючою. Спочатку скромне синьо-червоне полум'я швидко росло й світлішало. Фонтан іскр і клуби коричневого диму вивалились з горловини. Потужне ревіння глушило всі звуки. Через чверть години шум, викиди диму та іскр зменшувались. Це означало, що метал вже готовий...”.

Виробництво сталі без палива було значним відкриттям у металургії, яке зацікавило багатьох у промислових колах. Одним з них був Уільям Сіменс, який, аналізуючи недоліки бесемерівського конвертора, побачив можливість удосконалення способу через відновлення (регенерацію) тепла.

Тепло розчинялося в атмосфері під час викиду відпрацьованих газів у той час, коли газоподібне паливо потрібно було нагрівати перед вдуванням у піч. Вже через рік після офіційного повідомлення у пресі про конверторний спосіб Бессемера (1857 р.) У. Сіменс запропонував спосіб регенерації тепла, який передбачав зміни й у конструкції печі. У 1861 році батько й син Еміль і П'єр Мартени отримали патент на регенеративну піч Сіменса, пробуючи в ній підвищити температуру з 1200 до 1400°С. Над удосконаленням регенеративної печі паралельно працювали брати Уільям і Фрідріх Сіменси, Еміль і П'єр Мартени, а також інші теоретики й практики. Не дивно, що кожен вважав свій внесок більшим і відстоював пріоритет. Проте саме спосіб Мартена набув найширшого використання. Як прикро, що про людину, яка дала назву цьому способу забули, а згадали лише у 1910 році, коли П'єр Мартен, старий і хворий, доживав свої дні у великих злиднях.

Промисловий прогрес викликаний потребами людей у поліпшенні якості свого життя. Однак за нього теж треба платити. Російський письменник О. І. Купрін написав повість “Молох”, назва якої стала метафорою металургійного заводу часів розвинених капіталістичних відносин у Росії кінця XIX ст. На людину тонкого складу душі видовище металургійного заводу справило захоплююче, проте гнітюче враження. “Це було справжнє місто з червоної цегли, з лісом високих труб, що стирчали у повітрі, – місто просякнуте запахом сірки та залізного угару, наповнене вічним гуркотом, що не стихає... Тисячі звуків змішувались тут у стрибкоподібне гуркотіння... Це була страшна й захоплююча картина. Людська праця кишіла тут, як величезний, складний і точний механізм. Тисячі людей – інженерів, каменярів, механіків, теслярів, слюсарів, землекопів, столярів і ковалів – зібралась сюди з різних кутків землі для того, щоб відповідно до залізного закону боротьби за існування віддати свої сили, здоров'я, розум та енергію за один лише крок промислового прогресу”.

Приблизно до середини XX ст. у світі основний обсяг сталі виплавили в мартенівських печах, а конвертори використовувались обмежено, тільки там, де залізна руда дозволяла одержувати конверторний чавун. Обмеження за хімічним складом залізної руди у конверторі було більшим, ніж вигода. Пошуком шляхів інтенсифікації сталеплавильного процесу займалось багато металургів, як теоретиків, так і практиків. Вперше ідею використання кисню для збагачення повітря, що вдувають у конвертор, висунув у 1876 році Д. К. Чернов. Однак на той час наука ще не придумала способу добування великої кількості технічно чистого кисню. Лише у 30-х рр. XX ст. завдяки прогресу в техніці низьких температур стало можливим використовувати технічно чистий кисень у металургії. У 1933 році радянський інженер М. І. Мозговий почав проводити експерименти з продуванням рідкого чавуна в конверторі технічно чистим киснем. Експерименти дали хороші результати, а дослідник у 1936 році одержав авторське свідоцтво на цей варіант конверторного процесу.

У повоєнні роки впровадженням прогресивного способу плавлення сталі у виробництво займались у багатьох промислово розвинених країнах. У Радянському Союзі цим процесом керував учений академік І. П. Бардін. Під його керівництвом у 1956 році на Дніпропетровському металургійному заводі ім. Г. І. Петровського було запущено в дію перший у Радянському Союзі цех кисневих конверторів. З того часу киснево-конверторний спосіб плавлення сталі став лідером у металургії сталі.

Ознайомлення з стародавніми кричними і тигельними процесами наштотувало деяких учених на ідею прямого відновлення заліза з руди. Багато часу присвятив цьому питанню Д. К. Чернов. На засіданні Російського технічного товариства в 1899 р. він виступив з доповіддю, в якій теоретично обґрунтував доцільність такого процесу і запропонував проект спеціальної печі.

Минуло багато років перш ніж вчені спромоглись зайнятись розробленням і впровадженням цього способу, який міг би дати великий економічний ефект. У м. Старий Оскол (Білгородська область, Росія) на базі Лебединського родовища було збудовано Оскольський електро-металургійний комбінат, який першим у Радянському Союзі почав працювати без доменних печей. Головним агрегатом комбінату є шахтна піч, в якій здійснюється відновлення окислених окатишів (круглих, майже правильної форми частинок залізородного концентрату). Її висота становить близько п'ятдесяти, а ширина – шести-восьми метрів. Процес виробництва заліза здійснюється у протитечії, коли залізородні матеріали завантажуються зверху, а нагріті відновлювальні гази рухаються знизу. Одержане залізо має пори і нагадує губку, тому й називають його губчастим. З цього напівфабрикату в дугових електропечах виплавляють високоякісну сталь, яка є вихідним матеріалом для різноманітних виробів.

У наш час вигляд металургійних заводів змінився, адже чорна металургія використовує сучасні агрегати та прогресивні технологічні процеси. Одержуючи широкий асортимент продукції потрібного рівня якості, організаторам виробництва вдається слідкувати за витратами матеріалів і палива, дбати за навколишню природу.

Можливість використання електричної енергії для плавлення металу передбачив ще у 1802 році російський фізик та академік Василь Володимирович Петров, який відкрив явище електричної дуги. Це явище лягло в основу роботи електродугової печі, яка вигідно відрізнялась від існуючих металургійних печей тим, що в ній можна було плавити тугоплавкі метали, досягати високі температури, одержувати високоякісні сталі, здійснювати багаторазове переплавлення сталі, але у малому обсязі (порівняно з конверторним і мартенівським способами). Одночасно з досягненнями у вивченні фізики електрики розвивалась електро-металургія; крім дугових з'явилися ще й індукційні електропечі. Удосконалювалась конструкція електропечей та урізноманітнилось їх використання.

З'явилося феросплавне виробництво, у якому в електропечах виплавляли сплави багатьох металів з залізом (феросплави) – феромарганець, феросиліцій, ферохром та ін. Без феросплавів неможливо виплавляти високолеговані сталі, необхідні у багатьох галузях промисловості. У кінці XIX ст. в електродуговій печі французький вчений Муассан синтезував перші тугоплавкі карбіди. Однак наявність графітових чи вугільних електродів у цих печах стримували одержання маловуглецевої сталі, оскільки вони були джерелом забруднення сталі вуглицем. Цей недолік було усунуто в індукційній електропечі, що дало можливість одержувати майже безвуглецеву високолеговану сталь. Саме у таких печах радянський учений член-кореспондент АН СРСР Олександр Михайлович Самарін запропонував плавити високолеговану сталь у вакуумі, в якому одночасно відбувається дегазація сталі. Вперше цей спосіб було випробувано в СРСР у 1952 році. Він одержав назву вакуумної металургії.

Потреба у високоякісному металі дала поштовх новому напрямку в металургії – виробництву високоякісних сталей і сплавів для таких галузей, як авіаційна, космічна, оборонна, хімічна тощо. Загалом технологія одержання таких сплавів полягає у переплавленні металу і видаленні домішок до найменших кількостей. Практично це можна зробити по-різному. На сьогодні відомими є такі способи одержання особливо високоякісних сталей: електрошлакове, вакуумно-дугове, електронно-променеве і плазмово-дугове переплавлення.

У 50-х роках у країнах Західної Європи та Америки проводились експерименти з вакуумно-дугового переплавлення, у ході якого найповніше відбуваються процеси рафінування металів від легколетких домішок, дистильційного розкислення, дегазації, зменшується температура відновлення та інтенсивного розкладання хімічних сполук і неметалевих включень. Використання вакуумно-дугового переплавлення потребує вакуумного обладнання і потужних джерел постійного струму.

Саме цих умов бракувало у Радянському Союзі, тому пошуки нових способів одержання високоякісних металів пішли в іншому напрямі.

Початком створення електрошлакового одержання металу високої якості вважають одержання перших електрошлакових виливків з високоякісної аустенітної сталі у ході експериментальних досліджень процесу первинної кристалізації електрошлакового металу. Ці дослідження проводились у 1952 р. в Інституті електрозварювання ім. Є. О. Патона під безпосереднім керівництвом Б. Є. Патона і Б. І. Медовара. У 1956 р. з'явилась монографія “Електрошлакове зварювання: посібник”, надрукована за редакцією Б. Є. Патона. В ній вперше з'явилися відомості про новий спосіб електричного відливання виливків, який ґрунтується на бездуговому зварювальному електрошлаковому процесі. У тому ж році вийшла з друку інша наукова праця, авторами якої були Б. Є. Патон, Б. І. Медвар і В. Є. Патон – “Новий спосіб електричного відливання виливків”.

У ній зазначалося, що характерною особливістю нового способу є суміщення процесів плавлення та розливання металу, а також відсутність вогнетривких матеріалів у зоні плавлення металу. До переваг нового способу необхідно виділити те, що з його допомогою можна одержати високолеговані сталі та сплави, які важко виплавити в інших металургійних агрегатах. Першу промислову електрошлакову піч запустили до роботи в травні 1958 р. на заводі “Дніпреспецсталь”.

З того часу почався інтенсивний розвиток технології та обладнання ЕШП (електрошлакового переплавлення). Влітку 1963 року дві французькі фірми – металургійна та електротехнічна – купили ліценцію на спосіб ЕШП та обладнання для його реалізації. Перша в Західній Європі електрошлакова піч була побудована в 1965 році радянськими спеціалістами в м. Ферміні (Франція). Ця подія стала поштовхом до розповсюдження нового способу в інших країнах Західної Європи, Японії, а згодом у США. Придбавши у 1969 р. першу радянську ліцензію на ЕШП, американці досягли у цій галузі значних успіхів, про що свідчить факт підвищення виробництва електрошлакової сталі у 1977 р. до 126 тис. т.

Протягом тисяч і сотень років вогонь допомагав металургам одержувати різні метали та на їхній основі сплави, а постачальником мінеральної сировини була земна поверхня. За такий час викристалізувались основні недоліки вогняної металургії: традиційні поклади деяких металів (наприклад міді) практично вичерпались, тому й постала проблема пошуку нових джерел одержання важливих металів; з деяких металів неможливо фізично одержати сплави, хоча така композиція була б бажаною; вогняна металургія є джерелом забруднення навколишнього середовища; проблема палива для металургійного процесу тощо. Вирішення цих аспектів традиційної металургії стало можливим завдяки появі нових напрямів в одержанні металів і сплавів: порошкової металургії, гідрометалургії, електролітичної, кристалофізичної, електронної, космічної, геліометалургії тощо. Кожна з них має свої відгалуження, що викликано розвитком науки і вимогами практики.

Ще К. Е. Цюлковський передбачив, що в позаземних умовах можуть виявитися такі фізичні ефекти, які неможливі на Землі. У його праці “Мрії про Землю і небо та ефекти всесвітнього тяжіння”, яка вийшла в 1895 році в Москві, йшлося про те, що у космосі є не тільки невагомість, але й глибокий вакуум і хімічна стерильність. Ці натяки зацікавили вчених, які досліджували проблеми освоєння космічного простору. Перші у світі експерименти в галузі космічної технології здійснив у 1969 році екіпаж радянського космічного корабля “Союз-6” у складі Г. С. Шоніна і В. М. Кубасова, виконавши дугове та електронно-променеве зварювання. Ці дослідження прояснили можливості проведення на орбіті нових технологічних процесів та одержання речовин і матеріалів з незвичними властивостями. Вже у 1975 році в наукову програму спільного радянсько-американського польоту “Союз” – “Аполлон” входили різні металургійні

експерименти, зокрема, одержання сплаву, до складу якого входять компоненти, що дуже відрізняються за щільністю і температурою плавлення – алюміній та вольфрам. А в 1976 році екіпаж “Союзу-5” у складі Б. В. Волинова та В. М. Жолобова з допомогою спеціально виготовленого приладу спостерігали за процесом затвердіння рідкого металу в умовах невагомості. Пізніше наступними екіпажами проводилися досліди з одержання важливих з точки зору науки сплавів і напівпровідникових матеріалів.

Щодо внеску України в розвиток металургійної галузі, то станом на вересень 1993 року чорна металургія давала 14% всього виробництва держави. На той час в країні працювало 550 підприємств та 72 інститути, які мали відношення до цієї галузі. На підприємствах галузі працювало 85 мартенівських печей, 24 конвертори і 95 електропечей. Україна володіла 27% світових запасів марганцю, 13,6% заліза та 8% ртуті.

Однак, які б надсучасні технології виплавлення металу не відкривали чи розробляли вчені, найголовнішою умовою має бути мирне та безпечне використання людиною металу.

Що сім років на центральній площі німецького міста Карлсруе розпочинається європейський фестиваль дзвонів. Це місто було вибрано тому, що тут знаходиться один з найстаріших ливарних заводів Європи, збудований ще у кінці XIX ст. і який носить ім'я свого засновника. Упродовж всього часу його існування на ньому відливали дзвони різних розмірів і призначення. Звідси вони потрапляли до соборів, храмів, кірх тощо.

1 жовтня 2004 р. на Ринковій площі відбулося незвичне дійство – народження нового дзвону. Для цього на площу привезли велику металургійну піч і ливарну форму. З усіх куточків Європи з'їхались глядачі на це видовище, а решта бажаючих могли спостерігати за виготовленням дзвону на площі і роботою у цехах заводу по телебаченню. Грандіозне видовище закінчилось тим, що за давньою традицією виготовленому дзвону дали назву “Мир” і встановили його на дзвіниці Страсбурзького собору.

МАНДРІВКА ДІАГРАМОЮ СТАНУ “ЗАЛІЗО –ЦЕМЕНТИТ (КАРБОН)”

На прикладі діаграми стану залізо-цементит видно, як змінюються властивості сталей залежно від вмісту карбону. Суцільні лінії діаграми окреслюють області існування відповідних структур залізвуглецевих сплавів, кожна з яких є певним типом сплаву (твердий розчин, хімічна сполука чи механічна суміш).

ДІАГРАМА СТАНУ СПЛАВУ – графічне зображення, яке показує залежність стану сплавів даної системи від концентрації (хімічного складу) і температури. Діаграма стану сплавів заліза з карбоном побудована за критичними точками (температурами), які ще називають точками Чернова.

Дмитро Костянтинович Чернов (1839-1921) – російський вчений (механік, металург), який, працюючи над теоретичними основами термічного оброблення, в 1868 році відкрив “критичні точки” в системі залізвуглецевих сплавів. З’єднання цих точок лініями і розгляд одержаного графіка при певному його розташуванні навело вченого на думку про універсальність графіка і значну інформацію, закодовану у ньому.

ПРАВИЛО ФАЗ ГІББСА – це загальний закон термодинаміки і фізичної хімії, який характеризує умови співіснування різних фаз у сплавах. Відповідно до цього правила для термодинамічної системи, яка знаходиться в термодинамічній рівновазі, співвідношення між числом фаз n , числом компонентів k і числом термодинамічних ступенів вільності q має вигляд $q=k-n+2$. Максимальна кількість фаз, що можуть знаходитись у стані рівноваги в однокомпонентній системі, дорівнює трьом.

Джозайя Уїллард Гіббс – американський фізик-теоретик, який у XIX ст. увів у практику використання термін “фаза”, який означає тіло, що має у всіх точках однакові властивості. Властивості речовин змінюються при зміні фаз, тому знання закономірностей виникнення та розвитку фазових перетворень відкриває шлях до керування властивостями матеріалів.

Починаючи з кінця XIX ст., вчені та інженери почали інтенсивно працювати над створенням нових чавунів і сталей. Іменами деяких з них названі структури й складові залізвуглецевих сплавів і навіть самі сталі.

АУСТЕНІТ – структурна складова залізвуглецевих сплавів; твердий розчин втілення карбону в гранецентровану кубічну ґратку γ -заліза, де карбону міститься до 2%. Ця структура немагнітна і стійка вище 723 °С.

Уільям Робертс-Остен (W. Roberts-Austen, 1843-1902) – ім’я англійського металурга У. Роберта-Остена в українській та російській транскрипції передається, як Аустен, що й увічнено в назві структури аустеніт.

БЕЙНІТ – структура сталі, яка утворюється під час проміжного перетворення аустеніту (між перлітним дифузійним і мартенситним бездифузійним перетвореннями). Складається з суміші частинок пересиченого карбоном фериту і карбиду заліза.

Е.Бейн (E. Bain, 1891-1978) – американський металург, на честь якого названо структуру сталі. Його ім’ям також названо S-подібні криві сталі (криві Бейна), одержані під час переохолодження аустеніту.

ВІДМАНШТЕТТОВА СТРУКТУРА – структура, яка має геометрично правильне розташування елементів структури у вигляді пластин чи голок усередині кристалічних зерен. Утворюється при перегріванні сталі під час термічного оброблення.

Алоїз фон Відманштетт (A. Widmanstätten, 1754-1849) – австрійський вчений, директор кабінету промислових виробів Австрійської імперії. На прохання директора Віденського придворного мінералогічного кабінету дослідив залізний метеорит, що впав 22 травня 1808 року біля моравського містечка Штаннерн. Структура цього метеориту була подібною до структури перегрітої сталі.

ЛЕДЕБУРИТ – евтектика (механічна суміш) у залізовуглецевих сплавах.

Альфред Ледебур (A. Ledebur, 1837-1906) – німецький вчений-металург, який працював у Фрейнберзькій академії на посаді професора металознавства. На його честь названа структура – ледебурит. Він також запропонував перші теорії гартування сталі.

МАРТЕНСИТ – пересичений твердий розчин карбону в об'ємно-центрованої кубічній ґратці α -заліза, що має вміст карбону, як у вихідному аустеніті. Така структура є характерною для загартованих сталей.

А. Мартенс (A. Martens, 1850-1914) – німецький металознавець, який вивчав структури сталі після термічного оброблення. Його іменем назвали ферито-цементитну суміш голчастої будови в загартованій сталі, яка утворюється при швидкості охолодження, нижчій за критичну.

СОРБИТ – структурна складова сталі, яка складається з дрібнодисперсної суміші фериту та цементиту, що утворюється з аустеніту під час його охолодження. Вона є проміжною за ступенем дисперсності між перлітом і трооститом.

Г. К. Сорбі (H.C. Sorby, 1826-1908) – англійський вчений, іменем якого названа структура сорбіт.

ТРООСТИТ – структурна складова сталі, яка є дрібнодисперсною сумішшю фериту та цементу. Тонка (дрібнодисперсна) структура забезпечує поліпшені механічні властивості сталей.

Л. Ж. Труст (L.-J. Troost, 1825-1911) – французький хімік, на честь якого названа структура троостит.

Сталі

Сталь Мюшета. В 1856 році Роберт Мюшет створив інструментальну сталь, леговану вольфрамом, марганцем, хромом і кремнієм. Вона мала кращі експлуатаційні властивості за існуючі сталі. Згодом ця сталь одержала назву “сталь Мюшета” і впродовж багатьох років залишалась кращою інструментальною сталлю для роботи на великих верстатах, які працювали на високих швидкостях. Це була перша швидко-різальна сталь.

Сталь Гадфільда. Роберт Абот Гадфільд створив сталь із близько 12% мангану, яка володіла парадоксальними властивостями. Розжаривши зразок цієї сталі до білого кольору, винахідник його загартував, але замість зростання твердості одержав її деяке зменшення. Проте із зростанням ступеня деформації підвищувалась її твердість. Таку сталь можна обробляти лише твердосплавним інструментом.

Сталь Райлі. Джон Райлі створив нікелеву сталь, яка мала дуже високі, як на той час, показники механічних властивостей. Використання цієї сталі для броні дозволило на 20-30 % зменшити її масу, не погіршуючи механічних властивостей. Сталь Райлі була першою в групі нікелевих сталей, завдяки яким у кінці XIX – на початку XX століть з'явилися нові галузі техніки, що досягнули свого розквіту в кінці XX століття.

Сталь Тейлора. Разом із товаришем М. Уайтом Ф. Тейлор створив одну з найкращих вольфрамових сталей – швидкорізальну. Нагріваючи різець з такої сталі до температури 950-1280° С, його стійкість різко зростала. Різальна кромка різця розжарювалась до 600° С, але не втрачала своїх різальних властивостей навіть при швидкостях різання 30-40 м/с. Легування вольфрамом в межах 18% різко підвищувало теплостійкість сталі, швидкість різання зросла у 4 рази, але використання нової сталі Р18Х4 вимагало створення важких і міцних верстатів.

Сталь Маурера. Молодий вчений Едуард Маурер та його наставник, професор Штраус, після багаторічного дослідження сталей, легованих хромом і нікелем, створили композицію з 18% хрому та 8% нікелю. Після відповідного термооброблення ця сталь ставала неіржавіючою та певною мірою кислотостійкою. З неї почала існування велика група корозійностійких сталей.

МЕТАЛЕВА ОДИССЕЯ

Життя людини на Землі сповнене турбот і тривог. Минає воно у щоденних турботах. Тривожить думка про те, що принесе день наступний. Чи буде врожай, чи буде мир, чи буде ... чи буде... І вже покотились запитання, як снігова лавина.

У кожній справі людині допомагає метал. Метал – це і прекрасне, це і будні. Як сказав поет Борис Мозолевський:

Персні, гривні та обручки,
Дивна зброя та стрічки.
Що не платівка – то доля,
Що не перстень – то страждання.
Через них переді мною
Розступилися віки.

З перших кроків господарювання людина взяла в помічники метали. Це була “чудова сімка”: залізо, мідь, срібло, олово, золото, ртуть і свинець. Всі ці метали люди шанували. Одні за красу та стійкість, як золото та срібло, а інші за щоденну важку працю. Саме праця цих металів сприяла розвитку людства.

Металам й сплавам ми завдячуємо розвитком мистецтва та різних галузей виробництва. Відбитки, які залишили ці метали, а пізніше ще й інші, в історії розвитку людства різні.

Першим металом, що прийшов на зміну каменю та кістці, була мідь. До 5% міді в природі знаходилось у самородному стані. Тепер вчені вважають, що мідь буде одним із перших металів, які людина не зможе добувати з надр землі. Настільки катастрофічно швидко зменшується кількість покладів мідної руди.

Існує легенда, що свою назву цей метал одержав завдяки острову Кіпр. З його рудень у стародавні часи розходилась мідь у різні країни світу. Це й дало металу назву “купрум”.

Освоєння мідних рудень, виникнення мідноплавильного виробництва започаткувало мідну добу (епоху міді), яку ще називають неоліт. Хоч мідь є відносно м'яким металом і не гартується, при холодному куванні вона ущільнюється та стає досить твердою. З неї виготовляли різноманітні інструменти, якими можна було легко обробляти деревину.

Пізнавши властивості міді практичним досвідом, майстри відкрили технології обробки металів: лиття та обробку тиском. У пошуках міді знавці знаходили мідні руди, з яких виплавляли мідні сплави. Це дало великий поштовх до розвитку нового етапу людської цивілізації – бронзового віку. Велика таємниця природи полягала в тому, що технічно непривабливий метал олово разом із міддю створив диво, і народився новий сплав – бронза.

У кожному металевому творінні, що виходив із людських рук, втілювалась божа іскра, передавалось натхнення митця. Тому не дивно, що минуло багато тисячоліть від тоді, а ми й досі милуємось, захоплюємось тогочасними виробами. У кожному виробі майстер прагнув досягнути гармонії між користю речі та її досконалим виконанням.

Учений, археолог В. Данилевич зазначив, що ще у 5 тис. до н.е., тобто ще до виникнення шумерської та трипільської цивілізацій, наші предки вже користувалися кованими мідними серпами, які наслідували неолітичні прототипи, а дещо пізніше освоїли й бронзу. Саме в Причорномор'ї та в східному Середземномор'ї було знайдено найдавніші вироби з бронзи. Саме тут (і тільки тут) існують свої власні прадавні назви для бронзи – у Дворіччі (Дніпро – Дністер) “забар”, в Галичині – “спиж”, що свідчить про наявність найдавнішої бронзолivarної металургії.

Поблизу Бахмута (нині м. Артемівськ) були виявлені доісторичні вироби мідної руди (шлаки, вугілля, тиглі та інші залишки металургійного виробництва).

Вогонь приносить людині і тепло, і світло. В його надрах народжується метал, а з нього і виріб. Іскри розжареного металу розсипаються, як золоті монети, милуючи око. Золото у всі часи пов'язувалось із мудрістю, красою і багатством. Йому ми завдячуємо знанням багатьох невідомих сторінок історії. Влучно висловила Ліна Костенко:

То що ж лишилось? Піднімати брили.

Історію по золоту читать.

Нема письмен – є дивне саяво казки.

Лук золотий натягує стрілець.

Летить грифон. І золоті підпаски

Підвечір доять золотих овець.

Землі піднявши вже котору тонну,
 У глибині, де шум не доліта,
 Читаємо, як скіфу золотому
 Дає скрижаль богиня золота.

І кожна бляшка, панцир, окуття
 І на прикрасах вирізьблені драми -
 Це панорами скіфського життя,
 Увічнені по золоту майстрами.

(Уривок з поеми “Скіфська одісея”)

Археологічні розкопки показали, що у нижній течії Дніпра, у Великому Лузі, недалеко Нікополя, в IV ст. до н.е. існував великий металургійний центр скіфів, що був одночасно і столицею – Геррос. Сьогодні це місто Кам’янка-Дніпровська Запорізької області. Розкопане місто одержало назву Кам’янське городище. Більшість мешканців мали професію, пов’язану із обробкою металу. Це і ковалі, і зброярі, і ювеліри. Крім виготовлення ювелірних виробів, тут також кували залізо, а сировиною була криворізька руда.

У ті далекі часи залізо добували первісним сиродутним способом у невеликих глиняних горнах. Одержавши залізо таким способом, скіфський металург кував із шматка металу “крицю”, а потім виготовляв із неї ножі, клинки, кінську зброю й прикраси.

Дослідивши внутрішню будову скіфського меча, металознавці були вражені. Вони під мікроскопом побачили структуру, яка називається зернистий перліт. Одержати її можна спеціальною обробкою (відпалюванням на зернистий перліт), завдяки якій сталь має високі механічні властивості. Аналіз показав, що сталеві вироби скіфські металурги виготовляли як із маловуглецевої, так і з високовуглецевої сталей. Навіть використовували зміцнювальну технологію для поверхні виробів, яку ми тепер називаємо цементацією. Для цього ці вироби разом з кістками тварин нагрівали у наглухо заліплених горщиках.

Праця металурга була настільки важливою та шанованою, що у рабовласницькій Скіфії такі майстри були вільними людьми.

Із скіфами на території України утвердилась залізна доба. Саме із залізних сплавів скіфи виготовляли і зброю, і знаряддя праці. Бронза використовувалась лише для елементів прикрас (оздоби кінських вуздечок, вістрів до стріл тощо).

Перше залізо, з яким зустрілась людина 5,5 тисяч років тому назад, мало метеоритне походження. Його давня назва – Ак бар, означала “камінь з неба”. Спочатку воно мало культове призначення і цінувалось набагато дорожче за золото.

Існує декілька точок зору на те, які народи першими відкрили залізо і почали його використовувати. Як вважає російський вчений Ю. Кобіщанов, найдавніше кричне залізо, одержане з руди більше 4-х тисяч років тому, походить із Південної Африки, з басейну ріки Замбезі. Але африканці не зуміли розвинути чорну металургію і надалі використовували кам’яні знаряддя.

В. Паїк у книзі “Корінь безсмертної України” відстоює іншу точку зору. Він вважає, що скіфи (сколоти) першими відкрили залізо, посилаючись на Ам’яна Марцеліна. Від них навчилися кельти-галли на заході, на півдні греки й римляни, а на сході народи Ірану, Середньої Азії, Індії та Китаю.

Більшість археологів та істориків вважають, що вперше процес добування заліза сиродутним способом з болотних руд був застосований в Месопотамії приблизно у XVII ст. до н.е. У південній Європі біля Чорного моря приблизно на початку X ст. до н.е., а на території України у VIII-VII ст. до н.е. У ті часи використання заліза було обмеженим. Тому одночасно більше використовували бронзові та кам’яні вироби.

Відомий український вчений М. Рудницький неодноразово проводив розкопки у Тарашевому яру, біля с. Мачухи та с. Судіївки на Полтавщині – це 1923, 1929 та 1946 рр. На основі зібраних матеріалів цього могильника вчений розв’язав проблему виникнення залізної культури на Лівобережній Україні. Він заперечив скіфологам про запозичення її від скіфів і довів, що культуру заліза створило місцеве населення, яке прийшло сюди із заходу через Правобережжя. Пізніші дослідження підтвердили вірогідність цієї концепції.

На Прикарпатті, у с. Липівці Золочівського району Львівської області, виявлено горни такого типу, які відомі у поселеннях праслов’янської зарубинецької культури в Україні, а також з району Свентокшиських гір у Польщі. Ці горни були одноразового використання і давали до двох кілограмів маловуглецевого заліза. Тому для збільшення виробництва металу потрібна була більша кількість горнів.

Неподалік у с. Ремезівці Золочівського району було знайдено також металургійний центр, але вищого рівня. В спеціально пристосованому приміщенні знаходилися горни багаторазового використання. Їх діяльність датується I-II ст. н.е. Аналіз шлаку з цих залізоплавильних майстерень показав, що процес добування заліза проходив на дуже високому для того часу рівні. Ще один справжній спеціалізований центр з добування заліза було виявлено біля с. Рудники Миколаївського району Львівської області, де знаходились одночасно і поклади болотних руд, і залізоплавильні майстерні.

Свого найвищого бога Сваргу скіфи вважали небесним ковалем. Сварог (Сварга) – це бог неба, заліза, ковальства і шлюбу. Він є одним із найголовніших богів давньоукраїнського язичницького пантеону. За народними уявленнями, саме він навчив людей варити залізо, будувати домни, домниці та кузні. Викував він і першого плуга, і першу шлюбну обручку.

В Іпатіївському літописі згадується, що бог-коваль Сварог мав близького родича – бога вогню, ім’я якого Сварожич. З допомогою Сварога та Сварожича люди навчилися кувати зброю. Майстрів народ дуже поважав, адже побутувала думка, що їхня майстерність, вміння та знання від богів.

Згодом на Русі запанувало християнство. І замість язичницьких богів з'явилися святі, покровителі ковалів, – Кузьма та Дем'ян.

У ті часи використовували залізну руду, яка була на поверхні і знаходили її біля боліт, уздовж річок, на суходолі. Ймовірним є припущення, що назви населених пунктів, таких як Рудки, Рудка та подібні до них, походять від слова “руда”. І в таких місцевостях уже в давнину добували руди і виплавляли залізні сплави.

Цікавою є згадка у “Слові о полку Ігоревім” про харалузькі мечі. Харалуг – це село у Рівненській області. М. Рудницький писав, що Полісся дуже багате болотними рудами і ще з давніх часів добували крицю для знаменитих “харалузьких мечів”.

Академік В. Севергін в одній із своїх робіт писав, що “мешканці руду..., яку знаходять під березником та осинником, вважають кращою, бо з неї залізо буває м'якшим, а під ялиником жорсткішим і крихкішим”.

Російський вчений, академік Б. Рібаков, збираючи та аналізуючи різні відомості з приводу розвитку металургії, дійшов висновку, що болотні, озерні руди на слов'янських землях та на землях сусідів розташовувались там, де росли густі ліси.

У документах XII-XIV століть згадуються різні металургійні центри в Україні. Це і Холм за Данила Галицького, це і Галич, це Пліснесько неподалік Львова, Кривий Ріг, Волинь, Харків, Київ тощо. До речі, перші розробки Криворізького залізорудного басейну відомі ще з часів скіфів (VI-II ст. до н.е.).

Спочатку з добуванням та виплавленням металів й сплавів мали справу ковалі. Але з часом вони почали виконувати багато різних робіт, тому виникла потреба у поділі праці в ковальському цеху, тобто об'єднанні майстрів-ковалів. Протягом XIV-XVI століть виділились слюсарницька, котельницька, ливарницька, мечницька, ювелірницька, голкарська, годинникарницька та бляхарська майстерні. З цих напрямів в Україні розвинулось ливарництво.

Як свідчать історичні документи, власниками рудень були козаки, військо і монастирі. Частина добутих сплавів йшла на потребу війська. Як пише історик Архип Данилюк, виробництво залізних сплавів велось поблизу річок. З допомогою води дерев'яні колеса приводили в рух молоти, ковальські міхи, що роздували розплавлений метал у печі, утворювались кулі розжареного металу, які клали на молот. А під час ударів виходив з металу шлак. Продуктивність такої печі – три тонни пудів за рік.

Єдина в Україні та й у всьому пострадянському просторі “гамара”, тобто кузня, яка працює на водяному колесі, збереглася в селі Лисечіві на Закарпатті. В ній відтворені технологічні процеси кування виробів XVII-XVIII століть.

Художнє ливарництво найшвидше розвинулось на землях Галицько-Волинського князівства. Найбільше замовлень давали церкви. Для них виготовляли здебільшого дзвони, двері, книжкові палітурки тощо.

Ставлення до дзвонів було особливе. Вони виконували не тільки пряму функцію – відбивали години, але й низку інших – давали сигнал до закриття брами у містах, скликали на віче, відзначали врочистості тощо.

З останніми роками існування Галицько-Волинського князівства пов'язане створення відомого юрського дзвона. Його відлили у 1341 році на честь князя, що при ньому Галицька Русь боролась з польським королем Казимиром III, який у 1340 році захопив Львів. На дзвоні є ім'я – Дмитрій, син Гедеміна, а також виконавця Якова Скори.

Існує багато відомостей про виробництво дзвонів. Цікавою є легенда про дзвін на ім'я Самодзвін. Перед нападом ворогів на Путивль він сам задзвонив, збудивши мешканців міста. Це і допомогло відбити напад.

Вважається, що в часи феодалізму найбільшими в Польщі були дзвони на вежі Корнякта у Львові. У тому ж місті збереглось три дзвони місцевого виробництва. Два з них у Львівському історичному музеї, а третій – в музеї етнографії та художнього промислу.

Спочатку відливництвом виготовляли гармати для військових потреб, пізніше стали відливати дзвони та виготовляти художнє литво. Гармати були дуже цінною зброєю і не кожне місто могло дозволити собі мати їх у достатній кількості. Тому гармати одні міста позичали іншим. У Львові був звичай, за яким багаті городяни дарували місту гармати для відзначення різних подій. Львівські гармати вирізнялись своїм оформленням як у попередніх, так і пізніших взірцях гармат. Одна із львівських гармат експонується у Варшавському музеї війська Польського.

У 1705 році глухівські майстри, батько й син Балашевичі, відлили велику гармату, яка експонується у Московському Кремлі. Це найбільша з відомих нам українських гармат, довжина якої 395 см.

Є багато згадок про виробництво гармат, а самих гармат залишилось мало, особливо на Наддніпрянщині. Це пояснюється тим, що метал був дорогим і не давали йому марнуватися. При потребі гармати переплавляли в інші вироби.

Перша ливарня у Львові виникла у XV ст. біля Краківської брами, а в XVI ст. ливарники утворили ливарницький цех.

У ті часи добуту руду переплавляли в гуті у печах різної будови та конструкції. Найменшою вважалась піч заввишки 9,48 м, середньою 11,7 м, а високою 12,64 м. На Волині використовували піч-димарку, потрібну для ковальських вогнищ. Як паливо використовували деревне вугілля, а прискорювалась плавлення нагнітанням у піч через отвори гарячого повітря. Після гут метал йшов на наступну обробку у гамарні при вальцівні. Весь процес проводився поблизу печей. Цикл роботи на гуті тривав десять місяців і називався “кампанією”. Інші два місяці відбувався ремонт печі і запуск до наступної “кампанії”.

Однією з найстаріших у Східній Галичині вважається гута поблизу с. Майдана на Дрогобиччині. Перше виплавлення металу тут відбулось у 1841 році, а останнє – у 1871. Вона складалась з однієї печі, трьох гамарень і кузні.

Залишки доменної печі в цьому селі збереглися до сьогодні – заввишки 9 м, завширшки 7,7 м та завдовжки 7 м. Під кінець XIX ст., внаслідок конкуренції серед австрійських гут, металургійна промисловість на східногалицьких землях занепала.

Мандруючи в пошуках козацької старовини степами Криворіжжя, відомий вчений, археолог Олександр Миколайович Поль якось зайшов у Дубову балку, що біля річки Саксагань. Він обстежував ці місця як археолог і краєзнавець, але випадково натрапив на інші скарби – на залізну руду, яка виходила на поверхню ґрунту біля річки.

Хоч залізну руду на Криворіжжі знайшли ще до Поля, але ніхто не поцікавився багатством цих покладів і вмістом у ній заліза. З великими труднощами, за допомогою закордонних спеціалістів, йому пощастило встановити, що залізна руда має величезні поклади, до того ж вона найкраща в світі, бо містить до 70 % заліза. Вдячні нащадки спорудили бронзовий пам'ятник “українському Колумбові” Олександру Полю у серці цього краю – у Кривому Розі.

Заводське виробництво чорних металів в Україні почало розвиватись після введення в дію у 1872 році металургійного заводу в Юзівці (тепер це Донецький металургійний завод). У 1913 році в Україні працював 21 металургійний завод, де було 42 доменних печі, 28 конверторів і близько 70 прокатних та трубних станів. Вони давали 68 % загальноросійського виробництва чавуну, 58 % сталі і 57 % прокату. Станом на вересень 1993 року чорна металургія України давала 14 % всього виробництва держави. На той час у країні працювало 550 підприємств та 72 інститути, які мали відношення до цієї галузі. На підприємствах галузі працювало 85 мартенівських печей, 24 конвертори і 95 електропечей. Україна володіла 27 % світових запасів мангану, 13,6 % заліза та 8 % ртуті. XX ст. відкрило новий етап у розвитку металургії в Україні.

1. Гинер П. Г. О чем молчат чертежи. – М.: Металлургия, 1983.
2. Гуляев Б. Б. Происхождение литейных сплавов // Литейное производство. – 1988. – № 3.
3. Жолтовський П. М. Художнє лиття на Україні. – К.: Наукова думка, 1973.
4. Знойко О. П. Міфи Київської землі та події стародавні. – К.: Молодь, 1989.
5. Мозолевський Б. М. Скіфський степ. – К.: Наукова думка, 1983.
6. Николаев А. Что ищут “археологи космоса”? // Знак вопроса. – 1989. – № 12.
7. Николаев Г. И. Металл века. – М.: Металлургия, 1987.
8. Паїк В. Корінь безсмертної України. – Львів: Червона калина, 1995.
9. Пуцко В. Мистецтво стародавнього Києва в світі середньовіччя. – Варшава: Український календар, 1983.
10. Тучапский Л. Кому улыбается удача? – К.: Веселка, 1990.
11. Україна в цікавих фактах. – Львів: Слово, 1992.
12. Шаповал І. Український Колумб. – Варшава: Український календар, 1982.
13. Яворницький Д. И. История города Екатеринослава – Днепропетровск: Промінь, 1989.

ДИВОВИЖНИЙ СВІТ СТАЛЕЙ

З усіх матеріалів, які людство використовувало для своїх потреб, особливу роль відіграло залізо. Період використання заліза історики поділили на частини – ранній залізний вік, який у Центральній та Західній Європі називають “гальштадським” (900-400 рр. до н. е.), пізній, або “латенський” (400 р. до н. е. – початок нашої ери), та сучасний.

З давніх-давен ремісники – ковалі, зброярі, слюсарі, ливарники – шукали способи поліпшення властивостей тих матеріалів, з яких виготовляли свої вироби. Одним із них була сиродутна криця. Але її якість не завжди відповідала потребам ремісників. Цей метал дуже часто мав недостатню міцність і твердість. Людина зауважила, що під час виплавлення на дні горна збирались м’які шматки металу разом із твердішими, які утворювались унаслідок контакту з вугіллям. Цей сплав і був першою сталлю. Наприклад, кмітливі кельтські ковалі-зброярі здогадались виготовляти різноманітні сільськогосподарські знаряддя та зброю способом, який тепер називають “насталюванням”. Тіло інструменту було залізним, а лезо сталевим. Такого результату досягали пічним або ковальським зварюванням, а сталь одержували насиченням криці карбоном у полум’ї від горіння деревного вугілля. Подібну технологію використовували й ремісники інших народів на певних етапах розвитку металургії.

Давньогрецький історик, автор 40-томної “Історичної бібліотеки”, Діодор Сіцилійський так описував спосіб одержання сталі стародавнім населенням Іспанії в часах до нашої ери: “Вони закопували ковані залізні пластини у землю і тримали їх до того часу, поки іржа не виїдала всі слабкі місця. Згодом із залишених міцніших частин вони виковували свої прекрасні мечі та іншу зброю.” [1, с. 49]. Насправді “слабкі” місця – це маловуглецева сталь, яка досить швидко іржавіє, а тверді – високовуглецева сталь, стійка до корозії. Зрозуміло, що таким тривалим і дорогим способом користувались ремісники тільки у надзвичайних випадках, коли потрібно було одержати особливо якісну зброю.

Металургія кельтів знаходилась на високому для того часу рівні розвитку. Тому й не дивно, що навколишні народи перейняли у них це мистецтво, а згодом й перевершили своїх вчителів. Це були часи розквіту Римської імперії, коли вона простяглась від берегів Англії до Північної Африки, від Євфрату до Дунаю.

Для утримання такої величезної території у порядку й покорі потрібна була особлива стратегія. Одним із її напрямів була розгалужена мережа оборонних споруд та організація необхідних для цього виробництв. Одне з найважливіших з них – майстерні при імператорських арсеналах. Всі працівники таких майстерень, окрім ковалів, вважались на військовій службі і підпорядковувались військовому розпорядку. Згодом і ковалів прирівняли до воїнів. Після закінчення служби їх, як і воїнів, проводжали на відпочинок з нагородами і шаную [1, с. 52-57].

Але, не дивлячись на таку організацію виробництва залізних виробів, сам процес виплавлення й надалі залишався мистецтвом одинаків. Згодом деякі металурги почали використовувати печі особливої конструкції – високі та вузькі, з вогнетривкого матеріалу, які закривалися зверху. Їх називали тиглями, а сталь тигельною. Вона мала набагато вищу якість, але не була придатною для масового виробництва, бо насправді її одержували переплавленням криці з метою усунення небажаних домішок. Таємницею виплавлення тигельної сталі володіли лише окремі майстри, тому й її виробництво було невеликим. З часом технологія її одержання була втрачена і відродилася лише у XVIII ст. в Європі.

Однією з найвідоміших в історії була індійська або дамаська сталь, яка одержала свою назву завдяки місцю її остаточного оброблення, а саме міста Дамаська у Сирії. У цьому місті з давніх часів розвивались різні ремесла, в тому числі й ковальське. Впродовж багатьох століть цим містом володіли різні народи-завойовники, однак воно не втрачало свого значення як центр металургії. Римський імператор Діоклетіан приблизно в 300 р. н. е. побудував у Дамаську майстерні зброярів та арсенали. Зброя місцевого виробництва була такої високої якості, що володіння нею стало обов'язковою умовою військової кар'єри римського легіонера. З цього часу почали в Європу зрідка попадати вироби військового призначення з дамаської сталі. Після перших хрестових походів хрестоносці повертались на батьківщину з дуже цінними трофеями – мечами, кинжалами чи ножами з дамаської сталі, які з часом ставали “сімейними реліквіями”. У 1399 році монгольський хан Тамерлан завоював це місто. І багато ремісників-зброярів поповнили ряди рабів.

Дамаською сталлю в Європі цікавились давно, а особливо в середині XVIII ст., коли турецький султан почав карати смертю за її вивезення. У той час естафета успіхів у металургії переходила з однієї європейської країни до іншої. Найслабше металургія розвивалась у Франції, бо керівництво держави більше уваги звертало на світське життя, ніж на розвиток промисловості. Все змінилось із приходом у Французьку Академію наук Рене Антуана де Реомюра (1688-1757). Не було нічого, що не зацікавило б допитливий розум цього вченого. В 1715 році він почав займатись металургією заліза і пізніше з'явилися його праці “Мистецтво перетворення ковкого заліза в сталь” та “Мистецтво пом'якшення відлитого чавуна”. У цих роботах була перша спроба пояснити основи термічного оброблення чавуна і сталі з наукових позицій. За традицією ці роботи присвячувались володарю Франції – герцогу Філіпу Орлеанському, регенту при неповнолітньому Людовіку XV. У цей же час герцог робив спроби засилати французьких майстрів до Каїру для вивчення мистецтва одержання дамаської сталі [1, с. 96-98].

У середині XVIII ст. швед Свен Рінман вперше зацікавився дамаською сталлю з наукових позицій. Він розрізняв “дику” та “натуральну” дамаську сталь. “Справжня” чи “натуральна” дамаська сталь одержувалась плавленням

у спеціальних печах – тиглях (високих і вузьких посудинах для плавлення з вогнетривкого матеріалу, які прикривались зверху). А “дику” чи “штучну” дамаську сталь одержували пошаровим зварюванням сталі та заліза [1, с. 179].

В Англії дамаську сталь називали “вуц – сталь”. Цей вираз перейшов у англійську мову з Індії, де майстри-металурги виготовляли виливки сталі у вигляді хлібин, які називаються “вуц”. Їх розрубували навпіл і з кожної половини кували клинок. Першим дослідником цієї сталі був Джордж Пірсон. У 1795 році він опублікував результати своїх досліджень.

Згодом француз Гюїтан де Морво протягом 1798-1799 рр. провів свої дослідження дамаської сталі і теж опублікував результати. Для свого дослідіу він використав алмаз масою 0,907 гр. (більше ніж 4,5 карата), який додав до м'якого ковкого заліза під час плавлення. Одержана сталь не поступалась якістю дамаській. Але цей шлях було відкинато як неперспективний [1, с. 179].

Послідовниками Г. Де Морво були М. Фарадей та Штодарт, які, працюючи над дослідженням дамаської сталі, мало наблизились до розгадування її таємниці, але створили ґрунт для нового напрямку в металургії – легування заліза.

У XVIII ст. у більшості європейських країн використовували цементовану сталь, тобто одержану поверхневим науглецьовуванням (цементациєю) зварювального заліза. Якість такої сталі була не найкращою, тому й не дивно, що багато зацікавлених людей шукали способи її покращення. Англійський годинникар і лікар в одній особі, Бенджамін Хантсмен мав клопіт з інструментами, бо вони часто ламались. Зарубіжна сталь, імпортована з Швеції й Німеччини, була дорогою, а вітчизняна мала погану якість. Постійні нарікання ще його батька підштовхнули молодого юнака до перших дослідів із сталлю. Спочатку він робив це таємно, але у зрілому віці почав працювати над цією проблемою ґрунтовніше, тому й 1740 року його пошуки завершилися успіхом. Йому вдалося виплавити в тиглі сталь, що відповідала суворим вимогам. А в історію металургії він увійшов як винахідник відродженого тигельного процесу [3, с. 49].

Завдяки кращій якості тигельна сталь почала використовуватись у деяких європейських країнах, але її висока вартість і малопродуктивний процес виготовлення сприяли подальшому використанню цементованої сталі. Історія донесла до нас ім'я російського купця Полюхова, який у 1820 році звернувся до Департаменту гірничих і соляних справ міністерства фінансів Росії з проханням видати йому привілей на винайдений спосіб виробництва цементованої сталі. Керівництво багатьох фабрик і заводів скерувало у департамент схвальні відгуки, а цілком незацікавлена людина, іноземний технік і промисловець Бітепаж зазначив, що нова сталь могла б цілком замінити імпортну дорогу сталь для інструментів. Однак власники російських металургійних заводів використали всі можливі засоби, щоб перешкодити новій сталі завоювати російський ринок [3, с. 50].

Більше поталанило Семену Івановичу Бадаєву. Колишній кріпак самотужки опанував таємниці виробництва сталі, ще й високої якості. Для цього він створив нову піч, в якій можна було проводити два процеси – цементацію та тигельне плавлення. Газета “Северная почта” за 11 січня 1811 року писала: “Виплавлену ним сталь розглядала Гірнична рада у вигляді проб різних інструментів: пуансонів, зубил, пружин, грабштихелів і свердл, визначивши, що сталь не поступається англійській” [3, с. 52]. С. І. Бадаєва уряд викупив у власника за 1800 царських рублів, а Департамент скерував на Урал на Воткінський завод. Сталь С. І. Бадаєва користувалась великим попитом і не дивно, що в 1851 році на Всесвітній виставі у Лондоні вона одержала схвальну оцінку [3, с. 53].

Таємниця дамаської сталі, або булату (як називали її у Росії), була відкрита гірським інженером і металургом Павлом Петровичем Аносовим (1797-1851). Після закінчення Гірничого кадетського корпусу він працював на Златоустівських та Алтайських заводах. У вільний час займався дослідженням дамаської сталі, секрет виробництва якої було втрачено. В 1831 році він використав світловий мікроскоп для вивчення структури сталі, її зв'язку з хімічним складом і властивостями. Допитливий дослідник зумів пояснити технологію одержання дамаської сталі й особливу роль при цьому відповідного гартування. П. П. Аносов вивчив всю інформацію про виробництво булатів, збирав найменші відомості про досвід старих майстрів-зброярів, рецепти виготовлення булатної сталі. Адже кожен майстер володів прийомами, які відпрацьовувались століттями. Вражала різноманітність підготовки сировини до роботи. Одні майстри витримували заготовку в болотній воді, інші посипали її порошком тільки їм відомого каміння. А відомий кавказький коваль Кахраман Єлизаровілі за вихідний матеріал брав старі іржаві підкови, обробляв їх турецьким чавунним порошком, варив із турецькою сталлю і тільки тоді виковував клинок. Розжарений клинок брав у руки підручний і верхи на коні мчав назустріч вітру, розмахуючи шаблею.

Основною ознакою булатної сталі є характерні малюнки на клинку. Вони поділяються на справжні та несправжні, на які візерунки наносились травленням чи рисувалкою. Щоб краще виявити візерунок, вчений використав технологію підготовки зразка металу (шліфа), яку майже в такому ж вигляді використовують і тепер. Травлення шліфа кислотою виявило структурні складові, які дослідник побачив спочатку під лупою. Згодом він запропонував конструкцію мікроскопа, який тепер називають металографічним. Розгляд протравленого металу під мікроскопом переконав П. П. Аносова у взаємозв'язку механічних властивостей зі структурою сплаву. Залежно від зовнішнього вигляду та якості вчений розрізняв такі види булату: смугастий, струменевий, хвильовий, гратчастий та колінчастий [6, с. 72-75]. За значні успіхи в організації металургійного виробництва та розвитку науки його було обрано в 1846 році почесним членом Харківського університету [8, с. 197]. 1841 року його фундаментальну працю

“Про булат” було опубліковано в Росії. П. П. Аносова вважають засновником металографії. Незважаючи на блискучу перспективу, булат не набув широкого розповсюдження з двох причин: по-перше, втратила актуальність така зброя, як клинки; по-друге, виготовлення інструментів і виробів з булату є дорожчим, ніж з легованих сталей.

Збігав час, вчені й надалі вивчали технологію одержання дамаської сталі, відкриваючи все нові й нові таємниці. Вже тепер нам відомо, як насправді дамаські ковалі одержували сталь. Вони охолоджували розжарений клинок не у воді, а повітрям, пристосовуючи для цього північний вітер. Поблизу міста в ущелині, яка продувалась північним вітром, ковалі збудували споруду, що нагадувала в перерізі лійку. Горловина лійки перекривалась заслінкою. У горловину вкладали розжарені клинки, які, завдяки інтенсивному охолодженню північним вітром, набували потрібних властивостей, ставали одночасно твердими й в'язкими [1, с. 182].

Майкл Фарадей – вчений із різносторонніми інтересами. Він відкрив електромагнітну індукцію, завдяки чому створив новий розділ науки – електротехніку. Але цей геній долучився й до металургії. Він був одним із перших дослідників, які легуванням заліза намагались надати йому нових властивостей. Вчений передбачив можливості залізних сплавів до різностороннього використання. Його дослідження надихнули й інших вчених та інженерів працювати у цій царині [1, с. 183].

Батько М. Фарадея був ковалем і працював у власній кузні в селі Ньювінгтон Баттс неподалік Лондона. З дитинства Майкл пам'ятав запах розжареного заліза та палених копит. Проте через слабе здоров'я батько продав кузню і сім'я переїхала у Манчестер. Із тринадцяти років хлопець працював розсильним у фірмі, що продавала літературу. Одночасно він мав можливість дуже багато читати. Найбільше його цікавили природничі науки. У пориві палкого бажання вчитись він надіслав відомому вченому Хемфрі Деві лист, додаючи свій виклад прослуханих лекцій професора у гарній палітурці. За деякий час, а саме 1 березня 1813 року, доля звела цих двох людей. Майкл Фарадей почав працювати у вченого його секретарем та асистентом [1, с. 178-182].

У той час в Європі знавці захоплювались індійською сталлю. Не оминуло воно й молодого вченого. До Хемфрі Деві у справах часто заходив пан Штодарт, коваль, який займався виготовленням ножів. Одного разу він попросив Майкла зробити хімічний аналіз дамаської сталі. У цій сталі молодий вчений знайшов 1% глинозему та кремнезему. Це був залізний сплав із невідомою домішкою, яка знаходилася в глиноземі та кремнеземі. Щоб відповісти на запитання про невідомий матеріал, М. Фарадей перечитав величезну кількість статей, відсіюючи такі, що більше нагадували рецепти виготовлення золота.

Працюючи над проблемою дослідження дамаської сталі, Фарадей та Штодарт дізнались багато цікавого й корисного: про можливості зміни

властивостей стали хімічним складом і режимами термічного оброблення. Хоча вони й не досягли значних успіхів у цій діяльності, але їхня праця стала підґрунтям для наступних досліджень.

Шотландець Девід Мюшет був одним із послідовників М. Фарадея. Через слабе здоров'я покинув роботу ливарника і почав працювати бухгалтером на металургійному заводі. Як знавець майстерності відбирання проб під час плавлення він передавав свої знання синові власника, майбутньому директору заводу. На той час кожен керівник металургійного виробництва обов'язково мав володіти таким мистецтвом. Молодий дослідник першим здогадався використовувати суміш вугілля та залізної руди, тобто вугільний залізняк, який вважався відходом. Згодом цей мінерал одержав іншу назву – камінь Мюшета. Завдяки цьому мінералу майже до XIX ст. у Шотландії спостерігався бурхливий розвиток чорної металургії.

Основні металургійні заводи розташовувались уздовж берегів річки Клайд. Це була водна артерія, якою транспортували чавун у металевих баржах. Досягнувши певного рівня матеріального достатку, Девід Мюшет розпочав кар'єру журналіста. Ось як він описував цю місцевість: “На найбільшому заводі було шістнадцять доменних печей, а взагалі у цьому районі зосереджено до 100 таких печей. Вночі картина здавалась фантастичною: на чому не затримувався погляд, всюди до нього рвалось полум'я печей, між якими зміною звивався розплавлений чавун, що витікав із леток. Картина захоплювала, але з огляду впливу на здоров'я цей район був несприятливий для проживання” [1, с. 187].

Винахідництво було у крові родини Мюшетів, тому й не дивно, що син Девіда, Роберт, також захопився металургійними експериментами. В дванадцятилітньому віці Роберт побачив важку працю підлітків у механічному цеху заводу. Хлопчаки тримали в руках різці та свердла під час механічного оброблення гарматних дул на верстатах. Несправність інструмента була бажаним перепочинком для хлопчаків, однак прикрою зупинкою для майстра, що дошкуляла більше за пустощі підлітків. Порятунком могла стати сталь із кращою червоністійкістю. Роберт перейнявся проблемою й почав свої експерименти. Минуло багато часу. І в 1856 році він створив інструментальну сталь з кращими експлуатаційними властивостями. Серед декількох композицій вирізнялась сталь, легована вольфрамом, манганом, хромом і силіцієм. Згодом ця сталь одержала назву “сталь Мюшета”. Упродовж багатьох років вона залишалась кращою інструментальною сталлю для роботи на великих верстатах, які працювали з високою швидкістю, а її склад тримався у таємниці. З неї почалась переможна хода швидкорізальних сталей.

У другій половині XIX ст. почався інтенсивний розвиток металургії, завдяки зростанню потреб виробництва у чавуні та сталі. В цей час почали розвиватись нові напрями досліджень в металургії: перетворення чавуна в сталь, хімічний аналіз, вплив легуючих елементів на властивості

сплавів, механічні дослідження матеріалів, теорія гартування. А у світовому масштабі між країнами почалась гонка озброєнь. Перемагала та держава, у якої краще була розвинена військова промисловість. Запорукою успіху в цій галузі були сучасні матеріали із поліпшеними властивостями. Уряди зацікавлених країн не шкодували грошей на дослідження, а також, як не прикро, на шпигунство. У цей період виникли величезні концерни з виробництва зброї. Серед них: підприємства Армстронга в Англії, Шнейдера та Крезю у Франції, Круппа у Німеччині, Карнегі у США. У 1861 році зі стапелів зійшов перший англійський військовий корабель зі сталеву броню. Всі розуміли, що вдосконалення зброї залежить також і від якості сталі. Тому між сталями для броні та снарядів відбувалось змагання.

Центр англійської металургійної промисловості – Шеффільд дав світу багатьох видатних особистостей. Одна з них – це Роберт Абот Гадфільд (1858-1940). Тривалий час кваліфікація майстра-металурга визначалась умінням брати проби плавок. У цьому виді робіт він досягнув високого рівня. Завдяки експериментам з легування Р. Гадфільд створив багато різних сплавів з потрібними властивостями. Одна з них принесла йому світову славу. У двадцятип'ятирічному віці він створив сталь із близько 12 % мангану з парадоксальними властивостями. Розжаривши зразок цієї сталі до білого кольору, винахідник його загартував, але замість зростання твердості одержав деяке її зменшення. Проте із зростанням ступеня деформації підвищувалась її твердість [1, с. 189-191]. Таку сталь можна обробляти лише твердосплавним інструментом. У 1883 році цю сталь експонували на Всесвітній виставці. Завдяки незвичайному поєднанню властивостей з неї виготовляють деталі машин, які під час експлуатації повинні мати дуже високу зносостійкість: хрестовини рейкових перетинань, траки танкових гусениць тощо. Шведські металурги, які завжди відзначались виробництвом якісної сталі, знайшли для “сталі Гадфільда” оригінальне використання. З цієї сталі виготовлялись грати для в'язниць за особливою технологією: середина прутів ґрат виготовлялась зі сталі Гадфільда, а поверхневий шар був із звичайної сталі. Інтенсивна робота в'язня з перепиловання ґрат завжди закінчувалась однаково – зламаним інструментом. І за такою сталлю закріпилась назва “шведські штори”.

Робота над військовими проблемами завжди відкривала більше можливостей до експериментування, адже у змаганні за першість на такі дослідження виділялись великі кошти. Військово-морському флоту потрібні були сталі для броні та гармат із кращими властивостями. До 90-х років XIX ст. броню виготовляли із двох шарів, м'якої маловуглецевої сталі поверх твердої загартованої, загальною товщиною до 25-30 мм. Весною 1889 року на сесії Інституту заліза та сталі англійський інженер з Глазго Джон Райлі повідомив про створення нікелевої сталі [1, с. 194], яка мала дуже високі, як на той час, показники механічних властивостей. З такої сталі він прокатував плити для броні на заводі фірми “Блочер Стіл” для

англійського військово-морського флоту. Підвищення міцностних властивостей сталі для броні дозволило на 20-30 % зменшити її масу, не погіршуючи механічних властивостей. Сталь Райлі була першою в групі нікелевих сталей, завдяки яким у кінці XIX – на початку XX століть з'явилися нові галузі техніки, що досягнули свого розквіту в кінці XX століття.

Лихоманка пошуків нових сталей захопила багатьох інженерів, винахідників і навіть адміністраторів. Не оминула вона й американського металурга, менеджера й спеціаліста з режимів різання в одній особі, який працював на одному із сталеплавильних заводів фірми “Бетлехем Стіл” у Філадельфії Фредеріка Тейлора (1856-1915), більш відомого серед економістів як творця наукового управління виробництвом. Разом із товаришем Монселем Уайтом, хіміком за освітою, Ф. Тейлор створив одну з найкращих вольфрамкових сталей – швидкорізальну. А відбувалося це так. У 1898 році на прохання Ф. Тейлора комісія повинна була вибрати кращу із запропонованих інструментальних сталей. На думку інженера, лідером була сталь виробництва фірми “Мідвель”. Але у процесі випробувань різець із такої сталі, нагрівшись, втрачав різальні властивості, а інструмент із сталі “Мюшет” продовжував працювати. Розчарування комісії у результатах випробувань змусило Тейлора шукати причину такої невдачі. Новий експеримент із різцями з сталі “Мідвель” полягав у тому, що дослідники вивчали вплив температури попереднього нагрівання різця на різальні властивості сталі. Нагріваючись до температури 950-1280° С, стійкість різця різко зростала. Різальна кромка різця розжарювалась до 600° С, не втрачаючи своїх різальних властивостей навіть при швидкостях різання 30-40 м/с [4, с. 110]. В 1900 році цю сталь спостерігали в роботі спеціалісти на Всесвітній виставці у Парижі [1, с. 193]. Але використання такої потрібної у промисловості сталі мало свої особливості. Легування вольфрамом у межах 18 % різко підвищувало теплостійкість сталі, швидкість різання зростала в 4 рази. Такої сили різання не витримували тогочасні верстати через малу жорсткість. Отже, використання нової сталі P18X4, або як її називали “сталі Тейлора”, вимагало створення важких і міцних верстатів [1, с. 194]. А це, своєю чергою, дало поштовх до розвитку верстатобудування.

Наприкінці XIX ст. у Франції та США з'явилися перші автомобілі. Переваги цих самохідних машин так сподобались прихильникам швидкого пересування, що з того часу і до наших днів кількість автомобілів зростає. Для обертючих деталей використовують спеціальні опори – підшипники, які сприймають від них навантаження і забезпечують їх вільне обертання. Розвиток тих галузей промисловості, де використовуються обертючі деталі (вали, осі), поставив нову проблему – пошук сталі для підшипників кочення. В 1787 році в Англії видали перший патент на кулькопідшипники, але потреба в них була незначною, тому не було й виробництва.

Хоча металурги вже давно працювали над створенням такої сталі, спеціальні кулькопідшипникові сталі з'явилися лише в кінці XIX століття. В цей період почалось масове виробництво деталей машин і конструкцій з нікелевих сталей, оброблення яких викликала завеликі на той час навантаження. І витримувати їх допомагали хромиста та хромонікелева сталі. Кулькопідшипникова сталь має до 1,5 % хрому завдяки присутності карбідів хрому, відповідальних за високу зносостійкість. Із зменшенням розмірів круглих включень карбідів хрому та заліза зростає несуча здатність підшипника [9, с. 23]. Серед всіх деталей підшипника кочення мають найскладніше термічне оброблення – відпалювання для скруглення карбідів, гартування, відпускання та оброблення холодом. Таке термооброблювання збільшує робочий час деталі до сотні тисяч годин.

Час показав, що не можуть окремі особистості-практики сприяти розвитку технічного прогресу. Настав час для серйозної наукової діяльності. Звичайною справою стали на заводах хімічний аналіз вихідних компонентів для одержання сталей, випробовування фізичних і механічних властивостей та аналіз мікроструктури. Завдяки цим діям зростає якість металевої продукції.

У 1912 році молодий вчений Едуард Маурер та його наставник професор Штраус, після багаторічного дослідження сталей, легованих хромом і нікелем, побачили унікальні властивості сталі з 18 % хрому та 8 % нікелю. Після відповідного термооброблення сталь ставала неіржавіючою та певною мірою кислотостійкою. Одержання німецькими вченими, працівниками науково-дослідної лабораторії фірми Фрідріха Круппа, цієї сталі відкрило перспективу створення нових сталей з ще кращими властивостями [1, с.197]. Так з'явилась група корозієстійких сталей.

Доля закинула українського металурга Івана Фещенка-Чопівського у Польщу, де він створив центр, що спирався в своїй роботі на досягнення науки металознавства, а не на працю малоосвічених майстрів-практиків. Незважаючи на політичну підозрілість через українське походження, керівництво Катовіцького концерну цінувало його як вченого, тому й доручило в 1930 році І.Фещенкові-Чопівському працювати над створенням нової дослідницької бази на гуті "Байльдон". Цей завод спеціалізувався на легованих спеціальних сталях, які призначались, в основному, для військових потреб.

Ще з 1927 року вчений розпочав свою співпрацю з військовим промислом в особі Державного виробництва зброї. Результати багаторічних досліджень у цьому напрямі були узагальнені у другому томі його тритомника "Металознавство", на якому зросло не одне покоління польських металознавців і металургів [5, с. 36]. Вчений віддав перевагу роботі у військовій індустрії через великі можливості експериментувати з дорогими легуючими елементами. Працював він над створенням нових конструкційних марганцевих і кремнієвих сталей, хромонікелевих для артилерійських стволів, здешевленням дорогих

швидкорізальних сталей [5, с. 43]. Але необхідно пам'ятати, що багато його праць становили наукові таємниці, важливі для оборонної промисловості Польщі.

У ХХ столітті легування й надалі залишається одним з найважливіших напрямів керування властивостями сталі. Йому на допомогу приходять оброблення сталі з використанням температур і тисків, що створює умови для одержання нових неочікуваних властивостей. Це ще раз доводить, що, незважаючи на давню історію використання заліза, воно й надалі залишається найважливішим металом цивілізації.

1. Беккерт М. Железо. Факты и легенды: Пер. с нем. – М.: Металлургия, 1988.
2. Беккерт М. Мир металла: Пер.с нем. – М.: Мир, 1980.
3. Венецкий С. Й. От костра до плазмы. – М.: Знание, 1986.
4. Евдокимов В. Д., Полевой С. Н. От молотка до лазера. – М.: Знание, 1987.
5. Іван Фещенко-Чопівський: Життєписно-бібліографічний нарис. – Львів: НТШ, 2000.
6. Лапотышкин Н. М. В мире сплавов: Пособие для учащихся. – М.: Просвещение, 1973.
7. Металознавство та обробка металів (у запитаннях та відповідях): Підручник для учнів проф.-тех. навч. закладів / Кондратюк С. Є., Кіндрачук М. В., Степаненко В. О., Москаленко Ю. Н. – К.: Вікторія, 2000.
8. Українська радянська енциклопедія. – В 10-и тт. – Т.1. – К.: Головна редакція УРЕ, 1977.
9. Хильчевский В. В., Кожевников Л. И. Мир металлов: – К.: Тэхника, 1991.

ВЧОРА, СЬОГОДНІ ТА ЗАВТРА ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Однією з найважливіших галузей економіки є машинобудування, завдяки якому створюється матеріальна основа господарства держави. Розвиток її матеріально-технічної бази залежить від наукових і практичних досягнень у галузі виробництва матеріалів. З появою нових видів машин з'явилися нові конструкційні матеріали, такі, як леговані сталі, ковкий чавун, легкі сплави тощо. Відповідно виникло багато запитань, пов'язаних з обробкою їх різанням.

Процес різання металів супроводжується пластичними і пружними деформаціями, руйнуванням, тертям і тепловиділенням. Наявність цих явищ спричинює потребу у врахуванні рівня показників фізико-механічних властивостей металів і сплавів, а це завжди ставить питання про відповідність йому наявних інструментальних матеріалів. До металознавчих проблем, що виникають в обробці різанням, відносять оброблення важкооброблюваних матеріалів, а саме жароміцних, неіржавіючих, ерозієстійких, тугоплавких та інших спеціальних сталей і

сплавів, а також підвищення точності обробки і покращення якості обробленої поверхні, що залежить від стійкості різального інструменту.

На стійкість різального інструменту впливає багато чинників, зокрема, його матеріал, режим різання, якість змащувально-охолоджувальних рідин тощо. Найбільший вплив на стійкість має швидкість різання. Чим вона вища, тим більше енергії витрачається на процес різання, більше виділяється тепла, інтенсивніше зношуються поверхні, що труться, і тим меншим є період стійкості різця. Механічна енергія, витрачена на процес різання, перетворюється на теплову: у зоні різання виникає теплота різання. До 75% теплоти, що виділяється, спрямовується в стружку, оскільки вона зазнає значної деформації, до 20 % – сприймає інструмент, близько 4% — оброблювана заготовка, 1 % тепла витрачається на нагрівання навколишньої атмосфери. При затупленні інструмента схема розподілу теплоти різання дещо змінюється: інструмент і заготовка нагріваються більше. Стружка, рухаючись по передній поверхні інструмента, встигає передати йому значну частину своєї теплоти, тому інструмент, нагріваючись від тертя та одержуючи додатковий нагрів від стружки, може перегрітися і втратити свої різальні властивості. Різальна кромка перегрітого інструмента набуває синього відтінку і оплавлюється. Таким чином, для інструментального матеріалу важливим показником є теплостійкість, тобто температура, при якій матеріал починає втрачати різальні властивості (затуплюватись, “сідати”).

Підвищення стійкості різального інструмента порівняно з нормативами вимагає зниження швидкості різання, а отже й продуктивності, що, у свою чергу, призводить до зростання собівартості виробу. Тому інструментальний матеріал з відповідним комплексом фізико-механічних властивостей здатний суттєво впливати на економічні показники процесу різання конструкційних матеріалів.

Розглядаючи історичний поступ суспільства, можна одночасно простежити і зміни у виробництві та застосуванні інструментальних матеріалів.

Найдавніші знаряддя праці були виготовлені з гальки, лише згодом людина освоїла кремій. Овальні сплюснені гальки застосовувались первісною людиною для виготовлення її першого робочого інструменту – рубила. Проте технологія виготовлення рубила з кременю була складним процесом з непередбачуваним результатом. Тому природним бажанням людини було уникнути псування заготовки. Застосування відбійника, що виконував роль долота, набагато полегшило виготовлення рубила, оскільки воно було зроблене з твердішого каменю чи рогу оленя.

З ускладненням господарської діяльності людини все більшою ставала потреба в довершених інструментах, тобто таких, що мають ретельно виготовлені леза. Першою технікою обробки каменю стало опилування, а згодом людиною були освоєні свердління і шліфування.

Спочатку оброблялися м'які матеріали, перехід до обробки твердіших потребував вже інших інструментальних матеріалів. Одночасно з пошуком таких матеріалів розвивалися і техніки обробки. Саме шліфування дозволяло обробляти матеріали будь-якої форми і твердості. Зокрема, для виготовлення ударних інструментів були освоєні нові види твердішого каміння, а саме нефрит, яшма, базальт тощо.

З II тис. до н.е. люди почали застосовувати у своїй господарській діяльності метали. Оскільки в ті часи самородна мідь зустрічалася в більших кількостях, ніж у наш час, то першим металевим інструментом був мідний. Масове виробництво міді нашттовхнуло на відкриття нового сплаву – бронзи. Попит на метал зростав, що стимулювало і розвиток металургійної техніки. Стародавні металурги знали вже тигельний спосіб плавки, який використовували і для міді, і бронзи. Бронзові інструменти були твердішими за мідні, їх можна було легше і добре заточити. Проте, незважаючи на такі переваги, бронзові інструменти були не в стані повністю витіснити кам'яні. Це змогло зробити лише залізо і сплави на його основі.

Під час виготовлення залізної криці на дні горна поряд з її м'якими шматками траплялися й твердіші. Спрямовані спостереження за цим фактом показали, що це відбувалося у місці контакту металу з деревним вугіллям. Після виявлення такої закономірності людина вже усвідомлено збільшувала площу контакту між металом і паливом, в результаті чого стало можливим одержувати новий сплав – сталь. Під час контакту компонентів шихти відбувалося навуглецювання заліза, тобто перетворення його в сталь. Застосування тигельного способу плавки сприяло одержанню високої якості сталі, з якої можна було виготовляти холодну зброю та міцний і стійкий інструмент.

Новий поштовх розвитку тигельного способу плавлення у XVIII ст. дав англійський майстер-годинникар Бенджамін Хантсмен, який в результаті експериментів зі сталлю дійшов важливого висновку, який є фундаментальним у металургії. Суть цього висновку полягає у тому, що, *додаючи до розплаву різні кількості чавуну і графіту, можна регулювати твердість сплаву* (твердість сталі регулюють в першу чергу вмістом вуглецю). У пошуках шляхів підвищення ефективності металургії, яка не встигала задовольнити попит на метал, було знайдено новий спосіб плавки – пудлінгування. Обидва способи одержання сталі збереглися до середини XIX століття, коли справжній переворот в металургії зробили нові способи виплавки сталі – конверторний, мартенівський та в електропечах.

У середині XIX століття талановитий російський інженер П. П. Аносов встановив, що на властивості сталі впливають хімічні елементи та кристалічна будова. В 1861 році він вперше застосував у металургійній практиці мікроскоп для вивчення сплавів, що стало початком народження нового методу дослідження металів і сплавів – металографічного аналізу. На прикладі булатної сталі він встановив, що

високий рівень властивостей сталі залежить від зв'язку заліза з вуглецем, хімічного складу сплаву, структури і особливостей його одержання.

Дослідження структури металу, з якого були виготовлені гармати, наштотували видатного російського вченого Д. К. Чернова на думку про залежність: чим дрібнішою є структура сталі, тим вища її механічна міцність. У результаті експериментів з вивченням умов одержання дрібнозернистої структури вчений відкрив температурні пороги, тобто критичні точки, які стали відправними для створення теорії термічної обробки сталі. За цими точками був побудований графік з координатами “вміст вуглецю – температура”, який тепер відомий як “діаграма стану залізовуглецевих сплавів”. З часом, завдяки ще й іншим дослідженням, ця діаграма стала невід'ємною частиною теорії термічної обробки сталі. Користуючись цим графіком, можна було визначати температури різних видів термічної обробки і цілеспрямовано впливати на зміну властивостей сталі. Дослідження вченого мали велике значення для металургійної практики, а також стали основою нового наукового напрямку – металознавства.

Завдяки діаграмі стану залізовуглецевих сплавів вдалося класифікувати сталі та визначити групу інструментальних сталей. За вмістом хімічних елементів сталі цієї групи розділили на вуглецеві та леговані. Під час різання вуглецеві інструментальні сталі при $200^0 - 220^0\text{C}$ втрачали твердість, тобто “сідали”. Це не дозволяло застосовувати великі швидкості різання і гальмувало продуктивність праці, хоча розвиток техніки потребував зворотного. Тому в пошуках інструментальної сталі з кращими властивостями – вищими теплостійкістю і твердістю – активно проводились експерименти з легуванням сталі різними елементами (вольфрамом, хромом, молібденом тощо). Так народилась нова група сталей – *леговані*.

Лихоманка пошуків нових сталей у кінці XIX – на початку XX століть дала початок розробленню груп сталей з якісно вищим рівнем властивостей. Серед цих груп особливе місце займали інструментальні сталі, які одержали назву *швидкорізальних*.

Американський металург, менеджер і спеціаліст з режимів різання в одній особі, який працював на одному із сталеплавильних заводів фірми “Бетлехем Стіл” у Філадельфії, Фредерік Тейлор разом із товаришем Монселем Уайтом, хіміком за освітою, створили одну з найкращих вольфрамових сталей – швидкорізальну. Легування вольфрамом у межах 18 % різко підвищувало теплостійкість сталі, швидкість різання зростала в 4 рази. Такої сили різання не витримували тогочасні верстати через малу жорсткість. У 1900 році на Всесвітній виставці у Парижі цю сталь спостерігали в роботі спеціалісти. Властивості “сталі Тейлора” вразили спеціалістів, але разом з тим постала і нова проблема – потреба у створенні важких і міцних верстатів.

Використання швидкорізальних сталей не змогло вирішити проблем різання: по-перше, ними не можна обробляти загартовані сталі та деякі нові матеріали; по-друге, та швидкість різання, яку вони дозволяють розвивати, вже не задовольняла промисловість. І, як часто буває, сенсація з'явилась не там, звідки можна було її чекати. Пошуки нових інструментальних матеріалів продовжувались і на початку ХХ століття призвели до появи твердих сплавів, які здійснили переворот в різанні металів.

У лабораторії одного з електротехнічних заводів у США під час доведення заготовки до потрібної форми і розмірів на токарному верстаті стався випадок, який не могли пояснити інженери. Під час точіння сталі затупився різець із високовуглецевої сталі і йому на зміну взяли інший, але вже з швидкорізальної. Однак, і він чомусь затупився при такій температурі, при якій завжди працював. Як виявилось, оброблювана сталь мала “таємницю”: від нагрівання вона зміцнилася настільки, що стала твердішою за матеріал інструменту. Ця ситуація наштовхнула завідувача лабораторією Хайнеса на пошуки нового інструментального матеріалу. У 1907 році серед інструментальних матеріалів з'явився рекордсмен, який одержав символічну назву “стеліт”, що в перекладі з грецької означає “зірка”. Стеліт – литий твердий сплав кобальту, хрому і вольфраму, з якого виготовляють різальні пластинки для інструментів або наварюють його на поверхні деталей, що швидко зношуються. Він дозволив працювати в два рази швидше і витримував температуру нагрівання до 1100°C . Проте через чутливість до вібрацій та ударів, а також високу вартість він не зміг зайняти чільне місце у цій групі матеріалів.

Погляди багатьох практиків і вчених, що працювали у галузі машинобудування, були звернені до карбіду вольфраму, одержаного у 1893 році. З того часу він зацікавив машинобудівників своєю твердістю і високою температурою плавлення (3000°C), що дало поштовх до нових експериментів. Завдяки експериментам, що проводила німецька електротехнічна фірма “Осрам” у пошуках твердішого і теплостійкішого матеріалу за стеліт (через волокна з нього тягнули вольфрамову нитку), було виявлено ефективність застосування карбіду вольфраму. Так, у 1925 році з'явився перший твердий сплав на основі порошку карбіду вольфраму, зцементованого пластичним металом-зв'язкою кобальтом.

Тверді сплави виявили незвично високі показники фізико-механічних властивостей. У пошуках інших композицій було розроблено два типи *твердих сплавів* – порошкові і литі. Основою порошкових твердих сплавів є переважно карбіди вольфраму або титану, складні карбіди вольфраму, титану і частково танталу, рідше інші карбіди чи тверді сполуки. У способі виготовлення нового інструментального матеріалу використано здатність карбідів тугоплавких металів (вольфраму, титану) виявляти високу твердість. Однак ці сполуки є крихкими, що різко зменшує їх корисність для різання металів. Для усунення цього недоліку і підвищення в'язкості вченими було запропоновано використати 6–30 % пластичного

металу (кобальту) у ролі зв'язки. Так з'явилися тверді сплави трьох груп: *BK*, основою яких є карбід вольфраму; *TK*, до складу якої входять карбіди вольфраму і титану; *ТТК*, що включають карбіди вольфраму, титану і танталу. Ці групи сплавів відрізняються властивостями і, відповідно, застосуванням. З них виготовляють пластинки різних форм для оснащення різальних інструментів (пластини для різців, зуби для фрез тощо), але деякі складні інструменти на кшталт розверток виготовляють з твердих пластифікованих сплавів (з високим вмістом кобальту). Перший радянський твердий сплав такого типу було одержано у 1930 році і названо “*побідит*”. Він мав теплостійкість у межах 850–900⁰С, дозволяв проводити різання при швидкостях до 300 м/хв., забезпечував у 5 разів вищу продуктивність, ніж швидкорізальна сталь. З того часу він став найпопулярнішим сплавом на виробництві та у побуті (згадаймо побідитове свердло).

Найвідомішими з групи литих твердих сплавів є *сормайт*, *сталініт* і *реліт*. Вони дешевші за порошкові, оскільки їх виготовляють із композицій, у які входить значно менша кількість карбіду вольфраму, а решта – сталева або чавунна стружка, оксиди хрому тощо. Їх виготовляють у вигляді литих стрижнів, електродів або набивають відповідною сумішшю сталеву трубку, як реліт. Литими твердими сплавами зміцнюють нові або зношені поверхні деталей, які працюють у умовах тертя.

Основним недоліком твердих сплавів є висока вартість, оскільки основні компоненти – вольфрам і кобальт – дефіцитні і, відповідно, дорогі. Тому наукові пошуки знову продовжувалися, але вже у напрямі знаходження дешевших і твердіших заміників. Так з'явилися безвольфрамові тверді сплави, до складу яких входять карбід титану або карбонітриди титану, скріплені нікелем або молібденом. Основою безвольфрамових твердих сплавів – *керметів* – є метали або сплави, до яких додають неметалеві матеріали (карбіди, оксиди, нітриди, бориди тощо). Залежно від властивостей компонентів кермети можуть мати різну теплостійкість: від 630⁰С для алюмінієвої основи і до 1500⁰С на оксидній основі. Рекорд встановлено керметом на основі карбіду бору – короткочасне витримування температури до 3000⁰С. Проте кермети як кераміка зберігають крихкість, яка стримує їх широке застосування.

Одночасно з розробкою і вдосконаленням безвольфрамових твердих сплавів учених зацікавив корунд, який як природний матеріал поступається твердістю лише алмазу. Корунд є дешевшим за алмаз і, крім того, його можна синтезувати.

У 1947 році було вперше синтезовано корунди. У лєнінградському Всесоюзному науково-дослідному інституті абразивів і шліфування з корунду зробили порошок із частинками від 15 до 100 мкм, а з нього спіканням одержали пластинки нового матеріалу, який назвали *термокору́нд*. Новий матеріал за експлуатаційними властивостями не поступався найтвердішим сплавам.

На кафедрі технології скла в Московському хіміко-технологічному інституті імені Д. І. Менделєєва під керівництвом І. І. Китайгородського використали ще дрібніший порошок, лише до 2 мкм, і після спікання одержали стійкіший за термокорунд матеріал і назвали його *мікроліт*. Термокорунд і мікроліт належать до групи мінералокерамічних матеріалів.

У 1952 році токар–швидкісник Павло Биков на невеликій сцені провів демонстрацію передових методів обробки деталей за допомогою інструменту, оснащеного пластинкою з мікроліту (ЦМ332), перед румунськими машинобудівниками. Присутні були вражені феноменальним результатом, одержаним під час демонстрації. Мікролітові пластинки, заточка різця зі спеціальною канавкою на передній грані та висока кваліфікація робітника дозволили досягнути фантастичної швидкості різання – 3200 м/хв. без різкого підвищення потужності верстата. Наведена швидкість різання є граничною, оскільки для конкретних умов роботи, матеріалів заготовок, подач і геометрії інструментів граничні швидкості можуть бути різними. Для прикладу розглянемо відносні швидкості різання, теплостійкість і твердість, визначені для різних інструментальних матеріалів у подібних умовах випробувань. Якщо взяти швидкість різання різців із швидкорізальної сталі за базу, тобто одиницю, то одержимо наступний ряд: вуглецева сталь – 0,4, легована сталь ХВГ – 0,6, швидкорізальна сталь – 1,0, тверді сплави ВК8 – 3,0, Т15К6 – 4,0, мінералокераміка (мікроліт ЦМ332) – 7,0. Щодо теплостійкості, то для вуглецевої сталі У10А – 150–250⁰С, легової сталі ХВГ – 150–220⁰С, 9ХВГ – 150–500⁰С, швидкорізальної сталі – 580–630⁰С, побідиту – 850–900⁰С, твердих сплавів – до 1200⁰С, мінералокераміки – до 1500⁰С; щодо твердості, то для вуглецевої і легової сталі – HRC 63-65, твердих сплавів – HRA 79-91, мінералокераміки – HRA 92-93.

З того часу спостерігається таке “змагання”: матеріалознавці розробляють все твердіші конструкційні матеріали (кераміка, сітали, композити), для обробки яких потрібні ще твердіші матеріали. Здавалося, вчені використали всі можливості для розв'язання цього завдання. Проте, як виявилось, заключне слово ще не сказала хімія.

Серед природних матеріалів найбільшу твердість має алмаз. Недаремно греки назвали його адамас, тобто “нездоланий”. З сивої давнини люди замислювались над технічним застосуванням алмазу.

У 1811 році німецький мінералог Ф. Моос впорядкував відомі мінерали за шкалою твердості в межах від 1 до 10. Відповідно до цієї шкали корунд має показник 9, а алмаз 10, хоча насправді алмаз твердіший в 5-7 разів, що залежить від родовища. Спочатку алмази застосовували каменерізи для обробки коштовного і напівкоштовного каміння. Для цього алмаз вставляли в залізну оправу і таким інструментом видовбували і продовбували різні тверді матеріали. З винайденням скла для його різання застосовували склорізи, робоча частина яких оснащувалась

алмазом. Завдяки великій зносостійкості алмаз використовували для волок, через які протягували дріт. Відомо, що К. С. Алексеев, більш відомий як К. С. Станіславський, здійснив поїздку до Європи для ознайомлення з технологією виготовлення канителі. Після цього він впровадив на фабриці нововведення – з 1892 року почали застосовувати алмазні волокни, які вставляли в отвори волочильної дошки. Завдяки цьому почали виробляти небачені до того часу тонкі й м'які золоті нитки.

Різці з алмазними вставками мають у 150–200 разів більшу за тверді сплави стійкість. При різанні металів на верстатах алмазними різцями можна досягнути високої швидкості різання – близько 3000 м/хв. Втримати стійкість йому допомагає хороша теплопровідність. Алмазне долото для бурових робіт замінює 7–8 тисяч твердосплавних доліт і дозволяє збільшити швидкість проходження свердловини. Тому при обробці таких твердих матеріалів, як базальт, граніт, кварц та інших алмаз незамінний. Проте висока вартість цього мінералу не дозволяє його використовувати у ролі інструментального матеріалу.

Майже 200 років учені робили спроби синтезувати алмаз. Особливо інтенсивними стали спроби після того, як було встановлено, що алмаз, графіт і сажа мають однаковий хімічний склад, але через різну кристалічну будову неоднакові властивості.

Спочатку у 1939 році молодий ленінградський вчений-фізикохімік Овсій Ілліч Лейпунський теоретично довів можливість одержання алмазу з графіту, вирахував криву рівноваги і визначив умови цього процесу. Ці результати було опубліковано в роботі “Про штучні алмази”. Через закритість інформації це відкриття було зареєстроване лише в 1971 році. Але в 1953 р. алмази вже синтезували в Упсалі шведські вчені на чолі з Е.Лундبلادом, які працювали у фірмі ASEA. Через конкурентну боротьбу це відкриття зберігалось у таємниці. І даремно. У 1954 р. американською фірмою “Дженерал електрик” за участю вчених П. У. Бріджмена і Г. Т. Холла вперше було синтезовано алмази, а в 1955 році вона офіційно зареєструвала одержання штучних алмазів як технічне досягнення. Таким чином, пріоритет в одержанні штучних алмазів американці закріпили за собою.

Щодо успіхів радянських вчених у синтезуванні алмазів, то і тут допомога прийшла з іншої сфери наукових зацікавлень. Майже у той самий час, коли в Ленінграді О. І. Лейпунський працював над обґрунтуванням можливості одержати штучний алмаз, то в Харківському фізико-технічному інституті АН УРСР аспірант Леонід Федорович Верещагін працював над проблемою створення апарату надвисокого тиску. Цей апарат був потрібен Л. Ф. Верещагіну для вивчення поведінки твердих тіл під тиском. Перед війною вчений переїхав у Москву працювати в Інституті органічної хімії АН СРСР. Одна за другою змінювалися установки надвисокого тиску, наближаючи винахідника до бажаного рубежу – 100 000 атмосфер. Повідомлення про цей рекорд

з'явилося у пресі в 1955 році. Вже з 1958 році лабораторія Л.Ф. Верещагіна перетворюється в Інститут фізики високих тисків, основним завданням якого стає синтез алмазів. Два роки працювали вчені над виконанням цього завдання. У 1960 році з перших штучних алмазів було виготовлено два сувеніри – гравірувальні олівці. Їх власниками стали відомі вчені Л. А. Арцимович і П. Л. Капиця. Промислове виробництво штучних алмазів було започатковане у Київському Конструкторсько-технічному бюро твердих сплавів та інструментів його керівником В. М. Бакулем разом із відомим московським ученим Л. Ф. Верещагіним. Згодом це бюро перетворилося в Інститут надтвердих матеріалів АН УРСР. У стінах цих інститутів народилися й інші інструментальні матеріали: в Інституті фізики високих тисків АН СРСР – *кубічний нітрид бору* або *боразон*, а в Інституті надтвердих матеріалів АН УРСР – *слаутич*. Ці два матеріали об'єднує те, що вони менш тверді за алмаз, проте порівняно з ним мають значно вищу теплостійкість (до 1300⁰С проти 700– 800⁰С).

Отже, можливості створення нових надтвердих матеріалів ще не вичерпані. Наука чекає на нові відкриття і технічні досягнення, які під силу зробити сучасному поколінню вчених.

1. Евдокимов В. Д., Полевой С. Н. От молотка до лазера. – М.: Знание, 1987.
2. Івченко В. І. Алмазною стежкою. – К.: Веселка, 1986.
3. Кузнецов Е. В. Послушний метал. – М.: Металлургия, 1988.
4. Тучинский Л. И. Кому улыбается удача. – К.: Вєсєлка, 1990.

З ІСТОРІЇ ВИНИКНЕННЯ ПРОМИСЛОВОГО ШПИГУНСТВА

Економічне шпигунство виникло дуже давно, одночасно з розвитком виробництва. Вивчаючи історію розвитку техніки та науки, можна знайти дуже багато підтверджень цієї тези.

Греки винайшли грізну зброю – “грецький вогонь”, тобто вибухову суміш, яка спричинювала виникнення пожежі. Протягом чотирьох століть у багатьох країнах намагались розгадати таємницю такої суміші. Першими цей секрет зрозуміли мусульмани і почали використовувати його у військовій справі. Але згодом він знову втрапився.

З розвитком ринкових відносин завжди відбувається боротьба між двома процесами – виникненням монополій та конкуренцією. Проте в стародавні часи не було законів, які регулювали б їх і захищали винаходи, тому й процвітало економічне шпигунство.

За свідченням візантійського історика Прокопіуса, секрети виробництва шовку, які зберігалися китайцями протягом кількох віків, було викрадено і завезено до Європи в 552 році двома монахами,

які заховали яйця шовкопряда і кілька насінин шовковиці у порожнини своїх посохів. Візантійський імператор Юстиніан одержав від них яйця, насінини й інформацію про технологію виробництва шовку. Через кілька десятиріч років монополію Китаю в цій галузі було ліквідовано [1, с. 3].

Можна навести багато подібних прикладів з розвитку металургії. Властивості металу визначали його використання, а їх невідповідність спонукала до різних експериментів. Так сталося на початку XVIII ст. із Бенджаміном Хансменом. Він був годинником, але часом його робота не йшла через низьку якість сталі. Ця сталь не підходила як для інструментів, так і для деталей. Невдачі спонукали його самого зайнятись виготовленням сталі потрібної якості і властивостей. Він не був спеціалістом, тому працював навамання, нікому не показуючи результатів. І в 1740-1742 рр. він одержав однорідну тигельну сталь високої якості. В Англії його винахід не визнавали, тому він почав її продавати у Францію, де на той час слабо розвивалась металургія. Згодом після вияснення суперечок з владою він починає виплавляти цю сталь у Бірмінгемі. Хансмен зберігав усю інформацію в голові, патенту не взяв, бо не вірив у папір. Щоб уникнути різних прикростей, він заборонив стороннім вхід на територію заводу, а сталь виплавляли вночі. Однак один з його конкурентів, перебравшись жебраком, попросився погрітись біля печі. Це був майстер з лиття чавуну Уолтер Уолкер із Грінсайду, що неподалік Шеффільда, якого ніхто не впізнав. Він зумів розпізнати технологію виготовлення і вкрав зразки всіх домішок. Так секрет тигельної сталі перестав існувати. Її винахідник до кінця своїх днів (помер у віці 72 роки) вивчав хімію, щоб зрозуміти, усвідомити своє відкриття [2, с. 115-121].

У XVIII ст. промислові шпигуни заволоділи таємницею виробництва порцеляни, вперше освоєного в Китаї. Багато з них намагались познайомитися з технологією виробництва порцеляни, але це не вдавалось із різних причин. Однією з них була та, що імператорська порцелянова мануфактура була розташована у закритому місті Цзіньдечжень. Один з монахів детально вивчив технологію виробництва порцеляни з каоліну і надіслав на батьківщину зразки сировини. В той самий час хіміки Дарсе й Маєр знайшли подібну глину на околицях міста Ліможа. Порівняння зразків показало, що вони були ідентичні. 1756 р. відбулося перенесення мануфактури з Венсена в Севр, де й почали виробляти знамениту севрську порцеляну.

Незабаром англійці вкрали у французів технологію виробництва порцеляни, організували свою порцелянову промисловість і навіть одержали патент на її виготовлення.

Шпигунство, економічне чи військове, розвивалось однаково і в своєму поступі проходило однакові періоди. В старовину все було надзвичайно просто: кому потрібна інформація, той її й здобував. Наприклад, відомо, що знаменитий карфагенський полководець Ганнібал, причепивши фальшиву бороду, не раз проникав у табір ворогів. Цей був

простий шлях, але небезпечний. Тому краще, коли такими справами такого роду займається розумна, обережна, комунікабельна людина, фахівець своєї справи. Такі шпигуни були талановитими людьми, от хоча б декілька імен: Даніель Дефо, П'єр-Огюст Бомарше та інші. Таких людей було небагато, тому треба було орієнтуватись і на більш посередніх виконавців. Ось тут і почався перехід до професійної розвідки. У той час у багатьох нейтральних країнах процвітала торгівля будь-якою інформацією. Навіть виник, у сучасному розумінні, “чорний ринок” із біржею. Агенти однієї країни пропонували секрети своєї країни в обмін на таку ж інформацію з інших країн.

З середини XIX століття промислове шпигунство набуло неабиякого розвитку, перетворюючись у новий вид бізнесу, так би мовити індустрію. Відомо, що потреби сприяють розвитку різних напрямів діяльності. Сутність цієї думки зводиться до тези: є незадоволена потреба, яку в певний час немає можливості задовольнити, бо розвиток науки чи техніки не дозволяє, але вона підказала напрям пошуків. Каталізатором шпигунської діяльності стала конкуренція. Кожен виробник, дбаючи за власну безпеку, бажає знати, що робить його конкурент. Те саме відбувається й в світовому масштабі, між державами. Чим вищий розвиток техніки та промисловості, тим більше розцвітає шпигунство. І темпи цього розквіту часом перевищували можливості техніки й промисловості, стимулюючи їх розвиток.

Спочатку відкриття робили одинаки, часто самоуки, дійшовши до вдалого результату дослідним шляхом. Дуже часто відкриття було випадковим. Тому його й добре оберігали. У часи мануфактур секрети оберігались з допомогою цехових статутів. З історії відомо, що в багатьох країнах нові галузі виникали завдяки вкраденим винаходам. Найпопулярнішими формами промислового шпигунства є засилання шпигунів і переманювання спеціалістів.

Першу приватну фірму промислових шпигунів створив на початку XX століття співвласник англійської фірми озброєння “Віккер” – мультимільонер Базіль Захаров, якого ще називали “гарматним королем” [5, с. 11]. Наступний виток у розвитку шпигунства припадає на міжвоєнний час.

Патент як засіб захисту винаходу

З розвитком науки і техніки збільшується кількість промислових секретів, на створення яких йшли роки. Зате вкрасти можна за хвилини. Збитки, які зазнають фірми, сягають мільярдів. Немає такої сфери, де б не працювали шпигуни. Впоратися своїми силами окремі підприємці не могли і почали звертатись за допомогою до держави. Різні державні установи, що були зацікавлені у розвитку певної діяльності, видавали патенти на конкретний термін. Видача патентів проводилась згідно з патентним законодавством, чинним у певній країні.

В історії зафіксовано, що перший в світі патент було видано італійському скульптору Філіппо Брунеллескі. З XV ст. почався новий етап розвитку європейської культури, передренесансний етап (XIII – XIV ст.) перейшов у раннє Відродження. Середньовічне мистецтво створювало величезні художні ансамблі, тому вирішувало інженерні архітектурні задачі. Однак існування догматизму у мисленні фахівців не давало можливості вирішувати певні інженерні проблеми, тому багато розпочатих архітектурних будов не було закінчено. У XV ст. в Італії високим рівнем професіоналізму відзначалася флорентійська школа, представником якої був Філіппо Брунеллескі, – прекрасний скульптор, архітектор та інженер. Саме йому доручили завершити величезний купол Флорентійського собору, який розпочали будувати майже 140 років перед тим. Для архітектурних робіт багато матеріалів привозили кораблями. Під час вивантаження дорогих матеріалів у порту виникало питання безпеки процесу. Тому в 1421 р. Філіппо Брунеллескі розробив спеціальний механізм для цієї мети і одержав за нього перший в історії патент [4, с. 82].

Кожна країна має своє патентне відомство, що існує вже певну кількість років і встигло видати конкретну кількість патентів. У США патент № 1 було видано 31 липня 1790 року на вдосконалений спосіб виробництва поташу та пристрою для здійснення цього способу на 14 років.

Патент – це документ, виданий компетентним державним органом винахідникові або його правонаступнику, який свідчить про авторство, право на винахід і монополієне його використання. Він також може бути виданий окремії організації чи компанії. Як правило, патент видають на 15-20 років. За видачу патенту і його дію власник сплачує певну суму (мито). Патент діє тільки у тій країні, де він виданий. Тому, щоб краще (повніше) захистити себе від конкурентів, підприємець має одержати патент у багатьох країнах. Якщо ж існує економічний союз країн, то патент, зареєстрований в одній країні цього союзу, діє як національний і в інших країнах [3, с. 247-248].

Патент, як і медаль, є два аспекти: перший – винахід стає здобутком суспільства, не зменшуючи пріоритетності винахідника, що відкриває перспективу не бути забутим; другий – стає реальною небезпека утворення монополії.

Спочатку процес одержання патентів не був добре відпрацьованим і допускав різні порушення. З цього приводу можна навести приклад винайдення каучуку. Перший патент на каучук одержав англієць Семюель Піл у травні 1791 року. Але це був сирий каучук. Тому тільки після відкриття вулканізації Чарльзом Гудьїром було видано основний патент на виробництво каучуку в 1841 році. Зберігаючи винахід в таємниці, Чарльз Гудьїр переслав до Англії зразки вулканізованого каучуку. Своєю чергою ці зразки були передані хіміку Томасу Ханкуку, який зумів відтворити технологічний процес вулканізації і запатентував його. Однак пізніше визнав за Чарльзом Гудьїром пріоритет винаходу [1, с. 11].

У кінці XIX ст. патентні відомства, що здійснювали експертизу заявок на винаходи і видавали патенти, стали використовуватись як джерела одержання детальної інформації. Штучно стримуючи процес видання патенту, вимагаючи додаткової інформації, ці відомства сприяли в той же час іншому винахіднику. Із метою необхідності засекречування винаходів до часу опублікування патентів через побоювання промислового шпигунства, згідно з законодавством, у більшості країн вимагається, щоб опис винаходів повніше характеризував суть винаходу, описаного в патенті. Патентні заявки, в яких вказуються прізвища винахідника і найменування фірми, заносяться до картотеки Патентного бюро. Зацікавлені особи, зіставляючи прізвища винахідників із назвами заявок, можуть одержати інформацію до оприлюднення детального змісту патенту. Тому не дивно, що при оформленні заявок давались завуальовані назви, які не становлять інформаційної цінності.

Видання патенту переслідувало основну мету – забезпечити збереження таємниці. Поява патентів дала можливість збільшити темпи зростання науково-технічного прогресу.

Угода між представниками державної установи патентного відомства з винахідником вимагає такого ступеня деталізації об'єкта, щоб кожен із кваліфікованих спеціалістів у цій галузі міг його повторити. Патенти пояснюють технічний бік справи, а не торкаються конкретного промислового використання винаходів. Щоб зорієнтуватись, над чим працює фірма чи винахідник, достатньо спеціалістам вивчити в якому напрямку розвивається діяльність за назвами описів винаходів. Для цього можна скористатися надбаннями патентного фонду. Його інформація становить новизну, повноту і достовірність даних про техніку [1, с. 13]. Новизна, бо винахід уперше описаний у патенті, а достовірність забезпечує вже державна експертиза.

Одержавши інформацію, для непосвячених – мізерну, а для втаємничених – достатню, конкурент оцінює глибину розробки теми, її актуальність, можливості фірми чи винахідника для темпів її розкриття, динаміку науково-дослідницьких і дослідно-конструкторських робіт (НДДКР).

Якщо відомо, які винаходи увійшли в стадію випробування, то можна зорієнтуватись про майбутню техніку; якщо фірма “охолола” до напряму діяльності, то вона навіть може розкрити суть винаходів, навіть опублікувати списки патентів, відкритих для ліцензування. Відтворити винахід за списком, навіть маючи неабиякий досвід, неможливо, бо існує ще таке поняття, як “ноу-хау” (know how), в перекладі з англійської “знаю як”. Ноу-хау – це сукупність технічних знань виробничого, комерційного та іншого досвіду, необхідного для виготовлення якого-небудь виробу, відтворення виробничого процесу чи його організації тощо [3, с. 233].

Використовувати патент може сам винахідник, може продавати ліцензії (з обмеженням і без), може передавати ноу-хау або ні. Все залежить від об'єкту винаходу. Патентування винаходу не захищає фірму

від робіт у даній галузі. Наприклад, фірма використовує для своїх цілей хімічні сполуки металів, що і вказано у патенті. Однак винахідник обійшов цю умову і використав силіцій для тієї ж мети [1, с. 16].

Ураховуючи такі численні приклади, фірми не патентують винаходів і тримають їх у секреті. Або ж вдаються до цілком протилежних дій. Власники американського патенту про використання ефіру як знеболювача при лікуванні зубів добровільно від нього відмовилась, бо не в стані були проконтролювати всі стоматологічні кабінети.

Приховування секрету інколи пояснюється ще й коротким терміном дії патенту. При хорошій організації його можна зберігати досить довго. З 1886 року секрет екстракту напою “Кока-Кола” був відомий лише двом особам. Він застрахований від можливості його викрадення та використання на суму 43 млн. доларів.

З 1809 року не розкривається секрет виробництва одеколону № 4711 у Німеччині. Зберігаються у таємниці склад французьких парфумів “Шанель № 5, таємниця виготовлення французьких лікерів “Бенедиктин” і “Шартрез”.

Подібно до секрету “Кока-Коли” є таємниця і напою “Пепсі-Кола”. В 1903 році невідомий аптекар Браhem із штату Північна Кароліна (США) запатентував темний сироп і назвав його ”Пепсі”, що означає у перекладі “енергійний”. Секрет його виробництва знають троє членів правління фірми “Пепсіко”. Кожен з них має ключ до сейфу, де зберігається цей рецепт. Відкривати його вони мали лише втроях, а також не повинні були знаходитись разом в одному місці. Дублікати ключа знаходяться в банку, що фінансує “Пепсіко” [1, с. 17].

У сучасному світі найвигіднішим товаром є патент в сукупності з розробленою технологією. Тому й 50-ті роки ХХ ст. характеризуються розквітом торгівлі ліцензіями, коли виникла розгалужена мережа міжнародних контор і організацій з продажу й оформлення патентів. Тоді ж стара теза про те, що “могутність держави визначається її матеріальними цінностями”, відійшла у минуле, бо могутність стала визначатись тим, у чийх руках знаходиться найсвіжіша, найбільша і найнеобхідніша інформація. Прикладом є короткий час, за який Японія стала провідною країною світу в галузі розробок в науці і техніці.

Способи одержання промислової інформації

Є багато шляхів втрати секретів. Це конференції, на яких оприлюднюються дані; це дуже допитливі робітники, відвідувачі, перекладачі тощо. Погано впливає на престиж компанії плінність кадрів. Перехід провідного спеціаліста з групою однодумців може зменшити курс акцій одного підприємства й підняти іншого. Особливо небезпечно, коли ним є свій “злюдій”, який може бути незадоволений своєю зарплатнею чи ставленням до нього.

Способи одержання інформації поділяються на законні і незаконні [1, с. 24-25]. До законних належать:

- публікації конкурентів;
- фінансові звіти;
- огляди ринків і висновки маркетологів, інженерів-консультантів;
- ярмарки, виставки, брошури, конференції;
- аналіз виробів конкурентів;
- звіти збутових організацій, їх агентів;
- дані, які публікують колишні службовці конкурента.

Щоб захиститися від шпигунства фірми вдаються до різних способів. Зокрема, створюють службу безпеки. Першим таку службу створив у Європі Альфред Крупп. Вивчивши умови одержання якісної сталі в Англії, він створив мережу металургійних заводів у Німеччині; одночасно, дбаючи про промислову безпеку, вимагав присяги на вірність від робітників, працівників і своїх шпигунів. Його син Густав пішов ще далі: щоб захистити своє виробництво від різних невиявлених шпигунів, працівники його контррозвідки розробили техніку опромінення всіх підлеглих і відвідувачів заводів. Невеликі дози променів засвічували плівки, одночасно впливаючи на здоров'я [1, с. 38]. Крім служби безпеки, іншим способом є паралельне створення відділу контррозвідки і використання заходів, спрямованих на дезінформацію конкурентів.

Патентний захист

Патент захищає інтереси виробника на ринку, а також запобігає підробці товару. Захист може бути у вигляді патенту чи букету патентів. Підприємства України чи винахідник, які збираються вийти на міжнародний ринок, повинні мати юридичний захист виготовлених виробів і застосовуваних технологій. Це потрібно не тільки для продажу, але й для участі у міжнародних ярмарках, виставках. Необхідно враховувати, в якій країні має бути одержаний захист і на що. До прикладу, якщо підприємство діє у переробній галузі, йому краще захищати свої технічні рішення за допомогою ноу-хау. Виробник приладів зацікавлений у тому, щоб гарантувати захист своїх технічних досягнень і захищає їх свідоцтвом на промисловий дизайн, термін якого 3-15 років (відповідає життєвому циклу товару). Коли дія патенту припиняється, то захист продовжує товарний знак, дія якого до 20 років [5].

Патенти захищають не тільки товар, але й його конструкцію, технологію. Тому з ускладненням завдання захисту одного патенту недостатньо. У цьому разі формують блок патентів, які захищають об'єкт, наче парасоля. Показовими є патентні історії відомих у всьому світі товарів, які тримаються на ринку впродовж десятків років.

Винахідник телефону Олександр Г. Белл одержав патент у 1876 році, а пізніше, вдосконалюючи його конструкцію, одержав ще й інші патенти на

деякі деталі телефону. “Дженерел електрик” випускає електричні лампи, наповнені інертним газом, які захищені трьома основними та ще додатково блоком з 524 патентів. “Полярроїд” захищений майже 1000 патентами в США і 2000 за кордоном. Цей перелік можна продовжити, хоча основна ідея зрозуміла – виріб (конструкцію, технологію) потрібно постійно вдосконалювати й одночасно захищати нововведення патентом, щоб перекрити шлях конкурентам.

Отже, поступ суспільства пов’язаний з розвитком технічних систем, що відображає закони діалектики. Серед виявлених закономірностей розвитку технічних систем основними є постійне вдосконалення технічних систем до ідеального стану та їхній розвиток через вирішення суперечностей. Якщо шлях розвитку технічних систем відомий, то затримка за “малим” – хто, де і коли пройде тим шляхом.

1. Андрощук Г. О. Пірати індустрії. – Київ, 1991.
2. Беккерт М. Железо. Факты и легенды. – М.: Металлургия, 1988.
3. Економічний словник / За ред. С. В. Мочерного. – К.: Femina, 1995.
4. Ильина Т. В. История искусств. Западноевропейское искусство. – М.: Высшая школа, 1983.
5. Чернявский А. А. Промышленный шпионаж и безопасность предпринимательства: Учебн.- метод. пособие. – К.: МАУП, 1996.

ВИНАХІДНИЦЬКА ТВОРЧІСТЬ

З практики відомо, що результативність будь-якої діяльності залежить передовсім від компетентності та творчої активності виконавців. Якщо розглядати діяльність підприємства, то до таких виконавців належать всі категорії персоналу, зокрема: керівники, спеціалісти, службовці й робітники. Кожен з них має можливість на робочому місці виявити свої творчі здібності. Внаслідок цього дуже часто з’являються речі, до яких ми звикаємо і не думаємо про те, хто їх винайшов.

Основною рушійною силою трудової активності людини є узгодження потреб зі здібностями, тому підготовка фахівців у професійно-технічних закладах спрямовується на розвиток здібностей особистості, формування наукового світогляду та оволодіння професійною майстерністю. Сучасні особливості розвитку виробництва створюють умови до виникнення інтегративних видів діяльності, виконання широкопрофільної праці фахівцями та суміщення професій. Це знаходить своє відображення у вимогах до підготовки висококваліфікованих спеціалістів, які повинні вміти працювати у мінливих умовах ринкової економіки. Саме ці умови формують реальну стратегію щодо розвитку трудових ресурсів.

Є два способи поведінки робітника у політехнічній ситуації – *творчий* та *аналоговий*. Цей поділ є умовним, оскільки у реальних умовах робітник користується ними одночасно з певними перевагами з огляду на

конкретну ситуацію. Ступінь чіткості та важливості мети допомагає одному виду діяльності перейти в інший. Якщо результатом такої діяльності буде конкретний об'єкт, то це є виробнича праця або творчість. Для багатьох видів діяльності результативність стає важливою проблемою. Тим часом, як творча діяльність вимагає вищої результативності.

Чи можуть сьогодні з'явитися такі особистості, як Едісон, Тесла, імена яких закарбовано у винаходах світового рівня? Свого часу вони були одинаками-винахідниками. А тепер все більше винаходи роблять колективи. Науковці вважають, що колективні винаходи роблять люди творчі, обдаровані, талановиті. Вони можуть бути такими від природи, але можна й цілеспрямовано навчати їх цієї діяльності. У наш час особлива увага прикута до виявлення прихованих можливостей людей, адже неявні знання є одним із чинників творчої діяльності.

Більшість підлітків, які приходять вчитись у професійно-технічні навчальні заклади, активно цікавляться технікою і прагнуть поглибити свої знання у вибраному напрямі. Для них кожен урок теоретичного чи виробничого навчання стає ще однією сходинкою до вершин професійної майстерності. Їхнє зацікавлення технікою можна поділити на два рівні: *аматорство* та його вищий ступінь, *технічну творчість* (В. А. Роменець). Яким шляхом буде розвиватись учнівське зацікавлення залежить від таких чинників, як *вид організації діяльності підлітків, педагогічна співпраця учасників діалогу (викладач і учень), особистість викладача*.

Рівень ремісництва є базою для наступної творчої діяльності. Його можна досягнути за допомогою репродуктивного навчання. Але творчий процес для підлітка полягає у переході до пізнавально-творчої діяльності, коли необхідно думати, аналізувати, узагальнювати й використовувати здобуті знання у конкретній політехнічній ситуації. На думку В. А. Роменця, “навчання за своєю природою є творчістю. Творчість і пізнання – єдиний процес” [164, с. 69]. Спочатку розвивається *теоретико-технічна уява*, яка допомагає усвідомити дії технічних об'єктів, а далі через *уявлення і розуміння* всіх особливостей роботи машин та агрегатів до *конструктивної уяви*. Обираючи певну спеціальність, підліток вибирає сферу творчості. У кожній професії можна знайти багато можливостей для творчості. Спочатку треба зрозуміти, як майстер виготовляє складну річ, потім спробувати самому, використовуючи різні вказівки і рекомендації. А надалі ідеї будуть виникати самі по собі.

Розвивати свої творчі здібності учні училища мають можливість не тільки на уроках, але й в гуртках технічної творчості. Кращі роботи учасників гуртків щороку виставляються на виставці. Однак цей вид діяльності є складним, адже вимагає додаткових знань не тільки зі спеціальних, але й інших навчальних предметів. Зокрема, потрібно знати основи психології творчої діяльності та основні положення технічної естетики.

Знання з психології творчої праці потрібні для того, щоб творчий процес з некерованого перетворився в керований. Тобто, не чекати, коли “на голову впаде яблуко” і виникне ідея, а знати, якими способами можна наблизитись до неї. Цих способів є багато, зокрема: мозковий штурм, метод синектики, морфологічний аналіз та ін. Однак результативність у них різна. У мозковому штурмі виробляється (генерується) величезна кількість ідей. Проте цей процес відбувається хаотично. Тому добре, якщо з 60-80 ідей хоча б 1-2 будуть перспективними. У методі синектики такою генерацією ідей займається постійна група учасників. Щоб перевести стихійний неявний творчий процес у явний і свідомо керований, автор цього методу – У. Гордон – запропонував використовувати усвідомлений пошук аналогій, тобто подібного між явищами, що порівнюються. Для цього використовують чотири види аналогії: *пряму, особисту (емпатію), символічну та фантастичну*. А. Ейнштейн у своїй діяльності любив використовувати аналогії. Зокрема, вчений при створенні теорії відносності використовував різні творчі стратегії конструювання внутрішніх моделей реальності, робив висновки за аналогією. Він уявив себе променем світла і разом з ним рухався за його траєкторією. Це допомогло йому збагнути ту реальність, яка була потім описана теорією відносності. Розвинути в собі здатність до творчого мислення допомагають відповідно розроблені завдання. Наприклад:

1. Що є спільного між здатністю людини тримати в руках вантаж та ліфтом? Металургійним заводом і освоєнням космічних просторів?

2. Прокоментуйте уривок вірша М. Вороного: Уранці місто загуло, // Розбуджене гудками; //Залізо, камінь, мідь і скло // Озвались голосами.

Як потрібно мислити, вирішуючи проблеми, вчить теорія розв’язування винахідницьких задач (ТРВЗ), яку розробив винахідник і письменник Г. С. Альтшуллер.

За умов насиченості ринку різноманітними товарами керівництво підприємства повинне думати про вдосконалення не тільки самої продукції, але й просування її до споживача. Щоб знати шляхи вдосконалення продукції, необхідно одержати відомості про її недоліки безпосередньо від споживачів і далі працювати над їхнім усуненням. А просувати товар на ринку допомагає вміло створена реклама. Працюючи над розробленням нового товару чи його вдосконаленням, інженери, а часто й робітники, створюють об’єкти інтелектуальної власності: *комерційні таємниці, ноу-хау, раціоналізаторські пропозиції, винаходи* і навіть *відкриття*. Вони відрізняються ступенем витраченої творчої праці.

Комерційна таємниця є запорукою фінансового успіху підприємства, тому не підлягає розголошенню, про що записано у Статуті підприємства чи Установчому договорі. *Ноу-хау* в перекладі з англійської означає “знаю як”. Зберігаючи його у таємниці, деякі фірми спромоглися випускати свій товар дуже довго, зокрема фірма “Пепсі-кола”. *Раціоналізаторська пропозиція* стосується вдосконалення будови, функціонування виробу чи процесу

(наприклад, токарне пристосування Гургалья). Винаходи передбачають нові принципи функціонування об'єкта, життєвий цикл у них довгий. *Відкриття* трапляються рідко, але вони здійснюють переворот в економічній історії людства. Саме відкриття сприяли виникненню нових галузей і розвитку старих. Наприклад, класичними прикладами є винайдення колеса, ткацького верстата, механічного супорта, а також створення композиційних матеріалів. 3-поміж об'єктів промислової власності центральне місце належить винаходам.

Погляд на розвиток суспільства в історичному аспекті дає можливість зрозуміти, що це одночасно й історія винаходів, створення та вдосконалення різноманітних виробів і технологій. Майже мільйон років тому наші предки почали систематично використовувати каміння та палки, під час тертя яких виникав вогонь. Потім з'явилися стріли з наконечниками, віз на колесах, плавлення бронзи, водяне колесо, токарний верстат, парова машина тощо. А ми вже стали свідками появи новітньої технології – Інтернету. XXI століття називають століттям інформаційних технологій, завдяки яким людина може зробити прорив як у своєму розвитку, так і в технічній основі суспільства. Це все є результатом виснажливого, захоплюючого процесу, який називається творчістю.

Серед великої кількості винаходів є такі, що заслужено одержали епітет “великі”. До таких належать ті, що викликали видимі значні зміни у житті людства. Чільне місце серед них посідають винаходи у сфері транспорту, а далі знярядь праці, освоєння нових матеріалів, в енергетиці, у військовій справі тощо.

Увесь світ навколо нас наповнений речами, які не могли б бути виготовленими без техніки і технології. Серед величезної кількості інженерів, а часто й людей без інженерної освіти, відомими стають окремі особистості. Імена деяких з них уже втрачені невдячними нащадками. А імена інших стали відомими на весь світ завдяки тим речам, які вони створили.

Розглянемо життя і діяльність деяких винахідників.

Династія американських магнатів Дюпонів володіє вже майже 200 років одним з найбільших транснаціональних концернів “Дюпон де Немур”, який у 75 країнах має 135 заводів. А все почалося у 1799 році з заснування заводу з виробництва пороху (вплив воєн на розвиток бізнесу). Секрет бездимного пороху мав вивідати у французів Альфред Дюпон, але йому це не вдалося, тому власникам довелося дуже дорого купити патент. Завдяки виробництву пороху брати Дюпони зрозуміли, що їхній шлях має пролягати в світ хімії. В 1868 році було винайдено целофан, а у 1920 контроль над його виробництвом вже взяли в свої руки Дюпони. Одним з найбільших досягнень на їхніх заводах було винайдення хіміком Уолесом Карузерсом нейлону (у 60-і роки XX ст. була найбільша мода на нього). Іншим прикладом, вартим уваги, є участь концерну “Дюпон” у створенні нової галузі матеріалознавства – композиційних матеріалів.

Ернст Сіменс – видатний німецький інженер-електротехнік, талановитий організатор виробництва. Його винаходи сприяли прогресу

в світовій електропромисловості та електричному транспорті. Його ім'я увічнено в назві одиниці електричної провідності.

Ернст Сіменс закінчив відділ технічної підготовки у військовій школі в Пруссії і мав великі перспективи зробити військову кар'єру. Однак все змінилося зі смертю батька. Ернст був найстаршим з 10 дітей, тому мусив дбати про інших. Він вирішив сумістити військову службу з винахідництвом потрібних у побуті та виробництві речей.

Першими помітними винаходами, які дали значний ефект і набули поширення, були метод гальванічного посріблення і позолочення (1842 р.), стрілочний телеграф (1847 р.), порцелянові ізолятори. 1849 року Сіменс створив першу в Європі діючу електричну телеграфну лінію. Молодший брат став його представником у Росії, де вони побудували найсучаснішу на той час лінію електропередачі. Найзначніший свій винахід – динамо-машину – він зробив у віці 50 років. Згодом протягом дванадцяти років працював над дослідженням перспективи використання сильнотрумової техніки.

Сіменс є натхненником і виконавцем грандіозного проекту – прокладання індоєвропейської телеграфної лінії від Лондона до Карачі, яка почала діяти в 1868 році. В 1879 році він став організатором нової сенсації – створення електричної залізниці. Незабаром на вулицях Берліна з'явилися дугові лампи, які вмикались з одного центру. 1890 року на виставці у Мангеймі було продемонстровано електричний підйомник. В 1881 році околицями Берліна проїхав перший у світі електричний трамвай.

Сьогодні в пресі трапляються повідомлення, а в магазинах реклама лампи або “іонізатора” *Чижевського*. Ці пристосування є дуже корисними в сучасних приміщеннях, де працює багато приладів, які наповнюють простір шкідливими позитивними іонами, де є багато пилу та бактерій. За годину роботи лампи приміщення наповнюється лікувальними іонами. Це тільки невеличка частина доробку вченого Олександра Леонідовича Чижевського. Він зробив надзвичайно важливе відкриття, значення якого ми осягаємо вже понад 90 років, настільки глибокими є його наслідки. В 1924 році вийшла його книга “Фізичні фактори історичного процесу”, суть якої зводиться до глибокого змісту фрази: “Існує вплив космічних факторів на поведінку організованих людських мас і на плин всесвітньо-історичного процесу”. Багато положень цієї праці в ті часи нагадували фантастику. Однак протягом 90 років одне за одним вони знаходять своє відображення в історії суспільства. Найостанніше підтвердження – *Помаранчева революція*.

НЕМЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ

Пластмаси

Олександр Михайлович Бутлеров створив теорію хімічної будови органічних речовин, що дало право вважати його засновником наукового

підгрунтя сучасної промисловості синтетичних смол і пластмас. Напередодні цього відкриття відомі хіміки Марселін Бертло, Жан Кольбе і Фредерік Жерар у своїх працях зробили висновок про неспроможність науки виявити будову органічних молекул. Велика заслуга О. М. Бутлерова полягає у виявленні архітектури молекул, поясненні зв'язків атомів у ній. Завдяки неоднаковій хімічній будові органічні речовини мають різні фізико-хімічні властивості. Структурна формула є своєрідним кресленням, у якому схематично зображено просторову атомну будову органічної речовини. Цей факт пояснює, чому речовини з однаковою формулою мають різні властивості. Зокрема, формули винного та метилового спирту однакові, проте винний спирт є алкогольним напоєм, а метиловий смертельною отрутою.

На початку XIX ст. була запропонована атомістична теорія будови речовин. Вона пояснювала зв'язок між атомами у неорганічних речовинах. При переході до органічних речовин не вдається знайти простої закономірності побудови молекул. На той час відомими були великі молекули з 10...20 однаковими елементами, однак не зрозумілим був їхній зв'язок. Ідея поєднання атомів карбону з іншими елементами прийшла до німецького хіміка Фрідріха Августа Кекуле випадково у рідкісні хвилини спокою: "Одного чудового літнього вечора я повертався додому останнім омнібусом... безлюдними вулицями столиці, які в інший час наповнені життям. Я поринув у роздуми, і – ось! – атоми стрибають у мене перед очима. Коли б ці мікроскопічні речі не з'являлись у мене перед очима, вони завжди були у русі, проте до цього часу я ніколи не міг зрозуміти природу цього явища. Тепер, однак, я бачив, як часто два менших атоми з'єднувались та утворювали пару, як більші зв'язували двох менших, як ще більші втримували три і навіть чотири дрібніших, всі ж у цілому обертались у запаморочливому танці. Я бачив, як великі формують ланцюжок... Частину ночі я провів, намагаючись хоча б зробити замальовки цих форм, що виникли у моїй голові". Іншим разом з цього приводу він написав: "Я присунув стіл до вогню і задрімав. Знову атоми закрутились у мене перед очима. Цього разу дрібніші групки скромно залишались позаду. Мій розумовий погляд, загострений частим повторенням подібних явищ, здатен був розрізнати більші структури складної будови, довгі ряди інколи майже торкались; все це сплітається і обертається у змієподібному русі. Але погляньте! Що це! Одна змія схопила себе за хвіст, і це утворення оберталось у мене перед очима, знушаючись з мене. Ніби блискавка вдарила мене, я прокинувся..." А десь далеко у "туманному Альбіоні" шотландський хімік А. С. Купер теж дійшов такої думки.

Серед природних смол найвідомішими є *буритин*, *каніфоль*, *шеллак*, *сургуч* та *асфальт*.

Бурштин стародавні греки називали "електроном", українці – "горілим каменем", росіяни – "латир-каменем", а насправді це закам'яніла 50 млн. років тому смола стародавніх хвойних дерев.

Красу і цінність цьому каменю надають внутрішні тріщинки (сколи), а також "вічні в'язні" – мурашки, метелики та інші комахи. Давньогрецький філософ і вчений Арістотель першим здогадався, що бурштин має безпосередній зв'язок з смолою, адже у ньому знаходяться рештки рослин і комах. На його думку, вони не змогли б туди потрапити, якби він не був спочатку рідиною. Погляд Арістотеля на походження бурштину поділяв римський письменник і вчений Пліній Старший, що знайшов своє відображення у його "Природничій історії". Поет-мислитель Стародавнього Риму Марціал теж здогадався про причину цього факту:

Хоч вік комах мізерний й швидкоплинний,
Потрапивши у смоляну краплину,
Вони до Вічності долучаться по смерті
І вартості набудуть у бурштиновій тверді.

У 1979 році працівник Базельського музею купив на одній з шахт Домініканської республіки шматок бурштину з "ув'язненою" ящіркою довжиною лише 71 мм. Враховуючи вік каменю 20-23 млн. років, ця ящірка була предком сучасних хамелеонів, що проживають у Карибському регіоні. Ще з доісторичних часів бурштин був першим каменем, який використовували для виготовлення ювелірних прикрас, предметів культу. Вважали, що він захищає від хвороб. У наш час його називають "золотом Півночі".

Найбільші у світі родовища бурштину знаходяться в Калінінградській області Росії. Багатими також є поклади на Сіцилії, в Румунії та Бірмі. За повідомленнями російського історика та археолога І. Є. Забеліна бурштин добували у стародавньому Києві та його передмістях. Здавна відомий бурштин у Західній Україні, зокрема на території Львівської та Івано-Франківської областей. На Львівщині більшість бурштину знайдено у сірчаних родовищах: Роздольському, Немирівському, Язівському. Саме на Львівщині знайдено два найбільших в Україні шматки бурштину – один вагою приблизно шість кілограмів (не зберігся, бо його сплутали з самородною сіркою ще у кар'єрі), другий вагою 1270 грамів. Пізніше у селищі Івано-Франково було знайдено третій за розмірами на Львівщині шматок вагою 650 грамів. Львівські бурштини відрізняються від прибалтійських відсутністю усередині тваринних решток, а зустрічаються лише рослинні.

На території України, а саме у Києві та на Львівщині, знайдено залишки майстерень, де обробляли бурштин. Зокрема, у 1986 році під час розкопок давньоруського Звенигорода на Львівщині археолог І. К. Свешніков знайшов майстерню обробки бурштину. Ця майстерня займалась не лише обробкою цінного каменю, але й виготовляла вироби

з металу і неметалевих матеріалів – бронзи, срібла, олова та свинцю, гірського кришталю, сердолика, рогу і костей. Про важливість цього виробництва для тогочасного життя свідчить той факт, що в XI-XIII ст. Звенигород був добре укріпленою фортецею на західних теренах Київської Русі і головним містом Звенигородського князівства.

У кінці 80-х років мексиканські археологи знайшли бурштин в одному з поховань майя. Недалеко древнього міста Паленке у 22-метровій піраміді знайдено поховання, що датується 693 роком, а у ньому під великою орнаментованою плитою – “Людину в бурштиновій масці”. У свіжопокладений на обличчя покійного сановника високого рангу (правителя чи жерця) гіпс було вставлено сотні дрібних шматочків бурштину, а на місце очей шматки чорного каменю обсидіану. Ось тільки не зрозуміло, де взяли бурштин древні майя, якщо на їх території його взагалі не знаходять. Допитлива думка вчених висунула припущення про доколумбові мандрівки вікінгів до далеких берегів американського континенту.

Популярність бурштину нагадує історії з дорогоцінними металами. Окрім археологічних знахідок цього каменю, відомі й “бурштинові скарби”. Їх знаходять уздовж шляхів торгівлі цим каменем. Напередодні другої світової війни неподалік Вроцлава було знайдено три великих сховища необробленого каменю бурштину загальною масою 2750 кг.

В епоху Римської імперії виникла бурштинова мода не тільки на прикраси, але й на ужиткові речі – чаші, ножі для грибів тощо. Серед жінок набуло популярності тертя бурштиновими кульками, що мало укріпити їхнє здоров'я. До нашого часу дійшли відомості про особливе ставлення Нерона до цього каменю. За його правління ним посипали арену цирку під час розкішних вистав.

Свого часу “восьмим чудом” світу вважали знамениту Бурштинову кімнату. Її історія почалась у далекому 1709 році, коли датський різьбяр Г. Туссо виготовив на замовлення прусського короля Фридерика I Гогенцоллерна Бурштиновий кабінет для Потсдамського палацу. Він мав стати символом його коронування. Однак у 1716 році король подарував його російському цареві Петру I, вважаючи платою за безпеку східних кордонів Пруссії. Складна доля судилась бурштиновій кімнаті. Морок років зховав її від сучасників, що й надалі продовжують пошуки.

Каніфоль одержують перегонкою соку хвойних дерев – живиці. Першим випаровується скипидар, залишається тверда смола – каніфоль. Слово каніфоль походить від грецького “колофоній”. Так називали місто, в якому вперше почали виробляти цю смолу. Добували живицю вздимники, нарізаючи спеціальним ножем на стовбурі сосни стрілки. Протягом дня потрібно було зробити такі надрізи на 1800 соснах, унаслідок чого за сезон один вздимник добував до 10 т живиці. Каніфоль використовують у виробництві паперу, лаків, мила, електротехнічної ізоляції.

Шелак – це єдина смола органічного походження, бо її виробляють дрібні тропічні комахи (лакові воші), що живуть на гілках екзотичних

тропічних рослин. Широко застосовується як електроізоляційна речовина, для виготовлення платівок, лаків, сургучу, чорнила.

Сургуч – це особлива глина, яка мала назву *азіатської сургучної землі*, а насправді дуже рідкісна біла смола **даммара**. Вперше сургуч використали стародавні шумери більше як 6000 тисяч років тому для виготовлення футлярів до листів. Вже пізніше мешканці античної Греції та Риму використали суміш такої глини з воском для скріплення шнурків на воскових табличках. Справжнім сургучем у середньовіччі користувались лише у Китаї. Тому зрозуміло, чому він так дорого коштував у Європі. Привіз його в Іспанію вітрильник “Вікторія”, що входив до флотилії Магеллана. Звідси й тогочасна назва сургучу – *іспанський віск*. На той час таємницею виготовлення сургучу володіло декілька майстрів, унаслідок чого довгі роки він залишався дорогим і рідкісним. Однак у XVI столітті німці відкрили секрет його приготування. А в наш час змінився склад сургучу, і дорогого смоли – даммару – замінили дешевшим шелаком, а інколи навіть і каніфоллю.

Асфальт – це твердий продукт хімічного перетворення вуглеводнів нафти. Вже 2700 років тому стародавні вавилоняни використовували асфальт для скріплення каменів під час будівництва каналу на річці Євфрат та укріплень навколо Вавилону.

Природа створила ще й інше джерело одержання вуглеводнів – одноклітинну водорість *ботріококк* і *дерева*.

Одноклітинна водорість ботріококк в результаті своєї життєдіяльності виділяє рідкі вуглеводні, які здатні замінювати нафту. На думку вчених, предки цієї водорості брали участь у створенні покладів нафти.

Кобайффер – це дерево, яке містить велику кількість вуглеводнів. З одного квадратного кілометра плантації цих дерев можна щороку збирати таку кількість вуглеводнів, яка еквівалентна 50 барелям нафти. Це дерево поширене на значній території Бразилії.

Гумові матеріали

Неподалік місця злиття двох річок, Сулімойнс і Ріу-Негру, проживало індіанське плем'я манаус. У 1669 році португальський капітан Франціско де Мота Фалькаун заснував фортецю, яка у 1856 році змінила назву на Манаус. Сьогодні це одне з найбільших, найгарніших міст Бразилії. Колись Манаус називали “Парижем у джунглях”. Місто завдячує своїм виникненням і процвітанням *гевеї бразильській*, яка росте у басейні ріки Амазонки. Ще у XVII столітті португальські колоністи звернули увагу, що індіанці граються важкими м'ячами, зробленими з соку дуже поширених у цій місцевості дерев. Цим же соком місцеві мешканці змащували деякі свої речі, після чого вони ставали водонепроникними. З часом колоністи вже знали, як можна використовувати цю рідину. У 1750 році португальський король дон Жозе послав у Бразилію свої чоботи, щоб змастити їх чудо-рідиною. Починаючи з 1800 року, Бразилія

почала експортувати гумові чоботи. Спочатку у Нову Англію (у Північній Америці), а потім у Європу.

Слово "каучук" у перекладі з індіанської мови племені манаус означає "дерево, яке плаче". Перший патент на каучук одержав англієць Семюел Піл у травні 1791 року. Багатьма вченими проводились досліді з метою покращити його властивості (прискорити висихання, змінити механічні властивості тощо). Додаючи різні компоненти до каучуку, американець Чарльз Гудьїр випадково відкрив явище вулканізації у 1839 році, коли під час експерименту на гарячу поверхню кухонного вогнища впала суміш каучуку з сіркою. Всередині обвугленої суміші проглядала смужка матеріалу, яка мала, як виявилось, очікувані властивості, а саме міцність та еластичність. Учений зробив усе, щоб зберегти своє відкриття у таємниці. Для одержання патенту, він надіслав зразки вулканізованого каучуку до Англії на експертизу, яку провів хімік Томас Ханкук. Відчувши запах сірки, вчений здогадався про використаний компонент і спробував відтворити технологію вулканізації. Це йому вдалося і він запатентував її. Внаслідок моральних сумнівів вчений визнав, що пріоритет винаходу належить Ч. Гудьїру. Тому основний патент на вулканізацію було видано Ч. Гудьїру. Запах сірки наштовхнув винахідника назвати відкрите ним явище вулканізацією в честь бога надр і вогню Вулкана, а сама сірка одержала назву "жовчі бога Вулкана".

Край монополії Бразилії на виробництво гуми поклав англійський шукач пригод Генрі Вікем, якому вдалося за допомогою індіанців "викрасти" близько 70000 саджанців гевої з амазонського лісу. Він перевіз їх контрабандним шляхом до Королівського ботанічного саду в К'ю в Англії, де у теплиці вони прийнялися через кілька тижнів. А далі саджанці помандрували через Азію до болотяних місцевостей Цейлону і півострова Малакка. Промайнули роки. Саджанці перетворились у густі дерева. З 1912 року назавжди згас "бразильський гумовий бум", однак з'явилися нові проблеми.

Із розвитком автомобільної промисловості значно зросло споживання каучуку, але одне дерево гевої за рік здатне дати лише 1-2 кг соку. Нагальною стала потреба знайти інше джерело цієї сировини. Пошуки проводили паралельно у двох напрямках – виявлення присутності натурального каучуку в рослинах і створення синтетичного. Ботаніки знайшли у тропічних лісах Індії вічнозелений каучуконосний (еластичний) фікус, у стовбурі й пагінцях якого міститься каучук. А на європейській території – рослини з родини молочайних (переліска, молочай). Однак вміст каучуку в них незначний, тому ці рослини не придатні для промислової переробки.

У 1926 році Вища рада народного господарства СРСР стала ініціатором міжнародного конкурсу на кращий промисловий спосіб одержання синтетичного каучуку. За умовами конкурсу до 1 січня 1928

року необхідно було показати 2 кг готового продукту і подати заводську схему його одержання з дешевої і доступної сировини.

Академіку С. В. Лебедєву вдалося вирішити цю проблему. Він розробив процес синтезу каучуку на основі вуглеводню дивініла. У 1931 році на дослідному заводі у Ленінграді було одержано перших 260 кг синтетичного каучуку. Промисловість синтетичного каучуку була створена в СРСР у 1932, а перший товарний синтетичний каучук випустив у 1932 році Ярославський шинний завод.

Подальший розвиток промисловості викликав низку проблем у різних галузях техніки: в автомобілебудуванні, годинниковій промисловості, будівництві нафтопроводів, у механізмах підводного буріння тощо. Одна з них, а саме проблема герметизації та ущільнення виникла із проникненням людини як у глибини Світового океану, так і космосу. Потрібен був еластичний, газо- і рідинонепроникний, дешевий матеріал. Зусилля учених різних країн були спрямовані на пошуки такого конструкційного матеріалу, який би задовольнив усі ці вимоги.

У середині 70-х років радянські вчені відкрили явище аномально низького тертя – “ефект АНТ”. Проведені експерименти довели, що при певних умовах тертя твердих тіл можливо зменшити практично до нуля. Такий результат досягається бомбардуванням однієї з поверхонь контакту прискореними атомами гелію чи електронами. Змінюючи умови радіаційної модифікації поверхонь твердих тіл, можна керувати їхніми поверхневими властивостями, зокрема фрикційними. В одному з випадків досягається значна змащувальна дія, у іншому – різко підвищується сила тертя.

Серед виявлених конкретних способів зменшення тертя, які ґрунтуються на ефекті АНТ, заслуговує на увагу спеціальне оброблювання гумовотехнічних виробів, запропоноване вченими інституту оптико-фізичних вимірювань Держстандарту та Інституту хімічної фізики АН СРСР. Унаслідок такого оброблювання на поверхні виробу утворюється дуже тонка, міцна захисна плавка, яка володіє малою адгезією (зчепленням) до будь-якого матеріалу поверхні, однак з великою здатністю прилипати до гуми. Вирішити таку складну задачу допомогло розуміння тонких фізичних процесів у місці контакту матеріалів.

Першими оцінили можливості слизької гуми керівники Першого Московського годинникового заводу та мінське ПТС “Інтеграл”. В 1981 році у с. Куровичі Львівської обл. було відкрито цех з виробництва слизької гуми для потреб вітчизняної частини нафтопроводу ”Дружба”. А в Баку запустили у роботу реактор для виробництва антифрикційної гуми.

Лакофарбові матеріали

В епоху Відродження у Європі відродився античний ідеал краси. З приводу цього відомий італійський гуманіст Бальдассаре Кастільоне розвинув це положення стосовно архітектури: “Краса – ніби коло, серединою якого є добро... І якщо ви уважно розглянете те, що вас оточує,

то побачите, що доброму і корисному притаманна краса”. В античній Греції скульптура та архітектура взаємно впливали одна на одну. Скульптурна поема залежала від архітектури будівель. Руїни античних храмів породжують в нашій уяві образ усього храму, яким він був у давнину на тлі мальовничої місцевості. Однак цей образ помилковий, бо знамениті архітектурні споруди втратили щось дуже значне. Що саме втрачено можна зрозуміти лише тоді, коли побачиш деталі архітектурних і скульптурних витворів. Грецьке мистецтво, як і природа країни, було яскравим і різнобарвним. Архітектурні деталі й скульптурні прикраси храмів яскраво розфарбовувались, що надавало споруді урочистого і святкового вигляду.

Храм сяяв на сонці у різноманітності кольорових поєднань з золотом сонця, блакиттю моря, зеленню навколишніх узгір'їв, рожевими вечорами.

Давні греки вважали синій колір царем барв. У ті часи вони почали тільки вирізняти цей колір із природної гами барв. Вчені пояснюють це тим, що на той час завершувалось формування колбочок очного дна, які сприймали цей колір. Власники ткацьких майстерень високо цінували синю фарбу і не шкодували на неї грошей.

Археологічні знахідки стверджують, що синя кобальтова фарба була відома нашим предкам близько п'яти тисяч років тому. Її використовували у виробництві керамічних і скляних виробів. З сивої давнини у Китаї почали виробляти знамениту блакитну порцеляну. Археологи знайшли сині скельця, зафарбовані солями кобальту, під час розкопок Вавилону, Ассирії, у поховальній камері фараона Тутанхамона. Стародавні єгиптяни покривали глиняні горщики синьою поливою. Однак на початку нашої ери було втрачено секрет цієї фарби.

Упродовж декількох сотень років тривав пошук подібної фарби. Пошуки майстрів завершилися винайденням фарби, до складу якої входила мідь, проте це вже був не той відтінок синьої барви.

Знаменитому лікареві та хіміку XVI століття Парацельсу подобалось демонструвати в аудиторії захоплюючий фокус. Глядачі милувались зображенням зимового пейзажу на картині, а через деякий час у них на очах він перетворювався на літній: дерева одягали листя, на пагорбах зеленіла трава. Таким чином вчений демонстрував незвичайні можливості хімії. У своїх фокусах він використовував такі безколірні розчини, написаними проявляється під час нагрівання, набуваючи гарного зеленого забарвлення. На той час кобальтові руди ще не були відомі, а сам метал у малих концентраціях зустрічався у міді, вісмуті та миш'яку. Це пояснювало велику ціну і дефіцитність кобальтової фарби.

Небезпечний шлях доводилося долати середньовічним купцям, щоб привезти з Індії до Європи яскраво-синю фарбу *індіго*. Популярність цієї фарби пояснюється тим, що вона давала глибокий яскравий і стійкий колір, якого не можна було одержати за допомогою популярного на той час рослинного барвника, відомого у різних країнах під такими назвами: у Західній Європі – *вайда*, в Україні – *синичник*, у Польщі – *фарбовник*. Цей

колір не втрачав своєї свіжості під впливом часу і дії зовнішніх чинників. Захищаючи місцевого виробника синьої фарби, німецькі можновладці у 1777 році видають указ, у якому імпорту індиго оголошено “диявольською фарбою”. Священники, підтримуючи владу, проповідували за непослух горіння у гніні вогнених. Внаслідок відповідних настроїв значно скоротилась кількість фарби індиго на європейському ринку. У Франції ситуація була ще складнішою, тому що англійський військовий флот відрізав її від Індії та інших південних країн. Щоб не втратилась традиція одягати французьку армію в темно-сині мундири, Наполеон пообіцяв надзвичайно велику премію у мільйон франків за винайдення гарної фарби.

Один з хімічних елементів одержав свою назву завдяки популярності фарби індиго, а допоміг цьому спектральний аналіз. Засновником спектроскопії вважають І. Ньютона, який у 1666 році вперше розклав у спектр сонячне світло. Однак лише в 1862 році Г. Кірхгоф здогадався зіставити лінії різних речовин з лініями елементів, які їх утворювали. У 1863 році під час спектроскопічного дослідження цинкових мінералів у хімічній лабораторії міста Фрейберг (Німеччина) професор Фердинанд Рейх з асистентом Теодором Ріхтером в одному з спектрів побачили надзвичайно яскраву синю лінію, що не належала жодному з відомих елементів. Так вчені відкрили новий елемент, який завдяки подібності його спектральної лінії з королевою фарб, назвали індієм.

На Уралі, неподалік Єкатеринбургу, знаходились Березівські копальні, що розроблялись з 1752 року. У них добували золото, срібло та свинцеві руди. Одна з свинцевих руд змінювала забарвлення від жовтого до червоного кольору. Її вкраплення у кварці нагадували маленькі рубіни. Обробляючи цю руду соляною кислотою, петербурзький професор хімії І. Г. Леман одержав смарагдово-зелений розчин, а в білому осаді свинець. З часом за цією рудою закріпилася назва *крокоїт*. У кінці XVIII ст. академік П. С. Паллас привіз зразок крокоїту до Парижа, де ним зацікавився відомий французький хімік Луї Нікола Воклен. Після повторного хімічного аналізу, проведеного 1797 року, вчений виділив новий елемент. За порадою друзів елемент одержав назву *хром*, яка перекладалася з грецької мови як “забарвлення”. Хоч він був непривабливого сірого кольору, його сполуки мали яскраві різноманітні барви.

У XIX ст. сульфід кадмію використовувався як мінеральний барвник. Залежно від умов одержання ця речовина дає широку гаму кольорів: художники нараховують до шести відтінків від лимонно-жовтого до помаранчевого. Кадмієву фарбу цінують залізничники за її хорошу покривельну здатність, а також стійкість до їдкої залізничної пари. Кадмієві сполуки з відповідними домішками використовують для фарбування різноманітних матеріалів у всі барви веселки – гуму, пластмаси, тканини, синтетичні волокна.

У лакофарбовій промисловості з давніх часів використовують оксиди та солі свинцю. Свинцеві білила ще три тисячі років тому виготовлялись

на острові Родосі. За розповіддю знаменитого римського архітектора Вітрувія це виглядало таким чином. У наповнену розчином оцту бочку накладали спочатку гілля виноградної лози, зверху шматки свинцю, а потім щільно закривали. Через деякий час на поверхні свинцю утворювався білий наліт. Це були білила, які зішкрябувалися з поверхні. Зрозуміло, що при такій технології білила коштували дорого, а часом було досить важко їх купити.

В історії є багато прикладів, коли неприємний випадок завершується відкриттям. Одного разу у пірейському порту загорівся корабель, наповнений свинцевими білилами. Неподалік знаходився художник Нікій, який вирішив врятувати бодай одне барило. Однак він був здивований виглядом густої яскраво-червоної маси, яку побачив замість білил. Вхопивши одне барило, Нікій забрав його до майстерні. Як виявилось пізніше під час перепалювання свинцевих білил утворилась дуже хороша фарба, відома як *сурик*.

Вчені помітили, що фарби завдячують своєю насиченістю та яскравістю сполукам важких металів. Однак ці сполуки є токсичними. Якщо така фарба попаде в організм, то викличе певну хворобу. Наприклад, шкідливі для людини сполуки важких металів є, зокрема, у таких фарбах: *кіновар* (сірчана ртуть), *червоний сурик* (йодиста ртуть), *неаполітанська жовта* (сурм'янокислий свинець), *хромова жовта*, *паризька зелень* (оцтово-миш'якова сіль міді), *кобальтова зелена*, *кобальтова синь*, *свинцеві білила*. Найшкідливішими з свинцевих фарб є свинцеві білила.

Багаторічна творча діяльність іспанського художника Франсіско Гойї не знала меж. Упродовж життя він намалював майже дві тисячі картин. Його твори відзначались перш за все композицією, технікою рисунку та особливою палітрою барв. Серед десяти найуживаніших ним барв переважали кобальт і свинець. Він умів як ніхто інший передати всі відтінки сріблясто сірого кольору. У зрілому віці Гойя почав хворіти: втратив слух, майже перестав говорити, йому загрожувала сліпота, праву сторону тіла розбив параліч, замучили галюцинації. Сучасні медичні дослідження дають підставу вважати такі симптоми ознакою свинцевого отруєння.

У багатьох країнах виробництво фарб з домішками шкідливих речовин заборонено. Особливо суворими у цьому відношенні є міжнародні стандарти якості товарів.

До середини XIX століття використовувались барвники рослинного і тваринного походження. Найуживанішими в той час були алізариновий червоний барвник з коріння марени та синій індиго з листя індигоноски. Одночасно хіміки проводили дослідження, метою яких було знайти синтетичні замітники фарб природного походження. У 1869 році синтезовано *алізарин*, у 1870 – *індиго*. Дослідження тривали, і на кінець XIX ст. синтетичні барвники повністю замінили природні. Так виникла нова фарбова промисловість, яка до першої світової війни була монополізована

Німеччиною. Лакофарбова промисловість завдячує своїм розвитком досягненням органічної хімії.

Усі кольори чинять психофізичний та енергетичний вплив на людину. Кожен колір відповідає за певні процеси в організмі людини: одні посилюють фізіологічні процеси, інші збуджують чи пригнічують настрої тощо. У різних країнах є своя символіка кольорів.

Колір – це органічна система, під дією якої ми перебуваємо постійно, тому правильно підібрані кольори є силою, що спроможна позитивно впливати на організм людини. Оформлення приміщень різного призначення повинне відповідати міжнародним колірним стандартам. Враховуючи це, хід уроку може супроводжуватись зміною кольорів у такій послідовності: початок уроку – помаранчевий або рожевий колір (теплі, затишний), основна частина – червоний (збуджуючий, активний), заключна – зелений чи блакитний (заспокійливий). Навчання – творча діяльність, тому й до оформлення навчального приміщення необхідно підходити з врахуванням впливу кольорів. Червоні деталі в інтер'єрі активізують працездатність, бажання перебороти перепони на шляху до успіху, жовті – сприяють гостроті розуму, а фіолетові підштовхують до осяяння.

1. Бондарев Л. Г. Микроэлементы – благо и зло. – М.: Знание, 1984.
2. Венецький С. И. О редких и рассеяных. – М.: Металлургия, 1987.
3. Венецький С. И. Рассказы о металлах. – М.: Металлургия, 1975.
4. Дубище ва Т. Я. Ретрофизика в зеркале философской рефлексии / Учебн. пособие. – М.: ИНФРА-М, 1997.
5. Лебедев Ю. А. Второе дыхание марафонца (о свинце). – М.: Металлургия. 1990.
6. Любимов Л. Д. Искусство древнего мира. – М.: Просвещение, 1971.
7. Разноликие пластмассы. – М.: Знание, 1985.
8. Силин А. Скользящая резина // Знания – сила. – 1981. – №5. – С.32.
9. Сребродольский Б. И. Мир янтаря. – Киев: Наукова думка, 1988.
10. Філановський Г. Ю., Супрун А. І. Костюм. ХХ століття. – К.: Веселка, 1990.
11. Чепіга М. П. Стимуляція здоров'я та інтелекту. – Львів: Сполом, 2001.
12. Шуман В. Драгоценные и поделочные камни / Пер. с нем. – В 2-х т. – Т.2. – М.: Мир, 1986.

“...ВЕЧІРНІЙ ДЗВІН, БАГАТО ДУМ НАВОДИТЬ ВІН...”

Упродовж тривалого вживання народом деякі слова набували символічного значення. До таких слів належить й слово “дзвін”, символіка якого змінюється від матеріального до духовного змісту.

Дзвін як виріб має форму порожнистої, зрізаної знизу груші, всередині якої розташований ударний елемент – ударник (серце). За функціональною ознакою його застосовують або як ударний сигнальний підвісний інструмент, або як музичний. Дзвони виготовляють різних

розмірів і, відповідно, ваги (до 8 тонн). Залежно від застосування дзвін має по-різному звучати: голосно коротко (гонг) або довго (набат), чи звукові хвилі від дзвонів мають затухати повільніше, накладаючись одна на одну, утворюючи мелодію. Звучання дзвону забезпечується добром відповідного “співучого” матеріалу – бронзи або сталі.

У металах і сплавах, які майже завжди працюють в умовах дії навантажень, визначають міцнісні характеристики, однією з яких є межа пружності. Пружна деформація є оберненою і звичайно у металах становить до 1%, а межа пружності коливається в межах 10 – 100 МПа. Аналіз фізичних процесів, що мають місце під час здійснення циклу навантаження-розвантаження металевого виробу, за діаграмою розтягу показує, що багаторазова зміна напряду навантаження спричинює на частині діаграми, де виконується закон Гука, появу петлі гістерезису з певною площею. Площа петлі є мірою механічної енергії, яка витрачається в циклі навантаження-розвантаження. Існування петлі свідчить про те, що в металі є джерело розсіювання енергії, яке викликає внутрішнє тертя. Зі зменшенням площі петлі гістерезису зменшується внутрішнє тертя в сплаві, оскільки слабо розсіюється енергія, і зростає його звучання. Таким чином, найкращим для виготовлення дзвонів є матеріал з найменшим внутрішнім тертям – спеціальна дзвонова бронза, яка містить 25% олова.

Після відливання, відповідно до технології виготовлення, дзвін має тривалий час вилежатися, під час чого відбувається природне старіння сплаву. У результаті швидкого охолодження в ливарній формі у сплаві утворюється нерівноважна структура з мікрооб'ємами, пересиченими певними елементами. Із часом ці мікрооб'єми почнуть розпадатися, унаслідок чого змінюватимуться властивості сплаву аж до моменту їх стабілізації. Лише після цього дзвін можна застосовувати за призначенням. Але у разі добору дзвону для ансамблю дзвонів виникають певні труднощі, пов'язані з його точним звучанням, тобто, дзвін має давати конкретну ноту, тон. Тому не дивно, що для формування повноцінного ансамблю дзвонів доводилося добирати їх роками.

На Заході цю проблему вирішили таким чином: після вилежування дзвін усередині шліфували так, щоб одержати відповідний тон. Така технологія дозволяє підприємству випускати велику кількість дзвонів з якісним звучанням.

На Сході ж технологія відливання дзвонів дещо відрізнялася від західної. Зокрема, в Україні та Росії дзвони не шліфували, унаслідок чого кожен дзвін набував власного звучання, тому й підбирали їх на слух дуже довго. Однак унікальність дзвонів, виготовлених за такою технологією, була в тому, що вони мали додаткові обертони, які збагачували звучання. Кожен дзвін мав свій неповторний голос, який можна було упізнати. Покупець, за бажанням, міг вибрати дзвони з різними голосами: від ніжного й делікатного до грубого й хрипкого.

У перекладі з німецької мови *oberton* означає “високий тон”. Так називають гармонічні призвуки, що доповнюють, збагачують звучання, впливаючи на якість звуку, тобто тембр. Завдяки властивості сплаву через коливання в металі видавати не лише основний звук, але й обертони, звучання дзвонів є тривалим і багатим. Коливання дзвону викликає також і виникнення ультразвуку, який проводить оздоровлення (санацію) навколишнього простору. За деякими розрахунками дзвін із 12 обертонами здатний діяти на відстань до 7 км. Навколо монастирів, у яких систематично проводять передзвін, спостерігається різке зменшення хвороботворних мікроорганізмів порівняно з територією, на яку дзвін не впливає. Щодо роботи із дзвонами, то, як показала практика і медичні обстеження, стояти біля дзвону, який віддзвенів, можна не довше 15 хв., оскільки перевищення цього часу призводить до погіршення самопочуття людини через дію коливань незвукової частоти.

За даними археологічних досліджень перші дзвоники з'явилися за часів доби застосування першого металу – бронзи, а перші дзвони – у Китаї XVI – IX ст. до н.е. У християнських храмах дзвони почали використовувати з IV – IX ст., а на початку VII ст. Папа Римський Себастьян дав на це церковне благословення.

У житті громади дзвони відігравали велику роль і виконували кілька функцій. Вони слугували засобом звукової комунікації у різних випадках: передачі сигналів часу, відзначення святкових днів, урочистостей і подій, оголошення про віче, непередбачуваних подій, лиха або смерті. Для кожного випадку була інша мелодія і навіть міг бути інший дзвін. Наприклад, за допомогою малого дзвона львівської ратуші скликали міщанство для оголошення обов'язкових постанов і на вибори, давали сигнал до закриття міських воріт. За звичаєм майже кожному дзвону давали ім'я, в якому можна було розпізнати його призначення: “Благовіст”, “Старший”, “Скликун” малий, “Скликун” великий, “Суботній”, “Постовий”, “Ранній”, “Буденний” тощо. Часто дзвони одержували імена тих, хто пожертвував гроші на їх виготовлення, наприклад, дзвін “Потьомкін” у Чернігівському Борисо-Глібському соборі на честь Григорія Потьомкіна, дзвін “Рафаїл” у Києво-Софійському соборі на честь митрополита Рафаїла Заборовського. Але найбільше дзвони нагромаджувались по монастирях і церквах. Чим вищий був статус міста або монастиря, тим більше у ньому було дзвонів. Тому не дивно, що їх список очолював Київ. Оскільки народження дзвону було непересічним дійством, то часто у спостерігачів виникало відчуття величності цієї миті. Зокрема, про це йдеться в уривку з поеми Ф.Шіллера “Дума про дзвін”.

Радість, радість Бог послав нам!
Подивіться: із луспи
Золотим, блискучим, славним
Наш визернюється дзвін.

Грає, мов зоря,
 Мрія бронзаря,
 Ще і гербова оздоба
 Славить майстра – дзвонороба.
 Ну, час настав!
 Усі до нас! Ми по закону
 Дамо ім'я новому дзвону –
 Нехай він зветься Мирослав.
 До єдності, до приязні, до згоди
 Нехай він кличе землі і народи.
 Нехай він служить у житті
 Митцем накресленій меті:
 В небесній синяві над нами,
 Над падолом земних турбот,
 Нехай сусідиться з громами,
 Сягає зоряних висот,
 Хай буде істини глаголом
 І славить мудрощі Творця,
 Як зорі, що безвічним колом
 Вінчають роки без кінця.
 Нехай із мідної гортані
 Нам вічності віщає глас,
 Хай в безнастанному літанні
 Крильми черкається об час.
 Хай долю словом нагородить,
 Хоч сам без серця, без чуття,
 Нехай незмінно супроводить
 Завжди мінливу гру життя.
 І як в повітрі завмирає
 Його гудіння голосне,
 Хай вчить людей, що все минає,
 Що одлунає все земне.

Часом дзвони були причетними до соціальної боротьби, як це сталося із дзвонами, відлитими для львівської братської дзвіниці. На кошти молдавського господаря Костянтина Корнякта у 1578 році було завершено будівництво вежі православної церкви Успіння Пресвятої Богородиці, однак встановити на ній дзвони не дозволив міський уряд, який був пропольським. Цей конфлікт проіснував до 1580 року, до того моменту, коли у його розв'язання був змушений втрутитися король Речі Посполитої Стефан Баторій (час правління 1576-1586 рр.). Однією з причин цього конфлікту були розміри дзвонів і, відповідно, сильне звучання, яке заважало слухати проповіді сусідам – монахам домініканського монастиря. Найбільший із дзвонів цього храму називався Кирило. Він і

зберігся до нашого часу, але на самотині. Лише у 2004 році до нього приєднався новий дзвін Петро, відлитий празькими майстрами на пожерту Петра Буряка.

Оскільки дзвони виготовляли з бронзи, сплаву на основі міді, то відливали їх у майстернях, які в Україні в XVI–XVIII ст. називали людвісарнями. Основною продукцією людвісарень були гармати, тому найчастіше вони були державними. І на приватне замовлення дзвона мав бути гетьманський дозвіл, який давався як виняток на виготовлення невеликого меморіального дзвону. Приватні майстерні відливали різні ужиткові речі, в тому числі і дзвони.

По всій Україні, яка була християнською, здійснювалося виробництво дзвонів, оскільки за традицією вони відігравали значну роль у релігійному житті громади. Замовниками дзвонів було переважно духовенство. Дзвін як виріб можна розглядати з двох сторін: технологічної – виготовлення дзвону потребували від майстра знання властивостей матеріалу і особливостей роботи з ним, технології виготовлення, яка виключала би появу браку; художньої – людині притаманне почуття краси, тому всі речі, а особливо духовного характеру, вона намагається прикрашати. Різні регіони України мали свої стилеві особливості орнаментики та прикрашання дзвонів, на які наклала відбиток народна майстерність. Протягом тривалого часу, від XIII і до XIX століть, мистецьке оформлення дзвонів ускладнювалось, а подекуди набувало специфічних місцевих рис (як західноукраїнське монументальне ливарництво). Крім того, активність у виготовленні дзвонів пов'язана з розвитком металообробки, активністю релігійного життя і політичними подіями у різних регіонах України.

У другій половині XIII – першій половині XIV ст. на заході південноруських земель спостерігався високий рівень металообробки. У Галицько-Волинському літописі згадується, що особлива увага надавалася художньому обробленню металів, а найвідомішими витворами були дзвони і двері. Унікальною пам'яткою українського художнього лиття є дзвін 1341 року, який і донині знаходиться на дзвіниці собору св. Юра у Львові. У подорожніх нотатках Павла Алеппського згадується дзвін лаврської дзвіниці, величиною близько 50 алеппських кинтарів (приблизно 750 пудів), що є свідченням високого рівня виробництва дзвонів у Києві у XVI – XVII століттях.

Київ називали містом храмів, відвідати яке було мрією багатьох людей, як в Україні, так і за її межами. Щороку до Києва стягувалися прочани на святковій урочистості. Місто наповнювалося величним звучанням дзвонів із різних соборів і церков. Дзвону як витвору мистецтва і важливого атрибуту церковного життя мала відповідати й дзвіниця. Одним із кращих зразків барокової церковної архітектури XVIII ст. вважають дзвіницю церкви Різдва Богородиці, яка відзначалася витонченістю архітектурної композиції та легкістю живописного силуету.

Значну частину дзвонів становили так звані меморіальні дзвони, які виготовляли на пам'ять про певні події, переважно військові перемоги. Щоб меморіальний характер дзвону був виразнішим, то на ньому робили відповідний напис. Наприклад, у 1695 році козаки в Кизикермені відбили у турків гармати, з яких пізніше був відлитий Афанасієм Петровичем відомий дзвін “Кизикермен” із написом про те, з чого він виготовлений. Цей дзвін знаходився на дзвіниці собору в Полтаві до кінця XIX століття, коли його було переплавлено.

До найдавніших належать дзвони з написами, зробленими кирилицею. Вони збереглися тільки на Волині. Найбільшим за розмірами і вагою (близько 800 пудів) із старих дзвонів, що збереглися в Україні до наших днів, є великий дзвін Києво-Софійського собору, відлитий у 1705 році Афанасієм Петровичем. Також його декор вважають найбагатшим з усіх старих українських дзвонів Києво-Софійського собору.

У ливарних майстернях поряд із місцевими працювали й приїжджі майстри. Серед них особливе місце займає московський майстер Іван Моторін, автор відомого “Царя-дзвона”, що знаходиться у московському Кремлі. Його авторська техніка лиття вплинула на розвиток українського ливарництва в наступні роки.

В уявленні людей дзвін мав магічну силу, оскільки міг уберегти від злої сили, грому, “поганого” повітря, ворога тощо. Надавала йому такої сили молитва, яку використовували при освяченні дзвонів. Тільки тепер стало відомо завдяки чому дзвін може вплинути на “погане” повітря. За легендою один із дзвонів собору в Путивлі перед нападом на місто поляків і татар сам дзвонив, за що й одержав назву “Самозвін”.

Є відомості про те, що в Кореї зберігся 48-тонний дзвін, відлитий ще у VIII столітті. Він відзначається надзвичайно гарним звучанням. За легендою донька майстра-дзвонаря стрибнула у розплавлений метал для того, щоб процес лиття закінчився успішно. Її передсмертний крик застиг у металі.

Одним із найстаріших центрів виробництва дзвонів у Європі вважають німецьке місто Карлсруе, у якому щорічно сім років на центральній площі проводять європейський фестиваль дзвонів. 1 жовтня 2004 р. на його Ринковій площі у великій металургійній печі та ливарній формі виготовили дзвін “Мир” для дзвіниці Страсбурзького собору. Назва дзвону є символічною, оскільки в Страсбурзі розташовані Європейський парламент, Рада Європи, Європейський суд із прав людини, від рішень яких залежить мир не тільки в Європі.

1. Венецький С. И. В мире сплавов. – М.: Металлургия, 1988.
2. Жолтовський П. М. Художнє лиття на Україні. – К.: Вид-во “Наукова думка”, 1973.
3. Лоїк А., Шикеринець М. Прадавня музика львівських дзвонів // Поступ. – 2005. – № 201 (1810). – 14вересня. С. 9.

2.2. ОРІЄНТОВНЕ ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОШУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ

НАРОДЖЕНІ ЗА ВЗІРЦЕМ ПРИРОДИ

П л а н к о н ф е р е н ц і ї

1. Огляд розвитку науки і техніки в галузі матеріалознавства.
2. Фізико-технічний аспект композиційних матеріалів.
3. Переваги і недоліки композиційних матеріалів.
4. Види композитів та їх використання.
5. З історії розроблення композитів.

Огляд розвитку науки і техніки в галузі матеріалознавства

Сучасне виробництво орієнтується на матеріали, з якими не можна порівняти навіть найкращі марки сталей та сплавів кольорових металів. Але виготовити такі матеріали за допомогою традиційної металургії не можна, необхідні сучасні технології. Щоб зрозуміти сутність цих технологій, необхідно збагнути, у чому полягають проблеми добору потрібних для виготовлення деталей чи інструментів матеріалів.

За обсягом використання більшу частину матеріалів становлять конструкційні матеріали. Протягом усієї історії конструкційних матеріалів вчені і практики шукали способи, що дозволяли досягати вищих значень питомої міцності та жорсткості матеріалів. У результаті цих пошуків було знайдено кращі композиції сплавів, нові способи кристалізації сплавів (неперервне розливання металу в кристалізатор), одержання аморфної структури традиційно кристалічних матеріалів (охолодження металу з гіпервисокою швидкістю), нові режими термічного оброблення та деформації (низькотемпературне та високотемпературне деформування). Ці дії змінювали на краще майже всі механічні властивості матеріалу окрім питомої пружності. У вчених склалося враження, що традиційними способами змінити питому пружність металів не можна, необхідно знайти новий метод, що ґрунтується на принципово іншому механізмі. На вирішення цієї проблеми чекали практики – інженерні працівники.

Найпоширенішими інженерними професіями є конструктор і технолог. Технолог думає про майбутній матеріал, досліджує зразки, визначає властивості матеріалу зразків і заносить одержані цифри у довідник. Вибираючи матеріал, конструктор завжди намагається діяти оптимально. Відповідно до завдання, користуючись довідником, він розмірковує, чи підійде йому певна марка матеріалу. Навіть якщо марка не зовсім підходить, а іншої немає, він її використовує. Такий підхід до вибору необхідного матеріалу обмежує дії конструктора. Вирішення цієї проблеми можливе при зміні підходу до одержання матеріалу. Зокрема, добре було б створювати матеріал з наперед заданими властивостями, тобто композицію

з хімічних елементів. Відповідно сам витвір називатиметься *композит*. На думку конструкторів, виготовлення матеріалу одночасно з виробом є прообразом інформаційної технології у матеріалознавстві.

Люди давно додумались до простих способів зміцнення матеріалів. Хтось збудував будинок, використовуючи глину з соломою. В Єгипті і Вавилоні глину замінила тростина. А в стародавній Греції для зміцнення мармурових колон висотою до 10 м використовували металеві дроти, які вставляли у середину колони. Тільки у XVIII ст. створено матеріал, який пізніше було названо *залізобетоном*. Поєднуючи властивості основи (матриці) з наповнювачем (пісок, металеві дроти чи прутки, різні волокна) люди намагались одержати “ідеальний матеріал”. Подібним чином з’явилися і армовані пластмаси. Найкраща за властивостями пластмаса – *склотекстоліт* – стала перехідною до нової групи матеріалів – *композитів*. Ідея створення композитів полягає у тому, щоб поєднати у них кращі властивості матриці та основи.

Перше покоління композитів – *склопластики* і *склотканини*, з’явилися в 40-50-х рр. і не втрачають своїх позицій до цього часу. Класичним прикладом нового матеріалу став склопластик, у якому скляні нитки зміцнюють полімерну основу. Одержаний матеріал характеризувався комплексом таких властивостей, як негорючість, жароміцність, корозієстійкість та ін. Завдяки цим властивостям склопластик витіснив дерево з авіабудування. Склопластик вперше почали використовувати в США у 40-х роках у конструюванні літаків.

Друге покоління композитів з’явилось у 60-х роках. Це були перші матеріали, армовані ниткоподібними кристалами бору та вуглецю. Саме у той час вперше вчені спробували вирощувати ниткоподібні кристали і армувати ними різні матриці (полімерні чи металеві).

Третє покоління композитів з’явилось у 70-80-х рр. і пов’язане з одержанням нових високоміцних волокон бору та вуглецю, а також кремній-органічних сполук і оксиду алюмінію.

Четверте покоління композитів пов’язане з одержанням багатошарових композиційних матеріалів і біметалів, над створенням яких працював Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона АН України.

Для композитів різних типів і видів характерними особливостями є поєднання високої міцності, малої питомої густини та хімічної стійкості. Тому основними споживачами композитів стали авіа- та космічна галузі. Взагалі композити за рівнем основних характеристик матеріалу здійснили революцію в машинобудуванні, а саме: при порівнянні композитів і традиційних сплавів перші мають у 3-4 рази більшу питому міцність і до чотирьох разів питому пружність, у 100 разів повільніше розвиваються в них втомні тріщини. Однак властивості композитів дуже сильно залежать від технології їх виготовлення та обладнання.

Фізико-технічний аспект композиційних матеріалів

У 20-х роках ХХ ст. інженер американського Авіаційного дослідного центру А. А. Гріффітс і радянські вчені А. П. Александров і С. М. Журков здійснили серію дослідів зі скляними нитками. Вони встановили, що при зменшенні діаметру скляних ниток зростає їх міцність у десятки разів (!!!). Для порівняння: при зменшенні розміру діаметра в 10 разів міцність зростала в 25. На думку вчених, причиною цього явища є мала ймовірність існування небезпечних дефектів у нитках. Їхні наступні дослідження з фізики твердого тіла і полімерів дозволили визначити атомарний механізм руйнування матеріалів і започаткувати науку про фізико-механічні та релаксаційні властивості полімерів.

Як показали наступні дослідження, будь-яке кристалічне тіло має порушення структури. Серед цих порушень особливе місце займають дислокації, тобто лінійні дефекти кристалічної ґратки. Під впливом навантажень ці дислокації розмножуються подібно до ланцюгової реакції. Чим легше утворюються дислокації, тим краще проходить пластична деформація. Тому логічно, що гальмування руху дислокацій сприяє зростанню міцності. Але у скляних нитках не було таких дефектів у структурі. Саме ця особливість наштовхнула вчених на принципово інший шлях підвищення міцності матеріалу – на створення бездефектних структур матеріалів у вигляді тонких волокон.

Наступним етапом у діяльності вчених був пошук потрібних матеріалів для волокон. Для цього проводились дослідження волокон з вуглецю, бору, оксиду алюмінію, карбїду кремнію. Серед них найкращі показники мав вуглець: у п'ять разів легший і втричі міцніший за сталь. Пошуки вели як серед металевих волокон, так і органічних.

Матриця заповнює простір між волокнами, забезпечуючи роботу окремих волокон за рахунок їхньої власної жорсткості та взаємодії на межі “волокно – матриця”. Волокна виконують роль арматури в матеріалі і сприймають основні напруження, що виникають унаслідок впливу зовнішніх сил. Ефективна робота композиту залежить від правильного вибору компонентів, адже кожному типу волокон підходить своя матриця, а також від технології суміщення наповнювача з матрицею. Проте волокнистим композиційним матеріалам властива анізотропність. Тому ефективнішими є матеріали, зміцнені дисперсними частинками.

Для того, щоб виявились найкращі властивості основи та зміцнювача (матриці і арматури) потрібно виконати обов'язкову умову – матриця і волокно мають щільно прилягати і взаємодія між ними відбуватися у тонкому шарі. У такому випадку завдяки фізико-хімічним зв'язкам між компонентами зміцниться матеріал. На сьогодні в різних галузях, а найбільше в авіаційно-космічній та військовій, використовується широкий спектр композиційних матеріалів на полімерній, керамічній і металевій основах, зміцнені різними наповнювачами (волокнами і тканинами).

Переваги і недоліки композиційних матеріалів

До 50% матеріалу переходить у відходи під час механічної обробки металевий заготовки. Якщо ж деталі виготовляти з композиту, то відходів буде до 10%. Композити мають у чотири рази меншу питому вагу, ніж сталь. Підсумовуючи ці відомості, можна підрахувати, що одна тонна композитів замінює 8 тонн сталі. Завдяки високій корозійності, достатньому опору вібраційним і втомним навантаженням у композитних матеріалів у 2-3 рази зростає довговічність. Отже, загалом одна тонна композиту може замінити 15-25 тонн сталі. Японські автомобільні фірми ще у 80-х рр. ХХ ст. передбачили, що використання армованих пластиків є засобом об'єднання деталей та зменшення їх вартості.

Можливість єдності конструкції та технології з регулюванням властивостей матеріалу, спроектованого конструктором відповідно до діючих навантажень і умов експлуатації, дозволяє одержати досконаліший виріб, ніж з металу. Однак належної уваги конструкторів потребує той факт, що при зсуві композити мають низьку міцність і жорсткість.

Для виготовлення композитів можна використовувати досить незвичні матеріали. Наприклад, у США ниткоподібні кристали карбиду кремнію виготовляють з рисової макухи. Тим більше, що при переробленні зерен рису такої сировини утворюються величезні кількості.

Для виготовлення конструкцій космічної техніки з допомогою намотування НАСА рекомендувало використовувати армідні нитки, відомі як "кевлар 49". Це найкращі з неметалевих волокон, які забезпечують найвищу питому міцність на розтяг.

Композиційні матеріали використовують у найрізноманітніших галузях економіки. Технологія їхнього виготовлення вплинула і на одержання залізобетону. Слабким місцем залізобетону є металева арматура, яку досить довго вчені намагалися замінити іншим матеріалом. Найкращий результат був одержаний в Інституті проблем матеріалознавства АН України, де під керівництвом В. І. Трефілова створено базальтові волокна, які перевершували за властивостями альтернативні матеріали. Базальти належать до найдревніших порід на землі. Їх запаси практично необмежені, в тому числі й в Україні. Найбільше базальтові волокна у ролі зміцнювачів використовують у бетонних виробках замість металевої арматури, під час будівництва доріг, виготовлення труб, замість азбесту в азботехнічних виробках тощо.

Ураховуючи те, що ідеальних технологій не буває, то й при виробництві композитів мають місце негативні наслідки. Зокрема, при виготовленні деяких композитів виділяються токсичні речовини. Тому, щоб не забруднювати навколишнє середовище, намагаються за допомогою хімічних реакцій перевести їх у нешкідливі сполуки. В американському космічному кораблі "Аполлон" багато композитів було використано як зовні, так і всередині кабіни командного модуля. Проте після трагічної пожежі на цьому кораблі різко скоротилось використання композитів в середині

кабіни, а самі матеріали почали перевіряти на стійкість до дегазації та впливу ультрафіолетового випромінювання.

Види композитів та їх використання

До основних видів композиційних матеріалів належать: дисперсно-зміцнені, волокнисті з металевою матрицею, керамічні та вуглець-вуглецеві.

Дисперсно-зміцнені композити виготовляють на основі алюмінію, магнію, нікелю, берилію. Вони належать до порошкових матеріалів, металева матриця яких зміцнена дрібними частинками оксидів, нітридів, карбідів тощо. Характеризуються високою питомою міцністю, жорсткістю, мінімальною масою. До важливих видів цієї групи композитів належать композиційні матеріали з полімерною матрицею, а саме склопластики, органопластики, вуглепластики і боропластики.

Склопластики – одні з найперших композиційних матеріалів і найдешевші, мають високі механічні та хімічні властивості, гарний зовнішній вигляд. Використання різноманітне: від будівельних панелей до морських кораблів.

Органопластики – мають прекрасний набір властивостей: теплофізичних, діелектричних, хімічних, механічних. Використовуються в автомобільній, хімічній, космічній галузях, електро- і радіотехніці, в спорті.

Вуглепластики – поєднують унікальні властивості: високу жорсткість та міцність, легкість, хімічну інертність, теплофізичні властивості, тепло- і електропровідність. Використання різноманітне: від деталей для хімічного виробництва до спортивного інвентарю.

Боропластики – через високу вартість борного волокна їх використовують в основному в космічній, ракетній та авіатехніці там, де потрібні високі питомі значення жорсткості та міцності при стискаючих напруженнях.

До основних композитів з металевою матрицею належать композиції борного, вуглецевого волокон, вольфрамового, молібденового, сталевого дроту з алюмінієвою, мідною, свинцевою і цинковою матрицями. Галузі використання композитів на металевій матриці практично необмежені.

З історії розроблення композитів

Спочатку виготовлялись композити на полімерній основі, бо перший з композитів – склотекстоліт, споріднений з пластмасами. Потім у результаті пошуків жаростійких і жароміцних матеріалів було розроблено групу керамічних композитних матеріалів. Композити з металевою матрицею порівняно з полімерними і керамічними досить молоді. Їх промисловий випуск почався у США в 1969 році з армування алюмінієвого композиту борним волокном. Склані нитки, як і капронові чи нейлонові, формують з розплаву. З арамідних волокон формують нитки принципово іншим способом. Його підказала вченим природа. Відомо, що одним з найміцніших матеріалів у світі є звичайна павутина.

Для її виготовлення павуки випускають через мікроскопічні отвори клейку речовину, з якої на повітрі швидко формується нитка. На цьому способі ґрунтується одержання багатьох ниткоподібних зміцнювачів композитних матеріалів.

Заміна склопластику органопластиком сприяла зменшенню маси конструкцій до 30 %, а також покращенню низки показників, а саме: стала вищою міцність, дуже хорошою здатність поглинати ударні та вібраційні навантаження, розширився діапазон робочих температур, відсутня електропровідність. Все це завдяки арамідним волокнам, які мають відмінність від склопластиків, пов'язану з їх одержанням.

Перші арамідні волокна типу *кевлар* виготовила американська компанія “Дюпон” у 1971 році. Але шлях до виробництва виробів з нового матеріалу був довгим. Фірма “Дюпон” показала унікальний приклад: як разом з новим продуктом виникла нова галузь економіки, а саме виробництво композитних матеріалів.

У 1952 році у пресі з'явилося перше повідомлення про високу міцність ниткоподібних кристалів. З того часу всі технічно розвинені країни почали дослідження можливостей промислового використання цих кристалів у техніці. У кожній з них знаходились фірми, що займались проблемними дослідженнями. Однією з них була американська величезна корпорація “Дюпон” з штаб-квартирою в м. Уїлмінгтоні, штат Делавер, яка займалась виробництвом волокон. Успішна діяльність підприємства чи фірми на ринку визначається зростанням прибутку. Щоб прибуток зростав, менеджери з конкретних видів товарів мають планувати збут і на його основі майбутній прибуток. Далі ці менеджери контактують з колегами, що відповідають за певні ринки, і з'ясовують, які ринки є вигідними для існуючих і потенційних волокон. Менеджери з ринків з'ясовують потреби у волокнах у різноманітних споживачів, але, на відміну від інших фірм, не займаються просуванням волокон на ринку, а створюють для кожного ринку товар, відповідно до його запитів. Щоб створити вдалий і потрібний товар, менеджери фірми відвідували університети і запрошували на роботу перспективних випускників різних спеціальностей. Таким чином фірма “Дюпон” протягом 25 років витратила майже 700 млн. доларів на створення нових волокон і на розробку товарів для багатьох галузей, які на ринку з'явилися одночасно, започаткувавши нову галузь. З точки зору товарно-ринкової системи організації – це типова стратегія наступу.

Бум від перспектив використання композитів захопив економічно розвинені країни світу. Споживання композитів зростало гігантськими кроками. У 1977 році у США і Західній Європі разом було продано майже 700 тис. т композитів, у 1987 році втричі більше, а в 2005 році близько 3 млн. т. За цей час почало скорочуватись виробництво сталі і особливо чавуну.

Глибокий соціально-економічний аналіз обставин зростання виробництва нових матеріалів дав можливість зрозуміти одну із загадок перманентної

кризи 70-х років у зарубіжній чорній металургії. У ті роки по радянському телебаченню транслювались кадри хроніки про те, як у великих центрах чорної металургії – Шеффілді, Бірмінгемі (Великобританія) та інших, закривались заводи. Враховуючи, що ці заводи займали великі площі, після їх закриття на тій території цілі вулиці стояли спорожнілі від людей і транспорту. Вулиці ж міст заповнили страйкуючі робітники. Коментарі до цих кадрів було зроблено у дусі того часу: ось що роблять капіталісти з робітничим класом, ринкова економіка є жорстокою. А насправді події розгорталися на цілком іншій основі. Вчені і практики довели, що композитні матеріали мають величезні переваги над металевими матеріалами, навіть такими, як титанові чи берилієві сплави. Крім того, вони не піддаються дії корозії, тому їм не потрібно витратити гроші на захист від неї. Переваги у властивостях та економія від них була такою значною, що уряди в багатьох країнах почали закликати промисловців до згортання металургійних потужностей і переходу до виробництва нових матеріалів. За це навіть виплачувались премії країнам-членам ЄЕС. Проблеми з робітниками виникали там, де власники закривали підприємства, а не перепрофілювали їх.

Через те, що композити в Радянському Союзі розроблялись і досліджувались у закритих науково-дослідних інститутах, які працювали на оборону, на космос, пересічні інженери мало-що знали про ці сучасні матеріали. У той час, як за кордоном у кожній країні випускали декілька наукових журналів, присвячених композитам, проводились конференції, поширювалась інформація про їх властивості й використання. У Франції, наприклад, з 1986 року діє інформаційний центр підтримки композитів, який інформує підприємства та фірми про композиційні й супутні матеріали, прогнози на всіх ринках стосовно розвитку нової галузі, дає відомості про технічні та торгові підприємства з виробництва композитів у всьому світі. На міжнародній конференції й виставці в Парижі у 1988 році продавався перший том видання “Настільний довідник для інженерів по композитах” обсягом у 1000 сторінок.

У 1988 році Міністерство хімічної промисловості Радянського Союзу провело опитування 11 машинобудівних міністерств з метою в'яснити їхню потребу у волокнах, пластмасах, тому що в переліку продукції вони не змогли знайти жодного виробу з композиту. Причиною такого стану було те, що для фахівців маловідомими були можливості композитів і відповідно відсутній попит на них. Зовсім інша ситуація склалась у космічній галузі.

На початку 1968 року група випускників Військово-повітряної академії ім. М. С. Жуковського, у складі Г. С. Титова, А. Г. Ніколаєва, О. А. Леонова, П. Р. Поповича та інших захищала комплексний диплом, Головним конструктором якого був Ю. О. Гагарін. Тема дипломної роботи стосувалась розроблення космолета, тобто космічного човна. Цей проект втілювався у першому космічному кораблі багаторазового використання “Бурані”. На його виготовлення пішло багато різних видів композитів,

понад сто, більшість з яких було створено в Україні. Ще ніколи вченим не доводилось вирішувати такі суперечливі завдання, які виникли у зв'язку з пошуком матеріалів для різних систем нового космолета. З одного боку, конструкція мала бути легкою, переносити вібрацію, удари, холод космосу, а з другого, не втрачати працездатності у найважчих умовах, витримувати плазмовий жар аеродинамічного гальмування. Під час такого гальмування температура “навітренних” кромок крил, фюзеляжу та двигунів підстрибує до 1500-1600°C. Такої температури не витримують традиційні матеріали, тому вчені звернули свої погляди на титанові, берилієві та ніобієві сплави і композиційні матеріали. Основною умовою роботи матеріалу силової оболонки корпусу є те, що температура не повинна перевищувати 150°C. Тому весь потужний тепловий удар брав на себе теплозахист “Бурану”, який нагадував кольчугу. Ця кольчуга складалася з майже 39 000 елементів, які відрізнялися між собою розмірами та теплофізичними властивостями. Плитки теплового захисту були зроблені з матеріалу, зміцненого дуже тонким кварцовим волокном і гнучкими елементами високотемпературної органіки. Ті частини космічного корабля, які сприймали найбільші теплові напруження, були захищені спеціальним покриттям на основі карбону. Ось перелік тих властивостей, що треба було поєднати в матеріалі: мала питома вага, дуже висока теплостійкість, найменший коефіцієнт лінійного розширення, інертність до чистої повітряної плазми, радіопрозорість тощо. Кожна з 39 000 плиток виготовлялась індивідуально на спеціальних координатно-розточних верстатах з ЧПК, щоб одержати чітко визначену форму. Від якості оброблення плиток залежали аеродинамічні характеристики літака-супутника. З цього прикладу видно, що маючи в державі серйозні доробки в галузі матеріалознавства, керівництво стримувало поширення інформації про композити, що негативно вплинуло на позиції радянських, а тепер українських виробників у ринковому середовищі.

Розпад Радянського Союзу спричинив низку негативних наслідків у різних сферах життя населення. Ці зміни охопили й космічну галузь. Через нестачу коштів погіршився технічний стан ангару, в якому стояв “Буран”. На початку третього тисячоліття – нової ери в технічному розвитку людства – впав дах ангару і сплющив космічний човен разом з обслуговуючим персоналом. А на згадку залишилась лише його виставкова копія.

Кінець ХХ ст. ознаменувався величезними змінами в науці, які спровоковані наслідками використання квантової теорії. Ця теорія дала поштовх трьом революціям: квантовій, комп'ютерній та біомолекулярній. На основі цих революцій викристалізувались вже інші проблеми, здатні викликати в майбутньому перехід до нової промислової революції. Однією з цих новітніх технологій є нанотехнології.

1. Будущее конструкционных материалов. – М.: Знание, 1989.
2. Займовский В. А., Колупаева Т. Л. Необычные свойства обычных металлов. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984.

3. Кайку Мічію. Візії: як наука змінить XXI сторіччя. /Пер. з англ. А. Кам'янець. – Львів: Літопис, 2004.
4. Калинин В. А., Буланов И. М. Прогрессивные материалы в машиностроении. – М.: Высш. школа, 1988.
5. Котлер Ф. Основы маркетинга. /Пер. с англ. Е. М.Пеньковой. – Новосибирск: Наука, 1992.
6. Николаев А. Что ищут “археологи космоса”? – М.: Знание, 1989.

СУЧАСНЕ І МАЙБУТНЄ НАНОТЕХНОЛОГІЙ

План конференції

1. Огляд розвитку науки і техніки.
2. Матеріалознавчий аспект нанотехнологій.
3. Напрями використання нанотехнологій в матеріалознавстві.
4. Одержання ультрадисперсних порошків (наночастинок).
5. Приклади використання наноматеріалів і технологій у різних галузях.
6. Проблеми наукових досліджень нанотехнологічної проблематики і впровадження.

Огляд розвитку науки і техніки

У кінці ХХ та на початку ХХІ ст. почався бурхливий розвиток сучасних технологій, які ґрунтуються на досягненнях фізичної науки. Одним з таких досягнень є створення нанотехнологій. Уперше ідею нанотехнології висунув нобелівський лауреат Річард Фейнман у статті “Унизу достатньо місця” (1960, журнал “Engineering and Science”). Він зробив сенсаційний висновок про те, що закони квантової механіки не забороняють створити машину розміром з молекулу. Щоб заохотити бажаючих, було оголошено конкурси: перший – зменшити сторінку з книги у 25 000 разів, щоб її зміг прочитати електронний комп’ютер; другий – виготовити діючий електродвигун обсягом 1/64 кубічного дюйма. Таке надто сміливе твердження викликало величезну хвилю відгуків, як позитивних, так і негативних. Нанотехнології стали модною темою у творах фантастики. Але, як показує досвід, практичне втілення фантастичних ідей тепер відбувається набагато швидше, ніж раніше.

За розмірами наноструктури близькі до колоїдних структур, які почали досліджувати ще з середини ХІХ століття. Вважають, що в 1861 році основи колоїдної хімії заклав Томас Грецем. Згодом зросла кількість досліджень у цій науковій галузі. І вже з 1900 року зафіксовано понад 170 тис. робіт з вивчення колоїдних систем. У 1978 року японський вчений Норі Тамагуші вперше використав термін “нанотехнологія” для оцінювання систем з нанорозмірами. Бурхливий розвиток нанотехнологій почався у 1981 році після того, як у фірмі “ІВМ” було послідовно створено растровий тунельний мікроскоп, скануючий тунельний

мікроскоп і молекулярні машин-асемблери. Створили їх працівники Герд Бінінг і Хайнріх Рорер, лауреати нобелівської премії з фізики за 1986 рік.

У 1989 році працівник фірми “ІВМ” Дональд М.Айглер виклав з тридцяти п’яти атомів ксенону назву фірми на поверхні нікелю. Для цього він скористався растровим тунельним мікроскопом і кантилевером. Кантилевер – це голка-зонд, розташована над сканованою поверхнею і закріплена на кронштейні з плоскої пружної платинової пластини. З допомогою кантилевера він вимірював електричне збурення атомів, викликане тоненькою голкою. Таким чином науковець виявляв присутність атомів. Це дещо нагадує, як незрячі люди читають за допомогою спеціального шрифту Брайля.

Через деякий час у 1996 році у цюріхській лабораторії фірми ІВМ були проведені дослідження на такому ж мікроскопі, які започаткували новий етап у розвитку нанотехнологій. Голка растрового мікроскопа пересуває окремі молекули, створюючи стійкі шестикутні кільця з молекул при кімнатній температурі. Згодом вчені сконструювали з окремих атомів справжню рахівницю. Кісточки для перекидання були зроблені з *бакіболу*. У 1985 році Ричард Смолі вперше одержав наносфери C_{60} , які назвали бакіболом або бакмінстерами-фуллеренами. Бакібол складається з шістдесяти атомів карбону, які розташовані у вигляді сегментів поверхні футбольного м’яча. Виготовляють бакіболи з карбону, нагрітого до пароподібного стану і охолодженого у вакуумі або інертному газі. Вони конденсуються у правильні п’яти- і шестикутники. Таким способом, як і бакіболи, одержують й інші незвичайні волокна – *нанотруби*, які мають вигляд порожніх циліндрів із молекул карбону. Вуглецеві нанотруби були одержані в 1991 році працівником фірми NEC Суніт Ііма. Нанотруби одержують за такою ж технологією, як і бакіболи, але конденсуються вони у ряди шестикутників у формі циліндру. Міцність нанотруб більша, ніж у сталі в 100 разів, а питома вага менша у 60 разів. Товщину людської волосинки можна одержати, сумуючи до 50 000 нанотруб. Промислове виробництво одно- і багат шарових нанотруб освоїли такі фірми, як Yperion Catalytic Int. (США), Nanocryl (Бельгія), Nanoledge (Франція) та інші. Отже, квантова механіка окремих атомів відкриває шлях до одержання нових матеріалів з незвичайними властивостями.

Матеріалознавчий аспект нанотехнологій

Зразки металу можна розглядати у двох аспектах: як макро- і мікроскопічний об’єкти, що відрізняються своїми властивостями. Якщо зменшити розмір макроскопічного зразка до розмірів наночастинок, то з’являються нові властивості, на основі яких можна створити перспективні технології. Наночастинками називають ультрадисперсні частинки розміром у мільярдну частину метра (10^{-9} м).

Фізику наночастинок називають нанофізикою. Вона вивчає проблеми зовсім на іншому рівні, а саме властивості індивідуальних наночастинок

та їх ансамблів. Невелику кількість атомів і молекул, що взаємодіють між собою, можна розглядати як одну квазімолекулу незалежно від того, утворюють її атоми металу, напівпровідника чи діелектрика. Крім того, до цього часу відкритим є питання про те, при якій кількості атомів металу наночастинка втрачає металеві властивості і набуває властивостей напівпровідника чи діелектрика.

Розглянемо, у чому полягає сутність впливу наночастинок на властивості матеріалів: сплавів і композитів.

Можна навести загальновідомі в металознавстві приклади, коли розміри об'єкта з металу впливали на властивості, а саме: перетворення пластинчатого перліту в зернистий підвищує механічні властивості сталі; під час модифікування сірого чавуну розмір модифікатора впливає на розміри графітових включень, а отже на властивості матеріалу; вплив розміру дисперсних включень на властивості композитного матеріалу тощо. Процес подрібнення структурних складових сплавів на макро- і мікрорівнях називається модифікуванням, яке здійснюється введенням у металевий розплав частинок. Способи проведення модифікування ґрунтуються на двох механізмах: по першому – частинки стають центрами кристалізації або утворюють центри, взаємодіючи з розплавом; по другому – частинки блокують ріст кристалічних утворень, що виникли. За допомогою першого механізму дробиться макрозерно, а другого – структурні складові на мікрорівні разом із зміною структури зерна, неметалевих включень і виділенням інтерметалевих фаз. Ці інтерметалеві фази мають голкоподібну форму, яка сприяє виникненню концентрації напружень та розвитку тріщин. А за допомогою другого механізму голкоподібна форма інтерметалевих фаз перетворюється у глобулярну (округлу), що сприяє уникненню таких ситуацій.

Було встановлено, що з додаванням наночастинок у рідкий метал шкідливі домішки в сталях перерозподіляються між границями та об'ємом зерна, концентруючись на частинках, що виділились в проміжках між осями дендритів (деревоподібних зерен). Завдяки цьому в зерні зростає кількість включень на 15-35 %, що суттєво підвищує міцність, межу плинності та пластичність сплавів.

Нанонаповнені полімерні композити є продовженням традиції зміцнення полімерів дисперсними частинками. Це дозволяє одержувати матеріали з новим комплексом властивостей. Фірма "Degussa" створила типи наночастинок і наноматеріалів, які вважаються матеріалами майбутнього, а саме: AdNano Zinkoxid (оксид цинку захищає від ультрафіолетового випромінювання лакові покриття), AdNano ITO (оксид індію надає покриттям прозорості та антистатичних властивостей) і AdNano Ceria (оксид германію використовують для діелектричних поверхонь у виробництві мікросхем). Структурними елементами нанополімерних композицій можуть бути: наночастинки, наномолекули, нанотрубки нановолокна, колоїдні частинки та інші.

Напрями використання нанотехнологій в матеріалознавстві

Наночастинки використовуються в матеріалознавстві, зокрема, в металах, напівпровідниках і діелектриках, але з різною метою.

У металах наночастинки використовуються для:

- покращення механічних і технологічних властивостей сплавів завдяки подрібненню їхньої структури, зокрема чавуна та деформованих алюмінієвих сплавів під час лиття напівперерваним способом;
- покращення якості поверхонь литих виробів за рахунок додавання наночастинок до протипригарних покриттів, які наносять зсередини на поверхню ливарної форми;
- електроіскрове поверхнєве легування металевих сталевих виробів сумішшю, в яку входять наночастинки;
- зміцнення зварювального шва завдяки додаванню наночастинок у зварювальний електрод;
- підвищення довговічності поверхні виробів, які працюють в умовах тертя, нанесенням покриттів, до складу яких входять наночастинки. Покриття наносяться на основи зі сталі, міді та її сплавів, титану та його сплавів, алюмінію та його сплавів.

Вчені вивчають у напівпровідниках блимання (мерехтіння) флуоресценції нанокристалів для виявлення його поверхневих станів, що має велике значення для створення лазерів на нанокристалічних напівпровідниках.

Одержання ультрадисперсних порошків (наночастинок)

Сьогодні зросла зацікавленість виробників використанням ультрадисперсних частинок (наночастинок) у промисловому виробництві. Завдяки наночастинкам підвищується якість продукції та зростає продуктивність технологічних процесів.

Довший час традиційними способами одержання наночастинок були механохімічний, плазмохімічний та золь-гель метод. Як і кожен метод вони мають свої переваги і недоліки. До основних недоліків належать: малу продуктивність, одержання частинок з надто широким спектром розмірів, досить великий вміст частинок мікронного розміру, які зменшують якість продукції. В Інституті ядерної фізики АН Росії розроблено високопродуктивний спосіб одержання нанопорошків випаровуванням з розплаву і наступним конденсуваням на повітрі. Основою цього способу є електронно-променева технологія, яка має такі переваги: температура початку спікання нанопорошків є меншою на 150°С, ніж під час спікання порошків, одержаних традиційними способами; розмір зерна кераміки має субмікроскопічний рівень, що не має аналогів у світі; підвищена екологічна чистота та безпека порівняно з іншими способами.

Приклади використання наноматеріалів і технологій у різних галузях

Спектр використання наночастинок у різних галузях вражаючий:

- виготовлення багатокомпонентної кераміки і металокераміки;
- каталізаторів, які дозволяють значно знижувати температуру технологічного процесу. Якщо каталізатор містить наночастинки, то процес може відбуватися при значно менших температурах. *Наприклад*, метан горить вище 1300° С, виділяючи шкідливі частинки. З використанням нанорозмірного каталізатора температура горіння метану зменшиться до 400° С і будуть відсутніми шкідливі викиди;
- сорбентів, які завдяки надмалим розмірам мають величезну поглинаючу здатність;
- домішок до пральних чи очищувальних порошків, в яких основну роботу з очищення здійснюють наночастинки;
- одержання матеріалів, високочутливих до складу різних середовищ, наприклад, селективних газопоглиначів, які мають здатність вибірково поглинати шкідливі гази;
- присадок до змащувальних оливо, які значно покращують роботу оливо в умовах тертя;
- магнітних рідин, що використовують у безконтактних з'єднаннях, в яких поверхні деталей практично не зношуються;
- носіїв запису інформації, що використовується, наприклад, у кредитних картках;
- модифікаторів сплавів, які подрібнюють їх структуру, поліпшуючи тим механічні та технологічні властивості;
- абразивних порошків, які завдяки надмалим розмірам дозволяють одержати поверхні з дуже малою шорсткістю, яку складно одержати поліруванням;
- носіїв лікарських форм, які зможуть доставити ліки у потрібний орган;
- розробка нових біоматеріалів;
- розробка основ технологій формування багатошарових металевих нанокompозитів;
- виготовлення приладів, які дозволяють досліджувати окремі мікрооб'єкти. Наприклад, побудовано електронний вимикач, основу якого становлять наночастинки золота. Такий прилад реагує на хімічний стан молекули, що відкриває необмежену перспективу управління станом молекул. Нанотехнології відкривають перспективу створення нових матеріалів на основі квантової теорії.

Проблеми наукових досліджень нанотехнологічної проблематики і впровадження

Вивчення і розроблення нанотехнологій є наукомістким процесом і вимагає великих коштів, наявності наукових кадрів і сприяння держави. Для одержання цих коштів необхідно, щоб керівництво держави в особі парламенту та уряду зрозуміли перспективу нанотехнологій у різних галузях науки і техніки та для економіки в цілому. А власники відповідних фірм, дбаючи за своє місце на ринку, теж доклалися до цього процесу.

Ще у 2000 році президент США виступив з національною нанотехнологічною ініціативою, яка передбачала роботу, спрямовану на довгострокові результати. Конгрес погодився виділити на цю мету впродовж 2004-2009 рр. понад чотири мільярди доларів. Власні дослідження у галузі нанотехнологій проводять різні за розмірами фірми, які займаються випуском сучасної техніки чи товарів на її основі. Зокрема, компанія ІВМ щороку витрачає на такі дослідження понад п'ять мільярдів доларів.

На нанотехнологічні дослідження щорічно в Японії витрачається орієнтовно до одного мільярда доларів. Євросоюз на нанотехнології витратив близько 1,3 мільярда євро. Понад сорок країн щорічно витрачають близько двох мільярдів доларів на програми з нанотехнологій. У Німеччині нанотехнології стали бізнесом, що приносить мільярди прибутку.

Ще у 1998 році у російському Переліку пріоритетних напрямів фундаментальних досліджень було згадано роботи з дослідження наночастинок і нанокристалічних матеріалів.

Щодо України, то Президія Академії наук у 2003 році ухвалила Комплексну програму фундаментальних досліджень "Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології", яка мала 10 розділів. Вже у 2004 році рамки програми було розширено і з 11 напрямів досліджень було подано 206 проектів. З них для державного фінансування було відібрано 123 проекти з 36 організацій. На придбання необхідного обладнання парламент та уряд уперше виділили 40 мільйонів гривень.

Великі кошти дослідження нанотехнологій потрібні першою чергою на купівлю відповідного обладнання. Одна одиниця такого обладнання коштує до мільйона доларів. На цьому високоточному обладнанні можна побачити окремі атоми в нанооб'єктах, вивчати способи їх побудови, формувати з них різні утворення, вивчати властивості нанооб'єктів. З точки зору економічної ефективності таке обладнання має бути розташоване у центрах колективного користування. А одержані від експлуатації кошти можна використати у найперспективніших напрямках.

Обмін інформацією стосовно наносистем, наноматеріалів і нанотехнологій здійснюється на численних міжнародних конференціях. В Україні фактично перша спеціалізована конференція з нанопроблематики відбулася 12-14 жовтня 2004 року в Інституті металофізики ім. Г. В. Курдюмова АН України. Як стверджує академік А. П. Шпак, високі нанотехнології відкривають Україні реальну можливість посісти гідне місце серед розвинених країн.

1. Голковский М. Г., Корчагин А. И., Куксанов Н. К., Лаврушин А. В., Салимов Р. А., Фадеев С. Н. Использование выведенного в атмосферу интенсивного сфокусированного электронного пучка // Инженер, технолог, рабочий. – 2004. – № 7 (43). – С. 6-9.
2. Крушенко Г. Г., Черепанов А. Н., Полубояров В. А., Кузнецов В. А. Влияние нанопорошков тугоплавких материалов на свойства литых

- изделий их черных и цветных металлов и сплавов // Инженер, технолог, рабочий. – 2004. – № 5 (41). – С. 21-25.
3. Мойсеев В. “Космичний ліфт” у глибині матерії // Урядовий кур’єр. – 2004. – № 192. – С. 10.
 4. Мюлхопт Р. Наноматериалы: шансы и риски // Полимерные материалы. – 2005. – № 63 (73). – С. 2-6.
 5. Осадько И. С. Мерцающая флуоресценция одиночных полупроводниковых нанокристалов // Инженер, технолог, рабочий. – 2005. – № 5 (53). – С. 36-39.
 6. Фотографія “квантової точки” // Світ фізики. – 2005. – № 3 (31). – С. 48.

ДОВЕРШЕНА ДІЯЛЬНІСТЬ ЛЮДИНИ

План конференції

1. Життєвий досвід народу.
2. Народження наукової організації праці.
3. Правила ефективного управління.
4. Нова наука – менеджмент.
5. Відомі представники наукової організації праці.

Уже написано чимало книг, в яких розглядаються шляхи і методи виконання діяльності, наближеної до довершеної. Однак їхня кількість не вичерпується, як немає й межі досягнення ідеалу. Все, що робить людина, необхідно їй для задоволення потреб. Суперечності між наявністю потреб і можливостями їх задоволення є рушійною силою розвитку людства. З одного боку, вчені шукають, як підвищити продуктивність праці людини і сприяти задоволенню потреб. А з іншого – люди не вміють раціонально працювати, тому їм всього не вистачає: і виробів, і матеріалів, і часу.

Людина незалежно від своєї волі стає носієм виробничих відносин, продуктом яких є праця. У різних аспектах праці знаходяться джерела діяльності людини, які здатні впливати на вдосконалення людини через її розум, волю і потребу в діяльності. Це філософське осягнення феномену праці підтверджується ще й тим, що саме ці ідеї лягли в основу наукової роботи папи Іоанна Павла II “Про людську працю” (1981 р.), яка є актуальною й до цього часу.

Життєвий досвід народу

Ми знаємо багато влучних слів, застережень і рекомендацій з байок і приказок. Народ відобразив у них набутий досвід, результати спостережень та дотепно формулював очевидні істини. “**Косо, криво – аби живо**”, “**Крапля камінь точить**” - це *прислів’я*, які деяким чином характеризують дію; “**Не говори “гоп”, доки не перескочиш**” – це *засторога*; “**З вовками жити – по-вовчому вити**” – це *порада*.

Кожен народ має свої власні прислів'я, приказки та байки, але відомо багато й таких, що обійшли весь світ. Втілена в них народна мудрість прийшла до нас крізь століття. Прислів'я і байки перш за все рекомендують людині *активність*. Тому, що найпершою необхідною умовою успіху є *діяльність* – **“Як постелиш, так і виспишся”**. Діяльність, що веде до успіху, – це діяльність, при якій людина точно знає мету своїх зусиль. Ця мета далека і не завжди вдається її досягти прямим шляхом, необхідно використати обхідний шлях – **“Хто дорогою прямує, той вдома не ночує”**.

Важливим є обмірковування перед виконанням дії – **“Не знаючи броду, не лізь у воду”**, **“За дурною головою і ногам нема спокою”**, **“Сім разів помірйай, а один - врїж”**. А також **“Бери в роботі розумом, а не горбом”**. Однак обдумування не може тривати дуже довго – **“Довго думай та швидко роби”**. Після цього має бути його реалізація – **“Ще шкіра на барані, а м'ястик вже п'є за неї”**.

Спосіб дії є важливим елементом результативної дії. Мета певним чином визначає засоби, які завжди повинні відповідати її масштабам. Смішно виглядає людина, що просить Геракла вбити блоху, яка вкусила її. Досягаючи мети, ми часто викликаємо непередбачені результати. Ось дівчата, що служили у скупой вдови, щоб не вставати зранку, вбили півня, який їх будив. З того часу господиня піднімала їх ще раніше. Такі випадки трапляються з нерозумними людьми. Недаремно говорять **“Сміливий, тому що дурний, мудрий, бо передбачливий”**.

З точки зору існування поруч з реалізованою метою непередбачених обставин говорять, що **“Кожна річ має два боки”**. Та буває так, що маємо вміння та правильно робимо, але щось не виходить – **“Із порожнього і Соломон не налле”**. Тому треба пам'ятати про матеріал: його якість і кількість. Крім матеріалу, необхідно мати й інструмент. Робота големи руками викликає здивування – **“Майстра пізнають по його виробак”**.

Людина живе не відокремлено, а в суспільстві. Тому в групі є керівництво. Здавна відоме правило: *потрібна людина в потрібному місці*. Підтвердження цьому знаходимо в оповідях про те, як полководці вигравали війни, уміючи використовувати вміння кожного підлеглого. У будь-якій боротьбі супротивник намагається вцілити у відповідний пункт ворога. Гомерівський Парис смертельно поранив захищеного від ран Ахілла, вдаривши його у слабе місце – п'ятку. Так і в ланцюгу всі ланки мають значення – **“Де тонко, там рветься”**.

Праксеологи знають цей “загальний закон” і рекомендують ліквідувати власні слабкості, але водночас уряховувати їх у супротивника. Однак нагромадження сили охоплює і нагромадження багатства. Тому намагайся досягти мети з меншими витратами, бо **“Краще синиця в руці, ніж журавель у небі”**.

У наведеному вибіркового матеріалі знаходимо в прислів'ях і байках певні типи результативної діяльності, знання яких неодноразово може

стати у пригоді в щоденному житті. Прислів'я і байки вміщують багато порад і влучних спостережень за діяльністю людини. Їх можна, залежно від моралі, звести, наприклад, до таких рекомендацій:

Не озирайся на інших – вмій сам собі допомогти.

Завжди пам'ятай про мету дій!

Перед діями подумай!

Думай також і під час дій!

Краще запобігати небажаним подій, ніж бездіяльно їх очікувати!

У колективі слід розділити функції між його членами.

Необхідно знати різноманітні процедури, прийоми, принципи, щоб в разі необхідності мати можливість результативно їх використати!

Прислів'я і байки дають значний матеріал, який можна використати для створення принципів досконалої діяльності, наприклад:

Робота має підпорядковуватись мені, а не навпаки.

Хто посіє лінощі, пожне каяття.

Чому навчився, з тим і підеш.

Хочеш, щоб поважали, – багато не говори, хочеш бути здоровим – багато не їж.

Мудрий останнім говорить.

Питатимеш – гори перейдеш,

а мовчки і на рівнині заблудишся.

Лисиця двічі у пастку не попадеться.

Дурний сам балакає і сам себе слухає.

Перш як кудись зайти, подумай як звідти вийти.

За чим погнався, те й доганяй.

Жито жнеш, про жито й говори.

Краще один горобець у руці, ніж десятеро під стріхою.

Не кидай шляху заради стежки.

Дуже часто виникають непередбачені обставини чи ситуації, які вимагають негайного вирішення. Це відволікає від важливих і запланованих справ, які відходять на другий план. Повернення до них у майбутньому вимагає додаткових витрат засобів і часу. Тому однією з найважливіших передумов успішного виконання роботи є вміння розвантажити себе від дріб'язкових справ. Американський генерал Д. Ейзенхауер сформулював правило, відоме тепер як "принцип Ейзенхауера". Згідно з ним пріоритети встановлюються за двома критеріями: *терміновістю* і *важливістю* справи. Для цього необхідно навчитись проводити впорядкування справ: від найважливіших до тих, виконання яких можна подовжити.

Важливо пам'ятати: *ви не все можете зробити і не все потрібно робити, встановлюйте пріоритети і починайте з найважливіших справ.* А як робити свою справу підказує поет Дуглас Меллох:

Якщо ти не можеш бути сосною на вершечку гори,

Будь маленьким деревцем в долині, але найкращим деревцем.

Будь кущиком, якщо не можеш стати деревом.
 Будь травою вздовж дороги і дай відпочинок втомленому
 мандрівнику, якщо не можеш бути кущиком.
 Якщо ти не можеш бути китом, стань окунем в озері!
 Якщо ти не можеш стати капітаном, то хтось має бути матросом.
 Для всіх знайдеться робота на кораблі життя, але знайди справу для себе.
 Якщо ти не можеш бути широкою дорогою, стань вузькою стежкою.
 Якщо ти не можеш бути сонцем, стань зіркою на небі.
 Тільки знайди справу для себе і намагайся стати найкращим.

Народження наукової організації праці

Ідеї стосовно організації діяльності людей виникали вже у стародавні часи, однак спочатку вони стосувались суто питань державного управління. Завдання поглиблювалось при вирішенні виробничих питань. Наприклад, у Єгипті будівництво пірамід та величезних і складних зрошувальних систем вимагало координації зусиль тисяч людей. Для цього здійснювались організація виробництва, його планування і контроль за результатами діяльності.

З подальшим розвитком виробництва виникла потреба у раціоналізації діяльності людей, але недостатньо було знань для її практичної реалізації. Поступово відбувалося усвідомлення зацікавленими особами правил, процесів і дій, які забезпечували підвищення ефективності праці та виробництва.

Промислова революція кінця XVII – початку XIX ст. відкрила нову епоху в теорії та практиці управління. Почали здійснюватись спроби визначити норми виробітку та оплати праці, максимальні швидкості роботи обладнання, обчислювати оптимальний випуск продукції і, що найголовніше, вдосконалювати організацію виробництва та праці.

У другій половині XIX ст. розвинена промисловість зустрічала все більше труднощів, до цього часу їй зовсім не відомих. З'явилась потреба у розробленні нових способів, які дозволили б під час конкурентної боротьби укріпити підприємство і одночасно зменшити кількість робітників. Мета була відомою, однак у той час ніхто по-справжньому не розумів, на що необхідно перш за все звернути увагу, що треба зробити для реалізації мети. На те, що прийняті поділи роботи і вузькі спеціальності підвищують продуктивність праці, звернув увагу ще у XVIII ст. англійський економіст Адам Сміт.

Англійський математик і фізик Чарльз Беббідж у роботі, присвяченій економіці машин і мануфактур, дав практичну рекомендацію поділяти роботу за порядком, завдяки чому не тільки швидше йде робота, але й вирішується проблема робочої сили. Робітника легше навчити виконувати частину завдання, ніж ціле. Особливо у разі виготовлення складного предмета. Так народився *принцип розподілу праці*, що його іноді називають *законом поділу праці Сміта*, який ввійшов назавжди

в арсенал методів організаторів праці. Окрім того, Ч. Беббідж є автором першої у світі публікації в галузі наукового управління – “Про економію матеріалів та обладнання”. Роздуми над раціоналізацією і механізацією математичних обчислень підштовхнули його до створення першої у світі обчислювальної машини.

Щоразу, коли ми маємо справу з людською працею – фізичною чи розумовою, впровадження кращої її організації повинно відбуватися поступово, в іншому разі з’являються втрати на подолання опору. Автором цієї думки був не психолог, а видатний польський теоретик наукової організації праці, вчений світової слави, який закінчив свого часу технологічний інститут у Петербурзі і працював в Росії інженером, К. Адамецький. Він написав книгу “Наука організації та її роль у господарському житті”, яка лягла в основу нової науки про організацію праці.

В управлінні, крім згаданих законів, використовується ще й тейлорівський *закон концентрації або інтеграції*. Цей закон полягає у раціональності збирання однотипних робіт в одному місці і доручення роботи одним і тим же робітникам (працівникам).

Згадані закони К. Адамецький доповнює ще двома: *гармонії і оптимального виробництва*. Перший закон стосується гармонійної співпраці окремих підрозділів, а разом з тим пояснює появу “вузьких місць”. Наприклад, цехи виготовляють деталі, а на монтажному конвеєрі їх не використовують і залишки спрямовують до переповнених ними комор. Гармонізація виробництва полягає у визначенні темпу роботи всіх підрозділів і цехів.

Закон оптимального або зростаючого виробництва полягає у тому, що кожне підприємство має свою виробничу межу, досягнення якої дозволяє виготовити продукцію з найменшими витратами. При подальшому підвищенні виробництва витрати на одиничні вироби будуть непокритими, тобто зростаючими. Однаково як перевантаження, так і неповне використання обладнання тягне за собою непотрібне зростання вартості виробництва. Глибше вивчення суті цього закону наводить нас на закон спадної віддачі. От і ще один приклад: прямуючи на роботу, ми йдемо звичним шляхом. Через деякий час знаходимо коротшу, а згодом ще коротшу дорогу. У всіх випадках, в яких ми вибирали дорогу коротшу за попередню, ми мали справу з раціоналізацією. Метою був перехід з однієї точки в другу, але так, щоб досягалось це при менших витратах зусиль. На думку К. Адамецького, знаходження коротшої дороги можна називати наукою управління, а саме найкоротшим способом.

На початкових етапах розвитку нової науки про організацію виробництва були сформульовані такі закони:

закон поділу праці А. Сміта,

закон непокірності А. Ле-Шательє та І. Брауха,

закон концентрації або інтеграції Ф. Тейлора,

закони: *гармонії і оптимального виробництва* К. Адамецького.

Правила ефективного управління

Відомим теоретиком управління був француз А. Файоль (1841-1935), автор книги “Загальна та виробнича адміністрація”. У А. Файоля можна знайти загальні цікаві зауваження стосовно результативної дії, яку потрібно характеризувати, як одну неперервну і гнучку. Розглядаючи різні підходи до загального управління, він виявив особливості виробничого адміністрування. Він радить заохочувати робітників, даючи їм можливість обдумувати і виконувати особисті плани. Керівництво має бути постійним, а його розпорядження не змінюватись. Він першим сформулював універсальні управлінські функції: планування, організацію, лідерство та контролювання. До цього часу вони вважаються основою керівництва.

У кінці огляду загальних підходів А. Файоль наводить розуміння відмінності дійсного порядку від уявного. Прикладом дійсного порядку є нібито безлад на столі, на якому лежать листки паперу з помітками, але якби хтось прийшов і навів “порядок”, складаючи папір рівними купками з однаковим розміром, от тоді був би безлад.

Розпочавши роботу у гірничодобувній компанії в найтяжчий для неї час, він за тридцять років своєї кар’єри вивів її до найбільших у світі. Можна вважати, що “Загальна та виробнича адміністрація” є фундаментальною працею А. Файоля, яка стала підсумком його професійного шляху. Він видав її у 75 років (1916 р.), а англломовні фахівці познайомились з нею лише у 1930 році.

Піонер тейлоризму Гаррінгтон Емерсон (1853-1931) написав у своїй книзі “Дванадцять принципів виробництва” про те, що світ існував би недовго, якби рух зірок не був упорядкований, як порядок щоденного харчування, впорядкована робота, елементи ферментації, бактерій, клітин, молекул, атомів тощо. Однак більшість промислових підприємств у той час знаходились ще на такому рівні культури, коли зразком вважались товарні поїзди минулих часів. Вони відходили тоді, коли були готові, і тривалий час добирались до місця призначення. Під час їхньої поїздки ніхто не знав, де вони знаходяться і куди їдуть. У той час у Сполучених Штатах вже існували групи майстерень, в яких розклад і порядок руху досягли такої досконалості, що робота була розписана на три місяці вперед. Завжди було відомо, яку роботу кожен робітник виконує в будь-яку хвилину зміни. Складання таких програм на довгий період потрібне, бо впорядковує діяльність працюючих. Сьогодні це нагадує нам календарне планування виробництва.

Залізниця є найяскравішим прикладом наперед підготовленого і щоденного використання плану. Керівництво залізниці добре розуміє, що означає розклад руху. Всі вже звикли до підпорядкування його вимогам. Графік руху поїздів вимагає багато інших попередніх робіт: він має бути детально розроблений і перевірений на практиці протягом декількох місяців. На початку ХХ ст. залізничні майстерні мали такі ж проблеми, як більшість промислових підприємств. У той час Г. Емерсон переробив великі залізничні майстерні

в Санта-Фе, використовуючи свої принципи організації виробництва, вдосконалив майже двісті підприємств. Г. Емерсон також займався організаційною консультацією, керуючи “Інженерним бюро Емерсона” і надаючи консультації в сфері виробництва і праці. З 1900 року він заснував заочну школу виробництва для менеджерів і керівництва, а в 1908 році написав другу книгу про виробництво, а саме про основи його створення та управління.

Так народилась нова наука про організацію праці на американському континенті. Вчені та інженери з європейських країн підхопили новий науковий напрям, що дало можливість значно вплинути на економічне зростання у цих країнах.

Перші лекції з предмета “Організація і управління промисловими підприємствами” почались у Львівському політехнічному інституті вже в 1904 р., а читав їх видатний польський теоретик науки про організацію праці Едвін Хаусвальд (1868-1942). Він був першим викладачем наукової організації у Львові. З гордістю можна сказати, що це були перші в Європі, а швидше всього і в цілому світі лекції. В цій галузі Хаусвальд володів глибокими знаннями і часто звертався до думок філософів Зенона, Декарта, Мілля, знав досягнення теоретиків і практиків наукової організації, про які згадував у книзі “Організація і управління”. На думку Е. Хаусвальда, організація є системою, яка чітко поділяє заняття між окремими учасниками, постатями і особистостями, ясно розмежовує сфери їх діяльності та відповідальності тощо.

Нова наука – менеджмент

Наприкінці XIX ст. посилилась конкуренція у провідних галузях виробництва. Не оминула вона металургійну промисловість і важке машинобудування. На одному з заводів компанії “Бетлехем Стіл” працював Фредерік Тейлор. Пройти шлях від простого робітника до головного інженера йому допомагали природні здібності і наполегливість. Як надзвичайно обдарована людина, він виявив себе у різних галузях діяльності. Разом з товаришем Монселем Уайтом він створив одну з найвідоміших сталей – швидкорізальну. Багато часу він займався винахідництвом, унаслідок чого став автором майже 100 патентів. Його цікавило все, що могло вплинути на якість виконання роботи – технологічний, управлінський і соціальний аспекти. Хоча Ф. Тейлор більше відомий як менеджер, він завжди себе вважав інженером.

Досконале знання технології виробництва і психології виконавців наштовхнуло його на створення нової системи управління працею робітників. Одна із важливих переваг системи Тейлора полягає в тому, що він робить сильний наголос на постійному введенні поправок. Це важливо для будь-якої результативної дії. Друга – це проведення психологічних досліджень людського чинника, які наштовхнули його на розроблення принципів організації роботи на промислових підприємствах. Підприємець-капіталіст шукав відповідних кандидатів на виділене місце серед

бажаючих працювати. А так, як їх зазвичай було вдосталь, вибирали робітника, який володів усіма перевагами. Психотехніки склали список якостей, якими повинен володіти представник будь-якої професії. Це був перший крок до створення кваліфікаційних характеристик для різних професій.

Сьогодні у професійній підготовці робітників кваліфікаційна характеристика починає замінюватись професіограмами. Професіограма – це детальний опис будь-якої професії, який здійснено за допомогою системи вимог до людини. Ця система включає якості та властивості особистості, особливості її процесів мислення, а також знання, вміння та навички, якими має володіти людина для успішного виконання професійних функцій.

Ф. Тейлор запропонував кожну роботу поділити на як можна менші частини. Шляхом поділу її на дрібні елементи можна побачити, які з них зайві, а які необхідні, вибрати найдоцільніші та встановити час їх тривалості. Якщо робітник, виконуючи свердлильну операцію, раніше робив в оброблювальній деталі отвір одним діаметром свердла, а потім замінював його і свердлив більші отвори, то завершення його роботи, згідно з рекомендаціями тейлоризма, виглядало би таким чином: перш за все робота робітника розбивається на елементарні рухи. Так як заміна свердла гальмує продуктивність, робітник повинен висвердловати отвори тільки одного діаметру. Великі отвори будуть свердлити на іншому верстаті. Інженер вираховує, з якою швидкістю має обертатись свердло, якою повинна бути подача, тобто, з якою швидкістю воно буде пересуватись в глибину, щоб повністю використати потужність свердлильного верстата. Всі ці дані, виписані на спеціальній карті, вручаються робітникам. У разі заміни матеріалу на твердіший або м'якший йому подаються змінені вказівки.

З того часу і дотепер перед виконанням операцій робітник має вивчити технологічну карту, де занотовано всі необхідні вказівки до виконання конкретного виду діяльності.

У витоках наукового менеджменту стояли Фредерік Тейлор та його однодумці, промислові інженери Френк та Ліліан Гілбрети. Вони працювали над методами виключення непотрібних рухів під час роботи. Перш за все потрібно було шукати ефективні методи, тобто відібрати їх серед багатьох, оцінити і використати. Принципи, методи й рекомендації повинні бути зіставлені з метою, засобами і знаряддями праці. Для своїх спостережень за рухами робітників вони розробили прилад – мікрохронومتر. Спостереження за роботою мулярів дозволило Ф. Б. Гілбрету зменшити кількість рухів з дев'ятнадцяти до п'яти і підвищити продуктивність праці удвічі. Інженер, економіст, психотехнік і теоретик наукової організації в одній особі Френк Банкер Гілбрет намагався свої методи використовувати не тільки на виробництві, але й у побуті. В одному з побутових експериментів він встановив, що на защіпання гудзиків жилетки зверху вниз витрачається 7 секунд, а знизу вверх тільки 3.

Значним внеском Ф. Б. Гілбрета в науку про працю вважається не тільки його 88 видів елементарних рухів, які він запропонував розглядати, як атоми роботи, які складаються з повторюваних у різних варіантах та послідовності. Але принцип завжди залишається один і той самий: якщо хочемо визначити, чи доведеться виконувати роботу в нормальному або сповільненому темпі, то відраховуємо час її тривалості, сумуючи всі окремі види рухів. На тій самій основі можна наближено встановити норму часу тих робіт і порівняти з тими, що виконувались до цього часу.

Л. Гілбрет займалася дослідженнями у кількох різних сферах. Завдяки їй почала формуватись нова наука – психологія трудової діяльності.

Наука організації та управління стосується багатьох видів діяльності людей, які пов'язані з результативністю цих дій. У багатьох галузях під час виконання певних робіт виникає низка проблем. Вчені, що працюють у цих галузях, по-різному називають причину цих проблем, можуть дещо по-різному розуміти терміни, які використовуються з однаковою назвою в різних галузях. Зокрема, можна навести приклад “гартування”.

Дуже часто непорозуміння починаються від самого початку справи чи діяльності. Ф. Тейлор, наприклад, назвав свої дослідження англійською мовою “scientific management”, тобто, “наукове виробництво”. Інший відомий вчений А. Ле-Шательє переклав цей вираз на французьку, як “наукова організація”. Росіяни і поляки мали на вибір ці дві назви і вибрали такий собі гібрид з двох – “наукова організація управління праці” (НОП), підкреслюючи, що це галузь практики, яка побудована на солідних підвалинах точних наук, таких, як математика, фізика, хімія тощо.

У 30-ті роки Міжнародна термінологічна комісія, а з 1937 року Міжнародне бюро праці спробувало стандартизувати термінологію, що використовується в різних галузях для означення конкретного явища чи дії. За її визначенням *виробництво* – це створення визначених предметів у більшій чи меншій кількості найбільш раціональним і дешевим методом; а *реалізація* – це втілення ідеї в неподільну практичну форму і випробування її за допомогою більш – менш серйозних методів. У цих визначеннях варто звернути увагу на лаконічність. Дія повинна бути результативною, але водночас раціональною та дешевою.

Наука організації й управління, або НОП, займається виробничою та невиробничою діяльністю людини, незалежно від того, буде це виробництво машин, добування знань чи вугілля, транспорт чи сталеваріння. Вона охоплює всі види праці, також і побут (малі квартири, суміщення...). Особливе значення має розуміння НОП у навчанні. Це запорука хороших і міцних знань.

Спроба звести принципи результативної дії в спеціальну систему була здійснена течією наукової організації праці “тейлоризмом”. Вона тісно пов'язана з проблемами виробництва і працею робітників, зайнятих у промисловості. В основі НОП можна знайти правила Рене Декарта, рекомендації Клода Бернара, закон поділу праці Адама Сміта, закон інтеграції Фредеріка Тейлора.

Їхня праця знайшла відображення у сформульованих Анрі Ле-Шательє п'яти правил, які повинні використовуватись у добре організованій роботі, а також у роботах інших вчених. Серед вчених, що працювали в цій галузі, можна назвати Кароля Адамецького, який сформулював закон гармонії та оптимального виробництва; Анрі Файоля, який основні завдання керівництва бачив у передбаченні, організації, координації та контролі; Фредеріка Б. Гілбрета, який запропонував методи дослідження праці, що ґрунтуються на елементарних рухах тощо.

Бурхливий розвиток виробництва висував на перший план пошуки шляхів і способів підвищення продуктивності праці при зменшенні витрат економічних ресурсів. Одночасно проводились численні дослідження умов виконання роботи робітниками і працівниками різних професій і спеціальностей. Унаслідок чого було виявлено необхідність оптимального поєднання спеціалізації і концентрації операцій, розширення трудових функцій виконавців, урахування людських взаємин і допомоги у виявленні внутрішніх можливостей кожної людини.

Успіхи в економічному розвитку Японії, США, європейських та низки інших країн показують, що немає універсальної технології підвищення ефективності діяльності людини й виробництва. Окрім загальних, перевірених часом правил, способів та шляхів обов'язково потрібно враховувати людський фактор, звичаї і традиції кожного народу. Саме історичні традиції здебільшого визначають сучасні національні виробничі стратегії. Те, що в одній країні дає прекрасні результати (наприклад, гуртки якості в Японії), в іншій не виправдовується.

Відомі представники наукової організації праці

Задовго до Ф. Тейлора проблеми наукової організації праці і раціоналізації трудових дій зацікавили працівників Московського Вищого технічного училища. У 1860-1870 рр. була розроблена методика раціоналізації праці, за яку училище на Всесвітній торговій виставці у Відні в 1873 році одержало "Медаль досягнень".

У технічному та економічному аспектах до цієї науки підходили й вчені Радянського Союзу. Але розвиток цієї науки в Союзі був перерваний Сталіним. Всі, хто нею займався, змушені були припинити цю діяльність, бо наукову організацію праці офіційно визнали непотрібною. Вона відходить майже в забуття. І повернулись до неї вже після смерті Сталіна. Разом з тим знайшли своє нове місце і кібернетика, і соціологія, і формальна логіка тощо.

До радянських праксеологів належать троє найбільш відомих представників наукової організації праці: О. К. Гастев, О. А. Єрманевський і П. М. Керженцев.

Олексій Капітонович Гастев (1882-1938) був вченим, який крім науки, займався поезією і публіцистикою. Як вченого його цікавили проблеми організації праці. Творчі успіхи в цій сфері привели його до посади

директора Центрального Інституту Праці, а також голови ліги “Час” (1923 р.), пізніше переоформленої в лігу НОП. У 1938 р. його без підстав репресували. На цьому завершилася його наукова, літературна і публіцистична діяльність. “Методи праці”, “Методи виробництва”, “Нормування і організація праці” – його найважливіші праці, в яких знаходимо праксеологічні думки. Прикладом може бути пам’ятка “Як потрібно працювати”, де О. К. Гастев рекомендував враховувати підготовку (цитата з книги “Як потрібно працювати”, 1962 р.): “Перш ніж приступати до праці, потрібно всю її продумати так, щоб у голові склалася модель готової праці і весь порядок прийомів праці. Якщо все до кінця продумати неможливо, то потрібно продумати головні напрями, а перші частини робіт продумати досконало”. Він рекомендував рівномірний темп дій і відпочинку. Якщо щось не вдалося з першого разу, не потрібно залишати цю справу, а пробувати ще і ще. Людина може здійснити дуже багато, вміє подолати найбільші труднощі, знайти вихід з будь-якої ситуації, у будь-якому разі не можна впасти в паніку і говорити собі, що ситуація безвихідна.

Керженцев – це псевдонім Платона Михайловича Лебедева (1881-1940) – публіциста і політичного діяча, який зацікавився науковою організацією праці і вирішив широко розповсюдити її принципи. Як наслідок, з’явилася його книга “Організація самого себе”. В науковій організації праці він виділив три об’єкта: працю, виробництво та управління. Останній, на його думку, був найважливішим.

Третім представником радянських праксеологів був Осип Аркадійович Коган (1866-1941), відомий за псевдонімом Єрманський. У 1918 р. він надрукував працю “Система Тейлора, що несе вона класу робітників і всьому людству”. В 1922 році з’явилась його нова книга – “Наукова організація праці”. Він сформулював головний принцип теорії раціонального управління – принцип фізіологічного оптимуму. Відповідно до цього принципу порівняння витраченої енергії та одержаного ефекту дає коефіцієнт раціональності.

У той час були сформульовані основні закони організації виробництва та НОТ:

*закон найменших при ланцюговому зв’язку,
закон взаємного замикання,
закон ритму,
закон паралельності та послідовності робіт,
закон фронту робіт,
закон реальних умов.*

Глибші й систематизованіші погляди виказував бельгійський вчений Жорж Гостепе. Він займався теорією практичної діяльності, яка, на його думку, відрізняється від інших видів людської діяльності тим, що має визначену ціль і результати доступні об’єктивному контролю. Адже існує різниця між діяльністю та її результатами залежно від того, праця це чи творчість. Підсумки роботи кравця, столяра чи іншого ремісника легко

вдається проконтролювати, а витвір художника-живописця чи скульптора не вдається порівняти з ціллю, тому що вона не була об'єктивно відома. Тільки художник або скульптор знає, чи досягнув він того, чого хотів.

З багатьох точок зору система Ж. Гостепе названа за його ініціативою “методологією практичної майстерності” є намаганням упорядкувати принципи наукової організації. Її вплив виявляється хоча б у виділенні п'яти етапів здійснення справи, сформульованих так:

1. Вибір мети – точне виділення результату, який повинен бути отриманий.
2. Продумування засобів, пристосованих до визначеної мети і перевірених дійсними умовами.
3. Виконання плану дії під час використання продуманих засобів.
4. Контроль виконання, який складається з об'єктивної оцінки отриманих результатів.
5. Визначення причин невдачі чи недоліків даної практичної діяльності.

Ж. Гостепе вважав, що праця – це свідомо людська діяльність, спрямована на досягнення результату. *Закон виробництва* ставить перед працею завдання, щоб вона давала які-небудь конкретні результати, *закон корисності* праці, щоб вона була потрібна. Звідси виходить розділення праці на *концептуальну*, при якій ми замислюємося, що потрібно зробити, щоб отримати потрібні результати, *виконуючу*, *контролюючу* і *працю над концепцією змін*.

Казимир Твардовський (1866-1938) є автором праці “Про види діяльності і продукти”. Те, що виникає в результаті якогось виду діяльності, можна назвати продуктом цього виду діяльності.

До фізичних видів продуктів належать: ходити – хід, бігати – біг; до психічних видів: думати – думка. Серед фізичних видів діяльності і продуктів варто розрізнити окрему категорію психофізичних видів діяльності, якщо він супроводжується психічною діяльністю, спричиняючи будь-який вплив на хід фізичної діяльності і тим самим на створений продукт. Створений таким чином продукт називається психофізичним. До цієї категорії належать види діяльності і продукти, призначені виразами: кричати – крик, співати – пісня, розмовляти – мова. Як наслідок, К. Твардовський розширив значення слова “продукти”, якими ми звикли називати предмети, які є витвором рук. Продуктами він також вважає дещо не довговічне, таке як крик, думка, стрибок, які існують доти, доки існує цей вид діяльності. Він стверджував, що ми взагалі звикли тлумачити продукти незалежно від видів діяльності, результатом якої вони є. А доказом цього є вживання для визначення витворів природи висловів, які ми часто називаємо продуктами, наприклад перетинання волокон, штрихи на камінні.

1. Ананьев В. Г. Человек как предмет познания. – Ленинград, 1968.
2. Гріфін Р., Яцура В. Основи менеджменту. – Львів: Бак, 2001.

3. Делюкин Л. Н., Шапошникова Т. А. Ты пришёл в ПТУ... – Л.: Лениздат, 1980.
4. Макаренко М. В., Махалина О. М. Производственный менеджмент. – М.: Изд-во ПРИОР, 1998.
5. Маскон М. Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. – М.: Дело, 1993.
6. Пщоловский Т. Принципы совершенной деятельности. Введение в праксеологию. – К.: Институт праксеологии, 1993.
7. Сацков Н. Я. Практический менеджмент. – Д.: Стакер, 1998.
8. Форд Г. Мои достижения, моя жизнь. – М.: Финансы и статистика, 1989.
9. Хьелл Л., Зиглер Д. Теории личности. – СПб.: Питер, 2002.

2.3. ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ ПОЗАУРОЧНИХ ЗАХОДІВ

ЧАРІВНИКИ МІСТА МАЙСТРІВ

Ідея: веселий інтегрований конкурс в училищі, який перетворюється в ВСЕУЧИЛИЩНЕ СВЯТО МАЙСТЕРНОСТІ. У ньому одночасно беруть участь учні груп різних професій, які змагаються у трьох номінаціях (конкурсах), а саме: з професії, з математики, з економіки.

Дія відбувається у **Місті Майстрів**, адміністрація якого складається з мера *Менеджеровського*, двох заступників *Маркетконя* і *Виконробського* та скарбника *Дукача*. У функції заступника Виконробського входить організація виробничої діяльності училища, *Маркетконя* – організація реклами продукції, яка випускається у місті, скарбника *Дукача* – контроль за фінансами міста, які витрачаються на заохочення мешканців міста.

Всеучилищне свято майстерності проходить трьома етапами. На першому етапі проводиться конкурс з професії. Бажано одночасно проводити не більше як з трьох професій. У конкурсі розігрується три місяця, а переможці нагороджуються цінними подарунками. На другому етапі відбувається конкурс з математики серед дев'яти призерів попереднього конкурсу. На третьому – з економіки – серед трьох переможців другого етапу. Переможець свята майстерності нагороджується найціннішим подарунком. Одночасно можуть проводитись конкурси “Міс (містер) майстерності”, “Міс (містер) глядацьких симпатій”, “Найкмітливіший” тощо.

На конкурс запрошені гості з інших країн, які розповідають про звичаї у їхніх державах, веселі історії, виконують пісні чи танці.

Місто Майстрів адміністративно поділено на вулиці *Операторську*, *Слюсарну*, *Токарну*, проспекти *Фрезерувальників*, *Ремонтників* і *Соціальних працівників*, майдани *Майстерності* та *Якості*, *Бухгалтерський тракт*, провулки *Ливарників*, *Ковалів*, *Пресувальників*, *Гальванників* тощо.

По всій сцені та актовому залі розвішані вказівники до таких населених пунктів, як *Деталеград*, *Інструментоград*, *Металевія*, *Банкоград* тощо.

У заключній частині свята, під час підбиття підсумків, має бути наголошено на важливості для майбутнього професійного зростання кожного учня створення у нього цілісного образу професійної діяльності.

СЛОВО, ЧОМУ ТИ НЕ ТВЕРДАЯ КРИЦЯ ...

Вечір, присвячений темі металу в українській літературі

“Робітник, працівник...” Вдумайтесь у ці слова. Основою їх є слова-синоніми, за якими ми відчуваємо глибокий зміст людського життя. Праця – це один із чинників, який допомагає нам існувати на планеті Земля, вирізняючи людину із тваринного світу. Тому не дивно, що з сивої давнини люди шанували ремісників, а результати їхньої праці збереглися і до нашого часу.

Кожен історичний час характеризується певним способом життя, трудовою діяльністю, розмовами та мисленням, які разом склали його культуру. Античні поети зображали реальне життя крізь призму прекрасного, описуючи щоденне життя людей та працю ремісників. За допомогою поезії проводилось навчання підмайстрів, бо віршована мова сприяла кращому запам’ятовуванню дій. Значна частина такої поезії дійшла до нас в усній формі, а саме в поемах Гомера “Іліада” та “Одіссея”, Есхіла “Прометей прикутий”, Овідія Назона “Метаморфози”.

Але частіше вчені вивчають історію за знахідками матеріальної культури і вже за ними відтворюють минулі події.

Серед ліричного доробку Ліни Костенко є поема “Скіфська одіссея”, в якій на тлі поетичної оповіді про мандрівку грецького купця у скіфській землі, поетеса дає опис життя скіфського міста з його щоденними турботами.

Через сліпучу призму пекторалі
тепер для нас всі скіфи золоті.

Бо як вони свій епос не створили,
чи ж нам його не трапилось гортать, -
то що ж лишилось? Піднімати брили.
Історію по золоту читать.

Нема письмен – є дивне сяйво казки.
Лук золотий натягує стрілець.
Летить грифон. І золоті підпаски
під вечір доять золотих овець.
Землі піднявши вже котору тонну,
у глибині, де шум не доліта,
читаємо, як скіфу золотому
дає скрижаль богиня золота.

І кожна бляшка, панцир, окуття
і на прикрасах вирізьблені драми –
це панорами скіфського життя,
увічнені по золоту майстрами.

.....

І поки жінка з-під долоні зиркала,
траплялось греку як не те, то те.

Історія дивилася в два дзеркала –
 античне грецьке й скіфське золоте.
 Хто ж був майстрами скіфської епохи?
 Хто їх створив, ті золоті скарби
 з курганів Чоргомлика і Солохи,
 Чмиревої могили й Куль-Оби?
 Хоч думка є, що твори ці античні, -
 чи густо в греків схожого лиття?
 Чому такі там скіфи автентичні?
 Який це грек так знав би їх життя?
 Чи грек ходив їх малювать з природи?
 Жив у степах, набравшись халеп?
 Такий шедевр не створиш за два тури,
 тут треба знати змалечку той степ.

.....

Чи не було металів благородних?
 Сюжетів бракувало корінних?
 Недавно дядько в себе на городі
 Знайшов і штампи бронзові од них.

.....

Скінчився степ – рівнини безперервні.
 Тут скіфський цар столицю запасів.
 Тут городища, як фортеці древні,
 стоять, окриті шкурами лісів.
 Ції твердині ворог не повергне.
 Тут позначив каміння неоліт.
 Тут руди вже виходять на поверхню
 і урвища розламає граніт.

А вдалині, на кілька днів погоні,
 але з фортець ще видимі як сон, -
 стоять кургани царських пантеонів,
 і чайка плаче з вітром в унісон.
 Там – звідусіль загрожені степи,
 а тут фортеці, що й не підступи.
 Тут люд осілий. Тут шанують труд.
 І рух дадуть і кругові, і кросну,
 Кують залізо із місцевих руд,
 І мають славу дуже розголосоу.

.....

У передмісті вулиці вузьенькі.
 Такий там брязкіт, гуркіт, гукіт, дзенькіт!
 Скрізь чорні гуті, кузні і майстерні.
 Вода парує в кам'яній цистерні.
 Коваль кує, не втомиться клепати –

мечі, голки, зубила і лопати,
цвяхи, ножі, сокири і серпи –
на все Пониззя і на всі степи.

Вітри історії пролітали над Україною, змінювались покоління, залишаючи по собі пам'ятки – де високі могили, де красиві будівлі, де чудові прикраси й побутові речі. Закотилася зоря над скіфською державою і настала нова епоха.

Ще почуємо подих просторів –
Чорноморського вітру гуд,
Ще глибоким плугом історії
Перейде наш останній труд.
Бо незбагнено – темен і димен
Цей уперто-тривалий час,
Час залізний варягів і римлян,
Час сталевий вогня і меча!

Євген Маланюк, [1927]

Природа наділила Україну найкращим подарунком – чорноземом. А геополітичне розташування не дало повною мірою скористатись ним. Ця територія була перехідною зоною між двома культурами, двома світами – європейським та азійським, тому й не було миру та спокою для нації.

Не хліб і мед слов'янства: криця! Кріс!
Не злагода Еллади й миломовність:
Міцним металом наллята безмовність,
Короткий меч і смертоносний спис.
Щоб не пісні – струмок музичних сліз,
Не шал хвилевий – чину недокровність, -
Напруженість, суцільність, важкість, повність
Та бронза й сталь – на тиск і переріс.

Євген Маланюк, [1927]

Із розвитком містобудування в Європі, і в Україні зокрема, виробничі центри почали переноситись із села в міста. Сприяли цьому розвиток товарного виробництва та торгівля. З XI-XIII ст. багато міст Європи здобули незалежність від влади феодалів та одержали так зване магдебургське право, тобто право на самоврядування. У містах з'явились ремісничі об'єднання, цехи. Головною функцією цехів була виробнича, але важливе значення вони мали й в оборонній та військовій справах.

Ручна ремісничя техніка стримувала зростання продуктивності праці, тому в пошуках полегшення важкої робітничої праці з'явились відкриття, що проклали шлях до світового перевороту у промисловості – “летючий човник” у ткацьких верстатах, парова машина, пароплав, паровоз тощо. Коротко й влучно цю ситуацію передав Євген Маланюк метафорою: “За добою – доба. За ерою – ера. Кремійнь. Бронза. Залізо. Радіо – сталь.”.

Перемога машинного виробництва дала поштовх до формування нового обличчя міст.

Уранці місто загуло,
Розбуджене гудками;
Залізо, камінь, мідь і скло
Озвались голосами.

Микола Вороний “Звір”, [1912]

На початку ХХ ст. в Україні почався масштабний історичний злам у суспільстві, викликаний революційними перетвореннями дійсності. Революційні романтики обстоювали ідеал модерної індустріалізації, оспівували в своїх творах робітничу тематику. Їх поезія “народжувалась з блискавки” за висловом українського поета Василя Швеця. А вірш Павла Тичини “Псалом залізу” став для нього зразком “стиснення думки”, коли у невеликій поемі вмістилося стільки часу й подій.

Ненавидим прокляту мідь,
Бетони і чугуни!
Ой, що там в полі, що за гук –
Татари, турки, гунни?
Виходим вранці як з печер –
Курить по всій країні! . .
Замість квіток шаблі, списи
Виблискують в долині . . .
Спахне – ударить – прогримить,
Затихне за горою –
І вже спішить, і вже шумить,
Вгорі над головою:
Копне копитом, зареве,
Підкине хмару сизу –
І з криком в небо устає
Новий псалом залізу.
Десь тут в кайданах право, честь.
Під вартою тут совість.
Хоч би вокзал побіг, гукнув,
Розбуркав промисловість!
Заслабло місто: кашель, кров.
На труп – ворони, галки. . .
Лише часом, немов крізь сон,
Музика й катафалки.
І ходить чутка: генерал
Утік із міста вранці.
Без бою, певно, і здадуть,
Коли кругом повстанці.

Стоїть завод, – не п'є, не їсть,
 Аж цвіллю взявся знизу. . .
 І мовчки в небо устає
 Новий псалом залізу.
 Минув, як сон, блаженний час
 І готики, і бароко.
 Іде чугунний ренесанс,
 Байдуже мружить око.
 Нам все одно: чи бог, чи чорт –
 Обидва генерали! –
 Собори брови підняли,
 Розбіглися квартали.
 Над містом зойки і плачі,
 Немов з перини пір'я. . .
 Зомліло, крикнуло, втекло
 Зелене надвечір'я.
 Це що горить: архів, музей? –
 А підкладіть-но хмизу!
 З прокляттям в небо устає
 Новий псалом залізу.
 “На чорта нам здалася власть?
 Нам дайте хліба, їсти!”

.....
 Пождіть, пождіть, товариші,
 Ще будем їсти й пити.
 Коли б ви нам допомогли
 Капіталістів бити!
 Ідуть, ідуть робітники
 Веселою ходою.
 Над ними стрічки й квітки,
 Немов над молодістю.
 Туркоче сонце в деревах,
 Голубка по карнизу. . .
 Червоно в небо устає
 Новий псалом залізу.

Павло Тичина “Псалом залізу”, [1920]

Робітнича тематика була близькою багатьом митцям. І ось Микола Хвильовий, за словами Майкла Йогансена, – “перший поет-робітник в Україні”, пише вірш-відповідь на “Псалом залізу”, – “Павлові Тичині”.

Кохаємо залізо й мідь,
 Бетони і чугуни –

Від них родилися громи,
 Але і співні струни.
 Нарешті ранок забував,
 Країна зорі має,
 Списами, шаблями в боях
 Ми з неба їх здіймаєм.
 В пилу вовтузимось щодня –
 Квітки нехай в долині.
 На революції конях
 Сконаєм у борінні.
 Наш кінь реве, копитом б'є,
 Подібний завше бісу,
 І панцир радості кує
 Новий коваль залізу.

Людина, яка осягнула дійсність через особисту участь у подіях, може відтворити трудовий та духовний ритм суспільства, передати словами пафос праці. Тому так природно поєднались поезія та документальність у вірші Миколи Хвильового “Молотки”.

Витанцьовують, сміються
 Дзвінко, дзвінко молотки
 Про весілля революцій –
 Цоки – цоки – цокотки!
 Міх задихався, не встигне,
 Важко – міх! – зітхав...
 Грюкотіли десь машини,
 Я з товаришем кував.
 Іскри брискали повсюди
 І – нема.
 Кузня їх вгорі закруте,
 Проковтне пітьма.
 Ну і день! Сорочка в піні,
 Візерунки на спині,
 А у горні шаруділо
 Листя золоте.
 Дух міхів підняв на вила,
 Віником мете.
 А в очах перстніє синьо,
 Як в червневі дні!
 Тільки це згадав, як танки,
 Знову в танки молотки!
 І виспівують про ранки:
 Цоки – цоки – цокотки!

Справжніх майстрів слова читач чи слухач цінує за об'єктивне зображення дійсності. Події в житті свого народу не можуть не хвилювати митців. Рядки їхньої поезії наповнені оптимістичним світосприйняттям та образною передачею тих революційних змін, що відбувались повсюдно в Україні.

Упало сонце за Дніпром
 На плечі вечора в задумі...
 Над містом блиск в вечірнім шумі
 Махає огненным крилом...
 Ген над рікою перед нами,
 Над голубим розливом вод,
 Підперли небо димарями,
 Встає задимлений завод.
 Вслухайтесь, друзі, в дужий гомін,
 Вдивляйтесь пильно в світлу даль, –
 То пломеніє сяйво домен,
 То із мартенів ллється сталь.
 В огні розтоплюйте руду,
 Розлийте чавуну озера,
 Щоб мільйони тонн продув
 Огнений подих бесемера,
 Щоб розплелись димові коси –
 Навхрест просторами, гудки,
 Піддайте сил, залізні крани, –
 Це ж нам творить в роки – віки
 Гордигись часом Дніпрельстану!
 Ми ростемо в труді, в боях,
 Під посвист куль, гарматні громи,
 Щоб оспівати у піснях
 Красу людей і велич домен

Іван Гончаренко “Домни”, [1923]

І день, і дим, і даль, і рими,
 Бадьорий крок, бадьорий спів.
 Шумлять міста. А десь над ними
 У небі арками легкими
 Цвіте мереживо мостів.
 Немов пожар на небокраї,
 Од нього в барвах далина
 То безнастанно і без краю
 Вкраїна з домен посилає
 Моря огненні чавуна.

Володимир Сосюра “Дніпрельстан” (уривок), [1926]

Події Другої світової війни стали темою номер один для більшості літераторів того часу, а для деякого залишаються такою й донині. Тільки майстерність митця в силі передати діалектику й драматизм переходу до мирного життя, коли “мечі перековували на орала”. Ярослав Шпорта написав прекрасний вірш “Балада про сталь” у 1948 році, в якому сталь змінює “воєнне” призначення на мирне.

Знайшов солдат у полі кусок чужої сталі,
 На неї глянув пильно та й зупинивсь в печалі,
 То був з щита гармати кусок чужої сталі.
 – Це ти, – спитав потому, – кромсала землю милу?
 Це ти, іржава, рурська, поля моєї місила?
 Ти думала – нікому збороть тебе несила?
 І сталь заголосила: - Мене кували в Рурі,
 Мене везли в Європі на повному аллюрі,
 І там, де я котилась, було як після бурі.
 За те, що я громила – мене затаврували.
 Я чула, як казали, що вбила я немало,
 Мене везли з Берліна в Карпатські перевали
 І ось мене розбили. Чи чуєш ти, солдате?
 Зроби гвинтівку з мене – я буду ще стріляти,
 Іще тобі здобичі здобуду я багато.
 Солдат суворий каже: – Одвоювалась, досить
 Зроблю щось інше з тебе. – Та сталь ізнову просить:
 В трьох війнах я бувала, у битвах незчисленних,
 Три рази я кипіла, розтоплена в мартенах,
 І тричі виливали важкі гармати з мене.
 То вже ж мені не бути ні череслом, ні ралом.
 Я – сталь, і войовничим звуть мене металом,
 Я – щоб вбивать, щоб різать. Зроби хоча б кинджалом!
 Та взяв солдат кусок той, одніс його до кузні,
 Нагрів в ковальськiм горні, і стали хлопці дружні,
 І молотів удари дзвенять, гримочуть пружні.
 І чересло зробили, пригвинчують до плуга.
 Іде солдат, сміється, заглибить плуг – напруга,
 Під череслом співає земля із поля – луга.
 А сталь вищить, скрегоче, немов жива, зубами,
 Іде солдат, співає. Господар йде полями.

Війна зруйнувала заводи й фабрики, домівки й установи. Відновити зруйновану економіку можна натхненною працею народу, який щоденно причетний до творення соціальної та психологічної історії, матеріальної та духовної культури. У вірші “Сталева книга”, написаному Ярославом Шпортою у 1952 році, поет дає метафоричний опис “незвичайної” книги, на аркушах якої писали поему:

Кожне слово в тій книзі хотів би я вірно узнати,
 Кожен лист я хотів би, неначе буквар, прочитати.
 А листів тих сталевих мільйони чи й більше – немало.
 Кажуть: людство подібної книги ніколи не знало.
 В ній листів не зшивають – попробуй-но зшити підняти!
 Тріснуть крани підйомні і рейки покорчаться м'яті.
 По частинах вантажать її на широкі платформи.
 Сто сторінок у пачку лягає – це стало за норми.
 Кожна фарбою пахне і фарбою сизою сяє.
 Хто б, здавалося, в світі цю книгу писав і читає?
 Бачив я, як писали її, цю величну поему,
 На свою, робітничу, так мало оспівану тему.
 Із далеких басейнів привезли для неї зачатки,
 Їх вантажили в скіпи меткі і веселі дівчатка.
 Домни сяяли ніччю, аж іскор метались хурдиги,
 І мартени варили метал для майбутньої книги.
 І прокатники звично вогненні листи потягнули,
 І про себе й про інших на них написати не забули.
 Так писали, як вмiли: життям трудовим і ділами,
 У цехах широченних, на станах, а не за столами.
 Впакували її, свої думи, гарячі й крилаті,
 І пішла тоді книга по світу широкім гуляти.
 На Далекому Сході, в тайзі, на одній корабельні,
 Хлопці пачку розшили, читають, уважні й ретельні.
 Добра слава про неї, як пісня, пішла у народі,
 Тую книгу читають робочі на автозаводі.
 Тракторобудівці з громом сторінки гортають уважно,
 І дописують книгу у битві танкісти відважні.
 І на сталі карбуються наші ймення і дати,
 Як ми вмiєм трудитись, як вмiєм у битві стояти.
 А сторінок все більшає, вписаних в книгу єдину,
 Кожна з них прославляє найкращу мою Батьківщину.
 Кожна пламенем світить і сяє гарячим промінням,
 Нашу славу безсмертну майбутнім несе поколінням.

Життєвий досвід засвідчив актуальність виробничої теми у світовій літературі впродовж багатьох років. Починаючи із 80-х років, в українській літературі все менше використовуються науково-технічні терміни, відбувається зміна понять, в яких звучить швидше безнадія та трагізм. Відбувається осмислення конфлікту людини з часом, порушення гармонії людини з природою.

Дроти високовольтні, дужі щогли,
 Портальні крани – фарба та метал,
 І чорні рейки, що важкі, як догми,
 І раптом, раптом... – сад! – мов кримінал.

Він тут припишк покинутим ескізом,
 Усьому світу і мені чужий!
 І день, перенасичений залізом,
 Немов пропасниця, гарячий і сухий,
 З усіх сторін блаженської огради
 Гуркоче металевий полігон,
 І яблуньки ці юні вже й не раді,
 Що зацвіли, – такий старий шаблон!
 Такий неметалевий повів цвіту,
 Такий непофарбований листок,
 Таке, як світ, одвічно юне віття,
 Такий живий – не віриться! – росток.
 Гудуть вгорі дроти високовольтні –
 Високої напруги дужий спів.
 Залізні балки, швелери консольні...
 А далі – зрозуміло все без слів.

Микола Кулиняк “Сад серед заліза”

З цього приводу письменник Левко Різник в одному з інтерв'ю висловив думку, що “духовність відстає від розвитку НТР”, тому й мало в українській літературі творів на виробничу тематику.

Людина змінює обличчя Землі. Її потужний вплив на природу пов'язаний з її розумом та його використанням для спрямування праці у потрібному напрямі. Перед людством відкриваються обрії далекого майбутнього, якщо воно не знищить себе технічними досягненнями та необдуманими діями. Ми повинні пам'ятати слова великого Каменяря:

Лиш в праці мужа виробляєсь сила,
 Лиш праця світ таким, як є, створила,
 Лиш в праці варто і для праці жить.

СИМФОНІЯ У СІРОМУ МАЖОРІ

Вечір, присвячений темі металу у світовій літературі

Розвиток суспільства проходив певні етапи становлення. Свідченням розвиненого суспільного виробництва є наявність комплексу всіх основних способів виробництва і операцій механічної та термічної обробки. Вони спрямовані не тільки на покращення існуючих властивостей предметів, але й на створення нових. Існує три періодизації часу: археологічна, історична та геологічна. Археологічна періодизація опирається на послідовність використання матеріалів для виготовлення знарядь праці: кам'яну, міднокам'яну, бронзову та залізну доби. А кожна доба поділена на періоди залежно від особливостей технології виробництва. У всесвітньому масштабі поряд використовувався і природний, і штучний матеріал, тому додатково ще проводилась періодизація за районами, тобто, де раніше знайшли відповідні матеріальні залишки.

До неоліту людина оволоділа фізичними властивостями майже всіх оточуючих її твердих матеріалів (мінералів, деревини, кісток, рослин, ґрунтів). Потреба в обробленні матеріалів вимагала найважливіших пристосувань і знарядь. Розвиток технологій оброблення матеріалів йшов паралельно із розробленням та вдосконаленням обладнання, пристосувань та інструментів. У пізньому палеоліті вперше було використано у виробництві обертовий рух, а у неоліті він набув особливого значення. Добування вогню у пізньому палеоліті було першим прикладом практичного використання закону перетворення енергії.

Виробництво стає розвинутим разом із залученням до нього всіх “стихий” природи – води, вогню, повітря та сонця. Використання відразу декількох стихій дало можливість вирішити важливі виробничі проблеми. Зокрема, розколоти камінь за допомогою вогню і води тощо. І з часу неоліту виробництво стає розвиненим настільки, що відбувається перехід до космічних масштабів. У результаті практичної діяльності людство одержало досвід та знання. Одночасно воно шукало нових засобів та форм отримання сенсу досвіду та знання, впорядкування і передачі його наступним поколінням.

Людина виготовляє різні потрібні речі з багатьох матеріалів. У процесі оброблення природний та штучний матеріали набувають соціального змісту у вигляді необхідних речей. Створені людиною витвори культури є штучними утвореннями і у природі втрачають свою первісну якість та руйнуються.

Повсякденне життя людей має багато граней, які розкриваються через складові культури, а саме технологічну, соціальну й ідеологічну. На думку сучасного культуролога Л. Уайта, кожен з компонентів культури відіграє певну функціональну роль, найголовнішою ж є технологічна, оскільки для того, щоб жити, людина повинна, першою чергою, мати житло, їжу, одяг тощо. Кожен етап пізнання, в процесі якого людина оволодіє різноманітними формами знань про навколишню дійсність, є сходинкою до храму культури. Через культуру людина пізнає світ і саму себе. Художньо-мистецька діяльність з її образними уявленнями про світ, суспільство, про можливості людини, з надзвичайно чутливим проникненням людської думки, уяви та почуттів у сфери, недоступні приладам, дозволяє познайомитися з цими гранями.

Сутність культури визначена присутністю людини в ній, її потенціалом та наслідками. Людина є там, де є духовне. Будь-який виріб є предметом культури, а знання про нього створює певне поле рефлексивного споглядання. Сприйняття виробу як об'єкта залежить від досвіду бачення предметного змісту. Щоб наше сприйняття дійсності не було фрагментарним, випадковим, необхідно охоплювати реальність, використовуючи всі можливості найвищого рівня пізнання – рефлексії рефлексії. Тобто чим інтенсивнішою є рефлексія, тим повнішим і глибшим буде проникнення у сутність явищ.

У творах мистецтва якби знімаються просторові межі. Подумки внутрішнім зором можна осягнути всі моменти, пов'язані зі створенням артефакту. Знанням може бути все те, що допоможе побачити всі прояви людського існування і введе нас у нові реалії. Одним із шляхів одержання таких знань може бути, наприклад, художня література: у літературі багатьох народів зустрічається образ Прометей. Прометей – це образ так званого культурного героя, або евергета, вчителя та покровителя, який приносить людям небесний вогонь – символ розвитку культури. Міф про нього має кілька мотивів, наприклад, – викрадення для людей вогню, навчання їх усіх ремесел, мистецтв і наук тощо. Цей образ є уособленням самовідданості, незгасного прагнення допомогти людству, шляхетних вчинків і почуттів. Уперше літературно опрацював образ Прометей Гесіод і, прагнучи збагнути, що несуть із собою прогрес та розвиток науки, переходить до роздумів про майбутнє людства та пише про лихоліття “залізного віку”.

Батьком давньогрецької трагедії називають поета Есхіла, який прославляв мужність, силу розуму, незламність людського духу. До світової літератури він увійшов як поет, що звеличив Прометей.

А хто сміливість має нам сказати,
що він поперед мене з-під землі дістав
для користі й потреб людських залізо,
ще срібло, золото та мідь?

– Ніхто, якщо хвалитися не хоче.

Коротше, знайте, всі мистецтва
людські пішли від Прометей.

(Переклад В. В. Дмитренка)

Подарунки Прометей дали відчутний поштовх розвитку суспільства. З виникненням відтворювального господарства, його вдосконаленням постійно поглиблювались знання про навколишній світ, сили природи, про людину та її працю. У V ст. до н. е. були закладені основи філософії, релігії, світогляду та основних жанрів літератури стародавньої Греції. Розширювались і функції античної літератури. Художній поступ літератури на початках цивілізації починався з міфології, яка дала усьому світові крилаті слова й вирази. Разом із завоюванням місця під сонцем у Греції виникла епічна поезія, найпоширенішими напрямками якої були героїчний та дидактичний епос. Греки надзвичайно відчували красу кожної речі. Недаремно грецьке слово *поет* означає творець, винахідник, а *поема* – праця, твір. Час від часу, особливо на зламі або епох чи зміни суспільних відносин, перед людством гостро постає проблема моральності через зростання всюдозволеності, агресії, недотримання законності. І в цей час народжуються справжні перлини літературного жанру, які живуть віками, не втрачаючи своєї актуальності. Якщо звернутись до античності, то в поемах Гомера “Іліада” та “Одіссея” ми бачимо правду та поезію

життя. Ще Платон писав, що Гомер виховав усю Елладу, бо у його поемах: “взаємодіють точність, реалізм деталей і метафоричність вислову” [6, с. 37].

Великі поети античності зображали реальне життя крізь призму прекрасного, бо у той час ремесло ще не відокремилось від мистецтва. Їхні твори мали два плани. Перший план подавав опис щоденного життя людей і праці ремісників, а другий передавав емоційне сприйняття навколишнього. Взірцем такого опису є майже вся XVIII пісня “Глади” Гомера, присвячена описові щита Ахілла. Тільки людина, здатна відчутти поезію праці, могла так переконливо й з любов’ю розповісти про роботу в кузні. Одне з найстародавніших ремесел на землі – ковальська справа – осяяне високою поезією Гомера і вдалим перекладом І. Я. Франка [1, с.314].

...залишив він Фетиду й до кузні вернувся.
Зразу ж міхи скерував на вогонь і звелів працювати.
Всі вони разом – аж двадцять було їх – задихали в горна
Різноманітним диханням, що сильно вогонь роздувало,
Й допомагали то швидко кувати, а то повільніше,
Як того волив Гефест, щоб виконати працю найкраще.
Міді незламної й олова досить він в полум’я кинув,
Цінного золота й срібла додавши. Ковадло велике
Він приладнав до підставки ковальської міцно, в правіцю
Молот узяв величезний, тримаючи в лівій обцецьки.
Приготував він насамперед щит – міцний і великий,
Гарно оздоблений всюди, ще й викував обід потрійний,
Ясноблискучий, та ззаду посріблений ремінь приладив.

Цей щит зробив сам бог – коваль Гефест, якому прислужують штучні золоті діви, перші роботи [1, с.313]:

...Поруч із ним поспішали,
Наче дівчата живі, дві служниці, із золота куті.
Мали і розум у грудях вони, і мову, і силу,
І від безсмертних богів усякої праці навчилися.

У іншого визначного поета Еллади Гесіода також є опис щита, але іншого героя – Геракла. До нас дійшло тільки дві його поеми – “Теологія” та “Роботи і дні”. Продовженням “Теології” є поема, у якій втрачено початок і названу пізніше “Щит Геракла”. У ній поет розповідає про генерацію героїв, що виводили своє походження від богів. Одним із них був Геракл, син Зевса та Електриопіди. У III пісні автор описує озброєння Геракла [8, с. 345-346]:

Так сказав і наложив наголінники з спижу гірського
Ясні на ноги, оба від Гефайста дарунки коштовні;
Потім на груди надів кутий панцир із самого злата,
.....

Також і плечі укрит відвертаючим горе залізом.

І. Я. Франко у перекладі вживає старовинну назву бронзи “спиж”, яка використовувалась в Україні з прадавніх часів.

У IV-XII піснях описуються сюжетні лінії, зображені на щиті. У кожній з них яскраво передано красу використаного матеріалу для відтворення реальних речей. Наприклад, у V вірші лапіфи у війні з кентаврами “лито з срібла, золоте в них окуття на тілі”. У VII вірші лицар Персей не торкався щита “ні ногами, ні суставом жадним” [8, с. 347-349]:

Диво дивне, бо нічим до щита не прикріплений був він, –
Так і зробили його руки славного бога хромого з золота.

У стародавній Греції все, що необхідно було пам’ятати, набувало віршованої форми. Особливо це було важливо у випадках, коли текст передавався з уст в уста, а зміст мав бути стабільним. На відміну від звичних для нас римованих віршів, грецькі були ритмовані. Найбільше це відчутно у гексаметрі Гомера. Взагалі, ритми – це велика загадка Природи. Вчені різних спрямувань вивчають ритми у своїй царині, зокрема у мистецтві, є вони й в музиці, віршах, архітектурі. Те саме стосується і біології людини – ритми настрою, натхнення тощо. А найзагадковішим є зв’язок ритмів живої і неживої природи.

Віршування практичних порад передавало трудовий досвід. Якщо таких порад було багато, вони зливались у розповідь, яку використовували у навчанні ремісників.

Дидактичний епос виконував навчально-виховну мету, тому в ньому зустрічається моралізування на тему праці й ролі людини. Найкращим зразком таких творів є поема Гесіода “Роботи і дні”, в якій вперше у світовій літературі описано хліборобську працю.

В античних часах були спроби періодизації історії людства, зокрема Платоном, Гесіодом та Овідієм Назоном. У кожному підході використовувалось те, як автори розуміли влаштування та впорядкування людського життя. Це був той час, коли люди вже освоїли вогонь, який їм дав Прометей, мистецтва, що одержані від Гефеста разом із його помічницею Афіною.

Періодизацію історії у вигляді п’яти поколінь розглядає Гесіод у своїй поемі “Роботи і дні” [9, с.189-193].

Створили передусім покоління людей золоте
Вічноживі боги, володарі олімпійських помешкань.
Був ще Крон-повелитель у той час владикою Неба.
Жили ті люди, як боги, зі спокійною і ясною душею,
Горя не знали, не знаючи трудів. І печальна старість
До них наближатись не сміла. Завжди однаково сильні
Були їхні руки і ноги. В бенкетах вони життя проводили.
А вмирили, як нібито сном оповиті. Нестача

Була їм ні в чому невідома. Великий урожай і обильний
 Самі давали собою хлібодарні землі. Вони ж,
 Скільки хотілося, трудилися, спокійно збираючи багатства, -
 Стад багатьох володільці, люб'язні серцю блаженних.
 Після того, як земля покоління це покрила,
 В милостивих демонів усі перетворились вони на земельних
 Волею великого Зевса: людей на землі охороняють,
 Зірко на праві наші діла і неправі дивляться.
 Питьмою туманною зодягшись, обходять усю землю, даючи
 Людям багатство. Така їм царська шана дісталась.
 Після того покоління друге, вже набагато гірше,
 Зі срібла створили великі боги Олімпу.
 Було не схоже воно із золотим ні обличчям, ні мислю,
 Сотню років зростала людина нерозумною дитиною,
 Вдома біля матері доброї забавами дитячими втішаючись.
 А, нарешті, змужнівши й зрілості повної досягши,
 Жили тільки малий час, на біди себе прирікаючи
 Власною глупотою: бо від гордощів диких не в змозі
 Були вони утриматись, безсмертним служити не хотіли.
 Не приносили й жертв на святих вівтарях олімпійцям,
 Як за звичаєм людям належить. Їх під землею
 Зевс-громовержець сховав, розгнівавшись, що шаноб люди
 Не воздавали блаженним богам, що на Олімпі жили.
 Після того, як земля покоління й це покрила,
 Дали їм люди найменування підземних смертних блаженних.
 Хоч і на місці другому, та в пошані у смертних і ці.

Втретє родитель Кронід покоління людей говорящих
 Мідне створив, ні в чому з попереднім не схоже.
 Зі списами. Були ті люди могутні й страшні.
 Любили грізне діло Арея – насильництво. Хліба не їли.
 Міцнішим заліза був дух їхній могутній. Ніхто наблизитися
 До них не наважувався: великою силою вони володіли,
 Й непоборні руки росли на плечах многосильних.
 Були з міді доспіхи у них й із міді оселі,
 Міддю роботи вершили: ніхто про залізо не відав.
 Сила жахлива власних рамен принесла їм погибель.
 У глухомань вони душу страхаючого Аїда
 Всі незійшли безіменно; і, хоч які були жахопомні,
 Чорна смерть їх взяла і позбавила сяяння Сонця.

Після того, як земля покоління це вкрила,
 Знову ще покоління, четверте, створив Кроніон
 На многодарній землі, справедливіше давніх і краще, –

Славних героїв, божественний рід. Називають їх люди
Напівбогами: вони на землі проживали пред нами.
Грізна їх погубила війна і битва жахлива.
В Кадмовій області славній одні полягли,
Біля Фів семивратних, де паслись Едіпові стада.
В Трої інші загинули, на лодіях чорних попливши
Заради Гелени Прекрасної через безодні морські.
Багатьох у кривавих боях виконання смерті покрило;
Інших до меж землі переніс громовержець Кроніон,
Дав харчування їм і оселі окремо від смертних.
Серцем ні дум, ні турботи не знаючи, вони безтурботно
Обіч вод океанських острови населяють блаженні.
Тричі на рік хлібодарні ґрунти цим героям щасливим
Солодом рівне медам повнопліддя приносять.
Якби я міг не належати п'ятому віку!
Як я хотів би померти раніше його чи пізніше вродитись!
Землю тепер населяють залізні люди. Не буде
Їм передиху ані вдень, ні вночі від трудів, і від горя,
Й нещастя. Турботи важкі їм боги подарують.
(Все ж до цих бід домішаються й блага.
Зевс покоління людей говорящих погубить і це
Після того, як на світ вони стануть являтися сиві.)
Діти – з батьками, а ті – із дітьми домовляться не зможуть,
Відцураються друзі, чужим стане гостю хазяїн.
Більше не буде любові братів, як колись те бувало.
Старість зовсім перестануть тоді шанувати;
Лютою лайкою будуть старих осипати
Розбещені діти, що не знають розплати боргів;
Не захоче ніхто постачати старим харчування.
Правду замінить кулак. Міста підпадуть пограбунку.
І не здобуде ні в кого поваги ні клятвохранитель,
Ні справедливий, ні добрий. Радше нахабі й злодюзі
Стануть шанобу співати. Де сила, там буде і право,
Сором пропаде. Чоловіку хорошому люди погані
Брехливими клятвами шкодити стануть.
За кожним зі смертних людей безталанних посуне
Заздрість злорадна та ще й двоязика із видом потворним.
Скорботно з землі на Олімп многоглавий,
Міцно плащем білосніжним закутавши тіло,
До вічних богів вознесуться тоді, відлетівши од смертних,
Совість і Сором. Лише найжорстокіші біди
Людям залишаться там, на землі. І від зла порятунку не буде.

Кожному поколінню відповідає метал, який найбільше використовують до вжитку.

Минуло багато часу. І вже в часи Платона налічували тільки чотири покоління: золоте, срібне, мідне і залізне. Платон пов'язував етапи історії людства з утворенням різних видів влади, які він описав у своїх “Законах”. Але дослідники в його описах бачать й ознаки археологічних епох. Прядіння, плетіння, невипалений глиняний посуд та статуетки тварин і жінок відповідають у нашому розумінні протонеоліту. У першій платоновій “державі” поряд з новими видами господарської діяльності вже використовували випалену кераміку, але ще не мали виробів з металу. До ознак другої належать терасне землеробство, єдність племен, поява вибраних, які стали місцевими володарями. Задоволення суспільних потреб та особистих амбіцій представників влади стало можливим з появою мідних виробів. Таку державу можна вважати суспільством мідного віку. Через обмеженість чистої міді у самородному вигляді мідний вік самостійно тривав недовго й перейшов у епоху бронзи. А друга держава перейшла у третю, початок якої пов'язують з виникненням Трої. Прихід до Греції дорійців, а разом з ними й великої кількості виробів військового призначення з нового, кращого за властивостями металу – заліза, започаткував епоху раннього заліза, якій, за Платоном, відповідає четверта “державна” [9, с. 188-189].

У кожному творі поряд з поступом суспільства розглядається і зло, яке приносить все досконаліший за властивостями метал. За часів мідного віку вже вперше зафіксовано війни, але вони ще не були грабницькими. [9, с. 196]. Є згадки про те, що римський форум мав мідний дах.

Іншою потужною постаттю античності є римський поет Овідій (43 р. до н. е. - 18 р. н. е.). Його твори живили розум і душу не одного митця на теренах Європи. Поет, романтик у душі, і одночасно один із почту імператора, який мав би дбати про інтереси імператора Августа та держави, вирішував дилему: як узгодити обов'язок громадянина з інтересами душі. Овідій створює “Фасти” – історико-поетичний коментар до римського календаря. Але його лебединою піснею стає поетичний переказ про перетвілення – “Метаморфози” [6, с. 146]. В міфології є безліч легенд про перетвілення. Багато матеріальних об'єктів мали описи своїх перетвілень. До таких перетворень можна віднести й історію ласого до золота царя Мідаса.

Назва твору “Метаморфози” є цікавою ще й тому, що у часи Овідія точилась боротьба навколо матеріалістичної теорії Тіта Лукреція Кара та все більший вплив мали східні релігії, для інших характерним є уявлення про переселення душ.

У Овідія в “Метаморфозах” історія людського суспільства складається з чотирьох періодів.

Вік золотий було вперше посіяно. Чесність і Правду
Всюди без примусу, з власної волі в той час шанували.

Люд ще ні кари, ні страху не знав, бо тоді не читав ще
Грізних законів, карбованих в мідь; ще юрба не тремтіла
Перед обличчям судді – проживала й без нього в безпеці.
З гір у ту пору підтята залізом сосна не спускалась,
Щоб до заморських країв поплисти на розгойданій хвилі.
Смертні й не знали, що є ще десь інший, крім їхнього, берег.
Міста тоді звідусіль обривистий рів не освободив,
Ще не ячала сурма та й ріжків ще не чуть було мідних,
Ще не блищали ні меч, ні шолом. Не тримаючи війська,
В тихім дозвіллі спокійно жили-вікували племена.
Без обробітку й земля, що не відала ран од заліза,
Щедро, по волі своїй, усіяку приносила живність.
Люди, вдоволені тим, що само, без принуки, зростало,
Терен по схилах гірських і пахучі суніці зривали,
Темні ожини, що густо гілки обліпляли колочі,
Дуб же, Юпітера дерево, рясно родив їм жолуддя.
Вічна буяла весна. Під віянням теплих Зефірів
Солодко, наче вві сні, самосійні гойдалися квіти.
Так от і лан, хоча плуга не знав, не лежав перелогом,
Гнав свою хвилю важку - золотавим пишався колоссям.
Ріки пливли молоком, хвилювалися ріки нектаром.
Медом жовтавим зелені дуби ненастанно точились.
Потім, як древній Сатурн повалився у темрявий Тартар,
Світ під Юпітером був. Появилось срібне поріддя,
Гірше, ніж золото, хоч од рудої цінніш було міді.
Весну колишню всевладний Юпітер обмежив у часі
Літом, зимою, сльотливою осінню; хутко минати
Стала весна - лиш четверта частина квапливого року.
Саме тоді замигтіло повітря від спеки сухої,
Саме тоді задзвеніли бурульками води під вітром.
Тут і під кривлю ввійти довелось: то в печерах селились,
То під наметом із пруття та лоз, переплетених ликом.
Саме в ту пору з'явився рільник, і Церерине зерно
В темну лягло борозну, й під ярмом заревіла худоба.
Трете на зміну йому підійшло тоді – мідне поріддя.
Грізної вдачі було й до жорстокої зброї покvapне,
Ще не злочинне, однак, як останнє – з заліза твердого.
Тут же в цю гіршу, залізну добу всяка скверна ввірвалась;
Тут же, сумні, відійшли – Соромливість, і Чесність, і Віра.
Вслід їм на землю Облудність прийшла, Віроломність, а з ними -
Чвари, Насилля сліпе й до багатства Жадоба злочинна.
Парус тоді забілів, хоч весляр на вітрах ще не знався,
Й сосна, що цупко своїх верховин донедавна трималась,
Ось уже днищем ковзким на чужій захиталася хвилі.

Землю ж, яка була в спільному вжитку, як сонце й повітря,
 Помежував як уздовж, так і вшир землемір хитромудрий.
 Не вдовольняючись тим, що дає вона – як і належить –
 Хліб та всілякі плоди, зазирають уже в її надра.

Й ті, що заховані там, що вповиті стігійською млою,
 Вже виринають скарби – й на лихе підбивають людину.
 Зблиснуло згубне залізо й ще згубніше золото – й тут же
 Встала, жадлива до них, невсипуща Війна, й забряжчала
 Зброя в жорсткій руці, що багрилась пролітою кров'ю.
 Люд на грабунок іде. На господаря гість зазіхає,
 Тестя вистежує зять, уже й братня любов ненадійна.
 Жінка грозить чоловікові, він же чигає на неї.
 Мачуха дітям готує із трав зелену отруту.
 Синові знати кортить, чи то скоро впокоїться батько.
 Впала вже віра в богів, і остання із жителів неба
 Землю, зволожену кров'ю людей, покидає Астрейя.

Велет доби Високого Ренесансу відомий нащадкам як Мікеланджело, вкладав у мрамур свою душу, переносючи центр уваги із прекрасної форми на глибину змісту. Роботу з металом не любив. Відомо, що папа Юлій II, якого було обрано на папський престол восени 1503 р., наказав Мікеланджело зробити його бронзовий портрет [5, с. 36], щоб встановити на вічну згадку болонцям про себе. Майстер без ентузіазму виготовив з бронзи велику статую, тому що, окрім його нелюбові до портретного жанру, технічна сторона роботи завдавала йому клопотів. Статую встановили на фасаді церкви св. Петронія. У 1511 році у Болоньї спалахнуло повстання, громадяни скинули статую папи-завойовника й переплавили на гармату. Так загинуло поодиноке металеве творіння генія. Виріб з каменю має ту перевагу над металевим, що камінь доступніший до використання і військові події не завжди руйнують вироби з нього.

Мікеланджело на звістку про смерть Вітторії Колонни, з якою його поєднували роки дружби, написав глибоко філософський вірш про природу таланту митця (сонет XIV):

Як людську форму з каменя твердого
 Мій грубий молот висікати береться,
 То тільки з волі бога надається
 Його ударам напрямку ясного.
 Є й в бога молот, – він якщо зведеться,
 то б'є вправніш од молотка земного,
 То ж кожен прилад на землі кується
 Цим вічним молотом в руках у бога.
 Що вище в кузні зводять молот, – краще
 Він б'є, та ось занадто вгору звівся
 Священний молот, я ж внизу лишився;
 Мій молот проти нього негодящий,

І тільки він, як буде воля бога,
Удосконалити мій молот може.

(Пер. М.П. Бажана)

Сонети Мікеланджело Буонарроті сповнені філософською глибиною і силою вислову. Ось як просто й образно захоплює його праця коваля (сонет № 87):

Лише коваль уміє розбудить
Істоту гнучкості, заховану в металі.
І вишива митець узори досконалі,
З пломіння прядучи ясного злата нить.

Михайло Васильович Ломоносов був надзвичайно талановитою людиною: вчений – природодослідник, енциклопедист, художник, історик і поет. У працях з природознавства він торкався питань з фізики, хімії, металургії. Його вважають засновником нової російської літератури. В одному зі своїх поетичних творів М. В. Ломоносов так описав металургійний процес:

Железо, золото, медь, свинцова крепка сила
И тягость серебра тогда себя открыла,
Как сильный огонь в горах сжигал великий лес;
Или на те места ударил гром с небес;
Или против врагов народ, готовясь к бою,
Чтоб их огнем прогнать, в лесах дал волю зною;
Или чтоб тучность дать чрез пепел древ полям
И чистый луг открыть для пожити скотам;
Или причина в том была иная,
Владела лесом там пожара власть пылая,
Тогда в глубинный дол текли ручьи из жил,
Железо и свинец, и серебро топилось,
И с медью золото в пристойны рвы катилось.

У 1999 р. сповнилось 200 років найвідомішому твору німецького поета та драматурга Йоганна Фрідріха Шіллера “Дума про дзвін”. У ньому він прославляв творчу працю та мир. У поєднанні гуманних цілей та поетичного викладу, здавалося б простої праці, полягає виховне значення твору. Мажорний настрій поетичного твору збережений вдалим перекладом М. О. Лукаша.

Форма глиняна червона
В землю накріпко вроста,
Нумо, братці, лити дзвона,
Це робота не проста!
Треба поту і мук,
Треба добрих рук,

Треба розуму та вміння,
 Ще й небес благословіння.
 Гей, несить мерщій до горна
 Ви сухих соснових дров.
 Щоб металу твердь відпорну
 Щирий племінь поборов.

Наготуйте мідь,
 Олова візьміть.
 Та й заваримо на славу
 Ми круту дзвонову страву.
 Наша каша спузирилась,
 Бути з каші кулешу!
 А щоб краще розварилось,
 Всипте в суміш поташу
 Так, хлоп'ята, так,
 Одгортайте шлак,
 Щоб сполучені метали
 Чистим дзвоном нас вітали,
 Мішанина в рурки дметься,
 Аж клекоче – напіра,
 Вмочеш прут – він склом візьметься,
 Значить лити вже пора.
 Нуте, пару проб,
 Чи доладний стоп
 Чи до міри вклали в нього
 Ми твердого і м'якого.
 До заливки все готово,
 Суміш вийшла до пуття.
 Помолімося, братове,
 Щоб вдалося нам лиття!
 З Богом приступи,
 Вибивай чопи –

Хай по ринві буйно хлине
 Шумовиння огнеплинне.
 Ось у форму рівно й хутко
 Вже віллявсь огненний пруд;
 Та чи дійде все до skutку,
 Чи не дарма вміння й труд?
 Що як десь не так,
 Що як вийде брак?
 Ми голубимо надії,
 А тим часом лихо діє.

Поки дзвін наш остигає,
 Можна, друзі, спочивать,—

Як пташки в зеленім гаї,
 Будем весело співать
 В небі рій зірок –
 Гарний вечорок!
 Хлопцям вже не до роботи,
 Тільки майстрові турботи.
 Розбивай тепер опоку –
 Відслужила вже своє,
 Хай вдоволеному оку
 Мудрий витвір постає.
 Молот “гуп – гуп – гуп!”
 Глина “луп – луп – луп!”
 Коли має дзвін родитись,
 Форма має розвалитись.

Зуміє майстер як годиться
 Розбити форму в слухну мить,
 Та горе, як сама звільниться,
 Клекочучи, кипляча мідь!
 Потокотом яросно – червоним
 Вона прорве затворну твердь
 І вогнедишучим драконом
 Навколо сіє згубу й смерть.
 Радість, радість Бог послав нам!
 Подивіться: із лушпи
 Золотим, блискучим, славним
 Наш визернюється дзвін.
 Грає, мов зоря,
 Мрія бронзаря,
 Ще і гербова оздоба
 Славить майстра – дзвонороба.
 Ну, час настав!
 Усі до нас! Ми по закону
 Дамо ім'я новому дзвону –
 Нехай він зветься Мирослав.
 До єдності, до приязні, до згоди
 Нехай він кличе землі і народи.

Нехай він служить у житті
 Митцем накресленій меті:
 В небесній синяві над нами,
 Над падолом земних турбот,
 Нехай сусідиться з громами,
 Сягає зоряних висот,
 Хай буде істини глаголом
 І славить мудрощі Творця,
 Як зорі, що безвічним колом

Вінчають роки без кінця.
 Нехай із мідної гортані
 Нам вічності віщає глас,
 Хай в безнастанному літанні
 Крильми черкається об час.
 Хай долю словом нагородить,
 Хоч сам без серця, без чуття,
 Нехай незмінно супроводить
 Завжди мінливу гру життя.
 І як в повітрі завмирає
 Його гудіння голосне,
 Хай вчить людей, що все минає,
 Що одлунає все земне.

А тепер на ливні вгору
 Піднімайте з долу дзвін,
 Щоб до вільного простору
 В царство звуків злинув він.
 Вище, вище, ввись!
 Дзвоне, озовись!
 Просвіти нам згоду щирю,
 Голос щастя, голос миру!

У 1835 році у Фінляндії вийшла складена Е. Ленротом поема карело-фінського епосу “Калевала”. У стародавні часи вірили, що коваль може викувати будь-що, і навіть слово, голос чи пісню. Ця віра яскраво відобразилась у фольклорі слов’ян, балтів, карелів, германців та інших європейських народів [2]. Один з героїв карело-фінського епосу “Калевала”, коваль Ілмарінен таким чином виготовляв металеві вироби і зміцнював їх, здійснюючи магічні дії.

І коваль той, Ілмарінен,
 Із вогню залізо взявши і поклавши на ковадло,
 Бив по ньому без упину,
 Щоб м’яким було залізо.
 Щоб кувалися із нього
 Гострі списи та сокири.
 Та щоб крицею залізо стало,
 Треба гартувати,
 Після бійки,
 Після тих тортур страшених
 Кинути в холодну воду.
 Ще коваль той, Ілмарінен,
 Здогадався взяти попід,
 Долучити лужний розчин –

Сік для міцності заліза.
Отакє – загартування.

(Пер. Є. К. Тимченка)

У 1860 році було присуджено Демидівську премію Петербурзької Академії наук Фрідріху Рейнгольду Крейцвальду за наукову роботу, а саме відтворення початкового вигляду естонського епосу про героя Калевіпоєга. “Калевіпоєг” став провісником відродження естонського народу, наріжним каменем розвитку його культури, мистецтва та літератури. Герой епосу – трудівник, який одночасно селянин, і мореплавець, будівничий і захисник народу. Але йому необхідна й відповідна зброя, яку може створити “фінн старий, коваль відомий” [3, с. 64-65].

От перед його очима
Розстелилася долина,
А вже через кілька кроків
Чулися міхи ковальські,
Молотів важкі удари.
Гупотіння по ковадлу
Дотикалось вух героя.
Калев-син чув гуркотіння
І пришвидшив крок щосили,
Щоб зустрітись, подружитись
З фінським ковалем славетним.
Посередині долини,
Під шатром дерев тінистих,
Під горою таємниче
Приховалась фінська кузня.
Тільки дим давав ознаку,
На здогадування – іскри,
Більшу – міха роздування,
Ще ясніше – дзвін заліза.
Тут знаходилася кузня,
Молоти робили діло.
Фінн старий, коваль відомий,
Дідуган, як саж, чорний,
Разом із трьома синами
Знаючи таємний спосіб.
І сини його, підмайстри,
Сажочорні, як і батько,
Влучно молотами били,
Виробляючи залізо.
І меча червоне лезо –
Наче кров на нім майбутня –
Глухо охало від болю,
Лезо, кліщами затисле,

На ковадлі все стогнало
 Під ударами важкими
 Молодих молотобійців.
 Ремеслом займався ковальським,
 Ковалі вогонь тримали
 Силою міхів роздутих,
 То кували, то м'якшили
 У багрянім світлі горна,
 Викарбували тонко,
 Вибивали дуже щільно,
 Охолоджували різко,
 І росою гартували,
 І лещатами згинали,
 Випробували зброю,
 А чи гідний меч то буде?

Щоб з'явився витвір рук майстра, необхідно знати технологію виготовлення конкретної речі, вміти вибрати потрібний за властивостями матеріал і додати мечу “сил багато” “ковальськими чарами” [3. с. 67].

Працював коваль сім років
 З коваленками своїми,
 Меч кував, згинав дугою,
 І вирівнював, і гладив,
 Загостряв тоненьке лезо,
 То стискав, то відтягав знов.
 Із семи сортів заліза
 Він спаяв крицеве лезо.
 Виголошував щоденно
 При своїй роботі мудрій
 Сім завітів заклиналих,
 Справжніх слів, що міць творили,
 І мечу ковальські чари
 Додавали сил багато
 Гартував крицеве лезо,
 Сім разів його вмочивши
 У семи у водах різних.
 Лезо з криць семи гатунків
 Шведського було заліза.
 І держак блискучий срібний,
 Золота коштовна ручка
 З самоцвітами із Кунгли.
 Пас бляшаний, семибарвний,
 Пряжка бронзова на ньому,
 Інші з талярів блискучих,

І на пряжках тих оздоба
Із коштовного каміння.

(Пер. А. Ряппо)

Американський поет Генрі Лонгфелло, який жив у ХІХ ст., написав поему “Пісня про Гайявату”, яка принесла йому всесвітню славу [4]. В основу поеми лягли індіанські легенди. Герой Гайявата так буде пірогу, як металург створює найкращу сталь:

Так пірога збудувалась
Понад річкою в долині,
В гущині лісів зелених.
І життя лісів було в ній,
Всі їх тайни, всі їх чари:
Гнучкість темної модрини,
Легкість білої берези,
І сучків кедрових міцність,
На воді ж вона гойдалась
Наче жовтий лист осінній,
Наче жовтая лілея.

(Пер. О. І. Олеся)

У всі часи кращі властивості металів використовувались для визначення особливих якостей людини. Якщо воля, то залізна; слово, то тверда криця; серце, то гартоване тощо. На зламі двох століть розгорнулись історичні процеси в багатьох країнах світу, що вимагали від людини визначення свого місця у цьому житті, сповідання певних цінностей. У цей час польський поет Леопольд Стафф написав співзвучний з епохою вірш “Коваль” [7].

Безформні уламки дорогоцінних руд
З глибин ества свого вижбурюю ненатло,
Як той вулкан, та крізь палючий перегуд
Я їх несу й кладу на крицяне ковадло.
Громами молота в породу б'ю байдужу,
В метали іскряні, що їх вогонь аж гне,
Бо викувати з них для себе серце мушу –
Гартоване на честь, потужне і ясне.
Знай, серце, що коли, явивши вдачу хвору,
Ти тріснеш, скривишся і викажеш покору,
Мов грім, моя рука в пил розіб'є тебе!
Згинь, розпанахане ударами титана,
Ніж маєш болями своїми жить, як рана,
Прокляте кволістю, надтріснуте, слабе.

(Пер. Д. В. Павличка)

У першій чверті ХХ ст. в науці було зроблено чимало відкриттів. Перед вченими відкривались нові обрії як у глибини Космосу, так

і у мікросвіт. Спрагли до нових вражень поети звернули свої погляди до науки та техніки. Образи природних процесів та явищ, що зродились у їхній уяві, лягли на папері поетичними рядками. Американський поет ХХ ст. Джон Апдайк в одній із своїх поем, а саме “Танці твердого тіла”, так описав утворення кристалічної ґратки:

До замку Кристалічної структури
Усі ворота замкнені були,
Та крізь заслону пильної сторожі
Рентгенівський промінчик прослизнув.
І розпочався в замку дивний бал:
Збиралися по дві пари для кадрилі,
І Кремній з Вуглицем єднали руки
Під музику іонного оркестру,
І для Іон для всіх і ні для кого.

(Пер. В. В. Дмитренка)

Упродовж свого життя людина контактує з різноманітними матеріалами. Одні використовують довго, інші після певного терміну викидають. Але природні ресурси обмежені, тому необхідно думати про їх економне використання, а також, якщо можна, шукати для них інше призначення. Нетрадиційним шляхом пішли скульптори-авангардисти. У всі часи для виготовлення скульптур одним із кращих матеріалів вважалась бронза. Завдяки її властивостям збереглися в часі унікальні твори мистецтва. А сучасні скульптори, дизайнери інтер'єру використовують метал у вигляді стружки, дроту чи інших форм. У своїх роботах вони відкривають естетичні якості кожного з металевих матеріалів. Наприклад, під час відповідного оброблення сталевя стружка від нагрівання набуває гарного синьо-фіолетового відтінку, латунна виблискує золотом, бронзові вироби вражають старовинним виглядом. Матеріальна і духовна культури є відкритими для впливу, їхнє оновлення викликане потребами людей. Разом зі змінами в культурі змінюється і сама людина, а від рівня її “окультурення” залежать ціннісні надбання та способи освоєння дійсності. Недаремно вчені у матеріальних і духовних надбаннях людства вивчають все глибші історичні пласти, порівнюючи рівні розвитку культури різних цивілізацій. Хто заповнить нові сторінки історії культури?

1. Гомер. Іліада / Пер. Б. Тена. – К.: Дніпро, 1978.
2. Калювала / Пер.С.Тимченка. – К.: Основи, 1995.
3. Калевіпоег. Естонський народний епос / Упор. Ф. Р. Крейцвальд. Пер. А. Ряппо. – К.: Дніпро, 1981.
4. Лонгфелло Г. Пісня про Гайявату / Пер. О. Олеся. – К.: Веселка, 1983.
5. Мікеланжело: Збірник / Упор. М. Бажан. – К.: Мистецтво, 1975.
6. Підлісна Г. Н. Світ античної літератури. – К.: Наукова думка. 1989.

7. Світовий сонет / Пер. Д. Павличка. – К.: Дніпро, 1983.
8. Франко І. Я. Твори. – У 50-и тт. – Т.8. – К.: Наукова думка, 1979.
9. Чмихов М. Від Яйця-райця до ідеї Спасителя: Монографія. – К.: Либідь, 2001.
10. Шіллер Ф. Естетика. – К.: Мистецтво, 1974.

СИМФОНІЯ МЕТАЛУ

Сценарій вечора охоплює всі теми з матеріалознавства

На сцену виходять ведучі:

Ведучий I: Грецький поет Гесіод писав, що ще з прадавніх часів Земля сама годувала людський рід. Люди жили щасливо і без турбот. Все життя були молодими, а після смерті ставали добрими небожителями. Це був “золотий” вік.

Ведучий II: На зміну “золотому” вікові прийшов інший, “срібний”. Люди вже не так прислуховувались до богів і змушені були обробляти землю. У “срібному” віці після короткого земного життя люди не потрапляли на священну гору Олімп, однак ставали почесними богами підземного світу, Аїду.

Ведучий III: По волі Зевса виникло плем’я гігантів “бронзового” віку – диких, войовничих, кровожерливих, які володіли мідною і бронзовою зброєю. Вони безславно зникли за підземною рікою смерті Стіксом. Тоді Зевс створив четверте плем’я – героїв. Але і вони загинули у битвах під Фівами та Троєю і, звільнившись від земних турбот, оселилися на островах вічного раювання, що знаходилися, за уявою древніх, на краю землі.

Ведучий II: А в часи Гесіода настав “залізний” вік, повний постійної праці, тривоги та страждання. Люди стали скупими, лихими й розпусними.

Музична пауза. *Виходить учень у жовтому вбранні з табличкою на грудях “Золото”.*

Золото було першим металом, який люди почали використовувати. Правда, з нього не можна було зробити зброю або знаряддя праці. Але знайомство та робота з золотом принесли людям досвід, який став у пригоді під час оброблення інших металів. Сотні років золото текло до єгипетських фараонів з Нубії. Археологічні розкопки відтворили ту розкіш, якою були оточені фараони у стародавньому Єгипті. Справжньою скарбницею була гробниця фараона Тутанхамона, який помер зовсім молодим близько 1350 року до н.е. Тільки його золотий саркофаг важив 110,4 кг.

Музична пауза. *Входить учень у рожево-червоному вбранні з табличкою на грудях “Мідь”.*

Ведучий III: Мідь зустрічається у природі у вигляді самородків, з яких легко виробляти наконечники для стріл, списів. Люди зробили відкриття, з’ясувавши, що при холодному куванні мідь змінює свою форму, стає твердішою та міцнішою. А якщо мідь нагріти, то вона стає м’якшою.

Пройшло немало часу, перш ніж люди навчилися плавити метал та відливати його у форми. Техніка обробки металів досягла незвичної висоти для свого часу. Але знання про метали та сплави, вміння ними користуватися були доступними лише для вибраних.

Музична пауза. *На сцену вибігають Олово, Свинець, Миш'як, Сурма і по черзі кружляють з Міддю. А потім всі разом. Далі знову по черзі. Темп швидкий. Музика затихає і всі завмирають.*

Якщо до міді додати олово, то одержимо олов'янисту бронзу. А якщо додати свинець ?

Вибігає наперед Свинець і вигукує: Свинцева!

А якщо додати олово разом із свинцем ?

Вибігає Олово і разом із Свинцем вигукують: Олов'яностосвинцева!

Ведучий I: Поряд із бронзою люди все частіше стали використовувати інший метал, який ще більше надавався на виготовлення інструментів та зброї, – залізо. Його історія також починається з глибоких віків.

На південному узбережжі Чорного моря жив таємничий народ – ковалі хабібери. Вони добували залізо з руд, уміли одержувати сталь. Але цей підневільний народ постачав залізо могутньому ассирійському царю.

Учень читає уривок із вірша М. В. Ломоносова:

Железо, злато, медь, свинцова крепка сила
И тягость серебра тогда себя открыла,
Как сильный огонь в горах сжигал великий лес;
Или на те места ударил гром с небес;
Или против врагов народ, готовясь к бою,
Чтоб их огнем прогнать, в лесах дал волю зною;
Или чтоб тучность дать чрез пепел дров полям
И чистый луг открыть для пожити скотам:
Или причина в том была иная,
Владела лесом там пожара власть, пылая,
Тогда в глубинный дол текли ручьи из жил,
Железо и свинец, и серебро топилося,
И с медью золото в пристойны рвы катилось.

Ведучий II: Вогонь! Він несе людям страждання, муки, але вогонь – це життя. Хто не пам'ятає трагічної долі гордого титана Прометея...

Учень читає уривок із творів Есхіла:

А хто сміливість має нам сказати,
що він поперед мене з-під землі дістав
для користі й потреб людських залізо,
ще срібло, золото, та мідь.
Ніхто, якщо хвалитися не хоче.
Коротше, знайте, всі мистецтва
людські пішли від Прометея.

Ведучий II: Безсмертний Гомер з великою повагою ставився до “головного інженера” священного Олімпу – бога Гефеста. В знаменитій “Іліаді” він так описав технологію виготовлення щита для Ахіла:

Учень читає уривок з “Іліади” Гомера:

Кинув до горна він олово та незборимої міді,
золота й срібла коштовного. Потім ковадло велике
він приладнав на широку опору. Взявши в правницю
молот великий, а лівою кліщі затиснув
й викував щит для початку, міцний і надійний.

Ведучий III: Металургія –лише одна з наук, пов’язаних з металами.

Виходять учні з нагрудними написами: “Металознавство”, “Фізика металів”, “Хімія”, зупиняються посередині сцени.

Тільки завдяки спільним зусиллям цих наук безперервно вдосконалюється технологія та переробка металів, а також розширюється використання металевих матеріалів.

Під час цих слів учні беруться за руки і підіймають їх угору.

Наука розвивається завдяки титанічній праці людей.

СЦЕНКА: алхімік у темному довгому халаті ходить уздовж столу, де є багато пробірок. Зливає, переливає рідини, додає складники. В пробірках відбуваються реакції. Біля нього знаходиться учень, який, спостерігаючи за діями вчителя, питає:

Учень: Учителю! Чому ти так багато проводиш дослідів? Невже таким шляхом досягнеш бажаної мети?

Вчитель: З давніх часів на Сході існує вчення про те, що всі метали в природі переходять один у другий і, врешті-решт, перетворюються в свинець. Проте мене цікавить не свинець, а золото. Передостаннім утворюється золото.

Учень: Це ж довго потрібно чекати, доки утвориться золото!

Вчитель: Але я мушу спочатку знайти філософський камінь, який у тисячі разів прискорює процес взаємного перетворення металів. Якщо філософським каменем торкнутись будь-якого металу, то метал перетвориться у золото!

Ведучий I: Тільки зараз ми віддаємо данину тим першим алхімікам. Хай їх теорія була хибною, змішаною з забобонами і чаклунством, але шукаючи філософський камінь, вони відкрили тисячі хімічних реакцій, створили хімічний посуд, розробили способи сполучення й розділення речовин, їх очищення та перегонки. Вони зробили багато відкриттів. Наприклад, алхімік Бйотчев відкрив секрет виробництва порцелянового посуду.

СЦЕНКА: *учень, одягнутий у темний костюм з погонами, ходить сценою і ніби розмірковує:*

Чому клинки із дамаської сталі такі міцні та легкі? На льоту розрубують шовкову хустинку? Я вже додав до заліза і золото, і платину, і срібло, і навіть АЛІМАЗ! Все даремно. От якби можна було зазирнути всередину сплаву! *(Пауза)*. А що коли я спробую використати мікроскоп?

(Пауза. Ходить, розмірковуючи). Відполірую поверхню, протравлю кислотою... Я мушу довідатися, що є всередині металу! (Вибігає).

Ведучий II: Так, Павло Петрович Аносов побачив, що метал складається з волокон, які іноді переплітаються сіткою, іноді тягнуться паралельно (*підіймає плакати з структурами*). Він здогадався пов'язати розташування волокон із механічними властивостями. Якщо волокна не розірвані, а тягнуться вздовж виробу та повторюють всі його згини, тоді метал має найбільшу міцність.

Ведучий III: Зі скіфами на території України остаточно утвердився залізний вік. Вперше залізо з'явилося ще за кіммерійців, але тільки у скіфів воно стало основним металом, з якого виготовляли більшість зброї та знарядь праці. З бронзи відливали лише вістря до стріл, прикраси, певні типи посуду, оздоби кінських вуздечок і нагрудників та деякі інші речі.

“Бій скінчився, гомін стих.

Бродять степом леви.

Спить у піхвах золотих

Грізний меч сталевий”

(Б.Мозолевський “Скіфський степ”)

Ім'я активного громадського діяча, українського вченого–археолога Олександра Миколайовича Поля ввійшло в історію розвитку залізорудної промисловості України та розвитку культури на Катеринославщині. Багато зробив О.М.Поль для розвитку залізорудної промисловості на Катеринославщині і для створення нового металургійного центру в Україні.

Ведучий I: Мандруючи степами в пошуках козацької старовини, Олександр Миколайович якось зайшов у Дубову балку неподалік річки Саксагань на Криворіжжі. Він обстежував це місце як археолог і краєзнавець, але випадково натрапив на інші скарби – на залізну руду, яка виходила на поверхню ґрунту біля річки.

Хоч залізну руду на Криворіжжі знайшли ще до Поля, але ніхто не поцікавився багатством покладів і вмістом заліза. З великими труднощами, з допомогою закордонних спеціалістів, йому пощастило встановити, що тут знаходяться величезні поклади залізної руди, яка до того ж найкраща в світі, оскільки містить 70 % заліза.

Ведучий II: Вдячні нащадки спорудили бронзовий пам'ятник “новоросійському Колумбу” Олександрю Полю в Кривому Розі. Вчений зібрав величезну колекцію старовини. Вона стосувалась й кам'яної доби, тому що були в ній різноманітні вироби з граніту, а також бронзової й залізної діб. Найціннішою була та частина колекції, яку він зібрав у Запорізькій Січі. Після смерті О.М.Поля ця колекція ґрунтовно поповнила музей, директором якого на той час був його товариш Дмитро Іванович Яворницький. На честь цього патріотичного вчинку іменем Олександра Поля було названо Катеринославський краєзнавчий музей.

Ведучий III: 1900 рік. У Парижі відбулася Всесвітня виставка. На неї з'їхалися також найвідоміші металурги світу. Перед ними виступив з доповіддю відомий французький металург Монгольф'є: "Панове! Я вважаю своїм обов'язком відкрито заявити в присутності такої кількості знавців і спеціалістів, що наші заводи та сталеварна справа значною мірою зобов'язані успіхом працям і дослідженням російського інженера Дмитра Костянтиновича Чернова. Запрошую всіх засвідчити йому своє шанування від імені представників всієї металургійної промисловості".

Ведучий I: Хто ж такий Дмитро Костянтинович Чернов? Молодий інженер-металург, який працював на заводі, що належав батькові майбутнього композитора Петра Ілліча Чайковського. Завдяки глибоким знанням і природній спостережливості йому вдалося розгадати багатовіковий секрет гартування: сталь має певні значення температур, проходячи які, змінює властивості. Відкриття кристалічної будови металів також належить йому.

Ведучий II: Роботи Д. К. Чернова стали віхою в історії металургії. Вони перетворили металургію з ремесла, де все досягалось досвідним шляхом, у точну науку. Тому й заслужив Дмитро Костянтинович Чернов захоплення сучасників та подяку нащадків.

Ще в 1784 році монах Аюї висунув гіпотезу про те, що кристали складаються з цілком однакових "цеглинок" постійної форми. Майже 100 років наука не мала засобів для перевірки цього цікавого припущення. І ось на початку ХХ століття в Мюнхені в одному з барів відбулася за столом така розмова фізиків:

СЦЕНКА:

Фізик Макс Фелікс Теодор Лауе: А я кажу, що загадкові Х-промені є хвилями, а довжина цих хвиль не перевищує відстані між атомами твердого тіла. Якщо це так, то кожна така хвиля обов'язково повинна "відчувати" атоми. Вона ніби "крокує" від атома до атома.

Фізик Ернест Вагнер: Я не погоджуюся з такими припущеннями!

Фізик Лауе: Що ж, тоді закладаймося!

Фізик Вагнер: Гадаю, що нас розсудить Вальтер Фрідріх. Він у нас прекрасний експериментатор.

Фізик Лауе (звертаючись до Фрідріха): Як ти маєш намір це довести?

Фізик Вальтер Фрідріх (після деяких роздумів): Я гадаю, що потрібно поставити фотопластинку за кристалом у напрямі дії рентгенівського променя. (Залишає друзів, які продовжують гомоніти між собою).

У цей час виходить учень і читає уривок із поеми "Танці твердого тіла" американського письменника Джона Апдайка:

До замку Кристалічної структури
Усі ворота замкнені були,
Та крізь заслону пильної сторожі
Рентгенівський промінчик прослизнув.
І розпочався в замку дивний бал:
Збирались по дві пари для кадрили,

І Кремній з Вуглецем єднали руки
Під музику іонного оркестру,
Та грав Іон для всіх і ні для кого.

(Пер. В. В. Дмитренка)

Вбігає фізик Вальтер Фрідріх і вижує: "Є, є...!!! (показує рентгенограму)".

Ведучий II: Вперше людина бачить сліди утаємнених досі атомів власними очима.

Ведучий III: Метали, які і люди хворіють, але своїми "металевими" хворобами.

СЦЕНКА: *За столом сидить циганка. Над нею напис "Металознавець". На столі колода карт. Входить пишно одягнута пані в червоному одязі із написом "Мідь". Видно, що їй дошкуляє радикуліт. Сідає перед циганкою.*

Циганка: На що скаргишся, красуне моя?

Мідь: Бабусю, хворію я. І не знаю, чому. Болить кожна кісточка, ломить все тіло. Поворожи, бабусю...

Циганка кидає на картах, щось буркоче, спльовує вліво, вправо.

Циганка: Золотце моє! Бачу, що на тебе погано впливають двое красенів. Вони мешкають зі ста п'ятьма іншими мешканцями в одному будинку. Перший красень у першому номері, другий – у шістнадцятому. Остерігайся їх!

Мідь *(хапається за серце):* Це Водень та Кисень! *(виходить).*

Входить хлопець. На заплямленому одязі напис "Олово", йде так, ніби боїться найменшого поштовху. Тихенько сідає на край стільчика і дивиться перед собою.

Циганка: Що сталося?

Олово: Щось зі мною діється, сам не розумію. Був я гарним, здоровим хлопцем, білошкірим, як дівчина, хоч працював важко. Одного разу холодною зимою я занедужав. Став сірим, вкрився плямами. Що мені робити? Як лікуватися?

Циганка: *(розкинула карти, похитала головою):* Так, так. Все зрозуміло. Тобі не можна охолоджуватись нижче $-13,2^{\circ}\text{C}$. Навіть зігрівшись, ти довго будеш пам'ятати наслідки своєї хвороби.

(Олово, похнюпившись, виходить).

Ведучий III: Ось чому загинула експедиція Роберта Скотта, ось чому в французьких солдатів армії Наполеона зимою 1812 року відпадали гудзики!

До речі, чи ви чули про німі та співучі сплави? Якщо ні, зараз почуєте.

Бере різні камертони і відтворює звуки. Пізніше те саме робить із дзвониками. Входить "Олово" і пробує невдало під музику співати. До нього підходить "Цинк" і допомагає співати. Спів поліпшується.

До них приєднуються "Залізо" та "Срібло". (Пісню можна обрати довільно, але найкраще підходить "Вечірній дзвін"). Під час злагодженого співу учні виносять плакат з написом "Бронза". Так, співучим сплавом

називають бронзу, завдяки її властивостям ми чуємо прекрасні звуки музичних інструментів.

Ведучий III: Тепер уявімо собі сучасний цех заводу, де працюють десятки верстатів. А що коли основні деталі, такі як, скажімо, станина, будуть зроблені зі співучих сплавів? (*Хапається руками за голову і хитає нею*). Всім доведеться ходити в навушниках! І саме завдяки німим сплавам, таким як чавун, робітникам не дошкуляє оперний спів верстата.

Виходять на сцену троє учнів і виносять велику книгу, на якій написано "Калевала". Розкривають її і один з них читає:

І коваль той, Ілмарінен,
із вогню залізо взявши
і, поклавши на ковадло,
бив по ньому без упину,
щоб м'яким було залізо.
Щоб кувалися із нього
гострі списи та сокири.
Та щоб крицею залізо стало,
треба гартувати,
після бійки,
після тих тортур страшених
кинути в холодну воду.
Ще коваль той, Ілмарінен,
здогадався взяти попід,
долучити лужний розчин
сік для міцності заліза.
Отаке загартування!

Ведучий I: Ви здогадалися, тепер ми поговоримо про термічне оброблення.

Якщо нагріту до червоного кольору сталь опустити в воду, то вона стане міцнішою та твердішою. Це і є гартування. Його відкрили в стародавньому Єгипті. З приводу термічного оброблення можна розповідати багато і жахів, і смішних історій. Ось одна з них:

На березі Північного моря в Англії знаходиться старовинне місто Шеффілд – центр виробництва сталі. У минулому столітті звідси аж в Америку возили воду для гартування. В чому ж причина? Що змушує сталь змінювати свої властивості?!

Виходять учні з написом "Залізо" і тримають в руках кристалічні ґратки альфа- та гама-заліза.

Ведучий II: Властивості заліза залежить від виду кристалічної ґратки, яка утворюється при різному охолодженні. Різні рідини неоднаково охолоджують метал. Це дуже суттєво. Ступінь перебудови кристалічної ґратки з однієї форми в іншу обернено залежить від швидкості охолодження.

Ведучий III: У термічному цеху металургійного заводу стався такий випадок. Одного дня деталі почали виходити з води незагартованими, хоча ніхто не змінював технології. Ніхто нічого не міг зрозуміти. Так тривало до того часу, поки син старого майстра не зізнався, що помив у воді руки з милом.

Через те, що загартована сталь є твердою та крихкою, після гартування проводять відпускання, щоб зняти внутрішнє напруження та зменшити твердість і крихкість.

Ведучий I: Властивості металевого матеріалу, а саме його міцність й твердість, залежать не тільки від термічної обробки, а й хімічного складу.

Герой індіанського епосу, мудрий та сміливий Гайавата, збудував свою швидкокрилу пірогу. Він узяв у стрункої берези міцну кору (*виходить учень з написом "Хром"*), у зеленого кедра гнучке листя (*виходить учень з написом "Манган"*), у розлогої модрини волокнисте коріння (*виходить учень з написом "Нікель"*), у духмяної ялинки смолистий сік (*виходить учень з написом "Вольфрам"*), а в їжака колючі голки (*виходить учень з написом "Кобальт"*). І вийшов човен, який увібрив у себе могутню лісову силу:

Учень читає уривок із "Пісні про Гайавату" Генрі Лонгфелло:

Так пірога збудувалась.
Понад річкою в долині,
В гущині лісів зелених.
І життя лісів було в ній,
Всі їх тайни, всі їх чари:
Гнучкість темної модрини,
Легкість білої берези
І сучків кедрових міцність
На воді ж вона гойдалась,
Наче жовтий лист осінній,
Наче жовтая лілея.

Природа підказала Гайаваті, що для створення досконалого виробу потрібно зібрати разом матеріали з різними властивостями.

А тепер перенесемося в одну незвичайну країну **Сталевію**, якою керують двоє володарів: **Залізо** та **Вуглець**.

На сцені великий напис "СТАЛЕВІЯ". Входять двос: хлопець і дівчина. Роззираються і про щось шепчуться між собою. Потім дівчина зупиняється посередині сцени, дивиться догори і читає уголос:

Дівчина: Сталевія... Ти не знаєш, що це таке?

Їй відповідає голос невидимої людини.

Голос: Ви потрапили у незвичайну країну "Сталевію".

Дівчина та хлопець разом: Хто це?

На сцену виходить екскурсивод.

Екскурсивод: А ви хто? Як ви сюди потрапили?

Учні: Ми учні технічного ліцею.

Хлопець: Я навчаюся в групі наладників верстатів і роботів з програмним керуванням.

Дівчина: А я в групі конструкторів.

Екскурсовод: Мене звати Металевія (Металіст). Я познайомлю вас з нашою прекрасною країною.

Учні сідають з одного боку сцени, а екскурсовод – з іншого.

Екскурсовод: У нашій країні є три великих міста, в яких живуть сталі. *(Звертається до залу).* Підкажіть, будь ласка, які...

Вигуки з залу: Конструкційні, інструментальні та з особливими властивостями.

Екскурсовод: Правильно. Ці міста називаються Деталеград, Інструментоград та Техноград. Населення міст різноманітне, а об'єднує їх галузь використання.

Вбігають учні і несуть напис “Деталеград”. За ними входять постаті, що відрізняються одягом.

Екскурсовод: Населення Деталеграду складається із трьох груп сталей. *(Звертається до залу).* Хто підкаже, які сталі живуть тут?

Голос із залу: Сталі звичайної якості, якісні та автоматні.

Екскурсовод: Правильно.

На сцену виходить чотири учні, ритмічними рухами зображають роботу деталей в механізмі. Раптом одна з них зламалась. Підбігають двоє, беруть її під руки і виносять. А на місце зламаної деталі підводять іншого учня. Деталі знов працюють. Так повторюється декілька разів.

Хлопець: Я зрозумів. Це були автоматні сталі.

Екскурсовод: Наступна група – це якісні сталі. Вони мають широке поле діяльності. З них можна виготовляти деталі холодним штампуванням...

(Входить учениця. Лунає дзвін і вона приймає форму якоїсь деталі. Так продовжується кілька разів. Під час першого перетворення, що супроводжується дзвоном, входить учень з написом “Сталь 20”).

Екскурсовод: Це була дуже пластична сталь. *(Бере еспандер і розтягує).* А з якої сталі можна виготовити цей еспандер?

Голос із залу: З пружної сталі, як для ресор.

Екскурсовод: Правильно, це сталь... *(Виходить учень із написом “Сталь 65Г”).*

Шум на сцені, ніби відбувається бійка. З'являються учні із плакатом “Інструментоград”.

Екскурсовод: Ось, бачите, якими активними є мешканці нашого другого міста Інструментограду. О, вони люблять показувати свою міць, силу. Погляньте, який йде загін інструментів-трудівників. *(Йдуть учні в комбінезонах і на плечах або в руках несуть інструменти – молоток, зубило, лінійку та різець).* Це все вуглецеві сталі. Якщо виникнуть складні умови, то вони не впораються. На допомогу їм прийдуть леговані сталі.

Проходять учні з написами 9ХС, 5ХВ, Р9, Р6М5.

Екскурсовод: Зверніть увагу на цю сім'ю. Це швидкорізальні сталі (показує на Р9, Р6М5).

1900 рік. Париж. Спеціалісти вперше почули про швидкорізальну сталь, яку винайшов Фредерік Вінслоу Тейлор. Всі погляди були спрямовані туди, у Париж, на Всесвітню виставку, на грандіозне видовище мистецтва, науки та технічного прогресу. Багатолюдно було біля павільйону США, особливо біля стендів фірми “Бетлехем Стіл”, яка виготовляла інструменти.

Натовп спеціалістів зібрався у майстерні біля верстата, коли відбувалась демонстрація цієї сталі. Інструмент з цієї сталі працював на швидкості різання в чотири рази вищій за робочу. Так почали переможну ходу інструменти зі швидкорізальної сталі.

Дівчина: А яку сталь потрібно використати для виробу, матеріал якого під час роботи має бути міцним і зносостійким? Наприклад, для трамвайних стрілок.

Екскурсовод: Є така сталь, і має вона цікаву історію створення.

Входить учень і тримає напис “Сталь Гадфільда 113Г13”.

Екскурсовод: У 1858 році народився Роберт Гадфільд. Металургія стала справою його життя. Під час експериментів він легував сталь найрізноманітнішими елементами, як це робили і до нього. Один з цих елементів і зробив Гадфільда відомим. Ця сталь містила близько 12 % мангану. Вона не була подібною до інших сталей. Наприклад, якщо її загартувати, то вона стане не твердішою, а м'якшою. А от якщо таку сталь кувати, то під ударами молота вона ставатиме твердішою. Чим більше тиснеш на неї, тим більшою буде деформація, а значить і твердість. Багато хто не вірив Гадфільду, звинувачував його у некомпетентності. Адже було йому тоді лише 25 років. Але факти говорять самі за себе. Тепер ніхто, напевно, не згадує винахідника цієї незвичайної сталі, коли трамвай зі скреготом їде або повертає по стрілках.

Хлопець: Ви сказали, що у вас є три міста. Яке ж третє і хто в ньому живе?

На сцену виходять учні і несуть напис “Техноград”.

Екскурсовод: А вони самі познайомляться з вами.

З групи відокремлюється один і починає розповідь.

Перший учень: Сталь – це тисячоликий матеріал. Але вироби з неї мають один дуже суттєвий недолік – вони піддаються корозії. У 1912 році Едуард Маурер та його керівник професор Штраус винайшли першу неіржавіючу сталь Х18Н8. А за нею інші леговані сталі, які мають ще несподіваніші властивості. Сталевари, як чарівники, шляхом легування (по ціні починають проходити учні, на грудях у них написи металів) починають одержувати неіржавіючі, кислотостійкі, жароміцні, окалиностійкі, холодостійкі та інші сталі. Це і є мешканці міста Техноград.

Сценою в такт музики походжають учні, а на грудях – символи цих сталей. Лунає фрагмент музичного твору.

Екскурсовод: Чи задумувались ви над технічними назвами? Чому саме так вони звучать? В одних галузях більше полубляють використовувати назви країн, імена вчених. А в металургії часто використовують назви тварин. Спробуємо перевірити ваші знання іноземних мов. Хто скаже, що в перекладі з французької мови означає слово “four” (*Зробити паузу*)? Правильно, це слово означає “вовк”. Цим словом у зміненому вигляді німецькі металурги називають крицю, тобто губчасте залізо або мало-вуглецеву сталь – “люппе”.

Екскурсовод: Чавун після виплавки заливають у спеціальні форми і одержують чушку. У Франції її називають “geuse”. Хто скаже, що це означає? (*Зробити паузу, поки з залу хтось не дасть відповіді*). Правильно, слово це означає “гусак”. Метал, який застигає на стінках печей або на дні при порушенні ходу процесу, німці називають “sau”. Що це означає? (*Зробити паузу*). Правильно – “свиня”. А російські металурги називають “козлом”.

Екскурсовод: У XIV столітті розплавлений чавун вважали непотрібним продуктом, його виливали у спеціальні ями і називали “ferkeleisen”, а в Англії “pig-iron”. Хто перекладе ці вислови? (*Вибухи з залу “поросяче залізо”*). Правильно, “поросяче залізо”.

Багато існує термінів, однак не всі вони добре розшифровані. А їх дослідження допомогло б встановити взаємозв'язки розвитку культури та техніки!

Екскурсовод: У Китаї набагато раніше, ніж в Європі, навчилися виплавити чавун та заливати його у форми. Існує таке повір'я. В VII ст. нашої ери монах Чен Гун повинен був відлити величезну фігуру Будди висотою 20 м. Чен Гун почав роботу, маючи 20 років. Перша спроба закінчилась невдало. У 40 років він знову спробував відлити скульптуру, але його спіткала невдача. В 60 років повторилась та ж історія. Коли ж востаннє плавка підійшла до кінця і залишилось тільки залити у форму метал, 80-річний майстер кинувся у розплавлену масу, щоб викликати милість у небес. Боги прийняли таку жертву і статуя вийшла досконалою. З того часу такий метал почали називати (*зробити паузу, може, хтось вгадає*) – чугун або чавун.

А що за музика весь час супроводжує нашу розмову? Давайте спробуємо провести експеримент. Всі беруть участь у ньому. Завдання полягає ось у чому: уважно послухайте цю музику і спробуйте вгадати під враженням чого вона була написана. (*Дати послухати 3-4 хвилини, потім послухати відповідь декількох чоловік*).

Екскурсовод: У 1905 році великий французький композитор Моріс Равель мандрував на яхті ріками Європи. Він відвідав великий завод, розташований на Рейні. Побачене композитором вразило його: “...те, що я побачив вчора, закарбувалось у пам'яті і збережеться назавжди. Це гігантський ливарний завод, на якому щодоби працює 24 тисячі чоловік... Як передати вам враження від царства металу, цих палаючих храмів вогню, від цієї чудової симфонії свистків, шуму приводних пасів, гуркоту молотів, які падають на вас зі всіх боків... Як це музикально!”.

І ось у 1928 році ним було написано мелодію до невеликого балету “Болеро”. В ній відчуваються індустріальні ритми. За 17 хвилин звучання ми чуємо 4 тисячі ударів барабану. Справді симфонія металу! (*Звучить “Болеро” Равеля*).

2.4. ВІКТОРИНА З МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

1. Якому хімічному елементу поставили пам'ятник в одній зі столиць Західної Європи?

У 1958 році в Брюсселі, столиці Бельгії, на території Всесвітньої промислової виставки споруджено пам'ятник залізу у вигляді моделі кристалічної ґратки, збільшеної в 165 мільярдів разів. Дев'ять величезних металевих куль, діаметром 18 м, ніби зависли у повітрі: вісім у вершинах куба, а дев'ятий у центрі. Цей пам'ятник назвали Атоміум. Він є символом головного металу промисловості.

2. Хто в Україні у двадцятому столітті підкував блощицю золотими підковами?

На відміну від легендарного Лівші український майстер Микола Сядристий підкував не механічну, а живу блощицю. Її було оброблено спеціальним розчином для тривалого зберігання, а потім за допомогою мікроскопа на кожну ніжку майстер прикріпив мікропідківку трьома цвяшками. Довжина цвяшка – 6 мікрон.

3. Як називається найбільший самородок золота зі скарбів Алмазного фонду Радянського Союзу?

У 1842 році в долині річки Міасс, що на Уралі, кріпак Сюткін знайшов великий самородок золота вагою 36 кг. Він одержав назву “Великий трикутник”. Це один з найбільших самородків золота, який зберігся до нашого часу. Зберігається у Алмазному фонді Росії.

4. За смерть якої людини перський двір віддав одну з найбільших своїх коштовностей – алмаз “Шах”?

30 січня 1829 року у Тегерані спалахнули виступи прихильників національної незалежності, внаслідок чого загинув російський посол, письменник Олександр Сергійович Грибоедов. Щоб уникнути небажаних наслідків убивства посла могутньої держави, до Петербурга відбув принц Хосрев-Мірза з завданням залагодити конфлікт. Так російський уряд одержав одну з найбільших коштовностей перського двору – алмаз “Шах”, який зберігається у Алмазному фонді Московського Кремля.

5. Які назви мають алмази технічного призначення?

Природні алмази, знайдені у родовищах, сортують на ювелірні та технічні. Лише 20% добутих алмазів мають ювелірне призначення. Решта використовується для технічних потреб. Залежно від будови технічні алмази мають різні назви – *борт*, *карбонадо* і *баллас*. Борт – це алмаз, що складається зі сукупності зрощених дрібних алмазів. У 1843 році, в Бразилії, у штаті Байя, було відкрито карбонадо – буро-чорний мікрокристалічний агрегат (скупчення) алмаза, який завдяки великій в'язкості користується великим попитом у промисловості. Баллас – це алмаз, що має форму кулеподібних агрегатів променевої будови кристалів.

6. В якій місцевості в Україні було знайдено найбільший у світі топаз?

У 1965 році неподалік Володимира-Волинського в Україні було знайдено близько 100 кристалів топазу вагою більше 500кг. Серед них знаходились три важких камені – 117, 110 і 116,4 кг. Раніше знаходили зразки вагою 50-57 кг.

7. Де в Україні знайшли один з найбільших самородків бурштину?

90% всього бурштину у світі добувається у селищі Янтарному Калінінградської області Росії. Найбільші зразки бурштину на території колишнього Радянського Союзу знаходили в Прибалтиці та Україні. У кінці XIX ст. у Прибалтиці було знайдено шмат каменю вагою 7 кг. А в Україні у 1977 році у Львівській області знайшли два самородки бурштину: один мав форму клина і важив 6 кг, а другий нагадував кісточку персика і важив 1,270 кг.

8. Де знаходиться єдиний у світі пам'ятник залізному метеоритові?

У 1749 році в межиріччі Сесім та Убей коваль Медведєв знайшов залізну глибу вагою 687 кг і перетягнув до себе на подвір'я. Вона пролежала там до 1772 року, коли про знахідку почув академік П. С. Паллас. Завдяки його намаганням знахідка потрапила до Петербурзької академії, де її дослідили вчені. Так було зроблено відкриття, що започаткувало новий напрям у науці: глиба виявилась речовиною, що мала неземне походження, і була великим метеоритом. А на місці знахідки, у тайзі було споруджено єдиний у світі пам'ятник метеоритові.

9. Як називались перші нагороди Київської Русі?

Найвідомішими стародавніми нагородами Київської Русі були гривни. Гривна була першим знаком військової відзнаки, яку дружинники одержували від князя. Її носили на шиї як почесну нагороду.

10. Звідки пішов вираз “копійка”?

У літописах згадується, що у 1553 році цар Іван IV наказав виготовляти нові срібні гроші, на яких було зображено воїна, що сидів на коні і тримав у руках списа (російською – копьё). Звідси гроші одержали назву “копейні”, яка з часом перетворилась у “копійку”.

11. Як називалась перша золота монета Київської Русі?

Першу золоту монету у Київській Русі викарбував князь Володимир. Вона одержала назву “злотник” і важила близько 4 грам.

12. Хто і коли винайшов електрозварювання?

Новий спосіб з'єднання металів – електрозварювання – був відкритий у 1881 році російським винахідником Миколою Миколайовичем Бенардосом. Вчений його демонстрував у Парижі, де було багато охочих купити право на винахід. Однак М. М. Бенардос відмовився, оскільки вважав, що винахід має використовуватись вітчизняною наукою. Довгим і важким був шлях визнання винаходу в Росії. Все майно винахідника продали протягом часу, який вчений чекав на одержання “Привілею на спосіб з'єднання і роз'єднання металів безпосередньо дією електричного струму”. Останній притулок хворому і бідному вченому надала знайома з м. Фастова, яка облядала маленьку лабораторію, де він міг продовжувати досліді. Помер учений у 1905 році, залишивши 200 проектів і винаходів, найголовніший з яких – електрозварювання.

13. Який бронзовий витвір мистецтва називали одним із чудес світу?

Понад 2500 років тому грецький скульптор Харес відлив 32-метрову (заввишки з 8-9 поверховий будинок) бронзову статую бога Геліуса, відому як Колос Родоський. Через півстоліття стався землетрус і статуя впала. Вже в наш час Колос Родоський відроджено у новому матеріалі – алюмінії. Колос в перекладі з грецької мови означає “велика статуя”.

14. Звідки походить вираз “Довести до білого гарту”?

У цьому виразі йдеться про те, що людина у стані гніву втрачає самоконтроль. Зміни у поведінці людини відображаються на обличчі, яке переважно червоніє. Цей вираз ототожнює стан людини з процесом термічного оброблення металу. Під час нагрівання метал спочатку червоніє, а згодом, при високій температурі, біліє.

15. Звідки походить вираз “Дзвонити в усі дзвони”?

Такий вираз використовують у тому випадку, коли необхідно привернути увагу широкої громадськості до важливої події.

У давнину таким чином скликали людей з різного приводу. Кожна церква обов'язково мала дзвін, який обслуговував дзвонар. Змінюючи розмір дзвону, можна було одержувати різні “голоси”. Тому, маючи

в руках кілька шнурів від дзвонів різного розміру, дзвонар міг одержати мелодійні переливи звуку. Кожній події відповідала своя мелодія.

16. Що означає вислів “Між молотом і ковадлом”?

Це такий стан речей, коли небезпека загрожує з обох боків або людина потрапила у скрутне становище. Цьому вислову відповідає аналогічний: “Бути між Сіцллою і Харибдою”. Так називалися дві потвори, що за переказами жили на протилежних берегах Сіцилійської протоки. Вони нападали на кораблі, що пропливали цією протокою. Неймовірно важко було проплисти повз потвор і залишитися живими. Що, зрештою, вдалось здійснити Одиссею зі своїми супутниками.

17. Звідки походить вислів “Золотий тілець”?

У Біблії йдеться про те, що євреї, мандруючи пустелею, схилились перед золотим тільцем. Золотий тілець розглядається як символ влади грошей, золота. Пам’ятник Золотому тільцю поставлено на вулиці біля Нью-Йоркської біржі.

18. Назвіть приказки, у яких згадуються назви металів чи способи їх обробки.

Куй залізо, поки воно гаряче.
 Золота швайка мур пробиває.
 Золото-срібло губу затикає.
 Срібло-злото тягне чоловіка в болото.
 Кузьма- Дем’ян – Божий коваль.
 Золотий обушок скрізь двері відчинить.
 Коваль – батько всіх ремесел..

19. Хто і коли вперше ввів поділ періодів людства в археології за видом матеріалу, який використовувався?

Датському комерсантові Христіану Юргенсену Томсену, який зажив слави знавця старожитностей, було доручено керівництво Королівською комісією з охорони та зберігання пам’ятників старовини. Завдяки його зусиллям створено найбільший та найбагатший музей у скандинавських країнах – Національний музей у Копенгагені. Однак, особлива його заслуга полягає у систематизації археологічних знахідок і поділу стародавньої історії на три періоди в залежності від матеріалу: кам’яний, бронзовий та залізний віки.

20. Яку споруду розглядали як символ досягнень техніки XIX століття?

31 березня 1889 року муніципальна рада Парижу нагородила Г. Ейфеля орденом Почесного Легіону за створення трьохсотметрової вежі, спорудженої до Всесвітньої виставки, що відкрилась 6 травня. Легка

і повітряна вежа виготовлена з металевих частин, скріплених мільйонами заклепок, за що й одержала назву “металевого чуда”.

21. Хто створив загально визнану систему хімічних символів?

З розвитком природничих наук у XVIII-XIX століттях виникла потреба показати одержані знання у точній і зрозумілій формі. Нагальною була потреба у створенні єдиної системи хімічних символів, яку в 1814 році запропонував шведський хімік Йенс Якоб Берцеліус.

22. Хто вперше з наукових позицій написав працю про метали та їх виробництво?

У середньовіччі великих успіхів у Європі досягли гірнича справа, металургія та металообробка. На часі була систематизація одержаних знань. Доктор медицини, учений з глибокими знаннями у різних царинах, Георг Бауер, більше відомий, як Агрікола, створив наукову працю – 12-томну монографію “Про метали”, якій присвятив 20 років життя. Наукове значення його трактату перевершило роботи його славетного сучасника – Парацельса, оскільки йшлося про науку, яка ґрунтувалась на реальних знаннях і досвіді, вільну від містицизму.

23. Де знаходиться найбільша у світі доменна піч?

Найбільша у світі доменна піч почала працювати з 1974 року у місті Кривий Ріг. Її об’єм 500 м³, а загальна маса металоконструкцій становить 62 тис.т.

24. Кого називають українським Колумбом і на його вшанування встановили пам’ятник у Кривому Розі?

Ім’я активного громадського діяча, українського вченого археолога Олександра Миколайовича Поля ввійшло в історію розвитку залізорудної промисловості України та розвитку культури на Катеринославщині.

Мандруючи степами в пошуках козацької старовини, Олександр Миколайович якось зайшов у Дубову балку, що біля річки Саксагань на Криворіжжі. Він обстежував це місце як археолог й краєзнавець, але випадково натрапив на залізну руду, яка виходила на поверхню ґрунту біля річки.

Хоч залізну руду на Криворіжжі знайшли ще до Поля, але ніхто не поцікавився багатством покладів та вмістом в ній заліза. З великими труднощами, з допомогою закордонних спеціалістів і за власні кошти йому пощастило встановити, що вона містить 70 % заліза і її поклади величезні.

Вдячні нащадки спорудили бронзовий пам’ятник “новоросійському Колумбу” Олександру Полю у Кривому Розі. А величезна колекція старовини, й з Запорізької Січі також, ґрунтовно поповнила музей, директором якого був його товариш Д.І. Яворницький. На честь цього патріотичного вчинку іменем Олександра Поля названо Катеринославський краєзнавчий музей.

25. Які значення може мати слово “електрон”? Яка корисна копалина називалась цим словом?

У наш час електроном називають негативно заряджену елементарну частинку атома. У Стародавній Греції електроном називали закам’янілу смолу хвойних дерев – бурштин.

26. Який хімічний елемент є найпластичнішим?

Найпластичнішим хімічним елементом є золото. З одного грама можна витягнути дріт довжиною 2,4 км.

27. Яким чином одержують вироби із тугоплавких металів?

Через високі температури плавлення тугоплавких металів існують труднощі з використанням вогнетривких матеріалів для ливарних форм. Тому для одержання виробів з тугоплавких металів спочатку хімічним способом одержують металевий порошок, а потім його пресують.

28. “Слово, чому ти не твердая криця...” Хто написав ці слова? Що спільного між ними і металургією?

“Слово, чому ти не твердая криця,
Що серед бою так ясно іскриться?
Чом ти не гострий, безжалісний меч,
Той, що здимає вражі голови з плеч?”

Ці рядки належать геніальній українській поетесі Лесі Українці. Крицею в металургії називають маловуглецеве залізо.

29. Що означає вислів “Залізна маска”?

Цей вислів означає невідому, оточену таємницею людину, яка зазнала багато страждань. Виник цей вислів у Франції наприкінці XVII ст. за часів правління короля Людовика XIV, коли в королівській в’язниці Франції з’явився таємничий в’язень, обличчя якого завжди було затулене залізною маскою. І навіть смерть у 1703 році не пролила світла на його справжнє ім’я.

30. Що означає вислів “Золота доба”?

Уперше цей вислів у літературі використав старогрецький поет Гесіод. У своїй поемі “Труди і дні” він розповідає про поступову зміну поколінь на Землі. Кожному поколінню відповідала своя доба. Першому поколінню відповідала “золота доба”, коли люди не знали ні турбот, ні воєн, ні тяжкої праці. Друге покоління жило у “срібній добі”. Ці люди не захотіли приносити жертви богам, за що й знищив їх Зевс. Третє покоління було “мідне”. Через свою жорстокість і насильство вони зникли з Землі, перебивши один одного. А потім настав час “залізної доби”, яка триває дотепер.

У переносному значенні цей вислів означає щасливу пору.

31. В якій країні і коли з'явилися перші металеві гроші?

Приблизно у VI ст. до н.е. у могутній рабовласницькій державі Лідії з'явилися перші золоті монети. Ця країна вела жваву торгівлю з сусідніми державами. Для усунення незручностей під час розрахунків лідійці ввели в обіг карбовану золоту монету, яку називали “статер”, на якій було зображення символу лідійського бога Бассарея – лисиця, що біжить.

32. Як виникла назва мідного сплаву “бронза”?

В античні часи по Аппієвій дорозі, що пролягала через Італію, звозили мідну руду до морських портів. Один з портів, а саме Брундізій, був кінцевим пунктом цієї дороги. Місцеві металурги виплавили сплав з хорошими властивостями і навіть почали його масове виробництво. З часом “сплав з міді” (латиною “es Brundizi”) стали називати бронзою.

33. Що було написано на срібних монетах Київської Русі в IX-X ст.?

На одній стороні срібної монети було зображено князя, що сидів на престолі, а на другій – родовий знак. Напис на монеті був такий: “Володимир на столі, а се його срібло”.

34. Який підступний ворог доклав зусиль до падіння великої Римської імперії?

Сучасні вчені-токсикологи вважають, що одним із чинників падіння великої Римської імперії був свинець. Перший у світі громадський водогін побудували раби з свинцевих труб, протікаючи яким вода насичувалась атомами свинцю. Більшу дозу свинцю одержував той, хто частіше користувався цим водогоном, тобто аристократія. Крім того, серед неї модно було користуватись посудом, оправленим у свинець та косметику, що містила свинець. Не дивно, що тривалість життя аристократії не перевищувала 25 років.

35. Яким чином срібло дало назву Аргентині?

Плаваючи вздовж східних берегів Південної Америки, іспанський мореплавець Хуан Діас де Соліс відкрив гирло великої річки, яку було названо його ім'ям... Через десять років вверх по течії річки піднявся капітан Себастьян Кабот.

Він був вражений великою кількістю срібла, нагробаного його матросами у місцевих мешканців. Тому він й вирішив назвати річку “срібною”, тобто Ла-Платою. “Plata” в перекладі з іспанської мови означає “срібло”, а латиною – “argentum”.

36. Який метал неодноразово страчували, викинувши в море чи річку?

Перший етап в біографії платини був досить сумним. У великій кількості її привозили в Іспанію з Аргентини. За зовнішнім виглядом

платина та срібло подібні, однак відрізняються температурою плавлення. Ця температура у платини вища, що перешкоджало плавленню золота. За це вона одержала назву “поганого срібла”, “гнилого золота” і “жаб’ячого золота”. Тому перші спроби ювелірів використати платину як замітник срібла викликали незадоволення серед аристократів. Причиною було те, що платину почали додавати до золота, з яким вона добре сплавлялась. З цього сплаву робили дешевші ювелірні вироби та фальшиві монети. Королю увірвався терпець і він наказав зібрати всю платину і знищити, а також припинити завозити її в країну. Найкращим способом знищення було визнано її занурення на велику глибину.

37. Що таке Палласове залізо?

1749 року коваль Яків Медведєв, полюючи на берегах Єнісею, знайшов великий залізний камінь. За стародавніми татарськими переказами, він впав з неба дуже давно з волі Аллаха. Коваль вирішив його відтягнути додому, за тридцять верст до села Медведєвка. Чутки про незвичайний камінь дійшли аж до самого Петербургу. Цим каменем зацікавився академік П. С. Паллас, який посприяв перевезенню його у 1773 році до Петербурга. З того часу камінь знаходиться у знаменитій кунсткамері.

38. Який сплав визнали винним у смерті австрійського імператора Франца Йосипа?

У кінці XIX ст. металурги вели активні пошуки дешевшого замітника срібла. Тоді почали з’являтися нові сплави – аргентан, нейзильбер та мельхіор, основою яких була система мідь-цинк-нікель. За зовнішній вигляд і міцність ці сплави здобули популярність серед аристократії. Однак такий гарний початок різко обірвався для нейзильбера. Причиною цього стала смерть імператора, який користувався сервізом з модного сплаву. Було вирішено визнати сплав винним у смерті і заборонити його використання. Як виявили наступні дослідження вчених, цей сплав абсолютно нешкідливий і може використовуватись. А імператор помер через свій похилий вік – 86 років.

39. Який сплав називають “нітінол”?

У середині 60-х років XX-го ст. в США запатентували новий сплав нікелю (55%) з титаном – нітінол. У ньому поєдналися всі властивості, що вважаються бажаними для конструкційних сплавів, а саме мала маса, міцність і корозійостійкість. Однак він виявив незвичайну властивість – пам’ятати своє минуле. Виявили це явище випадково. Під час одного з дослідів нітінолову спіраль нагріли до 150 °С і розтягнули у цілком рівний дріт. Здивування почалось тоді, коли дріт знову нагріли до 95 °С і він знову перетворився на спіраль.

40. Яку унікальну пам'ятку українського ливарництва XIV ст. ви знаєте?

Уже з XVII ст. такою пам'яткою почали вважати юрський дзвін. Його створення пов'язане з останніми роками існування Галицько-Волинського князівства. Внаслідок тривалих дискусій в наукових колах істориків і мистецтвознавців у кінці XIX ст. була остаточно розшифрована дата створення дзвона. Син великого литовського князя Гедиміна Любарт-Дмитрій очолив боротьбу Галицької Русі з польським королем Казимиром III, що у 1340 р. захопив Львів. Можливо, дзвін відлили на відзначення визволення Львова. Дотепер дзвін знаходиться на дзвіниці Святоюрського собору у Львові. Його висота з короною – 85 см, нижній діаметр – 71 см, маса – 415 кг. А виготовив дзвона галицький людвісар Яків Скора, про що зробив на ньому напис.

41. Яких ремісників в Україні XVI-XVIII ст. називали людвісарами і конвісарами?

В Україні XVI-XVIII ст. мало місце фахове розмежування між відливниками з олова та бронзи. Ремісників-відливників з олова називали конвісарами, а з міді – людвісарами. Королівська і місцева влада контролювала якість виробів з олова (посуд різного призначення). З цією метою на вироби конвісари були зобов'язані наносити тавра.

42. Що таке “скіфська пектораль”?

У 1971 році при розкопках Товстої Могили неподалік Орджонікідзе було знайдено поховання скіфських царя і царівни. Поховання царя було пограбоване ще у давні часи, однак непоміченими грабіжниками залишилися найкоштовніші, урочисті речі: окутий золотом меч, золоті оздобы нагая та велика нагрудна прикраса – золота царська пектораль. Сталася ця надзвичайна подія 21 червня о 14 год. 30 хв., коли археолог Борис Мозолевський, розчищаючи долівку підземелля, боляче уколівся металевим предметом. Як виявилось, це був гострий козячий ріг з пекторалі. Маса пекторалі 1150 грамів, діаметр 30,6 сантиметрів, виготовлена вона з золота 958 проби. Усе її поле поділене на три місяцеподібні яруси, верхній і нижній з яких заповнені скульптурними композиціями, а середній рослинним орнаментом. Вченими встановлено, що пектораль – культова річ певного призначення. Ця композиція відбиває космогонічні уявлення скіфів, пов'язані з концепцією трьох сфер світобудови, кожному з яких відповідає пояс витвору, а саме: сфера надр землі, астрально-космічна сфера та атмосфера, населена тваринами і людьми. Сюжети кожного пояса мають символічний зміст, який можна розуміти у контексті індоіранської міфології.

43. Що таке дукач?

Жіноче і дівоче селянське вбрання багатьох областей України у XVI-XVIII століттях доповнювалось нагрудними медалеподібними металевими прикрасами – дукачами. Їх виробляли українські ювеліри у великих

кількостях та асортименті: від скромних медалей з вушком до складних ювелірних виробів з зображеннями з обох боків. Особливо популярними вони стали, як доповнення до “доброго намиста” (з коралів). Володіння коралями з дукачами підносило власницю в очах оточуючих. А знать носила художні медальйони й намисто ювелірного виготовлення. Панські дукачі виникають, як відгалуження західноєвропейського медальєрного мистецтва. Дослідження мистецтвознавців, етнографів, істориків свідчать про глибoku давнину звичаю носити дукачі на території України.

44. Який сплав у давнину в Україні називали “спиж”?

Саме в Причорномор’ї і в східному Середземномор’ї було знайдено найдавніші вироби з бронзи, які носили власні прадавні назви. В Україні такою назвою є спиж.

У визначного поета Еллади Гесіода є поема “Щит Геракла”. У ній поет розповідає про генерацію героїв, що виводили своє походження від богів. Одним із них був Геракл, син Зевса та Електріопіди. У III пісні автор описує озброєння Геракла.

Так сказав і наложив наголінники з спижу гірського
Ясні на ноги, оба від Гефайста дарунки коштовні;
Потім на груди надів кутий панцир із самого злота...

45. Хто написав поему “Дума про дзвін”?

У 1999 році виповнилося 200 років з часу виходу в світ поеми німецького поета Фрідріха Шіллера “Дума про дзвін”. Ця поема має дві лінії розвитку сюжету, один з яких – поетичний опис технологічного процесу відливання дзвона. Вдало підібрані епітети і влучні метафори створюють в нашій уяві яскраву картину народження творіння людських рук. Ця поема оспівує творчу працю і мир.

46. Що таке “олов’яна чума”?

Унаслідок великого перепаду температур, при різкому охолодженні нижче – 13°C біле олово починає перебудовувати свої атоми в іншу модифікацію – сіре олово, з менш щільним заповненням атомів. Сіре олово втрачає властивості металів і перетворюється у напівпровідник. У місцях контакту різних кристалічних ґраток виникають внутрішні напруження, які стають причиною розтріскування металу і перетворення в порошок. Це явище й називають “олов’яною чумою”.

47. Де споруджено пам’ятник міді?

На початку XX ст. в Замбії було відкрито багате родовище мідних руд. Територія, на якій воно знаходиться, називається Мідноносний пояс. У вестибюлі міжнародного аеропорту в столиці країни Лусаці споруджено незвичайний пам’ятник – багатотонну глибу мідної руди.

48. Де вперше використали бездоменну металургію?

У м. Старий Оскол (Білгородської області, Росія) на базі Лебединського родовища було збудовано Оскольський електрометалургійний комбінат, який першим у Радянському Союзі почав працювати без доменних печей на залізній руді найбільшого у світі родовища залізної руди – Курської магнітної аномалії (КМА).

50. З яких сплавів виготовляють дзвони і чому?

Для виготовлення дзвонів використовують спеціальні “співучі” сплави. Найкращим з них є сплав міді з 25% олова. У дзвона з хорошого сплаву після удару язичка звучання триває довго. Природу цього явища допомагає зрозуміти фізика металів на прикладі коливань маятника. У маятнику коливання затихають під впливом зовнішніх сил тертя. Якби не було повітря, яке створює тертя, то коливання маятника тривали б вічно. Коливання в металевих предметах затухають навіть у вакуумі.

Причиною затухання є наявність внутрішнього тертя в металі, пов’язаного з протіканням релаксаційних процесів. Процес релаксації є затуханням коливань, поступового наближення до стану рівноваги. Внутрішнє тертя створюють джерела релаксації. Якщо ці джерела пригасити, то внутрішнє тертя буде мінімальним, а звучання металевого предмету максимальним. До матеріалів, призначених для виготовлення дзвонів та інших виробів, які мають звучати, встановлюються певні вимоги, а саме: власна частота коливань і геометрія виробу.

51. Яке дерево називають “залізним”?

Темір-агач – перекладається з азербайджанської мови, як “залізне дерево”. Його стовбур та гілки мають незвичайний іржавий колір, а деревина велику твердість й питому густину. Завдяки великій питомій густині це дерево тоне у воді, як чавун чи сталь. З деревини темір-агачу виготовляють деталі точних приладів та музичних інструментів, човники ткацьких машин. Такі дерева ростуть на півдні Азербайджану в Талишських горах.

Квебрахо – з іспанської мови перекладається, як “зламай сокиру”. Це дерево має важку і міцну деревину, що визначає його використання. Ростуть такі дерева в Парагваї та Аргентині.

Береза Шмідта – росте у Приморському краї на далекому Сході Росії, де її називають “залізна сокира”. Випробування показали, що вона у півтора рази міцніша за чавун. Завдяки великій міцності з неї можна виготовляти куленепробивні огорожі.

52. Якою незвичайною грілкою користувались під час першої світової війни при транспортуванні поранених?

Незвичайні грілки готували з ... залізних ошурків. Відомо, що іржавіння є процесом повільного горіння. Якщо до залізних ошурків додати води, то температура суміші підніметься до 70-80° С, підтримуючи

цей рівень достатньо довго. Додаючи щодня по ложці води, можна підтримувати температуру при незначному її зниженні. Наприклад, на третій день вона становитиме близько 60° С. З практичного досвіду склався й рецепт такої грілки: на два кілограми залізних ошурків додати дві столові ложки води.

53. Кого вважають засновником сучасного способу дослідження макро- і мікроструктури залізвуглецевих сплавів?

Засновником сучасного способу дослідження макро- і мікроструктури залізвуглецевих сплавів вважають російського інженера-металурга Павла Петровича Аносова. У 1831 році він використав видозмінений мікроскоп для вивчення металів (який працював на відбитому світлі), що дало йому можливість вивчати структури сталі, досліджувати вплив легуючих елементів на структуру, розгадати секрет булатної сталі.

54. Що наитовхнуло Роберта Гука до відкриття закону, названого його ім'ям (закону пружної деформації)?

У XVII столітті спостерігався бурхливий розвиток мореплавства, що його пов'язують з відкриттям нових невідомих земель та їх освоєнням. Успіх морських експедицій залежав від надійності спорядження, приладів і географічних карт. На той час використовувались маятникові годинники, які працювали ненадійно. За вирішення проблеми створення пружинних годинників взявся англійський фізик, архітектор та інженер в одній особі, член Лондонського Королівського товариства Роберт Гук. Результати своїх вимірювань вчений опублікував у 1676 році у вигляді анограми. В ті часи таким чином намагались забезпечити собі пріоритет. Анограма розшифровувалась автором у разі підтвердження достовірності відкриття. Через три роки Р. Гук розшифрував та опублікував своє відкриття, яке зафіксував таким виразом “Яке видовження, така й сила”. Чіткого наукового формулювання йому надав у кінці XVIII століття Томас Юнг. З того часу закон Гука формулювався, як “Видовження тіла прямо пропорційне силі розтягу, що діє на нього”.

55. Хто і коли вперше у світі здійснив космічне зварювання?

Перший у світі експеримент з космічного зварювання був здійснений екіпажем космічного корабля “Союз-6” у 1963 році. На орбіті було проведено дугове та електроннопроменеве зварювання металів на установці, розробленій в Інституті електрозварювання ім. Є. О. Патона.

56. Який скарб знайшли у стародавньому асирійському місті Дур-Шаррукін?

У 1843-1846 роках французький посол, аматор-археолог Поль Еміль Ботт знайшов і відкрив світові стародавнє місто, резиденцію асирійського царя Саргона II, яке знаходилося неподалік від найбільшого міста Ассирії – Ніневії. Як царська столиця місто мало скарбницю з кількома приміщеннями. В одному з них було сховано найкоштовніший

на той час скарб – криці. Все сховище (завдовжки в 5 м, завширшки в 2,5 м і заввишки в 1,5 м) було вщент заповнено крицями. Знайдене залізо відправили на кораблі у Францію, який внаслідок аварії затонув біля берегів Сіцилії. Лише декілька криць вдалося врятувати і довести до Парижа. Сьогодні вони знаходяться у Луврі. На жаль, небагато відвідувачів звертають увагу на ці незвичні шматки заліза.

57. Хто і як здійснив вперше електронно-променеве плавлення?

У 1879 році англійський фізик і хімік Уільям Крукс продемонстрував дослід, у якому платиновий анод катодно-променевої трубки було нагріто до білого кольору, а потім розплавлено в результаті бомбардування у вакуумі електронними променями. А в 1907 році американський учений Марселло фон Пірані за допомогою електронно-променевого вакуумного плавлення вперше одержав однорідні виливки тугоплавкого металу танталу, температура плавлення якого 3000 °С. Завдяки переплавленню металевих заготовок електронним променем в умовах глибокого вакууму одержують сталі чи метали найвищої якості.

58. Що таке дзеркальний вуглець?

Вуглець має чотири відомих науці полімери – *графіт, алмаз, карбін і лонсдейліт*. Найвідомішими з них є графіт та алмаз.

Карбін – це синтетичний вуглецевий полімер, який складається з довгих ланцюжків атомів карбону. Ці ланцюжки вкладені паралельно один одному. Сам полімер має вигляд дрібнокристалічного чорного порошку.

Лонсдейліт знайшли у метеоритах, а також навчилися одержувати штучно.

У 1962 році, вивчаючи частинки сажі, що утворюються під час конденсації вуглецевої пари, академік В. А. Каргін разом із співробітниками виявили блискучі частинки, які були названі “блискітками” вуглецю. Саме з цих блискіток починає свій шлях новий штучний матеріал – *дзеркальний вуглець*. За своєю шаруватою будовою дзеркальний вуглець є аналогом графіту. Однак між їхніми властивостями є відмінність. У графіті окремі шари пов’язані слабкими міжмолекулярними силами, що спричинює його велику крихкість. Завдяки цій крихкості графіт може писати при невеликому тиску на нього. У дзеркального вуглецю сили між шарами хімічні, завдяки яким він має дуже велику твердість. Загалом дзеркальний вуглець дуже перспективний матеріал завдяки своїм властивостям, а саме хімічній інертності, гладкості поверхні, непроникності для газів і рідин, дуже великій твердості, стійкості до високих температур і термічних ударів, біологічній сумісності з живими тканинами.

59. Що таке Золотий нул?

У 1961 році США та сім західноєвропейських держав створили спеціальну міжнародну організацію для здійснення спільних операцій на Лондонській біржі золота з метою стабілізації його ринкової ціни на рівні офіційної ціни. На той час офіційна ціна золота була заниженою,

тому на перепродажу золота збагачувалися спекулянти, а основний тягар витрат припадав на США. Щоб уникнути такої ситуації, центральні банки країн дали зобов'язання не купувати і не продавати золото, а використовувати лише для підтримки його офіційної ціни.

Як наслідок роль вільних цін на золото поступово зростала, а офіційної зменшувалась. Після розпаду Золотої пули (1967-1968 рр.) 1978 року сформувався єдиний ринок золота. Основними ринками золота на сьогодні є Лондонський, Цюрихський і Нью-Йоркський. На міжнародних ринках золото продають у стандартних зливках по 12,5 кг проби 995 чи 999, а на внутрішніх – у зливках від 1 кг до 5 кг, а також у листах, пластинах монетах тощо.

60. Яку особливість має міст Патона?

У 1953 збудовано перший в світі суцільнозварений міст за новою технологією, названий в честь свого творця Євгена Оскаровича Патона. Три місяці не дожив 83-річний вчений до відкриття мосту, який й не тільки з'єднав береги Дніпра, але й дві наукові галузі – мостобудування і зварювання.

61. Яку речовину називають азбестом?

Назва “азбест” перекладається грецькою мовою як “незгасний”, “який не руйнується”. Її дали групі мінералів з волокнистою будовою. Найпоширенішим у цій групі є *хризотил-азбест* та його різновиди. Основними властивостями азбесту є негорючість (температура плавлення близько 1550° С), непотоплюваність, теплостійкість, низька тепло- та електропровідність, здатність до прядіння (дає волокна від 6-9 мм до 20–30 см), висока міцність (азбестова нитка витримує 320-350 кг/мм², сталевий дріт 203 кг/мм², нитка з органічного волокна 40-80 кг/мм²). Азбестові тканини застосовуються у різних галузях промисловості, в ракетобудуванні й космонавтиці, в електропромисловості.

У давнину буддійські священики, лами та жерці використовували властивості азбесту у своїх цілях. Одягнувшись в азбестовий одяг, вони входили до вогню і виходили з нього неушкодженими. Віруючі сприймали це, як вияв “волі богів” і чудодійної сили пастиря. У храмах роками горіли “вічні” лампади з азбестовими гнотами.

Унікальним за запасами та значенням є Баженівський район на Уралі. У цьому багатому азбестом районі діє один з найбільших у світі гірничозбагачувальний комбінат “Уралазбест” у м. Азбест. Найбільші у світі запаси азбесту зосереджені в Канаді.

62. Який природний мінерал Мікеланджело Буанаротті назвав “справжнім волоссям Венери”?

Вражений красою подарованого уламку рідкісного каменю визначний скульптор доби Ренесансу Мікеланджело Буанаротті порівняв

його з волоссям самої богині кохання. Цим каменем був мінерал азбест, унікальні властивості якого відомі давно.

У 1806 році Товариство заохочення промисловості присудило почесну медаль італійці Олені Серпенті за мережива, які вона виткала з чистих азбестових волокон.

Азбест – тонковолокнистий мінерал в 1,5–2 рази міцніший за сталь, а волокна якого можуть розщеплюватися до товщини меншу за мікрон.

63. Звідки походить вислів “слюдяні віконця”?

У давні часи скло було надзвичайно дорогим, тому для господарських потреб, а саме для вікон і ліхтарів, застосовували великі пластинки мінералів *мусковіту* та прозорого *флогопіту*. Мусковітом назвали в середині XIX століття мінерал з Московії – “московське скло”. Назва “флогопіт” з грецької мови перекладається як “подібний до вогню” за свій червонявий відтінок. Прогрес у скловарінні зменшив зацікавленість слюдами, однак вона відродилась у XX столітті, але вже з іншого приводу.

Серед групи слюдистих мінералів саме мусковіт і флогопіт мають високий електричний опір, гнучкість, пружність, здатність до розщеплення на пластини. Відмінність між їхніми властивостями полягає у тому, що мусковіт кислотостійкий, а флогопіт термостійкий. Слюди застосовуються у формі листової слюди, слюдяного порошку та слюдяних матеріалів. Основними споживачами цих матеріалів є: електропромисловість (електроізолятори), металургія (скло для вікон плавильних печей, вічок у горнах, окуляри для металургів тощо), у лакофарбовій промисловості (вогнетривкі та декоративні фарби).

64. Який метал називають крилатим?

Таку назву одержав алюміній завдяки своїй малій густині (2,7 г/см³). Перший у світі алюміній одержав датський фізик Ганс Христіан Ерстед у 1825 році, а промислове виробництво його почалось лише в 1855 році. Тривалий час відомі вчені шукали зручний і дешевий спосіб одержання металевого алюмінію. Вирішити це важке завдання допомогла електротехніка, а саме її метод – електроліз. Проте і на цьому шляху траплялись перешкоди, подолати які було не під силу всім бажаним. Найголовнішою з них було те, що оксид алюмінію мав дуже високу температуру плавлення 2050° С і не розчинявся у воді. Потрібно було знайти розчинник для оксиду алюмінію, а пізніше застосувати електроліз. За розв'язання цієї технічної проблеми взявся 16-річний студент коледжу американець Чарльз Мартін Холл. Вже через півроку він знайшов потрібний розчинник – фтористий алюмінат натрію, і далі продовжував шукати режими для електролізу оксиду алюмінію. Пошуки завершилися 23 лютого 1886 року, коли Ч. М. Холлу вдалось одержати дванадцять кульок

першого алюмінію, одержаного електролізом. На той час винахіднику було лише 23 роки.

Виробництво алюмінію в Радянському Союзі почалося 27 березня 1929 року з перших 8 кілограмів. А в 1932 року вступив до ладу перший алюмінієвий завод – Волховський, в 1933 року – Дніпровський алюмінієвий завод.

65. Що таке конкреція?

У другій половині XIX століття на дні океану вперше знайшли утворення, які одержали назву “залізомарганцева конкреція”. Вони за формою нагадували картоплю. На сьогодні встановлено, що конкреції залягають на такій площі океанського дна, яка дорівнює всій суші. Зовні це виглядає як дорога, вкрита бруківкою.

66. Який сплав називають білоном?

Білонами називають сплави срібла з простими металами. Олов'яний білон має хороші ливарні властивості, тому у стародавні часи з нього виготовляли жіночі прикраси. Зокрема, під час розкопок древнього Новгороду були знайдені жіночі прикраси з білону, відлиті у XIII столітті. Незважаючи на те, що їх одержали литтям, вони часто мали гарні ажурні частини.

67. Який сплав називають томпаком?

Сплав міді, що містить 3–12% цинку, називають *томпак*, а 14 – 21% – *напівтомпак*. За зовнішнім виглядом томпак нагадує золото і на відміну від інших латуней піддається чорнінню. Його можна покрити сріблом чи золотом. Ці особливості сплаву зробили його популярним у ювелірній справі.

68. За якими ознаками рудокопи (геологи) знаходили цінні руди в землі?

Живі організми і рослини беруть участь в обміні речовин, тому постійно потребують поповнення запасів різних хімічних елементів. Рослини розрізняються між собою тим, як на них впливає надлишок мікроелементів. Якщо вони гарно ростуть на місцевості, де спостерігається надлишок мікроелемента, то їх називають індикаторами. Наприклад, галмейська фіалка є дуже розповсюдженою в саксонських Рудних горах, в яких знаходять галмей, тобто один із видів цинкової руди. Але більшість рослин така ситуація пригнічує у різний спосіб. Так, нікель обезбарвлює квіти, манган тим самим квітам надає червоняве, а мідь – блакитне забарвлення. Якщо в землі є підвищений вміст свинцю та цинку, то округлі пелюстки квітів стають надрізнаними та меншими у розмірах. Пелюстки маку стають великими і на них розростаються чорні полоски – це ознака підвищеного вмісту молібдену та міді. Є рослини, які зовні не

відрізняються від собі подібних, але у їхньому попелі знаходиться ненормально високий вміст певного металу. Зокрема, золотоносним є попіл хвоща польового та соняшника.

69. Що таке “пальма Мерцалова”?

У 1884 році на юзівському металургійному заводі (Донецчина) робітник Мерцалов викував із суцільної рейки пальму. У 1900 році ця пальма одержала нагороду на Всесвітній виставці у Парижі. Тепер оригінал знаходиться у Москві, а в Донецьку – копія. У ХХ столітті вона стала символом Донецька, і з того часу її аналоги дарують певним містам. Автором бренду “Пальма Мерцалова” як символу Донецька є Костянтин Воробйов.

70. Що таке “канитель”?

Канителью в Росії та Україні називають нитки із золота та срібла, які застосовують для коштовного гаптування. Їхнє виготовлення було дуже складним і копітким. Тому будь-яку мороку чи тяганину з чим-небудь теж почали називати канителью.

З технологічної точки зору канитель є тонким дротом, який волочать (тягнуть) з коштовного металу через спеціальні пристрої – волочильні дошки. На цій дошці розташовано низку отворів, від більшого до найменшого. Протягуючи металеву заготовку по черзі через отвори від більшого до найменшого, одержують тоненький дріт, який можна намотати на котушку. Щоб бути придатною для шиття, золота нитка повинна мати товщину не більше 60 мікрон. Для того, щоб одержати таку товщину, золотий дріт протягують через отвори від 20 до 40 разів. Слабким місцем волочильної дошки є те, що навіть отвори в пластинах з тугоплавких металів розбиваються (втрачають точність).

Костянтин Сергійович Алексеев, більш відомий загалу як К. С. Станіславський, був призначений батьком–власником фабрики, на якій виготовляли канитель, керуючим. Після поїздки до Франції для ознайомлення з технологією виготовлення канители він впровадив на фабриці нововведення – з 1892 року почали застосовувати алмазні волоки, які вставляли в отвори волочильної дошки. А з 1894 року запрацював перший золотоканительний цех. У 1900 році на Всесвітній виставці у Парижі було продемонстровано небачені до того часу тонкі й м'які нитки з золота, яким було присуджено найвищу нагороду – премію “Гран-прі”, а К. С. Станіславському медаль.

71. Яку сталь називають шведськими шторами і чому?

У німецькій мові побутує вислів “*hinter schwedische Gardinen*”, що перекладається, як “за шведськими шторами”, тобто за ґратами у в'язниці. Шведські металурги першими оцінили можливості нової високомарганцевої сталі, яку створив Р. Гадфільд. До складу цієї сталі входило близько 12 % мангану і 1 % карбону. Звичайна термічна обробка

(гартування) не підвищувала твердість і міцність сталі. Проте із зростанням ступеню деформації підвищувалась її твердість настільки, що таку сталь можна обробляти лише твердосплавним інструментом. Шведські металурги, які завжди відзначалися виробництвом якісної сталі, знайшли для “сталі Гадфільда” оригінальне використання. З цієї сталі виготовлялися ґрати для в'язниць за особливою технологією: середина прутів ґрат виготовлялася зі сталі Гадфільда, а поверхневий шар – із звичайної сталі. Інтенсивна робота в'язня по перепилюванню ґрат завжди закінчувалась однаково – поломкою інструменту.

72. Що таке “крик металу”?

Вчені визначили, що значна кількість процесів, що перебігають в металах, супроводжуються звуковими ефектами. Але вони знаходяться за межами звукового порогу для людського вуха – близько 16 кГц. Лише в деяких металах і сплавах звукове випромінювання можна почути. Зокрема, якщо зігнути шматок олова, то чітко можна почути характерний хрускіт або скрип. Дослідження металознавців виявили, що під впливом зовнішньої сили деякі великі (у мікроскопічному масштабі) ділянки кристалічної ґратки стрибкоподібно переходять у стан, дзеркально симетричний до попереднього, тобто утворюються двійники. Утворення таких двійників підвищує здатність металів до пластичної деформації. Це явище лягло в основу одного з нових методів неруйнівного контролю, який за допомогою аналізу звукового випромінювання (акустичної емісії) дозволяє виявляти в матеріалі приховані дефекти.

73. Чому бог вогню і ковальської справи Гефест кульгав?

Археологічними дослідженнями встановлено, що першим сплавом, з яким мала справу первісна людина, була миш'якова бронза. Її почали застосовувати в IV тис. до н. е. У деяких виробках вміст миш'яку складав до 20 %. Однак вже з II тис. до н. е. миш'якову бронзу витіснила олов'яна. Швейцарський учений М. Райц, вивчаючи історію ковальства, встановив, що в давнину майже всі первісні ковалі були кульгавими, оскільки постійно перебували у випарах миш'яку. Як згодом виявилося, цей хімічний елемент негативно впливає на функції опорно-рухового апарату людини. Тому й бога вогню і ковальської справи Гефеста зображували кульгавим.

74. Яку сталь називають “деревяною”?

Дерево, на відміну від металу, має низьку теплопровідність, тому вироби з нього незначно нагріваються. У 1927 році в Берліні групі глядачів було представлено дві сталеві каструлі, але з різними властивостями. Під час нагрівання ручки однієї з них дуже нагрівалися, а в іншій були ледь теплими. Сталь з низькою теплопровідністю одержала назву “деревяної”. Такі властивості має прецезійний (зі строго певним

співвідношенням компонентів) сплав на основі заліза, а саме 64 % заліза, 35 % нікелю і 1 % хрому.

75. Яка фірма вперше виготовила і який композитний матеріал?

Перші арамідні волокна типу *кевлар* виготовила американська компанія “Дюпон” у 1971 році. Але шлях до виробництва виробів з нового матеріалу був довгим. Фірма “Дюпон” показала унікальний приклад: як разом з новим продуктом виникла нова галузь економіки, а саме виробництво композиційних матеріалів.

У 1952 році у пресі з’явилося перше повідомлення про високу міцність ниткоподібних кристалів. З того часу всі технічно розвинені країни почали дослідження можливостей промислового використання цих кристалів в техніці. У кожній з них знаходились фірми, що займались проблемними дослідженнями. Однією з них була американська величезна корпорація “Дюпон” з штаб-квартирою в м. Уілмінгтоні, штат Делавер, яка займалась виробництвом волокон. У 1971 році були виготовлені перші арамідні волокна типу *кевлар*. Фірма “Дюпон” протягом 25 років витратила майже 700 млн. доларів на створення нових волокон і на розробку товарів для багатьох галузей, які на ринку з’явилися одночасно, започаткувавши нову галузь. З того часу виробництвом композитів захопилися всі економічно розвинені країни світу. Споживання композитів зростало гігантськими кроками, а виробництво сталі і особливо чавуну почало скорочуватися.

76. Що таке “гірська шкіра”?

У 20-х роках ХХ ст. в Палигорському родовищі на Уралі академік Олександр Євгенович Ферсман вперше знайшов незвичний мінерал – палигорскіт. Цей мінерал належить до групи азбесту, а містить, в основному, алюміносилікат магнію. Унікальний зразок цього мінералу в 50-х роках ХХ ст. знайшли шахтарі на Далекому Сході. Під час проходження шахти у родовищі поліметалевих руд була знайдена невеличка печера, у якій зі стелі висала незвична сіруватого відтінку біла завеса. Вона мала розміри 1,5х1 м, була м’якою та еластичною, як замша. За ці якості її назвали “гірською шкірою”.

77. Що таке п’єзооптична сировина?

До п’єзооптичної сировини відносять п’єзокварц, ісландський шпат, оптичний флюорит. Сутність п’єзоелектричних властивостей кристалів полягає у тому, що вони деформуються (стискаються або розтягуються) під впливом прикладеної напруги. Такий ефект називають прямим. У разі оберненого ефекту під час розтягування чи стискання кристалу на його гранях виникають електричні заряди (напруга). Якісна сировина не повинна мати всередині кристалів будь-яких дефектів (помутніння, тріщин, двійників тощо), а також відповідати певним вимогам до маси та

розмірів. У групу п'єзокварцу входять гірський кришталь, чорний моріон, жовтий цитрон, аметист, задимлений раухтопаз. Серед родовищ, які розташовані в межах колишнього Союзу, особливо багатими є поклади гірського криштально та моріону на Житомирщині, в межах Українського щита. Саме тут було знайдено кристали кварцу масою до 10 т, завдовжки до 2,7 м. Вони знаходились у підземеллях розміром до 50-60 м³. Пластинки з п'єзокварцу застосовуються в оптичних та вимірвальних приладах, радіотехніці, ультразвуковій гідроакустиці та дефектоскопії.

78. Яку сталь називають “потіючою”?

Автоматні вуглецеві та леговані сталі, які містять до 3 % свинцю, називають “потіючими”. Частинки свинцю зменшують пластичність автоматної сталі, проте підвищують її антифрикційні властивості. Якщо температура різання перевищує температуру плавлення свинцю, то на поверхні деталі з'являються краплинки свинцю мікроскопічного розміру, одночасно охолоджуючи її.

79. Чому спосіб досягнення першості Росією у виробництві чавуна за часів правління Петра I є негуманною?

Після поїздки Петра I в Європу в Росії почались великі зміни. На початку його правління в країні існувало скромне виробництво залізних сплавів, що ледве задовольняло державні потреби, в той час як на кінець їх було вже більше 200. На найбільших заводах працювало до 3000 чоловік. У 1716 році перший російський чавун закупила Англія. На той час в Росії існувало кріпацтво, якого вже давно позбулась Європа. Заводи задовольняли потребу в робітниках, скуповуючи цілі села, оскільки поголовно купувати було заборонено. Петро I надав виключний привілей Микиті Демидову надавати притулок злочинцям–утікачам. Вони ставали його власністю. Жахливі умови роботи були причиною високої смертності серед робітників. За підрахунками істориків за період правління Петра I на металургійних заводах померла третина населення Росії.

80. Що називали в деяких європейських країнах “поросячим залізом”?

У XVI ст. розплавлений чавун вважали непотрібним побічним продуктом виробництва криці і зливали у яму, яку викопували перед піччю. В Англії його називали *pig-iron*, а в Німеччині – *Ferkeleisen*.

ПІСЛЯМОВА

Пропоноване видання не претендує на повноту охоплення всієї тематики матеріалознавства, яку можна висвітлити в позаурочній роботі. Завдяки бурхливому розвитку фізики і хімії матеріалознавство знаходиться на передових позиціях науки. Розроблення методів упровадження наукових досягнень у практику призводить до радикальних змін як в самій науці, так і у виробництві. Для викладача, який прагне постійно ознайомлювати учнів з новітніми досягненнями, є можливості це робити. Однак велич новітнього не можна усвідомити без тих надбань, які залишили нам попередники. Тому тільки ознайомлення з науковими відкриттями, винаходами і раціоналізаторськими вирішеннями в історичному аспекті на соціальному тлі дає можливість зрозуміти напрям творчої думки людини.

Позаурочні заходи на запропоновані теми знайомлять учнів із загальною картиною світу, яка відображає єдність і різноманітність властивостей природи та соціального підґрунтя наукових відкриттів. Такий підхід є важливим в умовах сьогодення, адже людина, прагнучи кращого життя, створює нові винаходи, здійснює відкриття, які з одного боку полегшують і урізноманітнюють її життя, а з іншого – викликають нові, складніші проблеми. А вирішення цих проблем потребує неупередженого ставлення до своїх можливостей і сміливості у пошуках.

ПРОГРАМА КУРСУ
"МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО"
для учнів ПТНЗ машинобудівного профілю

Мета і завдання програми

В умовах стабілізації економічного розвитку змінюється зміст праці робітників, впливаючи на вимоги до їх кваліфікації, розширюються можливості використання розумової праці та сенсорних навичок на виробництві. Значно зросли вимоги до теоретичних знань робітників, до вміння застосовувати їх у практичній діяльності. Виникла потреба навчати і виховувати у професійно-технічних навчальних закладах робітника з широким світоглядом, великим обсягом професійних знань, які він зможе самостійно переносити у нові умови роботи, який володіє передовими прийомами праці, що дозволить йому досягнути високої продуктивності праці та якості продукції. Суспільство потребує робітника, який окрім професійних знань, компетенції володіє певними ціннісними орієнтирами, що залежать від його внутрішнього сприйняття особистого внеску у розвиток суспільства. За допомогою освіти виробництво дістає робітника, який відповідає цим вимогам. З цією метою необхідно постійно вдосконалювати навчально-виховний процес, працювати над підвищенням пізнавальної активності учнів, розвивати їх технічне мислення, сенсорні навички, раціонально використовувати наочні посібники і технічні засоби навчання, здійснювати зв'язок загальноосвітніх, загальнотехнічних і спеціальних дисциплін з виробничим навчанням.

Матеріалознавство – це наука про хімічний склад, внутрішню будову та властивості матеріалів, яка є загальнотехнічною дисципліною і здійснює серйозний вплив на формування професійних знань, вмінь і навичок, на якість професійної підготовки учнів. Засвоєння цієї дисципліни учнями є важким, що пояснюється складністю опановування специфічними поняттями, які виражають єдність суттєвих ознак різних матеріалів і технологічних процесів і розглядаються під кутами зору різних наук. Окрім того, матеріал курсу повинен відображати найновіші досягнення вітчизняної та зарубіжної науки і техніки у галузі матеріалознавства.

На сьогодні зростає вплив людини на довкілля, тому у суспільному виробництві одночасно діють закони природознавства і людинознавства, утворюючи комплексні проблеми. Розв'язати їх можна, розкриваючи наукові основи явищ, виробничих процесів, використовуючи різноманітні асоціації між науковими законами і конкретними проявами. Таким чином можна поєднати матеріалознавство з тими предметами, знання з яких інтегруються в часі, за будь-якого напрямку людинознавства, за змістом і методами.

Самостійність дисциплін, їх слабкий зв'язок один з одним породжують серйозні труднощі у формуванні в учнів цілісної картини світу, заважають органічному сприйняттю культури. Предметна роз'єднаність стає однією з причин фрагментарності світогляду випускника ПТНЗ.

Однією з ланок цілісної системи гуманітаризації загальноосвітньої й професійної підготовки є інтегративні зв'язки матеріалознавства з художньою літературою, історією, економікою, етнографічним матеріалом тощо. Тому в рамках стандарту викладання курсу матеріалознавства пропонуємо дидактичну конструкцію, одержану реконструкцією традиційної моделі. Вона дозволить вирішувати спектр дидактичних завдань різного класу від їх старту до логічного завершення.

Згідно з державними стандартами, визначено конкретну кількість годин на вивчення інваріантної частини предмета для певних професій. Для матеріалознавства обсяг годин відносно усталений. Однак цього не можна сказати стосовно гуманітарних предметів, бо обсяг годин на вивчення літератури й історії змінюється у значних межах у бік зменшення. Отже, виникла суперечність між вимогою у збільшенні гуманітарних знань особистості і зменшенням годин на вивчення відповідних предметів.

Програма матеріалознавства є відносно стабільною й ущільненою, тому основна частина гуманітаризуючого матеріалу виноситься на позаурочну діяльність, яка дозволяє використовувати найрізноманітніші організаційні форми. Матеріал для опанування поза межами уроків не повинен дублювати, а розширювати і поглиблювати знання, одержані учнями на уроках.

Завдяки інтегративному підходу виникають ефективні форми навчання, які поєднують оригінальність, гармонійність і довершеність. Зміни у змісті і формах його організації впливають на формування характеристик особистості, а вони, своєю чергою, на інтелектуальний розвиток учня.

В основі позаурочної діяльності лежить її органічний зв'язок з навчальним процесом, оскільки вона є логічним продовженням уроків, ґрунтується на теоретичній підготовці учнів і вимагає свідомого відношення до неї. Метою цієї діяльності є покращення успішності, розширення і поглиблення світогляду учнів, пробудження бажання до самоосвіти, сприяння набуванню вмінь і навичок самостійної роботи, розвиток творчих здібностей тощо. У цю систему входять освітньо-виховні заняття, підбрані з урахуванням інтересів особистості учнів й освітньою метою. Якщо на уроках учень має показати конкретні знання, уміння творчо мислити, то у позаурочній діяльності викладач зможе оптимально реалізувати особистісно орієнтований підхід.

Науково-теоретичні підходи до відбору змісту навчального матеріалу гуманітарного компонента

Пропонований курс матеріалознавства відрізняється від стандартного тим, що має за мету окрім оволодіння необхідними знаннями з предмета, формування цілісного світогляду учнів професійно-технічних навчальних закладів методами власне матеріалознавства та гуманітарних дисциплін.

Основна частина курсу присвячена матеріалознавству згідно зі стандартами професійно-технічної освіти. Учні вивчають основні поняття матеріалознавства, фізико-хімічні основи процесів одержання матеріалів і зміни їхніх властивостей, основні характеристики матеріалів та їх використання.

Друга частина курсу – це додаткові знання з гуманітарних предметів, що мають професійне спрямування, однак не передбачені навчальною програмою. Використання інтегративного підходу дозволяє вийти за межі матеріалознавства, засвоїти додаткові знання з предметів, що сприяють його гуманітаризації, забезпечити взаємодію знань, сформувати цілісний науковий світогляд учнів. З цією метою у матеріалознавстві виділяють конкретний зміст і ту його частину, яка дає можливість вийти на об'єкт-суб'єктні відносини, тобто той матеріал, який можна інтегрувати з матеріалом професійного спрямування гуманітарних предметів. Таким чином, методами гуманітарних дисциплін можна опанувати ту частину матеріалознавчих знань, яка наповнена психологічним змістом.

Дидактичні особливості змісту матеріалознавства визначають організацію і методи навчання, характер навчальної діяльності як учня, так і викладача. Гуманітарні дисципліни теж мають свої дидактичні особливості змісту. Використання принципу інтеграції дає можливість методам і змісту матеріалознавства та гуманітарних предметів (української і зарубіжної літератур, історії, економіки тощо) взаємодіяти і взаємопроникати. Ступінь усвідомлення свого статусу робітником залежить від досвіду емоційно-ціннісного ставлення до матеріального виробництва. Розвинути цей досвід та здійснити політехнічну орієнтацію можна за допомогою інтегративного потенціалу навчальних предметів і використання у педагогічному процесі таких форм організації їх змісту, які підштовхнуть учнів до довшеної та творчої діяльності.

Новизна і актуальність

У сучасних умовах педагогічний колектив, здійснюючи гуманітаризацію професійно-технічної освіти, поглиблює мету професійного навчання. Якщо раніше для цього головним було навчити майбутніх робітників розуміти прекрасне, розвивати у них бажання і вміння його творити, то тепер учні додатково повинні засвоювати гуманітарні знання у поєднанні з професійними, зокрема технічними. У цьому разі образне мислення, що розвивається засобами гуманітарних предметів, допоможе логічному (властивому точним предметам) краще, глибше і швидше засвоїти навчальний матеріал. Засобами гуманітарних предметів, які впливають на образне мислення, є поетичні рядки, приказки, музичні фрагменти, наочність тощо. В учнів формується світогляд, завдяки якому вони чітко усвідомлюватимуть місце галузі й професії у суспільному виробництві, зрозуміють важливість вивчення усіх без винятку предметів. Одночасно це формування відбувається з гуманітарною спрямованістю.

Якщо ж до вивчення матеріалознавства використати інтегративний підхід, то на позаурочну діяльність можна перенести ту частину навчального, ознайомлювального матеріалу з дисципліни, який перевантажує основний навчальний час, відведений на його опанування. Це з одного боку, а з іншого – використати матеріал професійного спрямування з гуманітарних дисциплін, який раніше не застосовувався. Отже, інтегративний підхід до вивчення матеріалознавства та гуманітарних дисциплін дає можливість подолати епізодичність використання важливого матеріалу, а також підвищує цілісне розуміння учнями гармонії між матеріальним і духовним, а також взаємозв'язку дисциплін природничого, професійного і гуманітарного циклів.

У матеріалознавстві за допомогою методів, властивих загальнотехнічним дисциплінам, формуються наукові поняття об'єктів і явищ, зокрема таких, як метал, сплав, способи зміни властивостей тощо. Таким чином формується фізична суть об'єкта чи явища. Вплив конкретних особистостей на об'єкти матеріалознавства наповнює їх психічною суттю за допомогою методів (нарративного, фасилітації, біографічного, компаративного) і засобів відповідних гуманітарних дисциплін (поетичні рядки, музичні фрагменти, виразне читання). Комбінація методів навчання з матеріалознавства і гуманітарних дисциплін дозволяє створити ідеальний образ предмета діяльності, наповнений духовною суттю, тобто такий, який очікує суспільство, – гармонійне вписування предмета діяльності у навколишнє середовище.

Критерії оцінки знань, умінь та навичок

Завдання до кожної теми складаються із чотирьох блоків, які дають можливість реалізувати диференційований підхід до учнів під час оцінювання знань та визначити їх систематичність. Зміст завдань першого рівня спрямований на діагностування початкових уявлень про предмет вивчення; другого рівня – допомагає з'ясувати наскільки учень володіє термінологією та уявленнями з даної теми; третього – орієнтований на достатнє володіння програмним матеріалом, вміння використовувати певний алгоритм дій; четвертого – вимагає від учнів умінь використовувати набуті знання при конструюванні нових для себе знань чи в нестандартних умовах. Завдання, спрямовані на виявлення рівня емоційно-ціннісного відношення до подій, явищ, особистостей, можуть входити до будь-якого рівня.

Виконання кожного завдання першого, другого та третього рівнів оцінюється в один бал, а четвертого – трьома балами. Загальною оцінкою учня за тематичну атестацію є сума балів за всі завдання. Матеріали до тематичних оцінювань підібрані відповідно до діючої “Програми з матеріалознавства для учнів професійно-технічних училищ машинобудівного профілю” та рекомендованих підручників і навчальних посібників. Протягом року учні готують реферати про життєвий і творчий шлях вченого (інженера, винахідника), який працював у царині матеріалознавства, а також про професії одного з металів. Кращі реферати можна використати у підготовці гри ”Що? Де? Коли?”, яка проводиться у кінці навчального року.

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Т1. Основні відомості про будову, властивості, методи випробування металевих матеріалів

Загальні відомості про метали та сплави. Чорні та кольорові метали, їх сплави. Внутрішня будова металів і сплавів. Кристалічні та аморфні тіла. Структура металів і сплавів та її види. Методи вивчення структури металів.

Загальна класифікація властивостей металів. Хімічні властивості: окислюваність, кислотостійкість і корозієстійкість. Корозія та методи захисту металевих матеріалів від неї. Залежність вибору металів для виготовлення виробів від фізичних і хімічних властивостей металів.

Механічні властивості: міцність, пружність, пластичність, твердість, ударна в'язкість. Загальні відомості про статичні випробування на розтяг. Діаграма розтягу та її характерні точки. Визначення твердості металів за Брінеллем, Роквеллом і Віккерсом. Співвідношення між числами твердості, які одержані різними способами. Визначення ударної в'язкості.

Технологічні властивості металів і сплавів. Технологічні проби та їх значення.

Лабораторна робота № 1

Ознайомлення зі зразками металів, їх зломами, сплавами та структурою сталі й чавуна.

Випробування металів на розтяг, ударну в'язкість.

Визначення твердості металів за Брінеллем (Роквеллом, Віккерсом).

Додаткові заходи

Урок повторення і узагальнення (бінарний урок) на тему “Механічні властивості та їх використання”.

Лекція на тему “Історія розвитку металургії”.

Реферат про життєвий і творчий шлях вченого (інженера, винахідника), який працював у царині металургії, матеріалознавства.

Т2. Основні відомості з теорії сплавів

Сплави. Загальна схема одержання сплавів. Криві охолодження. Критичні точки. Види та типи сплавів. Структура і властивості кожного типу сплавів.

Залізо та його сплави. Діаграма стану залізвуглецевих сплавів. Її призначення, характерні точки, лінії, фази. Структури залізвуглецевих сплавів та їхні властивості.

Додаткові заходи

Лекція на тему “Металева одіссея”.

Вечір на тему “Симфонія у сірому мажорі (тема металу у світовій літературі)”. Самостійна робота про походження назв структурних складових і структур залізвуглецевих сплавів і підготовка інформації до “Технічного бюлетеня”.

Т3. Чавуни

Чавун. Загальна схема одержання чавунів. Вплив вуглецю та постійних домішок на властивості чавуну. Класифікація чавунів залежно від хімічного стану вуглецю, форм графітових включень. Види чавунів та їхні властивості. Основні марки чавунів, їх використання у промисловості.

Додаткові заходи

Самостійна робота на загальну тему *”Професії металу”*.

Пропонуються такі індивідуальні теми для рефератів: Тріада перших металів, якими користувалась людина. Шлях до використання чавуну. Берилій – космічний метал. Алюміній – універсальний метал. Золото – цар металів. Трохи історії про ртуть. Дружба людини з міддю. Чи є межа можливостям заліза? Уран – паливо майбутнього чи джерело загрози для людства. Професії вольфраму. Хром – незамінний помічник людини. Чавун і сталь у світі металів.

Т4. Сталі

Сталь. Загальна схема одержання сталі. Класифікація сталей за хімічним складом, розкисленням, якістю, структурою і використанням.

Вуглецеві сталі: конструкційні та інструментальні. Якість вуглецевих сталей. Механічні та технологічні властивості кожної групи сталей, їх склад, структура і використання.

Легируючі компоненти та їхній вплив на властивості сталі. Леговані сталі: конструкційні, інструментальні та з особливими властивостями. Механічні та технологічні властивості кожної групи сталей, їх склад, структура і використання.

Основні марки вуглецевих і легованих сталей.

Додаткові заходи

Лекція на тему *” Сплави і сучасна техніка”*.

Конференція на тему *”Дивовижний світ сталей”*.

Вечір на тему *”Слово, чому ти не твердая криця... (тема металу в українській літературі)”*.

Т5. Термічне і хіміко-термічне оброблення металевих матеріалів

Призначення процесу термооброблення. Обладнання для термооброблення і способи вимірювання температури. Зміни структури залізо-вуглецевих сплавів під час нагрівання та охолодження.

Характерні особливості мартенситу, сорбіту та трооститу.

Види термооброблення та їх призначення. Характеристика відпалювання, нормалізації, гартування: режими (температура нагрівання, час витримки, умови охолодження), структура, механічні та технологічні властивості сталей після цих видів оброблення.

Відпускання та перетворення, що відбуваються під час нього у сталі. Характеристика режимів відпускання, структури, механічних і технологічних властивостей вуглецевої сталі.

Дефекти термічного оброблення сталі, причини їхнього виникнення та способи попередження.

Особливості термічного оброблення легованої сталі.

Методи поверхневого зміцнення деталей: пластичне деформування, поверхнєве гартування та хіміко-термічне оброблення. Поняття про пластичне деформування та його способи. Поняття про поверхнєве гартування та його способи.

Хіміко-термічне оброблення та його призначення. Коротка характеристика процесів хіміко-термічного оброблення.

Особливості термооброблення сірого чавуна.

Лабораторна робота № 2

Термооброблення (гартування та відпускання) інструментів з вуглецевої сталі.

Додаткові заходи

Конференція на тему “І. Фещенко-Чопівський – видатний український вчений і діяч”.

Вечір на тему “Симфонія металу”.

Т 6. Кольорові метали та сплави

Кольорові метали та їх використання в господарстві. Значення економії кольорових металів. Особливості одержання кольорових металів.

Мідь та її властивості. Використання міді. Сплави міді та їх властивості. Використання латуні, бронзи і міднонікелевих сплавів.

Алюміній та його властивості. Види алюмінієвих сплавів, їхні механічні та технологічні властивості, марки та використання.

Магній та його властивості. Види магнієвих сплавів, їхні механічні та технологічні властивості, марки та використання.

Титан та його властивості. Види титанових сплавів, їх механічні та технологічні властивості та використання.

Підшипникові (антифрикційні) сплави та їх призначення. Основні вимоги до них. Особливості структури та властивості основних підшипникових сплавів: антифрикційного чавуна, бронзи, бабіту, латуні, алюмінієвих сплавів.

Припої та їх види, використання.

Додаткові заходи

Урок з використанням поеми Й. Ф. Шіллера ”Дума про дзвін” на тему ”Ливарне виробництво”.

Лекція на тему “З історії виникнення промислового шпигунства”.

Лекція на тему “...Вечірній дзвін, багато дум наводить він...”.

Т7. Тверді сплави і мінералокерамічні матеріали

Тверді сплави та їх призначення. Класифікація твердих сплавів: наплавні, литі, металокерамічні. Загальні відомості про порошкову металургію.

Металокерамічні сплави та їх призначення. Склад металокерамічних твердих сплавів. Наплавні сплави та їх призначення. Литі тверді сплави.

Мінералокерамічні матеріали та їх та використання. Способи кріплення пластинок до інструментів.

Матеріали високої твердості.

Додаткові заходи

Лекція на тему “Вчора, сьогодні і завтра інструментальних матеріалів”

Конференція на тему “Довершена діяльність людини (наукова організація діяльності)”.

T8. Неметалеві матеріали

Пластмаси. Структура полімерів. Прості та композиційні пластмаси. Термопластичні та терморективні полімери. Шаруваті пластмаси. Характеристика основних видів полімерів і пластмас: властивості та використання. Газонаповнені пластмаси.

Каучуки. Гума та її склад. Основні властивості гумових матеріалів і галузі їх використання.

Лакофарбові матеріали: склад, їх види, використання.

Клеї. Види клеїв за природою походження, їх використання.

Мастильні матеріали. Види мастильних матеріалів за природою походження, їх використання.

Абразивні матеріали. Класифікація абразивних матеріалів. Природні та штучні абразивні матеріали. Характеристика абразивного інструмента.

Композиційні матеріали. Переваги композитів. Структура композитів та її вплив на властивості. Види композиційних матеріалів та їх одержання. Використання композитів.

Додаткові заходи

КВК на тему “У світі матеріалів”.

Лекція на тему “Народжені за взірцем природи (з історії створення композиційних матеріалів)” або конференція.

T9 Шляхи підвищення ефективності використання конструкційних матеріалів у господарстві.

Шляхи зменшення матеріаломісткості виробництва, собівартості виробів. Вимоги до експлуатаційних властивостей виробів. Використання нових видів металевих матеріалів з поліпшеними властивостями. Основні відомості про безвідходну технологію.

Додаткові заходи

Конференція на тему “Шляхами технічного прогресу (Сучасне і майбутнє нанотехнологій)”.

Інтелектуальна гра “Що? Де? Коли?”.

Основні вимоги до знань і вмінь учнів

1. Засвоєння теоретичного матеріалу.

Після закінчення вивчення курсу учень **повинен знати**: типи сплавів та їх структуру; сутність методів дослідження металів і сплавів; основні механічні та технологічні властивості та методи їх дослідження; відмінності між механізмами кристалізації чистого металу і сплаву; розуміти перетворення, що відбуваються під час нагрівання та охолодження сталей; розуміти вплив хімічних елементів на властивості сплавів; знати класифікацію чавунів, сталей залежно від різних ознак; розуміти сутність термічного і хіміко-термічного оброблення сплавів; знати призначення, види та властивості твердих сплавів, неметалевих матеріалів; шляхи підвищення ефективності використання конструкційних матеріалів у господарстві.

2. Практичні навички.

Після закінчення вивчення курсу учень **повинен уміти**: користуватись довідниками для визначення механічних властивостей сплавів і виявлення можливостей механічного оброблення; за діаграмою стану залізовуглецевих сплавів визначати температури початку і закінчення процесу вторинної кристалізації для сталей і чавунів; вміти розшифровувати марки різноманітних металевих сплавів; визначати за діаграмою стану залізовуглецевих сплавів режими термооброблення для отримання потрібної структури та певних властивостей сталі.

3. Розвиток пізнавальної, ціннісно-емоційної та естетичної сфери.

Після закінчення вивчення курсу учень **повинен розуміти** місце матеріальної культури у суспільному житті; рушійні сили розвитку культури суспільства; місце мистецтва у загальному історичному процесі людської діяльності; втілення людського духу в явищах культури; ціннісно-емоційний вимір у культурі; прагнення людини до естетичного упорядкування своїх відносин з матеріальним середовищем.

Підручники і навчальні посібники

1. Арзамасов Б. Н. *Материаловедение*. – М.: Машиностроение, 1986.
2. Богомолова Н. О. *Практическая металлография*. – М.: Высшая школа, 1978.
3. Василів В. І. *Машинобудівні матеріали*. – К.: Будівельник, 1995.
4. Золотаревский В. С. *Механические свойства и их испытания*. – М.: Металлургия, 1974.
5. Колдов Ю. С. *Материаловедение*. – М.: Высшая школа, 1983.
6. Кондратюк С. С. та інші. *Металознавство та обробка металів*. – К.: Вікторія, 2000.
7. Чумак М. Г. *Матеріали та технологія машинобудування*. – К.: Либідь, 2000.

Методична література

1. Жуковець І. И. *Преподавание технологии металлов*. – М.: Высшая школа, 1986.
2. Підласий І. П. *Як підготувати ефективний урок*. – К.: Радянська школа, 1988.
3. Поташник М. В. *В пошуках оптимального варіанту*. – К.: Радянська школа, 1988.
4. Сліпчишин Л. В. *Дидактичні матеріали з машинобудівного матеріалознавства*. – Львів: Сполом, 2005.
5. *Совершенствование преподавания предметов “Материаловедение” и “Технология металлов”*: Методические рекомендации. – М.: Высшая школа, 1987.

Довідники

1. Каменичній І. С. *Справочник термиста инструментального цеха*. – К.: Техніка, 1975.
2. *Конструкционные материалы / Под общ. ред. Б. Н. Арзамасова*. – М.: Машиностроение, 1990.

3. Марочник сталей и сплавов / Под общ. ред. В. Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989.
4. Общетехнический справочник / Под общ. ред. Е. А. Скороходова. – М.: Машиностроение, 1990.

Рекомендована література

1. Бондарев Л. Г. Микроэлементы – благо и зло. – М.: Знание, 1984.
2. Венецкий С. И. О редких и рассеяных. – М.: Metallургия, 1987.
3. Венецкий С. И. Рассказы о металлах. – М.: Metallургия, 1975.
4. Войлошников В. Д., Войлошникова Н. А. Книга о полезных ископаемых. – М.: Недра, 1991.
5. Гончаренко С. У. Нечутні звуки-трударі. – К.: Техніка, 1987.
6. Гумилевский Л. И. Чернов. – М.: Молодая гвардия, 1975. – Серия биографий “Жизнь замечательных людей”.
7. Дубищева Т. Я. Ретрофизика в зеркале философской рефлексии. – М.: ИНФРА-М, 1997.
8. Івченко В. І. Алмазною стежкою. – К.: Веселка, 1986.
9. Іван Фещенко-Чопівський: Життєписно-бібліографічний нарис. – Львів: НТШ, 2000.
10. Кузнецов Е. В. Послушный металл. – М.: Metallургия, 1988.
11. Лебедев Ю. А. Второе дыхание марафонца (о свинце). – М.: Metallургия. 1990.
12. Мороз О. В. В поисках гармонии. – М.: Атомиздат, 1978.
13. Николаева Л. А. О чём рассказывают золотинки. – М.: Недра, 1990.
14. Разноликые пластмассы. – М.: Знание, 1985.
15. Рапожников Л. О. Силуети винахідників. – К.: Веселка, 1987.
16. Сребродольский Б. И. Мир янтаря. – К.: Наукова думка, 1988.
17. Финкель В. М. Портрет трещины. – М.: Metallургия, 1981.
18. Шалимова Н. И. Черная металлургия – что это? – М.: Metallургия, 1986.
19. Шуман В. Драгоценные и поделочные камни / Пер. с нем. – В 2-х т. – М.: Мир, 1986.

Наукова література

1. Балл Г. А. Гуманізація загальної та професійної освіти: суспільна актуальність і психолого-педагогічні орієнтири // Неперервна професійна освіта: проблеми, пошуки, перспективи: Монографія / За ред. І. А. Зязюна – К.: Вид. “ВПЮЛ”, 2000. – С. 134-157.
2. Берулава М. Н. Теоретические основы интеграции образования. – М.: Изд-во “Совершенство”, 1998.
3. Гончаренко С. У. Зміст загальної освіти та її гуманітаризація // Неперервна професійна освіта: проблеми, пошуки, перспективи: Монографія / За ред. І. А. Зязюна – К.: Вид. “ВПЮЛ”, 2000. – С. 81-107.
4. Дегтярьова Г. С. Концептуальні положення професійно спрямованого викладання предметів гуманітарного циклу в ПТНЗ // Гуманітарна освіта і виховання особистості: Зб. наук. пр. – Львів: Сполом, 2004. – С. 49-66.
5. Зязюн І. А. Три кити нової філософії освіти: гуманізація, індивідуалізація, інтеграція // Директор школи, ліцею, гімназії. – 2000. – № 1. – С. 74-79.
6. Клепко С. Ф. Інтегративна освіта і поліморфізм знання. – Полтава – Харків: ПОППОПП, 1998.
7. Козловська І. М. Теоретико-методологічні аспекти інтеграції знань учнів професійно-технічної школи (дидактичні основи): Монографія / За ред. С. У. Гончаренка. – Львів: Світ, 1999.
9. Масол Л. М. Образ – слово – думка: полікультурний діалог в освітньому просторі // Мистецтво і освіта – 1999. – № 4. – С. 38-46.
10. Махмутов М. И., Шаркизянов А. З. Учебный процесс с использованием межпредметных связей в среднем ПТУ – М.: Высш. шк. 1985.
11. Носенко Е. Л. Картина світу як інтегруючий і гуманізуючий фактор у змісті освіти // Педагогіка і психологія – 1995. – № 1. – С. 22-29.
12. Павличко С. Дискурс модернізму в українській літературі: Монографія. – К.: Либідь, 1999.
13. Родчанин Е. Г. Научное и художественное познание истины / Под И. А. Зязюна. – К.: Вища школа, 1982.
14. Сліпчишин Л. В. Вивчення матеріалознавства у ВПУ машинобудівного профілю // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методи навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: Зб. наук. пр. – У 6-ти вип. – Київ-Вінниця: ДЮВ Вінниця, 2004. – Вип. 6. – С. 148-153.
15. Сліпчишин Л. В. Художня література у розвитку культури учнів професійних училищ. Наукові записки: Зб. наук. статей Нац. пед. ун-ту ім. М. П. Драгоманова. – К.: НПУ, 2001. – Випуск 39. – С. 149-160.
17. Федь А. М. Эстетическое воспитание на уроках по основам наук. – К.: Рад. школа, 1984.

Навчально-методичне видання

**Сліпчишин Лідія Василівна
У ПОШУКАХ ГАРМОНІЇ**

Навчально-методичний посібник для ПТНЗ

Науковий редактор: к.т.н. *Т. Нерода*
Коректор *Л. Левик*
Набір *М. Лозинська*
Макетування *І. Гук*

Видавництво “СПОЛОМ”
79008 Україна, м. Львів, вул. Краківська, 9
Тел./факс: (380-32) 297-55-47
E-mail: spolom@mail.lviv.ua

Підписано до друку 14.07.2008 р.
Формат 60×84/16 Гарнітура Times New Roman
Папір офсетний. Друк офсетний.
Ум. друк. арк. 9,05. Обл. вид. арк. 9,31.

Сліпчишин Л.В.

С47 У пошуках гармонії: Навчально-методичний посібник. – 2-е вид., доп. – Львів: СПОЛОМ, 2008. – 176 с.

ISBN 978-966-665-575-5

У посібнику розкриті деякі аспекти додаткової освіти з матеріалознавства учнів професійно-технічних навчальних закладів у контексті інтегративного підходу до його вивчення та наведено її інформаційне забезпечення. Використання гуманітарних знань під час вивчення технічних дисциплін сприяє їх гуманітаризації та професійному спрямуванню гуманітарних дисциплін. Для реалізації інтегративного підходу наведено зразки міжпредметних позааурочних заходів.

Для викладачів загальнотехнічних і гуманітарних дисциплін, інженерно-педагогічних працівників, студентів педагогічних коледжів та учнів професійно-технічних навчальних закладів.

ББК 74.560