

А.Г. Пригунова¹, д-р техн. наук, ст. наук. співр., зав. відділу, e-mail: adel_nayka@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-8030-9160>

Л.Г. Тубольцев², канд. техн. наук, ст. наук. співр., зав. відділу, e-mail: isi.tubol@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9540-3037>

А.В. Нарівський¹, чл.-кор. НАН України, д-р техн. наук, проф., директор, e-mail: av.narivskii@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1596-6401>

Л.В. Сокол³, учений секретар, e-mail: lsokol200763@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9329-9096>

¹Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України (Київ, Україна)

²Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України (Дніпро, Україна)

³АТ «Інститут титану» (Запоріжжя, Україна)

Алюмінієва промисловість України: від занепаду до потенційного зростання

У статті розглянуто сучасний стан алюмінієвої промисловості в Україні та світі, діяльність підприємств первинної металургії, на яких алюміній одержують електролізом з криоліто-глиноземних розплавів, та вторинної металургії, заснованої на використанні металевого брухту та відходів. Показано тенденції розвитку світового виробництва і споживання алюмінію та місце України в цих процесах. Досліджено проблеми вітчизняної алюмінієвої промисловості та стан сировинної бази. Здійснено аналіз виробництва алюмінію і сплавів на його основі, напівфабрикатів і виробів з брухту та відходів. Наведено структури внутрішнього ринку, експорту та імпорту алюмінієвої продукції. Встановлено причини та наслідки скорочення виробничих потужностей та зупинення деяких виробництв. Відзначено, що помилки приватизації призвели до втрати двох найбільш важливих підприємств первинної металургії алюмінію: ПАТ «Запорізький виробничий алюмінієвий комбінат» і ПАТ «Миколаївський глиноземний завод». Закриття у 2011 році електролізного цеху на Запорізькому алюмінієвому комбінаті позбавило Україну статусу країни-виробника первинного алюмінію. Приватизація ПАТ «Миколаївський глиноземний завод» не принесла алюмінієвій промисловості очікуваних інвестицій, а країні – нових перспективних виробництв. Показано, що відсутність сировинних ресурсів, а також підтримки з боку держави зумовили в 2012 році зупинку одного з найбільших заводів вторинної металургії України – СП «Інтерсплав», який був оснащений сучасним обладнанням та технологіями. З урахуванням світового та вітчизняного досвіду визначено стратегічні напрями відновлення та потенційного зростання алюмінієвого виробництва і високотехнологічних галузей на його основі. Запропоновано шляхи вирішення проблем алюмінієвої промисловості в Україні програмним методом, заходи та механізми їх реалізації. Зазначено роль науково-технічного потенціалу в сталому розвитку України у післявоєнний період та на перспективу.

Ключові слова: алюмінієва промисловість, первинна та вторинна металургія, сировинна база, внутрішнє споживання, експорт, імпорт, світові тенденції розвитку, науково-технічні розробки.

Вступ. Алюмінієва промисловість є складовою частиною гірничо-металургійного комплексу, стратегічно важливим сектором економіки України [1]. Завдяки високому рівню фізико-механічних властивостей, корозійній стійкості та технологічності алюмінію та його сплави є одними з найбільш затребуваних і перспективних конструкційних матеріалів, які широко використовуються у всіх галузях промисловості. Тому забезпечення сталого розвитку алюмінієвого виробництва і високотехнологічних наукоємних галузей на його основі є одним з головних і актуальних завдань підвищення промислового потенціалу та національної безпеки держави.

Постановка проблеми. Указом Президента України від 21 квітня 2022 року № 266 передбачено

розроблення заходів з відновлення України від наслідків війни. У довоєнний період 20 % продукції кольорової металургії виготовляли з алюмінію та його сплавів. За час воєнних дій у 2014–2022 роках велику кількість підприємств пошкоджено або знищено. За таких обставин однією з найважливіших проблем є оцінка реального стану алюмінієвої галузі в порівнянні з світовим рівнем та прийняття науково-обґрунтованих і ефективних рішень для післявоєнного її відновлення та подальшого розвитку.

Мета роботи – обґрунтування стратегії повоєнного відновлення та перспективного розвитку алюмінієвого виробництва і високотехнологічних галузей на його основі для стабілізації та піднесення української економіки.

Для досягнення поставленої мети необхідно **вирішити наступні задачі**:

– провести аналіз стану та потенціалу розвитку вітчизняної алюмінієвої промисловості, визначити її проблеми та місце в світовому рейтингу;

– розглянути світові тенденції та перспективи розвитку алюмінієвого виробництва у високорозвинених країнах;

– на підставі світового та вітчизняного досвіду обґрунтувати раціональні шляхи післявоєнного відновлення та потенційного зростання алюмінієвого виробництва і високотехнологічних галузей на його основі.

Об'єкт дослідження – виробнича діяльність, технічний та технологічний стан, сировинні джерела алюмінієвої промисловості; внутрішній ринок та імпорт алюмінієвої продукції, світове виробництво та споживання алюмінію, світові тенденції розвитку алюмінієвого виробництва.

Методика дослідження – системний аналіз стану вітчизняної та світової алюмінієвої індустрії, статистичні методи збору, обробки інформації та прогнозу.

Аналіз базових умов функціонування підприємств алюмінієвої промисловості. Алюмінієва промисловість виробляє напівфабрикати (глинозем, здебільшого з бокситів), алюміній та сплави на його основі [1]. Порівняно з чорними металами процес отримання алюмінію більш складний і енергоємний, оскільки заснований на використанні електричного струму великої потужності (до 40000 кВт*ч/т алюмінію [2]), що в структурі собівартості алюмінію складає до 40 %. За способом виробництва металургія алюмінію поділяється на первинну і вторинну. На підприємствах первинної металургії з алюмінієвих руд (переважно бокситів) одержують глинозем (Al_2O_3) і далі методом електролізу криоліто-глиноземних розплавів (метод Еру-Холла) виробляють алюміній [3, 4]. Вторинна металургія заснована на використанні металевого брухту та техногенних відходів [5].

На момент здобуття Україною незалежності алюмінієва підгалузь кольорової металургії України включала: підприємства з виробництва первинного алюмінію – ВАТ «Миколаївський глиноземний завод» (ВАТ «МГЗ») і ВАТ «Запорізький алюмінієвий комбінат» (ВАТ «ЗАЛК»), а також заводи з виробництва вторинного алюмінію – СП «Інтерсплав», СП «Укргермет», СП «Обімет» і Броварський завод алюмінієвих будівельних конструкцій (БЗАБК). Загальні потужності цих підприємств склали: глинозему – 1,2 млн т на рік, первинного алюмінію та сплавів – 110 тис. т на рік, вторинного алюмінію та сплавів на його основі – 158 тис. т на рік, будівельних алюмінієвих профілів – 15 тис. т на рік [1].

ВАТ «МГЗ» – одне з найбільших в Європі сучасних підприємств кольорової металургії. Основна продукція – глинозем металургійний (в 1991 р. потужність – 1,0 млн т/рік); гідроксид алюмінію; галій; червоні шлами. Виробництво глинозему значно перевищувало потреби України, тому частину його експортували. Червоні шлами, що утворюються при виробництві глинозему, є цінною сировиною для чорної металургії та інших галузей (будівництво, скляна промисловість тощо), з них вилучали рідкісний метал – галій.

ВАТ «ЗАЛК» – перше в Україні підприємство алюмінієвої промисловості (1933 р.) виробляв первинний алюміній та сплави на його основі. До складу підприємства входили: глиноземне (потужністю 200 тис. т/рік) та електролізне (потужністю 110 тис. т/рік) виробництва, цех електротермічного одержання алюміній-кремнієвих сплавів (потужністю 20,5 тис. т/рік) і кремнію (потужністю 22,5 тис. т/рік). До складу ВАТ «ЗАЛК» також входив Глухівський кварцитовий кар'єр (Сумська обл.), де добували 300–350 тис. т на рік сировини для виготовлення кристалічного кремнію та силумінів. Боксити для виготовлення глинозему імпортували з Гвінеї, Угорщини, Греції.

У 1990–1996 роках підприємства первинної алюмінієвої металургії (ВАТ «ЗАЛК» і ВАТ «МГЗ») були практично єдиними, що працювали відносно стабільно. Заводи вторинної кольорової металургії в цей період зменшили випуск продукції в середньому на 50 %. При цьому внутрішній попит на алюмінієву продукцію у 1990–1996 роках зменшився від 464 до 360 тис. т на рік [1].

Починаючи з 1993 року, інноваційна політика розвитку алюмінієвої промисловості реалізовувалася шляхом виконання державних програм: Програми «Алюміній України», затвердженої Постановою Кабінету Міністрів від 09.12.93 № 1033, і «Комплексної програми розвитку кольорової металургії України на період до 2010 року», затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України від 18.10.1999 р. № 1917 (далі – Програма КМ). Головною метою цих програм було створення власного замкнутого циклу виробництва алюмінію, організація випуску зливків і готового прокату. На коротко- та середньострокову перспективу передбачалося: підвищення виробництва первинного алюмінію до 400 тис. т на рік; ливарних сплавів до 170 тис. т на рік; алюмінієвих будівельних конструкцій до 16 тис. т на рік; створення виробництва зливків і напівфабрикатів із складнолегованих та спеціальних сплавів до 50 тис. т на рік і лігатур на основі алюмінію до 35 тис. т на рік; проведення реконструкції ВАТ «ЗАЛК» з доведенням випуску первинного алюмінію до 200 тис. т на рік і організацією виробництва фольги та катанки; будівництво нового алюмінієвого заводу з випуску первинного алюмінію потужністю 200 тис. т на рік; організацію виробництва «сухої» анодної маси на ВАТ «Укрграфіт», зливків на СП «Інтерсплав» і круглого та плоского прокату на ВАТ «Артемівський завод по обробці кольорових металів» (ВАТ «АЗОКМ»); будівництво Закарпатського глиноземного заводу на базі Беганського алунітового родовища.

Програму КМ планували виконувати за рахунок іноземних (71 %) та інших інвестицій (14 %) і державних кредитів (10 %). Невеликий обсяг (2,5 %) робіт – за власні кошти підприємств у розмірі 248,6 млн грн. Фактично за період 2000–2005 років загальні витрати на цю Програму склали 263 млн грн, з них власні кошти підприємств – 98 %. Іноземні інвестиції не було залучено. Решта коштів (2 %), що надійшла з державного бюджету, була спрямована на фінансування науково-технічного супроводу робіт за Програмою.

Через обмеженість фінансування заходи за вказаними програмами не було виконано. Вони ввійшли до «Державної програми розвитку та реформування гірничо-металургійного комплексу на період до 2011 року», введеної у дію в 2004 році за Постановою Кабінету Міністрів України від 28 липня 2004 року № 967 (далі – Програма ГМК). Фінансове забезпечення заходів здійснювалося за кошти самих підприємств. Витрати з державного бюджету передбачалися лише на науково-технічний та інформаційний супровід їх виконання.

За період дії Програми ГМК (2004–2011 рр.) для перспективного розвитку алюмінієвої промисловості було реалізовано такі заходи з технічного переоснащення та модернізації промислових підприємств:

- проведено технічне переоснащення ВАТ «МГЗ» та розширено виробництво глинозему до 1600 тис. т на рік, що на 50 % перевищило проектну потужність підприємства;

- організовано виробництво алюмінієвої катанки та впроваджено систему «сухої» очистки відхідних газів, проведено реконструкцію електролізного цеху потужністю 100 тис. т на рік на ВАТ «ЗАЛК»;

- виконано техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) для варіантів розміщення нового алюмінієвого заводу потужністю 200 тис. т первинного алюмінію на рік у м. Миколаєві (ВАТ «МГЗ»), смт. Першотравневого Харківської обл., смт. Молочанську Запорізької обл. (ВАТ «ЗАЛК») та м. Шостці Сумської обл., на підставі якого показано економічну доцільність будівництва заводу в смт. Первомайську Харківської обл.;

- підприємство СП «Інтерсплав» (м. Свердловськ Луганської області) за рахунок власних коштів створило виробництво алюмінієвого литва на ТОВ «ТАМКО»;

- проведено реконструкцію підприємств «Вторкольтормет», що дозволило переробляти брухт та відходи, які не використовувалися;

- розроблено ефективне обладнання і організовано виробництва з переробки алюмінієвого брухту і відходів у товарні чушки обсягом 3 тис. т на рік на ВАТ «Микитівський ртутний комбінат» (нині ТОВ «Завод прецизійних сплавів», м. Микитівка Донецької обл.) і на НВФ «Форум» (нині ТОВ «Запорізький завод кольорових сплавів») у кількості до 10 тис. т на рік.

Не дивлячись на деяке технічне переоснащення підприємств, збільшення у 2011 році виробництва глинозему на ВАТ «МГЗ» до рекордного рівня 1600,53 тис. т, а алюмінієвого прокату до 46,4 тис. т, що майже в 1,8 рази перевищує його обсяг (26 тис. т) за завданням Програми ГМК, в алюмінієвій галузі виникли серйозні проблеми, що поступово призвели до послаблення позицій України на внутрішньому та зовнішніх ринках.

У 2006 році на ВАТ «ЗАЛК» через високі тарифи на електроенергію припинив роботу електротермічний цех з виготовлення алюмокремнієвих сплавів і кристалічного кремнію. Як наслідок, було практично припинено видобування сировини на Проснянському родовищі у Дніпропетровській області, Пологівському родовищі Запорізької області та Банічевському кварцовому кар'єрі Сумської області.

У 2009 році на ВАТ «ЗАЛК» зупинили виробництво глинозему, що перервало повний цикл виробництва первинного алюмінію. Незважаючи на проведену в 2004–2007 роках реконструкцію електролізного цеху, на яку було витрачено понад 152 млн грн, в травні 2011 року виробництво первинного алюмінію також зупинили. Запланований Програмою показник підвищення випуску українського алюмінію до 115 тис. т на рік не було досягнуто, що пов'язано з поступовим зменшенням обсягів його виробництва (рис. 1).

Таким чином, з 2011 року Україна втратила статус країни-виробника первинного алюмінію, при тому, що під час ефективної роботи Запорізького алюмінієвого комбінату його продукція була конкурентоздатною на ринках металів Росії, Європи, США та Китаю – основних виробників алюмінію в світі.

У 2017 році роботу ВАТ «ЗАЛК» було повністю зупинено його власником – російською компанією «Російський алюміній» (RUSAL), якій належало 70 % пакету акцій. Вирізано 8 тис. т алюмінієвих шин і понад 10 тис. т алюмінієвих сплавів – анодний і катодний електроди. Підприємство було повністю зруйновано. На комбінаті залишилося лише виробництво алюмінієвої катанки потужністю 18 тис. т на рік, яке існує до теперішнього часу (2022 р.).

При приватизації самих потужних в Україні підприємств первинної металургії алюмінію – ВАТ «МГЗ» (94 % акцій) і ВАТ «ЗАЛК» (70 % акцій) компанія RUSAL не виконала взятих зобов'язань, які стосувалися як модернізації ВАТ «ЗАЛК», так і будівництва нового алюмінієвого заводу потужністю не менше 100 тис. т на рік (вартість проекту – 300 млн дол. США). RUSAL виявився неефективним інвестором, хоча за експертними оцінками він вважався єдиним, хто може ефективно працювати на Запорізькому алюмінієвому комбінаті, оскільки мав необхідну сировинну базу і фінанси. Приватизація ВАТ «МГЗ» і ВАТ «ЗАЛК» компанією RUSAL не принесла алюмінієвій промисловості очікуваних інвестицій, а країні – нових перспективних виробництв. Цілі, які ставилися в ході приватизації, не було досягнуто. Замість освоєння повного високотехнологічного циклу виробництва алюмінію, участі в розробці гвінейського родовища бокситів Баландугу Україна стала сировинним придатком транснаціональної корпорації [6]. Тобто, разом з безперервними звітами уряду про стрімке прискорення темпів економіки, в країні знищували залишки високотехнологічної промисловості [7]. В результаті негативних змін, що відбулися в алюмінієвій промисловості, збільшилися обсяги імпорту алюмінію і виробів з нього, які в 2008–2011 роках перевищили експорт (рис. 2).

Аналогічні зміни обсягів експорту та імпорту за вказаний період відбувалися з продукцією з інших кольорових металів (без алюмінію). Якщо в сприятливому 2007 р. імпорт кольорових металів перевищував експорт всього на 8,8 %, то у 2010 році це перевищення збільшилося в 2,3 рази. Перш за все, це вказує на негативну тенденцію зростання та перевищення обсягів імпорту над експортом, що, на жаль, продовжується до теперішнього часу (2022 р.) та здійснює

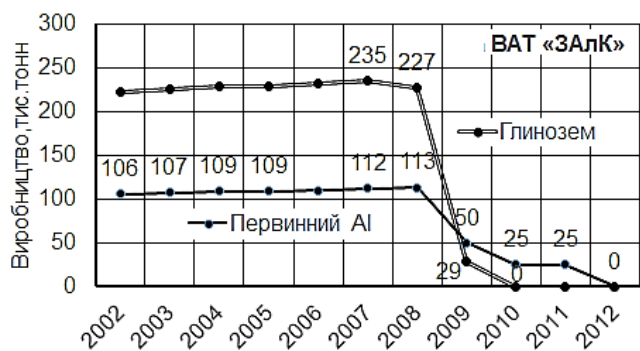


Рис. 1. Виробництво по роках алюмінію та глинозему на ВАТ «ЗАЛК», тис. тонн

суттєвий вплив на економіку та національну безпеку держави. Так, в 2006 р. за експортно-імпортними операціями по алюмінієвим виробам Україна мала позитивне сальдо 130,9 млн дол. США. Починаючи з 2009 р. воно знижувалося і стало від'ємним. Зокрема, у 2012 р. від'ємне сальдо досягло 346 млн дол. США [6]. І все це відбувалося при постійному зростанні світового виробництва алюмінію та його споживання (рис. 3).

Виробництво алюмінію в світі почало різко зростати з 1940 року, що було зумовлено стратегічним значенням цього металу для військових потреб. З 2000 року воно стабільно збільшувалося на 3–5 % на рік, йдучи за безперервно зростаючим попитом на цей метал.

Собівартість виробництва алюмінію в Україні та Китаї є достатньо високою (на рівні 1250–1300 дол./т). В інших країнах світу вона знаходиться в межах 900–1100 дол./т. Ціна алюмінію на світових ринках не є стабільною і, відповідно до попиту, може змінюватися від 1200 до 3500 дол. США за тону (рис. 4).

Після закриття на ВАТ «ЗАЛК» електротермічного (2006 р.) та електролізного (2011 р.) цехів, важливе місце в металургійному комплексі України зайняла вторинна кольорова металургія. Вагомими аргументами на її користь є зниження витрат електроенергії та можливість створювати міні-підприємства, які чутливі до всіх змін на світовому ринку. Саме цим шляхом розвивається Японія, яка не має власного алю-

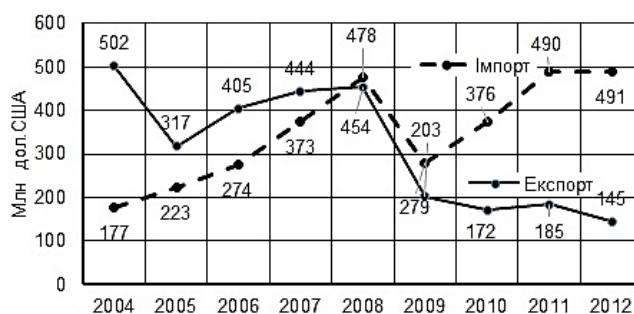


Рис. 2. Динаміка обсягів експорту та імпорту алюмінію і виробів з алюмінію в Україні у 2004–2012 роках

мінієвого виробництва. Основним виробником алюмінієвих сплавів став українсько-іспанський завод СП «Інтерсплав», оснащений обладнанням та технологіями світового рівня. Його потужність становила 165 тис. т вторинного алюмінію на рік. За рахунок використання брухту та відходів перекривалося понад 60 % потреб України в алюмінієвих сплавах. Через скорочення збору алюмінієвого брухту та обсягів його постачання з Росії випуск вторинного алюмінію на цьому заводі спочатку скоротився більш ніж на 50 %, а потім, не маючи державної підтримки, завод у 2012 році припинив своє існування.

Основу вторинної металургії в алюмінієвій підгалузі на той час склали наступні підприємства: ЗАТ «Експометал» (м. Донецьк); ТОВ «Запорізький завод кольорових сплавів»; ТОВ «Механічний завод» (м. Херсон); ТОВ «Укрспецмет» (м. Луганськ); ТОВ «Контурмет» (Київська обл.); ТОВ СП «Обімет» (м. Одеса); ТОВ «Донметсплав» (м. Слов'янськ Донецької обл.); ТОВ СП «Донсплав» (м. Донецьк) та підприємства «Вторкольормет» зі збору металобрухту, що були розташовані у всіх регіонах України.

Серед виробників готової продукції провідне місце з того часу і до тепер займає ТОВ «Броварський алюмінієвий комбінат» (торгова марка BRAZ, входить до складу компанії ALUMETA GROUP), який має замкнений цикл виробництва алюмінієвих профілів. Повний цикл виробництва від виплавки сплавів до одержання товарної продукції також має ПрАТ «Дні-

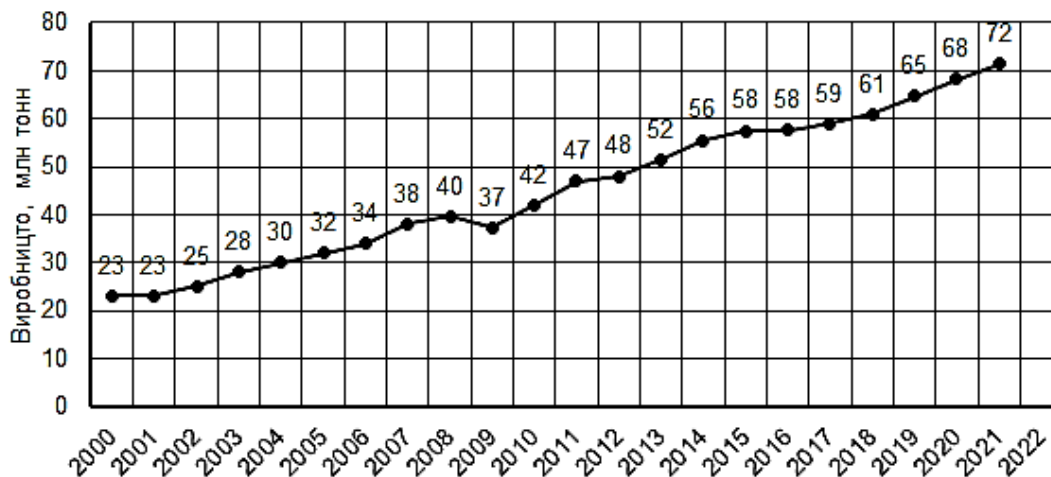


Рис. 3. Виробництво алюмінію у світі за 1920–2021 роки, млн т/рік

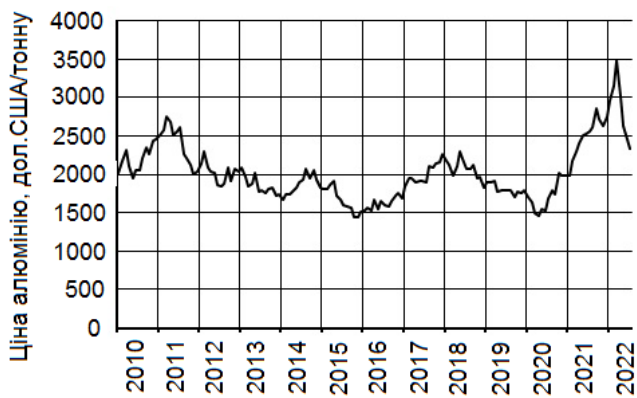


Рис. 4. Середня біржова ціна алюмінію на світових ринках за 2010–2022 роки, дол. США/тонну

провський завод «Алюмаш» (м. Дніпро). Основними напрямками їх діяльності є виготовлення алюмінієвих профілів загального призначення: шини (смуги), кутики, швелери, таври, труби, що конкурентоспроможні на світовому ринку, оскільки відповідають міжнародним стандартам.

Головними виробниками ливарної продукції різного призначення з алюмінієвих сплавів в Україні залишились машинобудівні підприємства. Серед них ПАТ «Мотор Січ» (м. Запоріжжя), ДП «Завод ім. В.О. Малишева» (м. Харків), ТОВ «Катех-Електро» (Київська обл., с. Коцюбинське), ПАТ «Вишневецький ливарно-ковальський завод» (Київська обл., м. Вишневе), ТОВ «Таврійська ливарна компанія «ТАЛКО» (Запорізька обл., м. Мелітополь), ПАТ «АвтоКрАЗ» (Полтавська обл., м. Кременчук), АТ «Полтавський турбомеханічний завод» (м. Полтава) та інші. Створені на базі ливарних цехів різних заводів міні-підприємства у 2020–2021 роках виготовляли 62–106 тис. т. алюмінієвих виробів (рис. 5).

Основним джерелом сировини на ливарних підприємствах є брухт та відходи, тому від їх ціни залежить собівартість алюмінієвих виробів (рис. 6, 7 а). Фінансовий результат від реалізації готової продукції визначається ціною її продажу (рис. 7 б).

Собівартість вітчизняної алюмінієвої продукції, зазвичай, перевищує ціни на аналогічні вироби, що постачаються за імпортом. Тому значну частку в експорті складають не готові до використання конкурентоздатні вироби, а напівфабрикати, брухт і відходи,

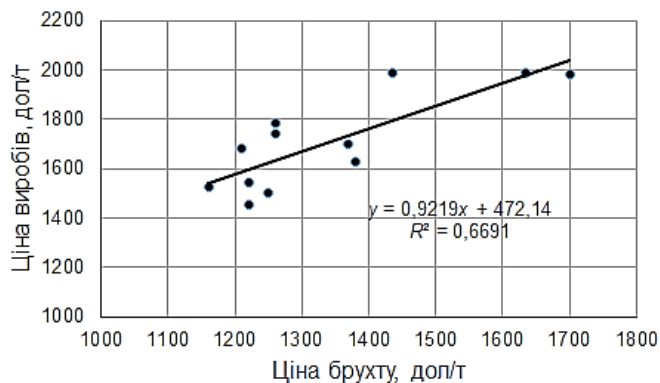


Рис. 6. Залежність ціни виробів з алюмінію від ціни алюмінієвого брухту (2020–2021 рр.)

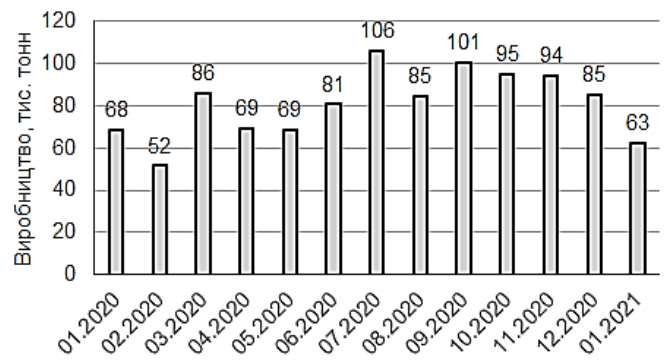


Рис. 5. Обсяги виробництва алюмінієвих виробів в Україні у 2020–2021 роках, тис. т

що робить Україну сировинним придатком економічно стабільних країн. При цьому практично нерозвинутою є власна сировинна база, що створює дефіцит шихтових матеріалів для виробництва алюмінієвих сплавів.

Вітчизняна сировинна база з виробництва алюмінію і сплавів на його основі. Промислове виробництво алюмінію у світі базується на бокситах з вмістом глинозему 48–60 % [1]. Геологорозвідувальні роботи, які були проведені в 50–60-х роках минулого століття, показали відсутність в Україні такої високоякісної сировини, здатної конкурувати з імпортними бокситами Гвінеї, Ямайки, Австралії, Бразилії тощо. Промислове значення мають Високопільське (Дніпропетровська область) і Смілянське (Черкаська область) родовища. Цінною сировиною для виробництва алюмінію є алуніти, значні запаси яких відкрито в Закарпатській області (родовища Берегівське і Беганське). Нефелінові сієніти, як сировина для виробництва алюмінію, є в Дніпропетровській області та Приазов'ї. Важливою сировиною для виробництва алюмінію є каолін. Його родовища є в багатьох регіонах України, а видобувається він переважно у Вінницькій, Хмельницькій, Дніпропетровській і Запорізькій областях. Але за вітчизняними технологіями цю сировину неможливо переробити на алюміній [9]. Тому алюмінієва промисловість України використовує переважно імпортовану сировину.

Разом з тим, загальні ресурси Високопільського родовища, які містять: глинозему – 38,05 %, оксиду заліза – 28,97 %, кремнезему – 8,56 %, складають

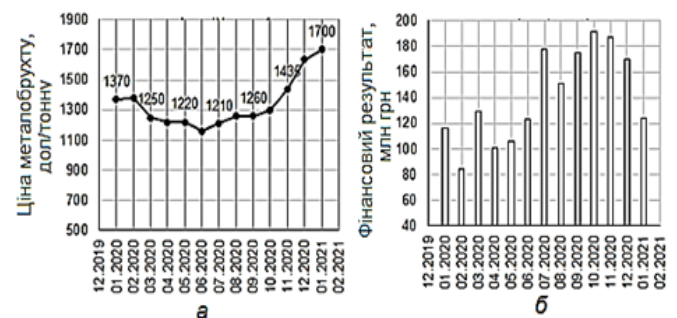


Рис. 7. Середня ціна металобрухту з алюмінію, дол. США/т (а) та фінансовий результат продажу алюмінієвих виробів України у 2020–2021 роках, млн грн (б)

72 млн т, а розвідані запаси – 17 млн т [9]. Частково ці боксити використовувались при електротермічному способі одержання алюміній-кремнієвих сплавів. Дослідження, що були проведені на Запорізькому алюмінієвому комбінаті в 1980–1995 роках, показали можливість застосування їх для виробництва литих і гранульованих поршневіх сплавів з підвищеним вмістом заліза. Виготовлення з таких сплавів металопродукції для власних потреб та імпорту є перспективним. Світова практика свідчить, що високозалізні алюмінієві сплави з підвищеним рівнем жароміцності все більше застосовуються в різних галузях промисловості. Проте для перероблення на алюмінієву продукцію бокситів Високопільського та інших родовищ потрібні значні капітальні вкладення. Це може бути економічно доцільним при наявності на підприємстві достатніх виробничих потужностей та сучасних технологій.

Після ліквідації електролізного виробництва алюмінію на ВАТ «ЗАЛК» (з 2011 р. – ПАТ «Запорізький виробничий алюмінієвий комбінат» – ПАТ «ЗАЛК») основними джерелами сировини для українських виробників алюмінієвої продукції є імпорт заготовок алюмінієвих сплавів або брухту алюмінію, а також використання брухту алюмінію та напівфабрикатів алюмінієвих сплавів внутрішнього ринку. Доступний обсяг брухту алюмінію на внутрішньому ринку України становить в середньому 1200–1300 т на місяць. Не дивлячись на велику потребу вітчизняного виробника у брухті, значна його частина експортується за межі України. Недостатність сировини вітчизняні виробники компенсують за рахунок імпорту заготовок алюмінієвих сплавів та брухту. З жовтня 2020 р. на внутрішньому ринку України спостерігається постійне збільшення дефіциту брухту алюмінію через збільшення обсягів експорту за кордон, зокрема, в Туреччину, яка підняла ціни закупівлі на імпортний брухт і сплави з алюмінію. Через зниження бази утворення брухту українські виробники змушені розподіляти наявні на території країни обсяги брухту за вищою ціною. Так, за період жовтень 2020 – січень 2021 рр. його ціна зросла на 31 % і продовжує зростати. Вітчизняні виробники алюмінію змушені імпортувати сировину за умови, якщо ціна імпорту дозволяє їм продовжувати свою діяльність, або скорочувати обсяги виробництва. Треба відзначити, що ціна імпортного алюмінію у 1,34–1,50 рази перевищує вартість експортного. Внаслідок зростання собівартості продукція українських виробників на світовому ринку стає неконкурентноспроможною, а на внутрішньому ринку зменшуються обсяги використання алюмінієвих сплавів.

Для зменшення дефіциту брухту кольорових металів на внутрішньому ринку у червні 2021 р. на розгляд Верховної Ради було подано законопроект «Про внесення змін до статті 1 Закону України «Про ставки вивізного експортного мита на брухт легуємих чорних металів, брухт кольорових металів та напівфабрикати з їх використанням» (zareestrovano 16.07.2021 № 5793). В цьому законопроекті пропонується збільшити ставку вивізного мита на металопродукцію за кодом 760200 (відходи та брухт з алюмінію)

– з 15 до 27 %, а також на стратегічно важливу сировину – напівфабрикати за кодами 760120 (сплави алюмінієві) та 7605 (дріт алюмінієвий) – на рівні 27 %. Очікується, що таке рішення дозволить зменшити дефіцит сировини, знизити ціни алюмінієвих виробів на внутрішньому ринку, відновити конкурентоздатність вітчизняної продукції на світових ринках, забезпечити фінансові надходження до бюджету.

Напрями та структура внутрішнього споживання, експорту та імпорту алюмінієвих виробів. Україна залишається експортоорієнтованою державою, з якої вивозять чушковий алюміній, брухт і відходи та напівфабрикати. Експорт вказаної металопродукції погіршує загальні економічні показники і екологічний стан країни у порівнянні з конкурентами, які постачають на ринок готову продукцію високої доданої вартості. Виробництво вітчизняної імпортозамінної металопродукції розвивається дуже повільно. Так, не дивлячись на велику затребуваність в конструкційних матеріалах на основі алюмінію, у перерахунок на душу населення виробництво алюмінію та його сплавів в Україні складає близько 7 кг, що значно менше, ніж у промислово розвинених країнах: ФРН – 21,7; США – 19,4; Японія – 18,8; Франція – 15,2; Італія – 10,4 кг [1]. При стабілізації економічної ситуації в Україні потреба в первинному алюмінії буде збільшуватися приблизно до 400 тис. т на рік, для задоволення якої необхідно вводити в дію нові потужності для виробництва первинного алюмінію та напівфабрикатів з нього.

Одним з найбільш затребуваних видів продукції з алюмінію в Україні є профіль, потреба в якому постійно зростає. На ринку алюмінієвих профілів працюють ряд сучасних вітчизняних підприємств, що розташовані в Київській, Запорізькій та Дніпропетровській областях. ТОВ «Броварський алюмінієвий комбінат» і ПрАТ «Дніпровський завод «Алюмаш» виготовляють пресовані профілі з високоміцних алюмінієвих сплавів АД0, АД00 за ГОСТ 4784-97; АД31, АД35 за ГОСТ 23855-79, а також з європейських сплавів 6060, 6063, 6005A за EN 573, що мають унікальні властивості. ТОВ «Алюпол» (сmt. Бородянка Київської області) входить до складу польського холдингу «Група Кенти С.А.». Із виготовлених на підприємствах нашої країни профілів у кількості 17,1 тис. т, майже половина (8,4 тис. т) – експортується. Оскільки виробник профілів ТОВ «Алюпол» тісно пов'язаний з Польщею, то 83,5 % своєї продукції експортує в цю країну. Крім того, профілі постачали у Білорусь (5,9 %), Грузію (2,7 %), Литву (2,5 %) і Голландію (2,4 %). На ринку алюмінієвих профілів також працювали такі підприємства: Київське ТОВ «Промлітсплав» (торгова марка Алюпром); мариупольське ТОВ «Хіلال Алюмініум Юкрейн»; компанія «Талісман»; ТОВ «Ефкон-Профіль» та інші.

Разом з експортом, Україна імпортує значну кількість алюмінієвих профілів переважно з Китаю (44,5 % від загального обсягу), що пояснюється низькою їх вартістю. Значно менше профілів надходило з Білорусі (10,4 %) і Росії (7,2 %). У зв'язку з воєнною агресією Росії цей ринок закрито. Враховуючи руй-



Рис. 8. Споживання алюмінію в галузях економіки України у 2005–2010 роках, %

нівні наслідки війни, можна прогнозувати подальше збільшення обсягу профільного ринку переважно за рахунок імпорتنих поставок. Структура внутрішнього ринку алюмінієвої продукції у 2005–2010 роках в різних галузях економіки України була досить стабільною (рис. 8).

В найближчій перспективі споживачами алюмінієвої продукції в Україні залишаться підприємства машино- та авіабудування, гірничо-металургійного комплексу, електроніки, електротехніки, судно- і автомобілебудування. В післявоєнний період внутрішня потреба у виробі з алюмінію значно збільшиться, особливо в алюмінієвих профілях для будівництва жилого фонду та промислових об'єктів, і за прогнозами наблизиться до світового споживання на рівні 2014 року (рис. 9).

Понад 50 % алюмінію у світі споживають здебільшого дві великі галузі – транспортне машинобудування та будівництво. У 20-х роках XXI століття світове споживання алюмінію суттєво збільшилося. В транспортобудуванні обсяги споживання алюмінію складають: у Південній Кореї – понад 33 %, в країнах Західної Європи – 38 %, у США – більше 40 %, в Японії – 45 %. У Китаї більш ніж 30 % всього алюмінію використовується в будівельній галузі, в Африці – перевищує 40 %. В Індії понад 36 % алюмінію споживається в енергетиці та електротехніці. У найближчому майбутньому ринкову ситуацію буде визначати співвідношення попиту та пропозиції алюмінію в Китаї.

Розширення внутрішнього споживання та забезпечення конкурентоспроможності продукції України на світовому ринку потребує стабілізації роботи підприємств металоспоживаючих галузей, впровадження на них сучасних технологій для одержання високоякісних металовиробів, що відповідають міжнародним вимогам і стандартам.

Тенденції розвитку світового виробництва і споживання алюмінію. Світове виробництво алюмінію складає близько 72 млн т і постійно збільшується. Передбачається, що до 2030 року обсяг споживання алюмінію може перевищити 80 млн т. Нарощують виплавку алюмінію країни з дешевими енергоносіями (нафта, газ, сонячна та вітрова енергія), до яких відносяться: ОАЕ, Бахрейн, Саудівська Аравія, Кувейт. У виробництві алюмінію з вторинної сировини передо-

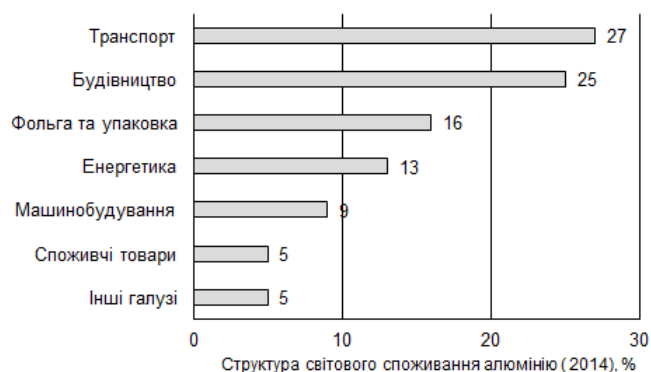


Рис. 9. Структура світового споживання алюмінію за 2014 рік, %

ві позиції займають США, Японія, Німеччина, Італія, Франція і Великобританія. Зараз глобальний алюмінієвий ринок можна умовно розділити на дві частини: Китай та всі інші країни. Половина всього світового обсягу виробництва і споживання алюмінію припадає на КНР, де всі потреби в цьому металі забезпечуються власними підприємствами. Китай активно нарощує експорт алюмінієвих напівфабрикатів та конкурує на світовому ринку із західними компаніями. Лідуючі позиції за обсягами споживання алюмінію займають ринки Європи і США, а також Японії, яка не має потужних і дешевих джерел електроенергії, а весь первинний метал імпортує.

За прогнозами до 2023 року світовий ринок алюмінію досягне 221,14 млрд доларів США при середньорічному показнику зростання на рівні 6,48 % протягом періоду 2017–2023 років. Ринок Азіатсько-Тихоокеанського регіону займає велику частину і буде збільшуватися в середньому на 6,69 %, до 142 млрд доларів США до 2023 року. Визначити вплив на світовий ринок введення антиросійських санкцій проти компанії АТ «РУСАЛ», яка серед інших у світі є найбільшим виробником первинного алюмінію та глинозему, зараз неможливо.

Виробництво первинного алюмінію включає три основні стадії: видобуток алюмінієвої сировини (бокситів, нефелінів та алунітів), виробництво з них глинозему та металевого алюмінію. Світові ресурси бокситів – основної сировини для виробництва алюмінію, оцінюються в 55–75 млрд т. Близько 90 % світових запасів бокситів розташовано на території тропічного і субтропічного поясів – з них понад 80 % видобувають три країни: Гвінея (39 %), Ямайка (28 %), Бразилія (14 %). Світовим лідером з виробництва глинозему є Австралія, частина якої у загальному його обсязі складає 63 % [10].

Алюмінієвий ринок поділяється на виробників: первинного алюмінію та його сплавів (сегмент upstream); алюмінієвої продукції (сегмент downstream); алюмінію з вторинної сировини (переробка алюмінію).

Сегмент upstream – це виробництво первинного алюмінію і багатьох різних сплавів на своїй сировинній базі. Найбільші світові виробники алюмінію, як правило, являють собою вертикально-інтегровані компанії, що мають бокситові рудники, глиноземні за-

води і металургійне виробництво. Серед таких компаній особливо виділяються: «РУСАЛ» (Росія); «Алкоа», «Рейнолдс металс», «Кайзер алюмініум енд Кемікл» (США); «Аклан» (Канада); «Алюмініум Пешине» (Франція) [2]. Перевагою вертикальної інтеграції для великих компаній є незалежність їх від зміни цін на продукцію та інших зовнішніх факторів, які забезпечують себе сировиною у необхідній кількості для безперервного виробництва алюмінію.

У світі за сегментом downstream працюють тисячі виробників. Їх продукцією є великий спектр товарів від напівфабрикатів до готових виробів з алюмінію. Найбільшими downstream-виробниками є американські компанії Novelis та Aleris, британська Rexam, європейські Constellium та SAPA. Ці компанії виготовляють алюмінієві банки, фасадні матеріали, частини фюзеляжу та корпуси автомобілів, труби, панелі, профілі та інші види алюмінієвої продукції.

Останнім часом компанії сегменту upstream почали розвивати власні downstream-виробництва для отримання додаткового прибутку. Прикладами такої діяльності можуть бути норвезьке підприємство Hydro, а також АТ «Казахстанський електролізний завод» (АТ «КЕЗ»), який входить до складу ENRC (Eurasian Natural Resources Corporation). Лідер з виробництва первинного алюмінію, підприємство Hydro, також є одним з провідних європейських виробників downstream-продукції. До складу АТ «КЕЗ» входять електролізний і ливарний цехи, ділянка з виготовлення анодів та допоміжні відділення. Тобто, в світі спостерігається тенденція до створення на підприємствах металургійних міні-комплексів з повним циклом виробництва: видобуток бокситів, одержання глинозему та алюмінію, виготовлення ливарної або іншої продукції.

Таким чином, стан світової металургії алюмінію насамперед визначається розвитком ринку споживання металу, на якому головними є країни, що мають достатні сировинні ресурси, виробничі потужності для одержання з них алюмінію і його сплавів та розвинену інфраструктуру. На жаль, ці складові в Україні практично відсутні.

Проблеми вітчизняної алюмінієвої промисловості та обґрунтування потенційного її зростання на основі світового досвіду. Дослідження стану вітчизняної алюмінієвої промисловості показало, що наприкінці ХХ – початку ХХІ століття Україна володіла повним циклом процесів одержання алюмінію: від видобутку сировини до виробництва і виплавки алюмінію та сплавів на його основі – сегмент upstream. Помилки, що були допущені при приватизації, призвели до втрати Україною статусу країни-виробника первинного алюмінію. При цьому компенсацію у вигляді будівництва нового алюмінієвого підприємства не було отримано. Через важкий економічний стан, відсутність сировини (алюмінієвого брукхту) припинив свою діяльність сучасний завод вторинної алюмінієвої металургії – СП «Інтерсплав».

Основа алюмінієвої промисловості в Україні склали downstream-виробники широкого спектру продукції від напівфабрикатів до виробів, одержаних різними способами лиття та обробки металу тиском.

Для виготовлення вказаної продукції використовують алюміній, що постачається за імпортом (Австрія, Німеччина, Словаччина, Росія тощо), а також алюмінієві брукхт та напівфабрикати сплавів внутрішнього ринку, забезпеченість виробництва якими є однією з складних проблем.

Разом з дефіцитом сировини також є інші важливі проблеми, що необхідно вирішувати:

– пошкоджені та зруйновані під час бойових дій виробничі потужності;

– високий ступінь зносу основних виробничих фондів і низький рівень їх використання;

– дефіцит і висока вартість сировинних ресурсів та енергоносіїв, частка яких досягає 70 % собівартості готового продукту;

– відсутність виробництва первинного алюмінію та нових матеріалів на його основі (надлегкі, дрібнокристалічні, аморфні тощо), що конкурентоспроможні на світовому ринку;

– недостатній обсяг інвестицій в оновлення основних фондів;

– недосконалий технічний рівень обладнання та технологій, що не відповідають екологічним вимогам;

– зростання транспортних витрат;

– низький обсяг споживання продукції на внутрішньому ринку внаслідок спаду темпів виробництва на підприємствах різних галузей промисловості;

– несприятлива кон'юнктура зовнішніх ринків та протидія виробників металопродукції у країнах-імпортерах, що призводить до погіршення умов її експорту;

– зростання фінансових витрат на сплату відсотків за кредити;

– незавершеність процесу інтеграції за вертикально-технологічним принципом;

– відсутність системної державної підтримки галузі та недостатній захист вітчизняних виробників (відтермінування екологічних платежів, запровадження спеціальних режимів оподаткування, активне використання механізмів антидемпінгових розслідувань тощо).

Тому, можна сказати, що сьогодні Україна є потенційно великим споживачем сировини, нових матеріалів, сучасних енергозберігаючих та екологічно безпечних технологій і обладнання для виробництва алюмінію та продукції з нього, а також інвестиційних і кредитних ресурсів для модернізації та розвитку виробництва.

У теперішній час першочерговими завданнями алюмінієвої галузі є відновлення зруйнованих вітчизняних підприємств та вибір перспективних напрямів її зростання. За результатами проведеного аналізу, основними тенденціями розвитку світової металургії алюмінію є:

– створення вертикально-інтегрованих компаній, які мають сировинні та енергетичні ресурси, виробництва з переробки бокситів, виплавки алюмінію та його сплавів, виготовлення високотехнологічної продукції з високою доданою вартістю, тобто поєднують в собі upstream і downstream сегменти. Такі компанії не залежать від багатьох зовнішніх факторів і являють собою великі міжнародні корпорації, що впливають на

розвиток світового ринку алюмінію;

– розширення алюмінієвих виробництв у сегменті downstream в країнах, де відсутні потужні і дешеві джерела електроенергії, але розвинений внутрішній ринок. Ці підприємства працюють на імпортованому алюмінії та брутті;

– формування на базі металургійного заводу групи інтегрованих підприємств з повним технологічним циклом, що включає переробку бокситів, виплавку алюмінію і його сплавів, виготовлення виробів з ливарних та деформованих алюмінієвих сплавів при економічних витратах матеріальних і енергетичних ресурсів (аналог – ПАТ «ЗАЛК» у минулому).

Розглянемо можливі шляхи перспективного розвитку української алюмінієвої промисловості з урахуванням світового та вітчизняного досвіду.

Перший – створення металургійних підприємств з повним технологічним циклом виробництва (upstream + downstream сегменти). Прикладом переваг такого розвитку є Китай, який навіть в період економічної кризи 2008 року, коли відбувся спад виробництва в усьому світі, нарощував обсяги виробництва алюмінію з використанням виключно власних ресурсів. При цьому велику кількість алюмінію Китай поставляв на експорт.

Другий – швидке створення міні-заводів сегменту downstream. Основною сировиною цих заводів є алюміній та брутт алюмінію, що закуповуються, а також відходи власних ливарного, прокатного та інших виробництв. Таким шляхом успішно розвивається алюмінієва промисловість Японії. Перевагою міні-заводів є скорочення матеріальних та енергетичних ресурсів на виробництво продукції, мобільність у зміні її сортаменту. Проте недоліком таких заводів є повна залежність від ринку сировини, коливання на якому можуть призвести до нестабільності роботи і навіть до повної зупинки виробництва, як це сталося з СП «Інтерсплав». Незважаючи на відповідні ризики, пов'язані з імпортом сировини, на коротко- та середньострокову перспективу післявоєнного відновлення алюмінієвої галузі цей шлях є найбільш важливим і економічно доцільним.

Результати проведених досліджень свідчать про те, що для забезпечення національної безпеки держави і зменшення залежності України від світового ринку металів, середньо- та довгостроковим завданням повинно стати відновлення виробництва первинного алюмінію і створення мережі міні-заводів з виготовлення спеціальних алюмінієвих сплавів і виробів для високотехнологічних галузей промисловості. Освоєння випуску литих, деформівних і композиційних матеріалів на основі алюмінію дозволить Україні задовольнити власні потреби та збільшити частину експорту виробів з високою доданою вартістю, зайняти стійкі позиції на світовому ринку з окремих видів наукоємної продукції.

Роль науково-технічного потенціалу в сталому розвитку алюмінієвої промисловості в післявоєнний період та на перспективу. Потенційні можливості розвитку алюмінієвої промисловості визначаються новими досягненнями в науці та техніці, в створенні і вдосконаленні обладнання, техно-

логічних процесів, матеріалів. Передові розробки забезпечують підвищення ефективності виробництва, а застосування проривних технологій для одержання матеріалів зі специфічними властивостями гарантує лідируючі позиції на світовому ринку.

Для виробництва алюмінію досі не знайдено кращого способу його одержання ніж процес електролізу. Удосконалення цього відомого процесу, зниження його енергоємності і негативного впливу на довкілля є однією з основних задач науковців. Модернізуються електролізери та електроди минулих поколінь. Вже розроблено і працюють електролізери, сила струму в яких складає 400–500 кА. Революційною розробкою є виробництво алюмінію з використанням інертного аноду, що виготовляється з металів, сплавів (наприклад, Cu – Fe – Ni), оксидів та карметів. Нова технологія дозволяє виробникам алюмінію відмовитися від використання вугільних анодів. Це забезпечить збереження довкілля, оскільки в атмосферу виділяється кисень замість екологічно небезпечного вуглекислого газу [11].

Удосконалюються технології видобутку та збагачення рудної сировини, що дозволить довести до промислового впровадження бідні боксити вітчизняних родовищ та створити замкнений цикл виробництва алюмінію в Україні.

Розвиваються обладнання та енергозберігаючі технології виплавки і безперервного розливання алюмінієвих сплавів, а також одержання з них готової продукції широкого спектру призначення.

Розвиваються обладнання та енергозберігаючі технології виплавки, процеси безперервного розливання алюмінієвих сплавів, а також одержання з них готової продукції багатofункціонального призначення.

Розроблено сучасні алюмінієві сплави, лігатури, способи модифікування для одержання надлегких матеріалів з підвищеною зносостійкістю, міцністю, корозійною стійкістю тощо, які конкурентоздатні на світовому ринку. Освоєння їх промислового виробництва відкриває нові можливості підвищення експортного потенціалу і економіки України.

Для підвищення ефективності вітчизняної алюмінієвої промисловості до рівня світової необхідні удосконалення та створення нових виробництв на основі досягнень вітчизняної та світової науки, з яких перспективними в післявоєнний період є наступні:

– проведення наукових досліджень щодо розроблення ефективних технологій переробки та збагачення сировини українських родовищ;

– дослідження фізико-хімічних основ формування монолітичних та композиційних матеріалів із заданою структурою і високим рівнем експлуатаційних властивостей;

– створення теоретичних і технологічних засад підвищення властивостей алюмінієвих сплавів за допомогою спеціальних лігатур і модифікаторів для одержання нових матеріалів з використанням температурно-кінетичних та фізико-хімічних дій на розплав;

– розроблення науково обґрунтованих енергозберігаючих і екологічно чистих технологій виготовлення з алюмінієвих сплавів аморфних, мікрокристалічних, порошкових, композиційних та надлегких матеріалів

із заданими експлуатаційними властивостями;

- розроблення теорії та технологій одержання безперервнолитих напівфабрикатів і виробів з використанням процесів рео- та тиксолиття, ливарно-прокатних і роторно-конвеєрних комплексів.

Результати наукових досліджень дозволять досягти стратегічних цілей розвитку алюмінієвого виробництва та вивести його на високий технічний рівень. Це буде сприяти розвитку високотехнологічних галузей, які використовують алюмінієву продукцію, та змінить структуру експорту – з сировинного на конкурентоспроможну продукцію з високою доданою вартістю.

Стратегічні напрями та заходи розвитку алюмінієвого виробництва та високотехнологічних галузей. Стратегічними напрямами післявоєнного розвитку алюмінієвої промисловості повинно стати розроблення Концепції та відповідної Державної програми, що спрямовані на забезпечення потреб економіки України в конкурентоздатній продукції і передбачають:

- створення економічних умов прискореного оновлення та модернізації основних фондів, підвищення технічного та технологічного рівнів виробництва до світового, які сприяють розвитку внутрішнього ринку алюмінієвої продукції;

- зменшення енергетичних і матеріальних витрат на виробництво продукції та поліпшення екологічного стану зовнішнього середовища;

- координацію планів удосконалення алюмінієвих підприємств зі стратегіями розвитку інших галузей промисловості, що споживають їх продукцію;

- організацію державного регулювання щодо оптимального використання наявних людських, матеріальних, сировинних та енергетичних ресурсів;

- оптимізацію структури виробництва за рахунок впровадження високоефективних технологічних процесів і матеріалів, розширення номенклатури нових сортamentів, у тому числі алюмінієвої фольги, збільшення обсягів випуску прокату і труб;

- державну підтримку науково-технічного потенціалу країни, фундаментальних та прикладних досліджень, спрямованих на забезпечення інноваційного розвитку алюмінієвої галузі, поліпшення стану охорони праці та екологічної безпеки підприємств.

Для підвищення технічного і технологічного потенціалу алюмінієвого виробництва, забезпечення високотехнологічних галузей наукоємною продукцією пропонується виконання таких основних заходів:

Розвиток сировинної бази для виробництва алюмінію та його сплавів:

- розширення сировинної бази за рахунок розроблення технологій переробки вітчизняних бокситів з низьким вмістом корисних компонентів і високим вмістом заліза;

- підвищення ефективності заготівлі та утилізації металобрухту, впровадження передових технологій подрібнення та вилучення з нього залізовуглецевих та інших шкідливих домішок;

- розширення сировинної бази виробництва якісних алюмінієвих сплавів шляхом розроблення та впровадження раціональних способів нейтралізації шкід-

ливого впливу газів і шкідливих домішок, що містяться у низькосортній рудній сировині, брухті та відходах;

- проведення досліджень та організація ефективного використання червоних шламів глиноземного виробництва у чорній металургії та інших галузях;

- зменшення тепло-, електро- та водоемності процесів переробки сировини.

Технічне переоснащення та оновлення основних фондів:

- відбудова та оновлення, за умови економічної доцільності, потужностей підприємств, постраждалих від наслідків війни;

- створення замкнутого циклу виробництва, починаючи з підготовки сировинної бази та закінчуючи випуском алюмінієвих сплавів та продукції високого ступеня готовності;

- будівництво нового комбінату сучасного рівня з виробництва первинного алюмінію, а також міні-заводів сегменту downstream;

- створення електрометалургійного комплексу з вакуумними технологіями виробництва сертифікованих алюмінієвих сплавів та напівфабрикатів, порошків металів і сплавів, виробів з них;

- модернізація ливарних цехів, оснащення їх сучасними машинами лиття під низьким і високим тиском, обладнанням для реалізації процесів роторного, рео- та тиксолиття;

- будівництво ливарно-прокатних модулів для одержання алюмінієвого прокату.

Організація виробництва наукоємних видів продукції з використанням перспективних розробок українських вчених:

- алюмінієві лігатури підвищеного засвоєння з високим вмістом тугоплавких та високореакційних компонентів;

- новітні високоміцні алюмінієві сплави, які деформуються;

- ливарні алюмінієві сплави з ендегенносформованими нанорозмірними структурними складовими та підвищеним рівнем експлуатаційних характеристик;

- аморфні та дрібнокристалічні сплави, модифікатори із заданою кристалічною структурою;

- ливарні та гранульовані зносостійкі поршневі сплави для важконавантажених двигунів;

- технології одержання з алюмінієвих сплавів надлегких матеріалів та виробів з них;

- пористий литий алюміній.

Науково-технічне супроводження алюмінієвого виробництва в перспективі забезпечить пріоритетні високотехнологічні та стратегічні галузі промисловості матеріалами з заданими властивостями:

- надміцні алюмінієві сплави ($\sigma_{0,2} \geq 450$ МПа при $\sigma_b \geq 800$ МПа, СРТУ: $dl/dN \leq 0,2$ мм/цикл);

- високоміцні біметали (алюміній/алюміній $\sigma_b \geq 500$ МПа);

- теплостійкі біметали (алюміній/титан, алюміній/нікель, інтерметаліди алюмінію) з робочою температурою 300–450 °С;

- армовані алюмінієві листи з підвищеним модулем пружності до 90 ГПа;

- алюмінієві високоміцні сплави для зварних

з'єднань;

– зміцнені керамічними та іншими неметалевиими наночастинками алюмінієві матеріали.

Виконання вищевказаних заходів дозволить стабілізувати фінансово-економічний стан алюмінієвих підприємств, прискорити структурну перебудову галузі в цілому, провести технічне переоснащення та реконструкцію ряду застарілих підприємств, збудувати нові сучасні заводи, впровадити передові технологічні процеси, які забезпечать конкурентоздатність вітчизняної алюмінієвої продукції.

Реалізацію вищевказаних заходів доцільно провести поетапно:

– на першому етапі – здійснити відновлення та ефективне використання наявних потужностей, відновити та розширити експорт металопродукції;

– на другому етапі – забезпечити прискорене технічне та технологічне переоснащення виробничих потужностей з використанням технологій світового рівня, оновити та розширити сортамент продукції для забезпечення потреб внутрішнього ринку України та підвищення конкурентоспроможності продукції на світовому ринку;

– на третьому етапі – забезпечити перехід алюмінієвої промисловості на якісно новий технічний та технологічний рівень з розширенням виробництва високотехнологічної продукції, привабливої для інвесторів.

Поетапна реалізація заходів з відновлення та перспективного розвитку алюмінієвої індустрії в Україні повинна бути включена до Державної програми розвитку гірничо-металургійного комплексу України до 2050 року.

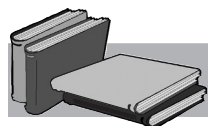
Висновки

Наведені в статті дані про сучасний стан алюмінієвої промисловості у світі та в Україні свідчать, що за масштабами виробництва та споживання алюмінію посідає перше місце серед інших кольорових металів і є одним із найбільш значущих металів у сучасній промисловості та повсякденному житті.

На жаль, на сьогоднішній день вітчизняне виробництво первинного алюмінію припинено, а вторинного алюмінію перебуває у важкому стані. Проте, визначені в роботі стратегічні напрями та прогнозні оцінки дають надію на відродження алюмінієвої промисловості в Україні в рамках Державної програми розвитку гірничо-металургійного комплексу України до 2050 року. Пріоритетним є відновлення в Україні виробництва первинного алюмінію та модернізація підприємств вторинної металургії.

Основними заходами перспективного розвитку алюмінієвої індустрії в Україні передбачається створення нових виробництв, ефективне використання наявних виробничих потужностей, їх технічне та технологічне переоснащення з використанням технологій світового рівня, розширення виробництва сортаменту високотехнологічної продукції. Реалізація Стратегії розвитку алюмінієвого виробництва дасть змогу підвищити конкурентоспроможність продукції, забезпечити потреби внутрішнього ринку України та розширити експорт металопродукції.

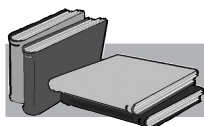
Науково-технічне супроводження алюмінієвого виробництва в перспективі дасть змогу забезпечити пріоритетні високотехнологічні та стратегічні галузі промисловості матеріалами з заданими властивостями.



ЛІТЕРАТУРА

1. Пожуєв В.І., Іващенко В.І., Червоний І.Ф., Грицай В.П. Металургія кольорових металів: підручник. Ч. 1. Сировинні ресурси і виробництво. Запоріжжя: ЗДІА, 2007. 351 с.
2. Родионова І.А. Промышленность мира: территориальные сдвиги во второй половине XX века. Москва: Московский лицей, 2002. 368 с.
3. Grjotheim K. Introduction to Aluminium Electrolysis. Dusseldorf: Aluminium Verlag, 1993. 260 p.
4. Ветюков М.М., Цыплаков С.Н., Школьников С.Н. Электрометаллургия алюминия и магния: учебник для вузов. Москва: Металлургия, 1987. 320 с.
5. Бредихін В.М., Маняк М.О., Смирнов В.О., Пожуєв В.І., Червоний І.Ф., Грицай В.П. Металургія кольорових металів: підручник. Ч. 7. Вторинна металургія кольорових металів. Запоріжжя: ЗДІА, 2009. 452 с.
6. Череп А.В., Черняєв Т.Ю. Необхідність та значення створення і розвитку індустріального парку «Дніпрал». *Zeszyty naukowe politechniki śląskiej*. 2014. Nr kol. 1919. С. 75–83.
7. Михайлівська Інна. (2017, вересень). Виробництва алюмінію в Україні більше немає. Історія знищення ЗАл-Ку. URL: <https://glavcom.ua/publications/virobnictva-alyuminiyu-v-ukrajini-bilshe-nemaje-istoriya-znishchennya-zalku-439457.html>
8. Сімонова Л.М. (2017). Огляд галузі виробництва алюмінію та продукції з алюмінію. URL: <https://bestappraiser.com.ua/oglyad-galuzi-virobnictva-alyuminiyu-ta-produkci%D1%97-z-alyuminiyu-2/>
9. Калинин В.И., Войновский А.С., Василенко А.П. Состояние обеспечения государственного фонда недр Украины перспективными и прогнозными ресурсами. *Минеральные ресурсы Украины*. 2004. № 3. С. 7–9.
10. Васильев И. Положение с бокситами и глиноземом в мире и в США. *БИКИ*. 2003. № 27. С. 15.
11. Інертний анод для електролітичного отримання металів. Патент RU 2401324. URL: <https://jak.koshachek.com/articles/inertnij-anod-dlja-elektrolitichnogo-otrimannja.html>

Надійшла 09.09.2022



REFERENCES

1. Pozhuev, V.I., Ivashchenko, V.I., Chervoniy, I.F., Gritsai, V.P. (2007). Metallurgy of color metals: assistant. Part 1. Raw resources and production. Zaporizhzhia: ZDIA, 351 p. [in Ukrainian].
2. Rodionova, I.A. (2002). Industry of the World: Territorial Shifts in the Second Half of the 20th Century. Moscow: Moscow Lyceum, 368 p. [in Russian].
3. Grjotheim, K. (1993). Introduction to Aluminium Electrolysis. Dusseldorf: Aluminium Verlag, 260 p.
4. Vetyukov, M.M., Tsyplakov, S.N., Shkolnikov, S.N. (1987). Electrometallurgy of aluminum and magnesium: a textbook for universities. Moscow: Metallurgiya, 320 p. [in Russian].
5. Bredikhin, V.M., Manyak, M.O., Smyrnov, V.O., Pozhuev, V.I., Chervoniy, I.F., Gritsai, V.P. (2009). Metallurgy of color metals: assistant. Part 7. Secondary metallurgy of color metals. Zaporozhzhia: ZDIA, 452 p. [in Ukrainian].
6. Cherep, A.V., Chernyaev, T.Yu. (2014). The necessity and significance of the creation and development of the industrial park "Dnipral". *Scientific journal of Silesian Polytechnic University*. no. kol. 1919, pp. 75–83 [in Ukrainian].
7. Mykhailivska, Inna (2017, September). There is no more aluminum production in Ukraine. The history of the destruction of ZALK. URL: <https://glavcom.ua/publications/virobnictva-alyuminiyu-v-ukrajini-bilshe-nemaje-istoriya-znischennya-zalku-439457.html> [in Ukrainian].
8. Simonova, L.M. (2017). Overview of the industry of aluminum production and aluminum products. URL: <https://bestappraiser.com.ua/oglyad-galuzi-virobnictva-alyuminiyu-ta-produkci%D1%97-z-alyuminiyu-2/> [in Ukrainian].
9. Kalinin, V.I., Voinovsky, A.S., Vasilenko, A.P. (2004). The state of provision of the state fund of subsoil of Ukraine with promising and forecast resources. *Mineral resources of Ukraine*, no. 3, pp. 7–9 [in Russian].
10. Vasiliev, I. (2003). The situation with bauxites and alumina in the world and in the USA. *BIKI*, no. 27, p. 15 [in Russian].
11. Inert anode for electrolytic production of metals. Patent RU 2401324. URL: <https://jak.koshachek.com/articles/inertnij-anod-dlja-elektrolitichnogo-otrimannja.html> [in Ukrainian].

Received 09.09.2022

Summary

A.G. Prygunova¹, Dr. Sci. (Engin.), Senior Research Scientist, Head of the Department, e-mail: adel_nayka@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-8030-9160>

L.G. Tuboltsev², PhD (Engin.), Senior Research Scientist, Head of the Department, e-mail: isi.tubol@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9540-3037>

A.V. Narivskiy, Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Dr. Sci. (Engin.), Professor, Director, e-mail: av.narivskii@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1596-6401>

L.V. Sokol³, Scientific Secretary, e-mail: lsokol200763@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9329-9096>

¹*Physico-technological Institute of Metals and Alloys of the NAS of Ukraine (Kyiv, Ukraine)*

²*Iron and Steel Institute of Z.I. Nekrasov of the NAS of Ukraine (Dnipro, Ukraine)*

³*JSC "Titanium institute" (Zaporizhzhia, Ukraine)*

Aluminum industry of Ukraine: from decline to potential growth

The article examines the current state of the aluminum industry in Ukraine and the world, the activities of primary metallurgy enterprises, where aluminum is obtained by electrolysis from cryolite-alumina melts, and secondary metallurgy, based on the use of metal scrap and waste. Trends in the development of world production and consumption of aluminum and the place of Ukraine in these processes are shown. The problems of the domestic aluminum industry and the state of the raw material base were studied. An analysis of the production of aluminum and alloys based on it, semi-finished products and products from scrap and waste was carried out. The structures of the domestic market, export and import of aluminum products are given. The reasons and consequences of the reduction of production capacities and the stoppage of some productions have been established. It was noted that the mistakes of privatization led to the loss of two of the most important enterprises of primary aluminum metallurgy: PJSC "Zaporizhzhia industrial aluminum integrated plant" and PJSC "Mykolaiv Alumina Plant". In 2011,

the closure of the electrolysis plant at the Zaporizhzhia industrial aluminum plant deprived Ukraine of its status as a producer of primary aluminum. Privatization of PJSC "Mykolaiv Alumina Plant" did not bring expected investments to the aluminum industry, and new promising productions to the country. It is shown that the lack of raw materials, as well as support from the state, led to the shutdown in 2012 of one of the largest secondary metallurgy plants of Ukraine – JV "Intersplav", which was equipped with modern equipment and technologies.

Taking into account global and domestic experience, strategic directions for the restoration and potential growth of aluminum production and high-tech industries based on it are determined. Ways to solve the problems of the aluminum industry in Ukraine by the program method, measures and the mechanism of their implementation are proposed. The role of the scientific and technical potential in the sustainable development of Ukraine in the post-war period and in the future is indicated.

Keywords

Aluminum industry, primary and secondary metallurgy, raw material base, domestic consumption, export, import, global development trends, scientific and technical developments.