

**ПРОБЛЕМИ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО  
РОЗВИТКУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА**

***Анотація.** Метою даної роботи є дослідження перспективних напрямів сталого розвитку чорної металургії України в сучасних умовах. Розглянуто основні напрямки стабілізації роботи галузі, що включають: вплив держави на розвиток металургійної галузі, проблеми удосконалення сортаменту металургійної продукції, науковий розвиток металургійних технологій, екологічні проблеми чорної металургії, проблеми наукового забезпечення розвитку металургійних технологій, основні напрямки науково-технічних рішень для сталого розвитку металургійного виробництва. Показано, що нині в національній державній політиці не враховуються головні показники розвитку країни – цільові установки, визначення та затвердження критеріїв і параметрів розвитку країни, гласність і контроль їх виконання. Таке становище потребує розроблення промислової політики у металургійній галузі. Аналіз показує, що в країні продовжує загострюватися проблема внутрішнього ринку металопродукції, скорочується сортамент ефективних видів металопродукції, країна все більше орієнтується на експорт сировинних видів металопродукції та напівфабрикатів. Відзначено, що науково-технічний супровід металургійної галузі має одним з основних чинників розвитку та ефективності виробництва. Використання результатів наукових досліджень є одним з головних чинників зменшення витрат енергоресурсів на виробництво металопродукції. Відзначено, що екологічні проблеми можуть вкрай негативно вплинути на перспективи розвитку металургійного виробництва. Таке становище потребує значних інвестицій у розвиток наукових досліджень та створення нових технологій зменшення вуглецевого сліду під час виробництва металопродукції. Аналіз показує, що за рахунок використання наукового потенціалу та з використанням відомих у світовій практиці технологій в Україні є принципова можливість зменшити енергоспоживання на виробництво металопродукції, поліпшити екологічну ситуацію, зменшити викиди парникових газів. Тому сьогодні надзвичайно*

актуальним є питання науково-технічного забезпечення інноваційного розвитку ГМК України. Першочергові науково-технічні завдання у цьому напрямку полягають у зменшенні витрат енергоресурсів на виробництво металопродукції та досягнення найкращих світових показників. Показано головні стратегічні цілі та пріоритети розвитку ГМК на сучасному етапі.

**Ключові слова:** чорна металургія України, промислова політика, сталий розвиток, параметри, науково-технічні рішення, сортамент, екологія, наукові дослідження.

### Постановка задачі

Аналіз стану чорної металургії України свідчить, що, окрім руйнування металургійних підприємств внаслідок військової агресії РФ, нестабільна робота металургійної галузі пов’язана з декількома причинами:

– втратою держави впливу на технічну та промислову політику в металургійній галузі;

– недостатньо розвиненим внутрішнім ринком металопродукції

– погіршенням технічного та технологічного стану чорної металургії, що призвело до збільшення витрат енергоресурсів та скорочення сортаменту продукції до сировинного рівня;

– недостатнє науково-технічне супроводження металургійного виробництва;

– значним скороченням металургійного наукового потенціалу та недостатнім впровадженням у виробництво сучасних та перспективних наукових розробок.

У найближчий на вітчизняну металургійну галузь може очікувати ряд викликів, пов’язаних з необхідністю повоєнного відновлення зруйнованих військами РФ підприємств, необхідністю докорінної зміни технічного та технологічного рівня виробництва, а також необхідністю протистояти екологічним викликам та обмеженням світового ринку металопродукції.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

За останні 30 років в науковій літературі багато уваги приділялось визначенню оптимальних шляхів розвитку чорної металургії України [1,2].

Можливо виділити дві крайні точки зору – від повної приватизації металургійних підприємств до повного контролю держави над металургійною галуззю. Фактично перемогла доктрина повної приватизації, але очікуваних результатів сталого розвитку металургії так і було досягнуто. Проблема сталого розвитку металургії гостро стала після військової агресії РФ у 2022 році. Ситуація в галузі різко змінилася [3]. Станом на кінець 2022 року в Україні 52 % виробничих потужностей металургійних підприємств знаходилися в зоні окупації РФ і фактично зруйновані. Це підприємства Донбасу та Маріуполя. Решта металургійних підприємств України, хоча і можуть виробляти необхідний Україні сортамент металопродукції, частково або повністю припинили свою роботу. Безперервні ракетні обстріли з боку РФ змусили підприємства перейти на військовий стан. Так, МК «АрселорМіттал Кривий Ріг» працює на 40 %, на 80 % працює Кам'янський МК, практично зупинений МК «Запоріжсталь». Загальні втрати чорної металургії України становлять більше 2/3. Падіння виробництва сталі у 2022 році в чорній металургії України становило більше на 70 % [4].

### **Мета дослідження**

Метою даної роботи є дослідження перспективних напрямів сталого розвитку чорної металургії України в сучасних умовах.

### **Виклад основного матеріалу**

Розглянемо чинники, що впливають на сталий розвиток чорної металургії України більш детально.

#### Вплив держави на розвиток металургійної галузі.

Історія свідчить, що альтернативи прогнозуванню і плануванню людство ще не знайшло. Відмова від стратегії поведінки призводить до хаосу. Відсутність планування, низький науково-технічний та управлінський рівень металургійного виробництва в умовах відкритості української економіки не дозволили українським підприємствам достойно конкурувати з розвиненими країнами та міжнародними компаніями. Це підтвердило тезу, що впевнене існування та розвиток в умовах ринку можливе лише після освоєння

підприємствами сучасних технологій та методів управління, які характерні для розвинених країн.

Розглянемо історію цього питання в Україні.

Чорна металургія належить до інерційних галузей виробництва і її розвиток практично неможливий без прийняття довгострокових програм. Щоб показати реальний вплив держави на розвиток ГМК України, заглибимося у недалеке минуле. Після набуття Україною незалежності стався відхід держави від планового управління та перехід на ринкові відносини. Цей період тривав з 1990 по 1995 роки і характеризувався стрімким падінням виробництва продукції ГМК (рис. 1). У цей період психологічно, економічно, технічно і функціонально чорна металургія не була готова ще повною мірою працювати в умовах ринкових відносин, жорсткої конкуренції зі світовими виробниками металів [5].

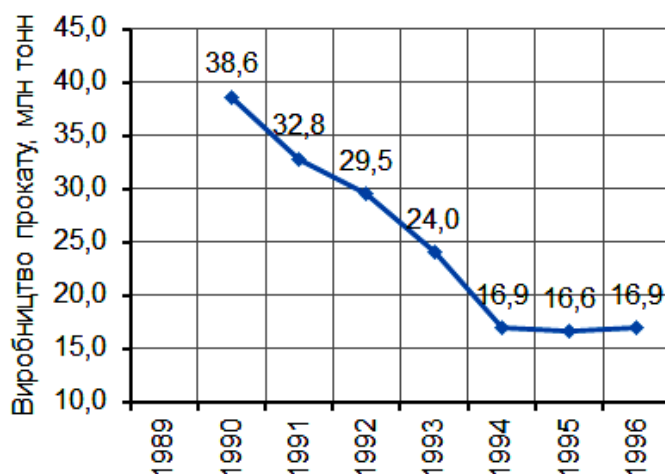


Рисунок 1 – Динаміка виробництва прокату підприємствами МК України у 1990-1996 роках

Активне втручання держави у розвиток чорної металургії України у 1995-2011 роки шляхом прийняття ряду законодавчих актів, Концепції та «Державної програми розвитку та реформування гірничо-металургійного комплексу на період до 2011 року» призвело розвитку наукових досліджень, стабілізації ситуацію в галузі та збільшенню виробництва прокату (рис. 2) [6].

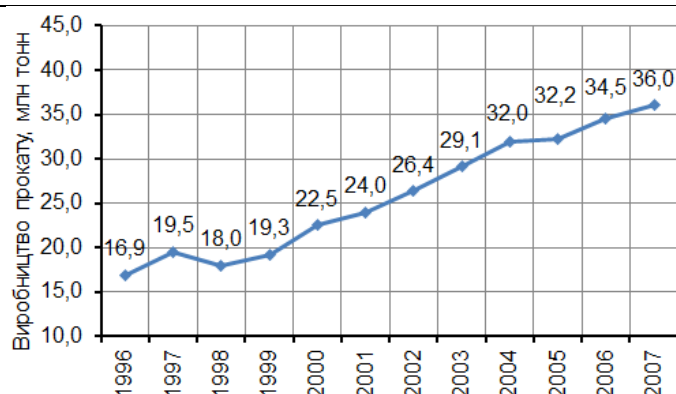


Рисунок 2 – Виробництво прокату підприємствами МК України у 1996-2007 роках, млн тонн

Але зміна зовнішніх умов та світові фінансові кризи не дозволили закріпити позитивну тенденцію (рис. 3). З 2011 року держава повністю втратила вплив на ситуацію в металургійній галузі, що призвело до стрімкого падіння виробництва, яке не припинилося і досі. У цей же період відбулася повна приватизація підприємств чорної металургії України, які майже повністю припинили співпрацю з вітчизняними науковими організаціями через перехід на виробництво традиційної металопродукції сировинної спрямованості.

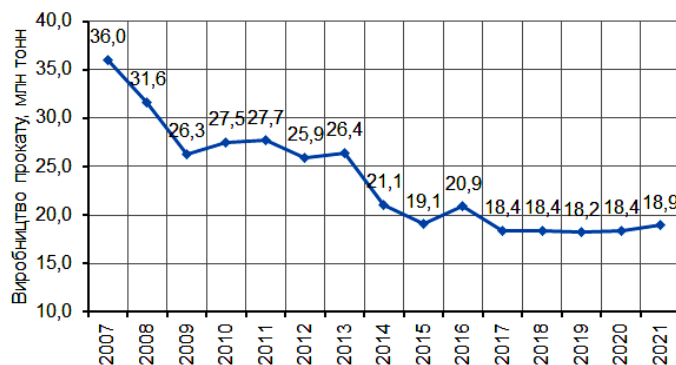


Рисунок 3 – Виробництво прокату підприємствами МК України у 2007-2021 роках, млн тонн

Наведені дані свідчать, що в інтересах розвитку економіки України важливо поєднати інтереси державного управління та управління на рівні конкретних підприємств, забезпечити оперативне реагування на макропроцеси економічного та виробничого характеру. Це завжди були

функції науково-дослідних організацій, проте сьогодні цими питаннями ніхто серйозно не займається. Основу державного впливу на розвиток металургійного виробництва мають становити:

– розвиток наукових досліджень та науково-технічне супроводження сучасних технологій металургійного виробництва;

– аналіз тенденцій, рівня розвитку металургійних технологій та обладнання;

– прогнози металоспоживання, моніторинг та поточний аналіз економічної та виробничої діяльності підприємств;

– оцінка впливу нових законодавчих та нормативних актів на господарську діяльність підприємств, виходячи з перспективних показників розвитку промислових секторів вітчизняної економіки.

Головним завданням сьогодні є визначення та реалізація стратегії розвитку науково-технічного потенціалу, здатного забезпечити майбутнє металургії на основі створення перспективних технологічних процесів.

При розгляді перспективного розвитку металургії виникає маса питань, на які поки немає однозначної відповіді. На сьогодні вся чорна металургія України приватизована, але з року в рік втрачає свої позиції в світі і вже вийшла з першої десятки країн-найбільших виробників сталі. Наведений вище короткий аналіз показує, що в національній державній політиці не враховуються головні показники розвитку країни – цільова установка, визначення та затвердження критеріїв і параметрів розвитку країни, гласність і контроль їх виконання. Особливої уваги держави потребує металургійна галузь в умовах післявоєнного відновлення для ліквідації наслідків військової агресії РФ проти України у 2014-2023 років. Указ Президента Таке становище потребує зміни ставлення до ролі наукових досліджень у металургійній галузі.

Проблеми удосконалення сортаменту металургійної продукції

Сталь як високотехнологічний конструкційний матеріал ще не вичерпала своїх можливостей щодо деформуємості, міцності, корозійній стійкості та іншим показникам якості. Тому в світі швидко розвиваються такі галузі промисловості, які вкладають набагато більше коштів в наукові дослідження і дослідно-конструкторські розробки. Металургам слід задуматися над тим,

чому тільки малими кроками вдається відкривати ринки для нових областей застосування сталі.

Розвиток гірничо-металургійного комплексу України до 1989-1990 років було засновано на припущенні, що потреби у металах перевищують виробничі потужності та наявні ресурси. Тому у гірничо-металургійному комплексі йшло інтенсивне нарощування гірничо-добувних та металургійних потужностей, ставилися завдання максимально можливого випуску металопродукції. Внаслідок падіння системи централізованого адміністративного управління та кризи економіки потреби споживачів України у металопродукції суттєво знизилися. Тому основною проблемою розвитку гірничо-металургійного комплексу у 1990-2000 роках, та донині, є проблема – як управляти використанням сировинних, енергетичних ресурсів при обмеженому фінансуванні для максимального задоволення потреб країни у металопродукції.

При наявності власної залізорудної бази [7], родовищ вугілля та необхідних водних ресурсів Україна має всі можливості для сталого розвитку металургійної галузі. Розвитку чорної металургії сприяє також компактне розташування підприємств, які забезпечені транспортними системами і морськими портами. Однак протягом 1990–1995 років споживання прокату в Україні інтенсивно скорочувалося. Обсяг внутрішнього ринку металопродукції за останні 20 років становив ~ 4,5-10 млн т на рік (рис. 4). У перші роки незалежності Україна виплавляла близько 50 млн т сталі, при внутрішньому її споживанні понад 25 млн т металопродукату. В 2017 році внутрішнє споживання прокату було на рівні 5,2 млн т, з яких 3,9 млн т українського виробництва.

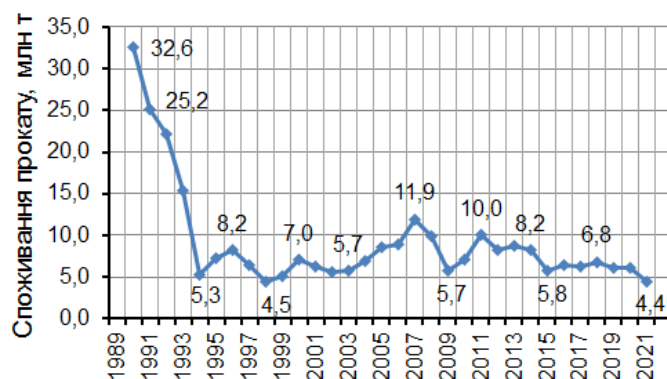


Рисунок 4 – Внутрішнє споживання прокату в Україна у 1990-2021 роках, млн тонн

Таким чином, проблема внутрішнього ринку металопродукції продовжує загострюватися. Водночас, можна зазначити, що при сприятливих умовах розвитку економіки України внутрішній ринок металопродукату може збільшитися до 12-15 млн тонн. Для розвитку інфраструктури на найближчі 10 років Україні потрібно близько 300 млн т металопродукату, що може повністю завантажити металургійну галузь країни. [8]. Сортамент металопродукції чорної металургії України є досить широкий (рис. 5), але в останні роки орієнтація на експорт сировинних видів продукції та напівфабрикатів призвела до його суттєвого скорочення. При цьому в останні роки зростає імпорту металопродукату, причому половину імпорту складала продукція, що виробляється на українських підприємствах.

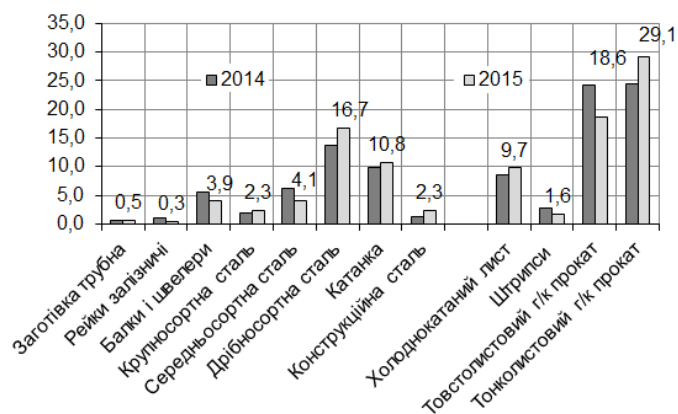


Рисунок 5 – Сортамент прокату ГМК у 2014-2015 роках, %.

Обсяги виробництва прокату в Україні вже багато років знижуються за рахунок скорочення ефективних його видів. У сортаменті прокату ГМК переважають напівфабрикати та продукція первинних переділів без додаткової вартості, на які ще існує попит на світовому ринку, але які не мають перспектив. Суттєво зменшилась кількість видів прокату з високою доданою вартістю (рейки, балки, середній сорт, лист та жерсть з покриттям). При цьому збільшилась частина видів прокату, що мали попит на світовому ринку, зокрема заготівка (рис. 6). З одного боку це свідчило про впровадження у ГМК ринкових відносин, з іншого – про стрімке падіння економіки України та проблеми металоспоживаючих галузей.

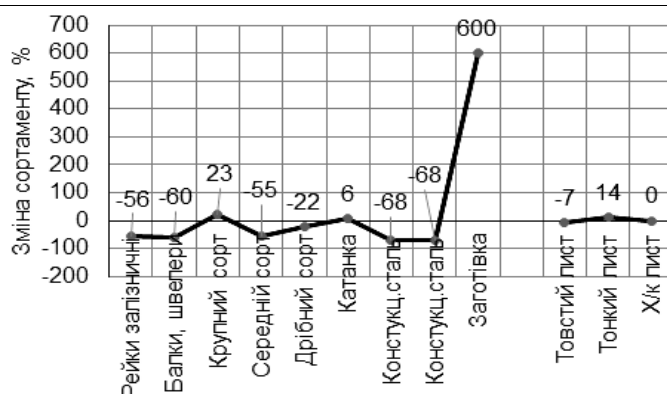


Рисунок 6 – Зміна частки видів прокату ГМК у 2018 році до 1989 року

У 2022 році внаслідок військової агресії РФ в Україні відбулися значні втрати по сортаменту металопродукції, що потребує визначення можливості його компенсації. Листовий сортамент комбінату «ММК ім. Ілліча» може бути лише частково замінено на комбінаті «Запоріжсталь», а виробництво оцинкованого прокату на ТОВ «Юністіл» (м. Кривий Ріг), що входить до структури Metinvest. Основні збитки зазнала галузь від втрати сортаменту продукції МК «Азовсталь». В першу чергу це стосується продукції рейкобалкового стану 800/650 та товстолистового прокату, що вироблявся на станах 3000 та 3600. МК «Азовсталь» був єдиним виробником рейок та постачальником продукції для залізничного транспорту (несучі рами вагонів, профілі Z<sub>310</sub>, тощо). Оцінку заміни сортаменту рейкобалкового стану 800/650 МК «Азовсталь» необхідно виконати для умов ПрАТ «Камет-сталь» та Дніпровського металургійного заводу. Виробництво помольних куль для гірничо-збагачувальних комбінатів може бути замінено на кулепрокатному стані ПрАТ «Камет-сталь». Таке становище свідчить про те, що питанням національної безпеки України необхідно приділити особливу увагу, у тому числі за рахунок створення Концепції та Державної програми відновлення роботи ГМК [9].

#### Науковий розвиток металургійних технологій.

Перше визнання українська металургійна наука отримала у 30-ті роки ХХ століття. Після 1936 року темпи розвитку чорної металургії України знизилися. Тому створення власного металургійного наукового потенціалу було обґрунтовано необхідністю корінного удосконалення технологій

виробництва металопродукції. Про те, що науково-технічний супровід металургійної галузі є одним з основних чинників управління виробництвом свідчить наступний факт: вже у 1940 році темпи зростання виробництва сталі в Україні збільшилися на 27 %. У цьому є чимала заслуга і співробітників Інституту чорної металургії (ІЧМ) та Дніпропетровського металургійного інституту (ДМетІ), творчий потенціал яких було реалізовано у виробництві в короткий термін.

Завдяки використанню результатів наукових досліджень, за останні 50 років у світовій практиці витрати енергії на виробництво 1 т чавуну знизилися наполовину. Зниження енерговитрат в доменному виробництві відбулося за рахунок зміни умов плавки і підвищення якості шихти, шляхом збільшення вмісту заліза в ній. Зменшенню енерговитрат сприяють також створення доменних печей великого об'єму; інтенсифікація технології доменної плавки; використання кисню; вдосконалення режимів завантаження печей та інші заходи. За період 1999-2007 років на підприємствах гірничо-металургійного комплексу України знижено питомі витрати енергоресурсів з 2,04 до 1,07 (- 0,86) т.у.п. на тонну прокату за рахунок технічного переозброєння доменного виробництва, збільшення частки конвертерної сталі, зменшення витрат на організаційні заходи. Подальше зниження енерговитрат вимагатиме суттєвих капітальних вкладень на технічне переозброєння та на науково-технічні розробки. Проте у наступні роки в Україні відбулося погіршення показників питомих витрат на виробництво прокату через світові фінансові кризи, втрату державою впливу на роботу металургійних підприємств, через практичної відмови підприємств від науково-технічного супроводження металургійного виробництва. За експертною оцінкою питомі витрати енергоносіїв складають біля 1,34-1,45 кг у.п./т прокату.

#### Екологічні проблеми чорної металургії

Чорна металургія сьогодні базується на фізико-хімічних процесах, що мають тисячолітню історію. Розвиток сучасної металургії починається у XVIII столітті. Основу цих процесів складають хімічні реакції відновлення оксидів заліза вуглецем, до добувається переважно з викопних джерел. У той же час застосування вуглецевих технологій призводить до ризику глобальних

екологічних проблем внаслідок неконтрольованих викидів парникових газів. І хоча частка металургії у викидах парникових газів у світі складає біля 7 %, екологічні вимоги суспільства потребують застосування технологій з обмеженим використанням вуглецю як відновника та енергоносія. Дані екологічних спостережень підтверджують необхідність застосування нових технологій виплавляння сталі [10].

У світі спостерігається істотна активізація промислової діяльності людини і посилення негативного впливу на атмосферу Землі. За останні 10 років викиди вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ) в атмосферу планети збільшилися на 2 %, що призвело до підвищення середньорічної температури поверхні Землі і загрожує непередбачуваними наслідками. До 2000 років значного впливу рівня виробництва сталі у світі на підвищення температури не спостерігалось. Після збільшенні світового виробництва сталі понад 800 млн тонн/рік спостерігається суттєве підвищення середньорічної температури поверхні Землі. За останні 20 років спостерігається кореляція між обсягами виробництва світового сталі та підвищенням температури Землі (рис. 7).

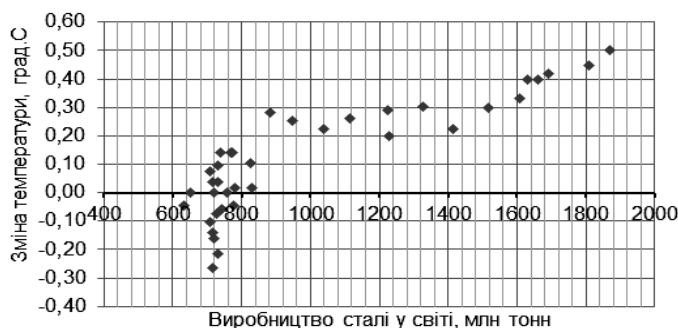


Рисунок 7 – Зміни середньорічної температури поверхні Землі та обсяги виробництва сталі у світі (1970-2021 рр.)

Безумовно, на цей показник впливає загальний розвиток промисловості та інфраструктури, але і на металургію покладається суттєва відповідальність. Посилення політики державного впливу на екологічні проблеми, зокрема в ЄС, означає, що і підприємства можуть зазнати непередбачуваного ризику відповідальності за забруднення навколишнього середовища. Вирішення цієї проблеми полягає не тільки у впровадженні на підприємствах екологічних

заходів, а передусім у запровадженні енергозощадливих технологій, що неможливо зробити без сучасних наукових розробок на відповідного науково-технічного супроводження. Проте існує думка, що навіть радикальне скорочення викидів не зможе запобігти підвищенню середньорічної температури Землі. Людству доведеться інвестувати в варіанти геоінженерії, зокрема у видалення вуглекислого газу з атмосфери, що неможливо зробити без інвестування у розвиток наукових досліджень як у загальних дисциплінах, так і у металургійній галузі. [11]

#### Проблеми наукового забезпечення розвитку металургійних технологій

Одним з важливих напрямків сучасних наукових досліджень є орієнтація на мінімізацію споживання енергоресурсів під час виробництва металопродукції. Такий напрямок дозволяє одночасно вирішити і екологічні проблеми. В Україні перспективи енергозбереження пов'язані з вирішенням таких задач: оновлення основних фондів, впровадження нових енергозберігаючих і безвідходних технологій, обладнання та апаратів; заміна природного газу альтернативними видами палива (вугілля, ПВП, продукти газифікації вугілля і мазуту); розширення використання вторинних енергетичних ресурсів (теплові ресурси, утилізація конденсату промислового пару); зменшення втрат матеріальних і паливо-енергетичних ресурсів на всіх стадіях технологічного циклу.

Аналіз показує, що за рахунок використання наукового потенціалу та з використанням відомих у світовій практиці технологій в Україні є принципова можливість зменшити енергоспоживання на виробництво металопродукції, поліпшити екологічну ситуацію, зменшити викиди парникових газів (CO<sub>2</sub>). В останні роки все більшої уваги від науковців потребує розроблення технологій щодо зменшення вуглецевого сліду під час виплавляння сталі. У світі все більше посилюється тенденція зростання витрат на новації та розробку процесів одержання нової продукції з мінімальним вуглецевим слідом. На теперішній час у світі розробляються принципово нові технології виробництва залізорудної сировини та металу з використанням водню [12]. Така технологія дозволяє відмовитися від застосування вуглецевмісних видів палива (вугілля, кокс, природний газ). Однак використання водню в якості палива для

металургійних агрегатів, поки обходиться дорожче, ніж вуглецевмісні його види. Реального зниження емісії CO<sub>2</sub> можна досягти тільки за рахунок дешевої енергії з відновлюваних джерел для виробництва водню. Тому орієнтація на проекти водневої металургії стає довгостроковим трендом.

Порівняння найбільш відомих технологій виробництва сталі щодо кількості викидів парникових газів наведено на (рис. 8).

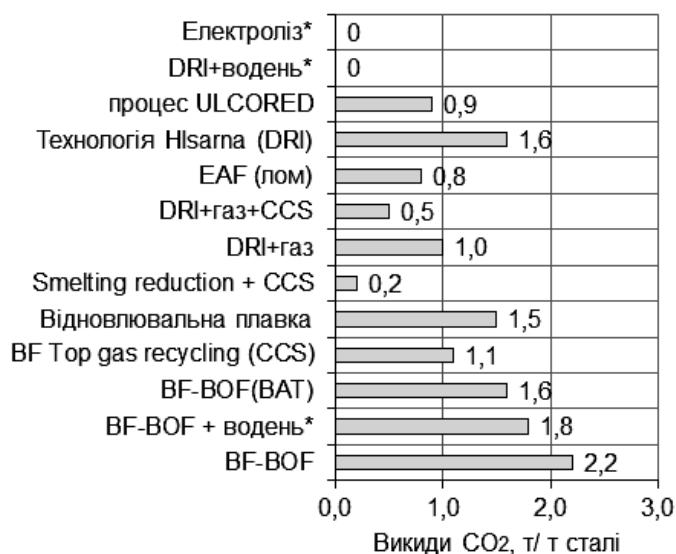


Рисунок 8 – Кількість викидів CO<sub>2</sub> для діючих та перспективних виробництв сталі, т CO<sub>2</sub>/т сталі

Наведемо розшифровку зазначених технологій.

BF-BOF – технологія виробництва сталі за схемою «доменна піч – кисневий конвертер» (BF-BOF process).

BF-BOF + водень – технологія виробництва сталі за схемою «доменна піч – кисневий конвертер» з використанням відновлювальних та енергетичних можливостей водню.

BF-BOF(BAT) – виробництво сталі за схемою «доменна піч – кисневий конвертер», що використовує найкращі сучасні технології одержання чавуну та сталі.

BF Top gas recycling (CCS) – технологія доменної плавки з використанням систем уловлювання, зберігання та використання доменного газу (CCS).

Smelting reduction + CCS – технологія відновлювальної плавки, якою передбачено уловлювання, зберігання та використання газів, що відходить від технологічних агрегатів.

EAF (лом) – процес виробництва сталі в електропечах з використанням металевого брухту.

DRI+водень – технологія відновлення заліза з використанням водню теоретично дозволяє усунути викиди CO<sub>2</sub> та зменшити вуглецевий слід

Електроліз – дещо екзотичний для масової металургії процес досягнення вуглецевої нейтральності.

З наведених даних видно, що перспективи зменшення викидів парникових газів пов'язані з удосконаленням технологічних процесів, з використанням водню як відновника та енергоносія, з процесами збору та утилізації CO<sub>2</sub>. Такий напрямок тісно пов'язаний з розвитком наукових досліджень та їх впровадження у виробництво, для чого необхідно вирішити багато науково-технічних та організаційних проблем. На теперішній час у світі активно розробляються принципово нові технології виробництва залізорудної сировини та металу з використанням водню [13]. Така технологія дозволяє відмовитися від застосування вуглецевмісних видів палива (вугілля, кокс, природний газ). Однак використання водню в якості палива для металургійних агрегатів, поки обходиться дорожче, ніж вуглецевмісні його види. Реального зниження емісії CO<sub>2</sub> можна досягти тільки за рахунок дешевої енергії з відновлюваних джерел для виробництва водню. Тому орієнтація на проекти водневої металургії стає довгостроковим трендом, що потребує активної участі держави у цьому процесі.

#### Основні напрямки науково-технічних рішень для сталого розвитку металургійного виробництва

Структура сучасної світової металургії ґрунтується на досягненнях металургійної науки. Тому сьогодні надзвичайно актуальним є питання науково-технічного забезпечення інноваційного розвитку ГМК України. Першочергові науково-технічні завдання у цьому напрямку полягають у зменшенні витрат енергоресурсів на виробництво металопродукції та досягнення найкращих світових показників. Нині в Україні середні питомі

енерговитрати перевищують середньосвітові показники – у виробництві чавуну на 14 %), сталі – на 30 %), прокату – на 50-60 %. [14]. Таке становище вимагає проведення корінної модернізації та забезпечення нового технологічного рівня виробництва, істотного збільшення обсягу капітальних вкладень та удосконалення інвестиційної політики.

Тому на сучасному етапі головними стратегічними цілями та пріоритетами розвитку ГМК повинні стати:

- структурна перебудова та модернізація галузі;
- зниження в експорті частки сировини та напівфабрикатів, збільшення обсягів виробництва продукції підвищеного ступеня готовності та високої якості;
- розробка та впровадження інноваційних проєктів розвитку металургійних переділів на основі ресурсо- та енергозберігаючих екологічно чистих технологій з використанням кращих вітчизняних та світових розробок;
- удосконалення систем управління технологічними процесами і якістю продукції з метою підвищення конкурентоздатності продукції на світовому ринку;
- освоєння нових конструкційних і функціональних матеріалів, що відповідають міжнародним стандартам;
- концентрація зусиль держави на проведенні ефективної науково-технічної політики у металургійному комплексі.

Чорна металургія України завжди розвивалася на основі нових наукових знань, результатів наукових досліджень вітчизняних НДІ та використання передового досвіду підприємств, завдяки яким вдосконалювалася світова та вітчизняна чорна металургія. Позначимо деякі найважливіші напрями перспективних наукових досліджень, які можуть дозволити на найближчу перспективу досягти стратегічних цілей розвитку металургії та вивести її на новий технічний рівень:

- розвиток вітчизняної мінерально-сировинної бази, розробка нових видів металургійної сировини та технологій її підготовки, зокрема, шляхом підвищення глибини збагачення та збільшення вмісту заліза;

– розробка та впровадження нових видів шихтових матеріалів та енергоносіїв для доменного виробництва;

– розробка та промислове випробування наукомістких систем автоматизованого контролю доменних печей;

– розробка та промислова реалізація ефективних процесів сталеплавильного виробництва, зокрема, технології конвертерної плавки, нових методів позапічної обробки чавуну та сталі для отримання високоякісної продукції;

– розробка, дослідження та вдосконалення способів безперервного виробництва та розливання сталі, у т.ч. технології та обладнання МБЛЗ нового покоління;

– створення безперервних процесів «розливання-прокатка» з удосконаленням технології та обладнання безперервної прокатки;

– розвиток процесів прокатного виробництва з метою зниження витрат матеріальних та енергетичних ресурсів, отримання заданої структури та властивостей прокату;

– розробка економнолегованих марок сталі та розвиток наукових основ технологій їх термічної обробки;

– розроблення нових способів безкоксого отримання первинного металу, технології та обладнання для відновлення оксидів і прямого отримання заліза;

– розроблення нових технологій забезпечення відповідного екологічного стану навколишнього середовища, зокрема, створення нових процесів та пристроїв уловлювання пилу.

Реалізація запропонованих заходів дає змогу зміцнити науково-технічний потенціал України, прискорити впровадження результатів наукових досліджень у металургійну та гірничорудну промисловість, підвищити конкурентоспроможність металургійної продукції на внутрішньому та світовому ринках, зменшити залежність країни від коливань світової економіки.

### Висновки

Розглянуто основні напрямки стабілізації роботи чорної металургії України. Показано, що одними з головних параметрів, що визначають сталий розвиток галузі на сучасному етапі є: вплив держави на розвиток металургійної галузі, проблеми удосконалення сортаменту металургійної продукції, науковий розвиток металургійних технологій, екологічні проблеми, проблеми наукового забезпечення виробництва, основні напрямки науково-технічних рішень розвитку металургійних технологій.

Показано, що нині в національній державній політиці не враховуються головні показники розвитку України – цільові установки, визначення та затвердження критеріїв і параметрів розвитку країни, гласність і контроль їх виконання. Таке становище потребує розроблення промислової політики у металургійній галузі.

Аналіз показує, що в країні продовжує загострюватися проблема внутрішнього ринку металопродукції., скорочується сортамент ефективних видів металопродукції, країна все більше орієнтується на експорт сировинних видів металопродукції та напівфабрикатів.

Відзначено, що науково-технічний супровід металургійної галузі має одним з основних чинників розвитку та ефективності виробництва. Використання результатів наукових досліджень є одним з головних чинників зменшення витрат енергоресурсів на виробництво металопродукції.

Відзначено, що екологічні проблеми можуть вкрай негативно вплинути на перспективи розвитку металургійного виробництва. Таке становище потребує значних інвестицій у розвиток наукових досліджень та створення нових технологій зменшення вуглецевого сліду під час виробництва металопродукції.

Аналіз показує, що за рахунок використання наукового потенціалу та з використанням відомих у світовій практиці технологій в Україні є принципова можливість зменшити енергоспоживання на виробництво металопродукції, поліпшити екологічну ситуацію, зменшити викиди парникових газів. Тому сьогодні надзвичайно актуальним є питання науково-технічного забезпечення інноваційного розвитку ГМК України. Першочергові науково-технічні завдання у цьому напрямку полягають у зменшенні витрат енергоресурсів на виробництво металопродукції та досягнення найкращих світових показників.

Показано головні стратегічні цілі та пріоритети розвитку ГМК на сучасному етапі.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Захарченко В. Пріоритети національного промислового комплексу. Вісник НАН України. 2004. №7. С. 25-38.
2. Курза Ю. П. Стратегія структурних реформ в економіці та новаційного розвитку України. Наука та інновації. 2014. Т. 10. № 3. С. 80-97.
3. Перші підсумки діяльності металургів України у 2022 році. [Електронний ресурс]: [www.gmk.center](http://www.gmk.center). <https://dia.dp.gov.ua/pershi-pidsumki-diyalnosti-metalurgiv-ukra%D1%97ni-u-2022-roci/>.
4. Производство стали в Украине может достичь 7,6 млн т в 2022 году. [Електронний ресурс]: <https://gmk.center/news/proizvodstvo-stali-v-ukraine-mozhet-dostignut-7-6-mln-t-v-2022-godu/>.
5. Грищенко С. Г., Власюк В. С. Состояние мировой металлургии в новых реалиях экономического кризиса (по материалам 67 сессии Комитета по стали Организации экономического сотрудничества и развития, Париж, 10-11 декабря 2009 года). Металлургическая и горнорудная промышленность. 2010. №1. С. 4-5.
6. Державна програма розвитку та реформування гірничо-металургійного комплексу України до 2011 р. (Затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 28.07.2004 № 967).
7. Почему страны с богатыми природными ресурсами не развиваются. [Електронний ресурс]: [http://emchezgia.ru/syrye/6.1\\_mestorozhdeniya\\_zheleznyh\\_rud\\_v\\_mire.php](http://emchezgia.ru/syrye/6.1_mestorozhdeniya_zheleznyh_rud_v_mire.php).
8. Власюк В. Современная роль и перспективы украины на глобальном рынке стали. [Електронний ресурс]: <https://zn.ua/author/vladimir-vlasyuk>
9. Тубольцев Л. Г. Бабаченко О.І., Меркулов О.Є. Концепція сталого розвитку чорної металургії України в сучасних умовах. Фундаментальні та прикладні проблеми чорної металургії. Вип 36. 2022. С.4-21.
10. Галушіна Т. Міжнародний екологічний форум «Зелена економіка. Зелені технології. Зелені інвестиції». [Електронний ресурс]: <http://ua-ekonomist.com/5-mizhnarodnyj-ekologichnyj-forum-zelena-ekonomika-zeleni-tehnologii-zeleni-investycii.html>.
11. Світ ризикує зануритися в кліматичну “петлю загибелі”, попереджають аналітики. <https://internetua.com/svit-rizikuye-zanuritisya-v-klimaticsnu-petlua-zagibeli-poperedjauat-analitiki>
12. Минэнерго разработало три документа для подготовки Водородной стратегии Украины. Uaprom.info : [Електронний ресурс]: <http://uaprom.info/news/179101-minenergo-razrabotalo-tri-dokumenta-podgotovki-vodorodnoj-strategii-ukrainy.html>.
13. Механізм регулювання вуглецевих кордонів. European Commission : [Електронний ресурс]: [https://ec.europa.eu/taxation\\_customs/green-taxation-0/carbon-border-adjustment-mechanism\\_en](https://ec.europa.eu/taxation_customs/green-taxation-0/carbon-border-adjustment-mechanism_en)].
14. Грищенко С. Г., Гринев А. Ф., Тубольцев Л. Г. Проблемные вопросы развития горно-металлургического комплекса Украины. Металлургическая и горнорудная промышленность. 2017. №1. С. 2-6.

### REFERENCES

1. Zakharchenko V. Priorities of the national industrial complex. Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine. 2004. No. 7. pp. 25-38.
2. Kurza Yu. P. Strategy of structural reforms in the economy and innovation development of Ukraine. Science and innovation. 2014. V. 10. No. 3. S. 80-97.
3. The first subbags of activity of metallurgy in Ukraine in 2022. [Electronic resource]: [www.gmk.center](http://www.gmk.center). <https://dia.dp.gov.ua/pershi-pidsumki-diyalnosti-metalurgiv-ukra%D1%97ni-u-2022-roci/>.

4. Steel production in Ukraine may reach 7.6 million tons in 2022. [Electronic resource]: <https://gmk.center/news/proizvodstvo-stali-v-ukraine-mozhet-dostignut-7-6-mln-t-v-2022-godu/>.
5. Grishchenko S. G., Vlasjuk V. S. The state of the world metallurgy in the new realities of the economic crisis (based on the materials of the 67th session of the Committee on Steel of the Organization for Economic Cooperation and Development, Paris, December 10-11, 2009). Metallurgical and mining industry. 2010. №1. pp. 4-5.
6. State program for the development and reform of the gas-fired and metallurgical complex of Ukraine until 2011. (Approved by the Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine in 28.07.2004 No. 967).
7. Why countries with rich natural resources do not develop. [Electronic resource]: [http://emchezgia.ru/syrye/6.1\\_mestorozhdeniya\\_zheleznyh\\_rud\\_v\\_mire.php](http://emchezgia.ru/syrye/6.1_mestorozhdeniya_zheleznyh_rud_v_mire.php).
8. Vlasjuk V. Modern role and prospects of Ukraine in the global steel market. [Electronic resource]: <https://zn.ua/author/vladimir-vlasjuk>
9. Tuboltsev L. G. Babachenko O.I., Merkulov O.Є. The concept of steel development of black metallurgy in Ukraine in today's minds. Fundamental and applied problems of black metallurgy. Vip 36. 2022. P.4-21.
10. Galushina T. International environmental forum “Green economy. Green technologies. Green investments”. [Electronic resource]: <http://ua-ekonomist.com/5-mizhnarodnyj-ekologichnyj-forum-zelena-ekonomika-zeleni-tehnologii-zeleni-investycji.html>.
11. The world is risking getting into the climate “loop of death,” analysts say. <https://internetua.com/svit-rizikuye-zanuritisya-v-klimaticsnu-petlua-zagibeli-poperedjauat-analitiki>
12. The Ministry of Energy has developed three documents for the preparation of the Hydrogen Strategy of Ukraine. Uaprom.info: [Electronic resource]: <http://uaprom.info/news/179101-minenergo-razrabotalo-tri-dokumenta-podgotovki-vodorodnoj-strategii-ukrainy.html>.
13. Mechanism of regulation of coal cordons. European Commission: [Electronic resource]: [https://ec.europa.eu/taxation\\_customs/green-taxation-0/carbon-border-adjustment-mechanism\\_en](https://ec.europa.eu/taxation_customs/green-taxation-0/carbon-border-adjustment-mechanism_en)].
14. Grishchenko S. G., Grinev A. F., Tuboltsev L. G. Problematic issues of development of the mining and metallurgical complex of Ukraine. Metallurgical and mining industry. 2017. No. 1. pp. 2-6.

Received 01.02.2019.

Accepted 11.02.2019.

UDC 669.1.061.6

L. Tuboltsev, V. Petrenko, A. Selegej

## **PROBLEMS OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL DEVELOPMENT OF METALLURGICAL PRODUCTION**

The purpose of this work is to study promising areas of sustainable development of ferrous metallurgy of Ukraine in modern conditions. The main areas of stabilization of the industry were considered, including: the influence of the state on the development of the metallurgical industry, problems of improving the range of metallurgical products, scientific development of metallurgical technologies, environmental problems of ferrous metallurgy, problems of scientific support for the development of metallurgical technologies, the main

directions of scientific and technical solutions for the sustainable development of metallurgical production. It is shown that currently the main indicators of the country's development are not taken into account in the national state policy - target settings, definition and approval of criteria and parameters of the country's development, publicity and control of their implementation. Such a situation requires the development of an industrial policy in the metallurgical industry. The analysis shows that the problem of the internal market of metal products continues to worsen in the country, the assortment of effective types of metal products is decreasing, the country is increasingly oriented towards the export of raw types of metal products and semi-finished products. It was noted that the scientific and technical support of the metallurgical industry is one of the main factors in the development and efficiency of production. The use of the results of scientific research is one of the main factors in reducing the cost of energy resources for the production of metal products. It was noted that environmental problems can have an extremely negative impact on the prospects for the development of metallurgical production. This situation requires significant investments in the development of scientific research and the creation of new technologies for reducing the carbon footprint during the production of metal products. The analysis shows that due to the use of scientific potential and the use of technologies known in world practice in Ukraine, there is a fundamental opportunity to reduce energy consumption for the production of metal products, improve the environmental situation, and reduce greenhouse gas emissions. Therefore, the issue of scientific and technical support for the innovative development of MMC of Ukraine is extremely relevant today. The primary scientific and technical tasks in this direction are to reduce the consumption of energy resources for the production of metal products and achieve the best global indicators. The main strategic goals and priorities of MMC development at the current stage are shown.

**Keywords:** ferrous metallurgy of Ukraine, industrial policy, sustainable development, parameters, scientific and technical solutions, assortment, ecology, scientific research.

**Тубольцев Леонід Григорович**, кандидат техн. наук, старший науковий співробітник, Заслужений працівник промисловості України, завідувач Науково-організаційного відділу, Інститут чорної металургії імені З. І. Некрасова НАН України, пл. Академіка Стародубова, 1, м. Дніпро, Україна, 49107; e-mail: [isi.tubol@gmail.com](mailto:isi.tubol@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0001-9540-3037>

**Петренко Віталій Олександрович**, д-р техн. наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, в.о. завідувача кафедри інтелектуальної власності та управління проектами, Український державний університет науки і технологій, проспект Гагаріна, 4, м. Дніпро, 49600; e-mail: [petrenko\\_v@email.ua](mailto:petrenko_v@email.ua); <https://orcid.org/0000-0001-5017-1674>

**Се́легей Андрій Миколайович**, д-р техн. наук, доцент, професор, Український державний університет науки і технологій, проспект Гагаріна, 4, м Дніпро, 49600; e-mail: [selegey@ua.fm](mailto:selegey@ua.fm); <https://orcid.org/0000-0003-3161-5270>

**Tuboltsev Leonid**, Candidate of Technology. Sciences, senior researcher, Honored Worker of the Industry of Ukraine, head of the Scientific and Organizational Department, Iron and Steel Institute named after Z. I. Nekrasov of the National Academy of Sciences of Ukraine, sq. Akademika Starodubova, 1, Dnipro, Ukraine, 49107; e-mail: [isi.tubol@gmail.com](mailto:isi.tubol@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0001-9540-3037>

**Petrenko Vitalii**, Dr. Tech. of Sciences, professor, Honored Worker of Science and Technology of Ukraine, acting Head of the Department of Intellectual Property and Project Management, Ukrainian State University of Science and Technology, 4 Gagarina Avenue, Dnipro, 49600; e-mail: [petrenko\\_v@email.ua](mailto:petrenko_v@email.ua); <https://orcid.org/0000-0001-5017-1674>

**Се́легей Андрій**, Dr. Tech. of Sciences, professor, Ukrainian State University of Science and Technology, 4 Gagarina Avenue, Dnipro, 49600; e-mail: [selegey@ua.fm](mailto:selegey@ua.fm); <https://orcid.org/0000-0003-3161-5270>