

А.Г. ЖУРИЛО, канд. техн. наук, НТУ "ХПІ", Харків

ІСТОРІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕТАЛУ НА УКРАЇНІ

У даній статті наводиться історія визначення властивостей металів в Україні. Зроблені деякі висновки щодо початку досліджень параметрів металу. В кінці розглянуті різні проблеми перспектив розвитку дослідження властивостей металів і сплавів

В данной статье приводится история определения свойств металов в Украине. Сделаны некоторые выводы относительно начала исследований параметров металла. В конце рассмотрены различные проблемы перспектив развития исследования свойств металлов и сплавов

In this article приводится the history of the beginning of determining the properties of metals in Ukraine. Has made some conclusions about the beginning of research of parameters of metal. At the end of the considered various problems of prospects of development of the studies of the properties of metals and alloys

Сьогодні сучасна лабораторія на підприємстві є не розкішшю, а необхідністю. Потреба в механічних та металографічних дослідженнях, визначенні хімічного складу сплавів, контролі стану термічної обробки стало не виключенням з правил, а буднями машинобудівного та металургійного виробництва. Приладів для дослідження існує чимало, але історія їх появи, початок дослідження властивостей металу, його хімічного складу описано у науково-технічній літературі явно недостатньо, але визиває чималий не лише історичний, але і технічний інтерес.

З старих фільмів та книг добре відомо, що раніше основним засобом «механічних досліджень», які часто виконували при купівлі – продажу, були власні зуби, якими кусали монети з срібла або золота, визначаючи їх справжність.

Схоластична наука не могла породити металознавства, а ремісничє виробництво і мануфактура зі строго дотримуваною фамільною традицією і цеховою рецептурою не мали потреб в науковому обґрунтуванні своїх застиглих прийомів, вироблених протягом сторіч. Яскравим прикладом подібних точних рецептурних описів, при повній відсутності їхнього пояснення, є праці Георга Бауера (Агриколи) «De re metallica libri XII» (12 томів у 1550...1556 р.) та Вануччо Бирингуччо, дворянина з Сієни, який був першим автором, що написав працю по металургії італійською мовою. Його праця «Pirotechnia», побачила світ в 1540 р. в Венеції в 10 томах. Ці книги присвячені гірничорудній справі, металургії, гончарному виробництву й іншим питанням технології, що було для свого часу технічною енциклопедією. Праці Бирингуччо, крім свого історичного інтересу,

представляють особливу цінність тому, що наявні в ньому дані засновані на власних спостереженнях автора, що, наприклад, видно з одного місця першої книги, де він у вступі до даних про мідне лиття, говорить: *«Тому що я не володію ніякими іншими вказівками, крім тих, які я придбав власними очима, то я можу говорити з упевненістю»*. [1, с. 70..81]. Сьогодні скласти собі приблизну картину про стан машинобудування, металургії та металознавства в середині XVI сторіччя можна тільки ретельно вивчивши праці Бирингуччо та Агриколи.

Аналіз загальної історії розвитку науки і промислового виробництва дає підстави для наближеного і, звичайно, трохи умовного поділу історії дослідження металів на наступні періоди.

Перший період – період підготовки до створення наукового металознавства (XVIII і перша половина XIX ст.) - характеризується невисоким рівнем техніки, невеликим масштабом виробництва металів у дуже обмеженому асортименті давно відомих сплавів, що застосовувалися у виробництві.

Досить указати, що пудлінгування з'явилося лише наприкінці XVIII ст., паровий молот – у середині XIX ст. (1842 р.), а щорічне виробництво чавуна на початку XIX ст. складало тільки 0,6 кг на людину, тобто було в сотні разів нижче сучасного рівня передових промислових країн. Загальне число сплавів, що застосовувалися, очевидно, не перевищувало 20..25, тобто їх було сотні раз менше, ніж у даний час. На такому рівні потреби виробництва легко задовольнялися здавна виробленими чисто емпіричними рецептами і практика не пред'являла до науки вимог раціонального їхнього обґрунтування або розробки нових сплавів і методів їхньої обробки.

З іншого боку, загальний рівень розвитку основних природничих наук (фізики, хімії) ще не забезпечує базису для побудови спеціальної науки про природу металів.

Наприклад, в допетровській Росії по даним М.М. Рубцова [2] при купівлі – продажу міді з метою визначення її якості робили розріз, а для олова робили обпалювання вогнем. При Петрі I перевіряли гармати шляхом заряду в них полуторного, або, навіть подвійного заряду пороху. Якщо пушку не розривало, її визначали якісною. Знамениті російські сокири перевіряли на спроможність рубати цвяхи; холодну зброю – на переріз шовкової хустки під своєю вагою, або подушки в польоті. Але все це було аматорськими дослідженнями, не підкріпленими наукою і, звичайно, бувало так, що в одній місцевості вироби з металу вважали якісними, а в іншій – ні. Звичайно, ні про які прилади для контролю металів навіть мова не йшла.

Початок знань про метал в Росії, а, відповідно і в Україні пов'язано з ім'ям Чарльза (Карла) Гаскойна, який приїхав у Росію за запрошенням російського уряду [2, с. 134, 156-157].

Гаскойн очолював кілька заводів у Росії – Олонецькі (Олександрійський та Кончезерський), а крім того, побудував у Росії в 1789 р. Кронштадтський ливарний завод (нині Кіровський завод у Санкт-Петербурзі), у 1801 р. – Санкт - Петербурзьку ливарну фабрику, а в 1799 році - Луганський завод - перший ливарний завод в Україні.

Навіть саме ім'я Гаскойна в сучасній літературі трактується по-різному. Наприклад, у роботі [1] його називають Г. Гаскойном, у роботі [3] його називають Карлом (Чарльзом), а в роботі [4] ініціалів Гаскойна не вказується. Ім'я Гаскойна не фігурує навіть у таких капітальних працях, як [5] і [6].

Безумовно, Чарльз Гаскойн, якого охрестили в Росії Карлом Карловичем, був досвідченим і вмілим інженером - по його кресленнях були побудовані на Олександрівському заводі дві нові доменні печі з циліндричними повітродувками, шість повітряних (полум'яних) печей; він же побудував "так званий вогранок", або малу рухливу (точніше поворотну) шахтну піч; крім цього, він установив на заводі нову машину для свердління гармат (винахід Мариця), що мав ряд переваг перед колишніми свердильними машинами. [2, с. 156]. Вдало справившись із замовленнями військового відомства, Гаскойн організував на Олександрівському заводі виробництво чавунних лафетів, кухонного посуду, землеробських машин, а також художніх виробів: грат, ваз, статуй, колон, різних архітектурних прикрас і т.д.

З виливок, виконаних за цей час на Олександрівському заводі, можна відзначити грати для Асигнаційного банку в Петербурзі, парову машину для Воїцької копальні, грати з колонами навколо обвідного каналу в Кронштадті (1797 р.), парові й інші машини для Монетного двору, ворота і грати для двору князя Михайла Павловича, бази для колон Казанського собору (1802 р.), перший у Петербурзі чавунний міст (Поліцейський - 1806 р.), поручі на р. Мийці й інше. [2, с. 156-157].

Саме Чарльз Гаскойн організував на Луганському заводі першу лабораторію в Україні, руїни якої збереглися до початку ХХ століття [2, с. 23] і тому по праву повинен вважатися засновником дослідженням металів в Україні.

Технічне оснащення лабораторії сьогодні викликає посмішку, але й рівень знань наприкінці ХVІІІ сторіччя істотно відрізнявся від сучасного. Згадаємо, що П.П. Аносов застосував мікроскоп для вивчення структури сталі лише в 1831 р., а перший навчальний заклад в Україні, де готували інженерів по металургії і металознавству (Харківський Технологічний інститут, нині НТУ "ХПІ"), було засновано тільки в 1885 році [8, с. 79].

Теоретичні ж представлення про природу чавуну до початку ХІХ сторіччя були досить недосконалі. Не тільки не було скільки-небудь правильного уявлення про вплив головних домішок до чавуну (кремнію,

марганцю, сірки та фосфору) на його властивості, але навіть і значення вуглецю не оцінювалося об'єктивно [2, с. 171].

Тільки в 1781 р. Г. Монж, Вандермонт і Бертоле визначили, що залізо, сталь і чавун не три різні метали, а лише видозміни того самого заліза, що розрізняються один від одного більшою або меншою домішкою вуглецю. М. Монж відкрив також, що наявність графіту в складі чавуна грає досить значну роль.

Рівень теоретичних знань того часу добре пояснює наступна характеристика чавуна, поміщена в спеціальному посібнику з артилерії [7]: *«Чугун принимаем, как железную известь, от которой уголь в печи отнял большое количество кислотвора, от того приняла она металлический блеск, однако содержит еще несколько кислотвора, который делает его плавким и ломким. Если он состоит только из железных частиц и кислотвора, тогда он бывает бел и наиболее способен к обращению в железо; ежели в нем есть сверх того более или менее угля, тогда он бывает более или менее сер, имеет более крепости и способен к литью артиллерийских орудий».*

З цієї цитати видно, що основним елементом, що визначає властивості чавуна, вважався кисень («кислотвор»), що цілком відповідало науці про чавун того часу.

Визначення сортів чавуна в ті часи вироблялося не по хімічному аналізу, якого ще не знали, а по «грі» чавуна під час охолодження спробних напівциліндричних брусків довжиною 150...180 мм, товщиною 30...35 мм. Коли чавун виливали у відкриту форму, то на поверхні його спостерігали «гру» тонкої скоринки шлаків. В міру остигання металу з'являлися зміни фарбування або гри, по яких і класифікували чавун.

Навіть більш, ніж 50 років потому після смерті Гаскойна видатний вітчизняний металург А.Ф. Мевіус (до речі, перший професор в Україні з металургії чавуна і сталі та колишній співробітник Харківського Технологічного інституту [9]) дає рекомендації про прийняті на Олонецьких, Луганському і іншими заводам практичних прийомів оцінки м'якості чавуна по грі металу на поверхні проби – «струмками або хвилями», «дрібними блискучими золотавими крапками», «вертунами», «плямами», «міхурами». [10, гл. 2...3].

Але ці перші роботи, що дали такі гарні результати, було припинено, і чавун, як матеріал для виробництва гармат, був, на жаль, забутий настільки, що багато чого з уже досягнутого довелося відкривати знову в наші дні. Причина такого явища полягала в тім, що із середини ХІХ сторіччя (1855-1865 рр.) у виробництві гармат, завдяки працям Круппа, почали широко застосовувати новий матеріал - литу сталь. [2, с. 141].

А на протязі усього ХVІІІ ст. царює теорія флогістону, окисли вважаються простими, а метали хімічно складними тілами і навіть

наприкінці XVIII ст. відомий хімік К. Шеєле пише, що залізо складається з особливої землі, з'єднаної з флогістоном і теплотою.

У цей період майже не можна назвати імен учених, що цілком спеціалізувалися на вивченні металів. Однак у той час проведені деякі дослідження і сформульовані окремі розрізнені положення, використані згодом при створенні науки про метали. Такі, наприклад, роботи Р. Реомюра, що виміряв твердість різних сталей і чавуна шляхом царапання їх відомими мінералами і довів у 1722 р., що при цементації в залізо переходить якийсь компонент, що він помилково вважав летучою сіллю, а не вуглецем. Неправильність думки Р. Реомюра була виявлена лише сто років потому (у 1814 р.) К. Карстеном.

Значний внесок у науку про метали внесли праці М. В. Ломоносова (середина XVIII в.), які дали повне зведення наявних знань про метали, опис результатів спостереження процесу кристалізації («зернування») під мікроскопом, вимірювання пластичності замороженої ртуті й ін.

Революційним було відкриття структури залізних метеоритів на полірованих і протравлених шліфах, зроблене Томсоном (1804 р.) і Видманштеттом (1808 р.), дуже важливе для наступного вивчення структури литої і перегрітої сталі.

У літературі тієї епохи майже були відсутні видання, що спеціально відносяться до вивчення сплавів, хоча деякі зведення про них утримувалися в книгах іншого або більш широкого профілю.

Одна з перших російських друкованих праць «по практичному металознавству» називалася: «Про звучний металевий склад для створення дзвонів, чашок до бойових годинників та інших подібних знарядь», що була видана у 1806 р. у Петербурзі Академією наук.

Подальший розвиток металознавства в Росії на довгі роки був пов'язаний з Артилерійською академією в Петербурзі. Праці П.П. Аносова, виконані в 20-40 р. XIX в., експериментально обґрунтували характер зв'язку складу і будівлі сталі з її властивостями і способом обробки. Цим дослідженням установлено, що твердість загартованої сталі обумовлена змістом у ній вуглецю. П. П. Аносов систематично вивчив вплив ряду легуючих елементів на властивості сталі, розробив спосіб газової цементації, технологію одержання високоякісної сталі, застосував мікроскоп для вивчення структури останньої і відкрив метод обробки сталі холодом. Його видатна праця «Про булати» (1841 р.) була незабаром перевидана у Франції і Німеччині. Безсумнівно роботи П. П. Аносова дали ряд положень, використаних при побудові сучасної науки, що дозволяє його вважати одним з основоположників металознавства. Пріоритет П. П. Аносова в застосуванні мікроскопа для вивчення структури металу безсумнівний і здавна визнаний за кордоном.

Починаючи з другої половини XIX та в перші десятиліття XX сторіччя починається **другий період - період створення і розвитку дослідження властивостей металів та сплавів.**

Основоположники фотографії - винахідники Луї Дагер і Жорес Н'епс (1839 р., Франція), Вільям Толбот (1840-41 рр., Великобританія), мабуть, не мали уявлення про можливість використання їх винаходів при вивченні структури металів.

У промисловості початок цього періоду відзначається бурхливим розвитком техніки, появою і швидким зростанням виробництва великих парових машин і котлів, металорізальних верстатів, металевих кораблів та сталевих гармат, будівництвом залізниць і мостів.

Швидко збільшується потреба у великих кількостях дешевого металу з різними заданими властивостями. Внаслідок цього бурхливо розвиваються нові методи масового виробництва литої сталі – на зміну тигельному методу виробництва сталі приходять конвертерний та мартенівський способи, будуються потужні парові молоти і прокатні стани. З іншого боку, стає необхідним створення нових сортів сталі і сплавів з різними властивостями, уміння змінювати останні, свідомо вибирати режим обробки металів, об'єктивно оцінювати їхню якість і забезпечувати його у виробництві. Саме ці задачі ставило життя, і відповіддю було створення основ визначення механічних властивостей та хімічного складу металів та сплавів.

Загальний стан основних природничих наук до цього часу вже забезпечувало фундамент побудови нової науки. Дійсно, до середини XIX ст. були встановлені основні закони класичної фізики і хімії, а незабаром (1869 р.) і періодичний закон Д. І. Менделєєва. Після того, як у 70-90 рр. XIX ст. були відкриті основні положення фізичної хімії і термодинаміки, наприклад, закон Рауля (1882 р.), правило фаз Гіббса (1874-1878 р.), введене поняття твердого розчину і сформульовані закони Вант Гоффа (1890 р.), металознавство, використовуючи їх, стало особливо інтенсивно розвиватися і вступило в період свого розквіту.

У Росії металознавчі дослідження велися здавна і стояли на високому рівні. Спочатку вони публікувалися в Гірському журналі (починаючи з перших десятиліть XIX ст.), Морському збірнику, Записках Русского технического общества (починаючи із середини XIX ст.) і працях інших наукових товариств (Фізико-хімічного товариства, Товариства технологів, Товариства досліджень матеріалів), працях декількох навчальних закладів, і, нарешті, у Журналі Російського металургійного товариства, що продовжували видаватися і після революції. Крім того, було опубліковано ряд монографій: серед перших з них слід зазначити праці А.О. Ржешотарського (1898 р.), який заснував першу російську металографічну лабораторію (у 1895 р.); курси М.Ф. Лабзіна – «Сплави» (1901 р.), Т.І. Тихонова в Томську – «Металеві сплави» (1903 р.) і

«Металографія» (1907 р.); капітальні курси М.Г. Євангулова і С.П. Вологодина (1905 р.), М.М. Вітторфа (1909 р.), О.О. Байкова (1911 р.) і ряд перекладних видань. У 1900 р. при Російському технічному товаристві була заснована Металографічна комісія, що обговорювала результати досліджень. У неї ввійшли Д.К. Чернов і М.С. Курнаков.

Винятково велике значення мала серія досліджень по фізико-хімічному аналізу, вивченню властивостей і побудові діаграм стану сплавів, виконаних М.С. Курнаковим і його численними учнями. Ці роботи, початі ще в 80-і роки XIX ст., з початку XX ст. стали охоплювати область металів та їхніх сплавів, а після революції одержали надзвичайно широкий розвиток і виконувалися десятками дослідників.

Сьогодні до послуг дослідників є чимало приладів та засобів визначення фізико-механічних властивостей. Це рентгенівські методи дослідження, спектральний аналіз, коли отриманий спектр інтерпретують за допомогою таблиць і атласів спектрів елементів і індивідуальних з'єднань та визначають зміст досліджуваної речовини по відносній або абсолютній інтенсивності ліній або смуг у спектрах; це і хімічні способи визначення складу сплавів, інші види якісних та кількісних методів.

Фізико-механічні властивості металів та сплавів досліджують за допомогою спеціальних машин, що визначають міцність та пластичність, щільність та прогин, твердість та мікротвердість.

Скасування кріпацтва призвело до стрімкого розквіту промисловості, і, насамперед, до появи та розквіту металургійної галузі – так званих Південних заводів [10]. Незважаючи на той факт, що за винятком Сулинського заводу Пастухових, усі інші мали іноземний капітал, саме ці заводи оказали чималий вплив на розвиток бази визначення властивостей металів та сплавів у нашій країні

Сьогодні важко знайти опис обладнання, яке є в наявності на підприємствах, бо в більшості випадків це є комерційною або навіть військовою таємницею. Але можна визначити обладнання та види аналізів, які проводилися на початку XX сторіччя на Південних заводах України. Ці заводи були на той час укомплектовані по останньому слову техніки, та давали близько 70% металургійної продукції Російської Імперії [13].

Всі дослідження, що вироблялися на Південних заводах, зводилися до:

- хімічного аналізу сировини і продуктів виробництва, а також ряду підсобних матеріалів і побічних продуктів виробництва;
- металографічному дослідженню металів;
- механічному дослідженню.

Порівняння лабораторій Макіївського, Юзівського, Донецько - Юрійовського, Таганрозького, Петровського й Олександрівського заводів дозволяє визначити, що устаткування цих заводів було приблизно однаковим. Про розподіл лабораторних робіт між окремими цехами і

загальним планом їх можна судити по наступним даним, що відносяться до лабораторії Юзівського заводу [16].

Доменний цех. Шлаки - визначення SiO_2 , Al_2O_3 , MnO і CaO - 4 проби щодня. Чавун - визначення Si , Mn - 16 проб щодня. Визначення P - 2 проби в тиждень. Колошникові гази - визначення CO_2 , CO , O_2 , CH_4 , H_2 - 4 проби в тиждень. Дим кауперів - визначення CO_2 , O_2 і CO - 4 проби в тиждень. Газ, що спалюється під паровими котлами - визначення CO_2 , O_2 і CO - 1 проба щодня. Дим з-під парових казанів - визначення CO_2 і O_2 - 1 проба щодня.

Вода, для парових котлів - визначення жорсткості неочищеної води, конденсату та очищеної води по 1 пробі щодня. Залізні руди - визначення SiO_2 , Fe і P - 3 проби щодня. Вапняк - визначення SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , P - 1 проба в тиждень.

Мартенівський цех. Сталь - визначення C , Mn , S , Si - 20 проб щодня. Визначення P - 1 проба в тиждень. Шлаки - визначення SiO_2 , FeO ; MnO , CaO , P_2O_5 - 1 проба щодня. Генераторний газ - визначення CO_2 , CO , CH_4 і H_2 - 1 проба щодня.

Рейкопрокатний цех. Генераторний газ - визначення CO_2 , CO , CH_4 і H_2 - 6 проб у тиждень. Вода - визначення жорсткості - 3 проби щодня. Дим парових котлів, що відходять - визначення CO_2 , CO і O_2 - 4 проби щодня.

Залізничний цех. Вода з водоочисника для паровозів - визначення жорсткості - 3 проби щодня. Вугілля - визначення вологи, летучих речовин, золи, сірки і теплотворної здатності - 50 проб на місяць. Водопостачання. Вода - визначення жорсткості - 15 проб на місяць. Повний аналіз - 18 проб у рік.

Рудники. Визначення вологи, летучих речовин, золи, сірки і теплотворної здатності у вугіллях - 25 проб на місяць. Кокс - визначення вологи і золи - 1 проба щодня. Визначення сірки - 1 проба на місяць. Водопостачання. Вода - визначення жорсткості - 20 проб на місяць. Повний аналіз - 24 проби в рік.

Матеріальний відділ. Залізні руди - визначення Fe , Si , P , вологи - 25 проб на місяць. Вапняки - визначення SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO - 3 проби на місяць. Каоліни і глини - визначення SiO_2 , Al_2O_3 , MgO і лугів - 6 проб на місяць. Кварц - визначення SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO ; MgO і втрат від прожарювання - 2 проби на місяць. Марганцеві руди - визначення Mn , Si і P - 4 проби на місяць. Кольорові метали - 24 проби на місяць. Мастильні матеріали - 5 проб на місяць.

Ливарний цех. Сталеві виливки - визначення C , Mn , S , Si - 4 проби щодня. Кам'яні валки - 3 проби в тиждень. Кольорові метали - 4 проби в тиждень.

Доменний цех. Визначення Si , CaO - 1 проба щодня. Визначення Si , Mn , S - 4 проби щодня, P - 1 проба в тиждень. Колошникові гази - визначення CO_2 , CO і O_2 - 1 проба щодня. Дим парових котлів - визначення

CO₂, CO і O₂ - 1 проба щодня. Вода для парових котлів - визначення жорсткості - 3 проби щодня. Залізні руди - визначення Fe, SiO₂ - 3 проби в день 2 рази в тиждень. Визначення P - 1 проба в тиждень.

Матеріальний відділ. Мастильні матеріали - 2 проби щодня. Кольорові метали - 4 проби на місяць.

Ливарний цех. Чавун - визначення Si, Mn, S - 25 проб на місяць. Кольорові метали - 1 проба в тиждень.

Завод мастильних матеріалів при лабораторії. Різних аналізів - біля 100 проб на місяць.

Таким чином, діяльність лабораторій полягала в тому, що вони висвітлювали з погляду хімічного складу, а отже і цінності, всі матеріали, що використовували на заводі, починаючи від сировини і закінчуючи готовими продуктами. Вартість одного аналізу в середньому по всіх заводах не перевищувала 30 коп. (у цінах 1913 року).

Металографічна лабораторія мала устаткування, яке практично усе було імпортного виробництва. Типове устаткування було наступним:

Горизонтальний мікроскоп Ле- Шател'є фірми «Пеллін» у Парижі з б...8-ю об'єктивами Цейса й окулярів для збільшень від 2 до 2000 разів, мікроскоп висвітлювався лампою Хернста і був поєднаний з фотографічною камерою; фотографічна камера «De saux» розміром 13x18 сантиметрів; прилад «Саладина» для визначення критичних точок; шліфувальний верстат; полірувальне повстяне коло, поєднане з двигуном; електрична піч Гереуса для відпалу шліфів і термічної обробки; гальванометри Ле-Шател'є з термопарами і повним устаткуванням для вимірювання високих температур; 2-3 пірометра з гальванометрами; нафтова муфельна піч; мікроскопи Федорова і Мартенса; пресс Гагаріна для механічного дослідження проб; прилад проф. Курнакова для визначення критичних точок; елементи Грені (електричні батареї); реактиви для травлення металів і інших операцій.

Кількість зроблених робіт виражається наступними числами: у 1913 році зроблене від 45912 до 400000 різних досліджень (на різних заводах). Вартість дослідження складала від 47 коп. до 1,2 карбованця (у цінах 1913 року).

Механічна лабораторія Південних заводів, як правило, була обладнана наступними приладами, що приводились в дію електричним двигуном у 8...12 кінських сил: розривний прес системи Фалькота з максимальним навантаженням у 50 тонн; розривний прес системи Деланос з максимальним навантаженням у 50 тонн; розривний прес системи Федергоф з максимальним навантаженням у 50 тонн; гідравлічний прес системи Федергоф для статичних досліджень з максимальним навантаженням у 60 тонн; копер Шарпі для досліджень на удар; прес Бринеля для досліджень на твердість; дзеркальний прилад Мартенса для визначення межі пружності; пірометр Феррі з гальванометром (до 1600 °C); розривний прес гідравлічний

системи Буктон з максимальним навантаженням у 50 тонн, що приводився в дію електричним двигуном у 2,7 кінських сили; гідравлічний прес Бринеля потужністю в 5 тонн; мікроскоп Цейса для виміру лунки, одержуваної при дослідженні по Бринелю; ручний свердлильний верстат, слюсарний верстат з тисками.

Кількість зроблених досліджень: у 1913 році склала близько 20000 на кожному заводі. Вартість одного дослідження складала від 0,7 до 0,72 карбованця золотом (у цінах 1913 року). Для порівняння кошторису досліджень можна згадати, що кваліфікований робітник заробляв в 1912 році 400...420 золотих карбованців в рік [17].

Таким був початок досліджень металів в нашій країні.

Список літератури: 1. *Бек Т.* Очерки по истории машиностроения. ГТТИ, М.-Л. – 300 с., с. 70-81. 2. *Рубцов Н.Н.* История литейного производства в СССР. Т. 1, М., ГНТИ машиностроительной литературы, 1962.- 288 с. 3. *Фесенко В.О.* 130 років Луганського ливарного заводу. До ювілею першої домни на Україні. Будинок науки й техніки. Луганське, 1930.- 28 с. 4. Развитие металлургии в Украинской ССР. / *З.И. Некрасов, Ю.А. Анисимов, В.В. Врублевский* и др. К., Наукова думка, 1980. – 960 с. 5. Развитие литейного производства в Украинской ССР / *К.И. Ващенко, А.М. Петриченко, Ю.А.Шульте.* / Под ред. *В.А. Ефимова.* К., Наукова думка, 1988. - 376 с. 6. *Зворыкин А.А.* и др. История техники. М. 1962. - 780 с. 7. *Маркевич А.* Руководство к артиллерийскому искусству. СПб. т. 1, 1820. 8. *Журило А.Г., А.Ф. Мевіус* – перший професор металургії чавуну і сталі в Україні. // Вестник Национального технического университета «ХПИ» № 8, 2008, С. 72 – 81. 9. *Мевіус А.Ф.* Чугунолитейное производство. Харьков, Типография университета, 1859. – 622 с. 10. *Журило А.Г.* Некоторые вопросы становления металлургии Юга России / Вестник НТУ «ХПИ» № 9, 2011. С. 52-61. 11. *Темник Ю.А.* Столетнее горное гнездо. Луганский завод (1795 — 1887 гг.) Луганск. 2001. 12. *Флеров А.В.* Материаловедение и технология художественной обработки металлов. М., Высшая школа, 1981, 228 с. 13. *Журило А.Г.* Первая мировая война как технологическая категория металлообработки. Металлургия Украины в начале XX века // Процессы литья, № 4, 2011. С. 67–73. 14. *Золоторевский В.С.* Механические свойства металлов. М.: Металлургия, 1983. - 350 с. 15. *Костин П.П.* Физико – механические испытания металлов, сплавов и неметаллических материалов. М.: Машиностроение, 1990. - 255 с. 16. Металлургические заводы Юга России. Х.: Редакционно-издательский отдел УСНХ. – 506 с. 17. Вестник Металлопромышленности 1922 г., № 12. - с. 23

Надійшла до редакції 12.04.12