

ЛІТЕРАТУРОЗНАВСТВО

УДК: 821.111.09.

Ганна Дика,

викладач англійської мови, перекладач (Роберт Бернз, Роберт Фергюсон, Жак Превер), дослідниця рецепції Роберта Бернза в Україні

ОЗНАЙОМЛЕННЯ АНГЛОМОВНИХ ЧИТАЧІВ З УКРАЇНСЬКИМИ ПЕРЕКЛАДАМИ ТВОРІВ РОБЕРТА БЕРНЗА ЗА РАДЯНСЬКИХ ЧАСІВ

У статті розглянуто спроби поширення інформації в світі про українські переклади творів Роберта Бернза за радянських часів Богданом Кравцівим, Ярославом-Богданом Рудницьким, Юрієм Яновським, Павлом Тичиною та Миколою Лукашем. Акцентовано на особистій ініціативі цих шанувальників творчості шотландського барда. Представлено фотокопія обкладинки книги з перекладами Івана Франка, подарованої Меморіальному музею Роберта Бернза в Еловеї, Шотландія, та картки з дарчим написом Миколи Лукаша до книжки «Вибраного» Роберта Бернза, подарованої Миколою Лукашем Джорджу Рос Рою до його колекції Бернзіани.

Ключові слова: український художній переклад, українська еміграція, Британське Товариство культурного звязку з СРСР, Харківський літературний музей. колекція американського бернзознавця Джорджа Рос Рою (George Ross Roy)

«Ми пишаємося своїми надбаннями в галузі перекладу з іноземних літератур, мало замислюючись над тим, а що гадають із цього приводу представники тих літератур і чи хоч знають вони

про наші подвиги»,⁹ - зауважив Сергій Ткаченко, аналізуючи роль українського художнього перекладу в сучасному світі. Підтвердженням обґрунтованості занепокоєння цього відомого перекладача є відсутність статей про сприйняття британських та ірландських авторів в Україні серед тих книжок, що виходять друком у серії “The Reception of British and Irish Authors in Europe”, де представлені німецькі, французькі, російські, польські, чеські, угорські та інші дослідники. Співпраця у таких авторитетних виданнях є запорукою не лише поширення інформації про вагомі здобутки наших перекладачів, але й ознайомлення світової наукової спільноти з українською культурою.

Якщо сучасний відкритий інформаційний простір надає дослідникам широкий доступ до інформації та забезпечує її поширення, але ми недостатньо послуговуємось цими можливостями, то що було відомо про українські переклади і, зокрема, про переклади творів Роберта Бернза, за кордоном у той час, коли в Радянському Союзі здійснювався суворий контроль за поширюваною інформацією та маніпуляція нею.

Недарма одним із завдань письменників України, що їх було проголошено на конференції «МУР-у»¹⁰, яка відбулася 29 січня 1946 року, визначалось за необхідне *“Інформаційну працю між чужинцями про дотеперішню українську літературу за допомогою а) наукових та публіцистичних творів про цілість або поодинокі твори української літератури в зв’язку з літературами Європи, мовами англійською, французькою, німецькою та еспанською, б) мистецьких перекладів українських творів на одну з цих мов, а чужих творів на українську мову... , в) особистих зв’язків з чужими письменниками та з чужою пресою в тому середовищі, де тепер живемо, а листованих зв’язків також поза межами цього середовища”*^{11,12}.

⁹ Ткаченко С.І. Художній переклад як віртуальна реальність // Оповіді від Сема / С. І. Ткаченко . – К., 2012. – 256 с. -- С. 82 – 90. — С.85.

¹⁰ Мистецький український рух (МУР) – організація українських письменників-емігрантів
¹¹ Мала чи велика література // МУР. Збірник літературно-мистецької проблематики, – 1946. -- №1. -- С.85-86. -- С.76.

¹² Радзикевич В. У літературному крутіжі. Огляд українського літературного руху сьогочасної еміграції // Сьогочасне й минуле. Вісник українознавства. Видає Наукове Товариство ім.Шевченка.-Рік третій. Нова серія.- 1948, 1 .- Мюнхен- Нью - Йорк. – С.73 - 83. – С.76.

Адже наявність перекладів вершинних творів світової літератури теж свідчить про рівень культури народу, мовою якого перекладено ці твори, особливо якщо перекладачами є такі талановиті літератори, якими може пишатись українська література. Поширення інформації про такі високомистецькі переклади сприяє підняттю престижу і визнання насамперед у державах, твори яких перекладено, закладає мости культурного обміну та взаємного культурно-мистецького збагачення.

Творчість Роберта Бернза стала органічною частиною української духовної культури завдяки праці кількох поколінь перекладачів, літераторів та літературознавців починаючи від Тараса Шевченка, який був не лише першим українцем, хто залишив письмову згадку про шотландського барда, але й гідно оцінив його творчий доробок: «А Борнц усе-таки поет народний і великий».¹³ 145 років тому вийшов друком перший переклад Роберта Бернза українською мовою, балада «Иван Ячмінь» (“John Barleyscorn”)¹⁴, автором якого був Василь Кулик (? – 1870). Перекладали твори шотландського барда також Йосип Шевченко (1854 – до 1900)¹⁵, Іван Франко (1856 – 1916)¹⁶, Василь Щурат (1871- 1948)¹⁷, Павло Грабовський (1864 –

¹³ Шевченко Т. Передмова до нездійсненого видання «Кобзаря» / Тарас Шевченко Повне зібрання творів у 12 т. / Редкол. М.Г.Жулинський (голова) та ін. – К., 2001. – Т.5. – 2003. – 496 с. – С. 207-208.

¹⁴ Бернс Р. Иван Ячмінь: Після Burns-а . Переклад Василя Кулика // *Правда*, Львів, № 8. – 1874, 1 (13) Червня . – С. 329.

¹⁵ Бернс Р. Нікому (Борнса) / Гріненко І. Дз-що із перекладів і самостайних творів. Випуск 1, Видання на вжиток Елісаветградської безплатної рукомесної школи, Елісаветград, 1875. – 39 с. – С.11-12.

¹⁶ Бернс Р. Парубоча пісня, Пісенька про чорта і акцизника, Трагічний уривок, Молитва пастора / Переклад Івана Франка // *Жите і слово*, 1896. – № 2. - С.144 -146; № 3. – С.232 – 233; № 4. – С. 306 – 308.

Бернс Р. «В чийх очах є сльози співчуття...», «Ледве часом збересь з трудом...», «О ти, що в небі там живеш ...», «Ішов дідько через місто свищучи...», Трагічний уривок, “A Man’s a Man for a’That” / Переклад Івана Франка / Франко, Іван Зібрання творів у п’ятдесяти томах. – К., 1976.. – Т.12. – Поетичні переклади та переспіви., 1978. – 727 с. – С. 552 – 555, С.716.

¹⁷ Бернс Р. З Борнса. Кругом лягла осіння мгла / Переклад Василя Щурата // *Буковина*, ч. 262.– 1896. – 23 серпня (4 вересня). – С. 1.

Бернс Р. З Борнса. Чим гарнійше вона, чим ніжнійше / Переклад Василя Щурата // *Буковина*, ч. 262. – 1896. – 23 серпня (4 вересня). – С. 1.

Бернс Р. Жите, стражданє, смерть і прославленє преподобного Івана Ячменя / Переклад Василя Щурата // *Діло*. – 1899. – 31 марта (12 апреля; № 72). – С. 2.

1902)¹⁸. Публікації цих перекладів попри всі заборони українського друкованого слова були виявом шани і широкій любові до творчості Роберта Бернза, розуміння необхідності його ідей та чарівної природності його творів, образів для українського читача.

Проте мрія Павла Грабовського про видання книжки вибраних творів шотландського барда («Бернсових творів я лаштую цілу збірочку, бо дуже люблю цього шотландського поета»¹⁹) здійснилась лише зусиллями Василя Мисика у 1932 р.²⁰, а передували цьому публікації його перекладів у журналах.²¹ Це було перше видання творів шотландського поета у форматі книги в Україні та в Радянському Союзі, раніше за подібні видання російською, іспанською, польською та багатьма іншими мовами²², а передмова, автором якої був сам Василь Мисик, є цікавою літературознавчою розвідкою, яка не лише знайомила читача з життям Роберта Бернза, але й вводила його в коло проблем, яких торкався автор. Безпідставний арешт перекладача у 1934 р. означав і заборону поширення цього видання, вилучення його з бібліотек, тому навіть той мізерний наклад книжки (3000 примірників) не було повністю поширено. Од-

¹⁸ *Бернс Р.* (Борнс) Переспіві Павла Граба. Льорд Грегор, До стокроти, Поклик Брюса до дружини / Переклад Павла Грабовського // Зоря. – Львів. – 1897. – річник вісімнадцятий – число 14. – С. 267 – 269.

Бернс, Роберт Хома Баглай. Поема.Р.Б. Звиршував П.Г. Видав Б.Гринченко / Роберт Бернс. – Чернігів : Друкарня «Губернського Правління», 1898. – 11 с.

Бернс Р. Старчача гульня / Переклад Павла Грабовського / *Грабовський, Павло* Зібрання творів у трьох томах / *Павло Грабовський*. – К., 1959–1960. – Т. 2. – 623 с. – С.105 – 117.

Бернс Р. Хома Баглай, «Болить серце моє ...», «Я не знав, які ті сльози ...», «Важко б'ється серце ...», «В полі чи дома ...», «Засміялось сонце ...», «Ой, Іване Андерсоне ...», «Пусти в хату мене ...», «Коли б ми так дуже палко ...», «Не тут серце моє ...», «Шануйсь, бідарю, та працєю ...», «Власну маю я дружину...», «Я без нььки ні до кого ...», «Згадаймо літа молоденькі ...», «Не журюсь, живучи ...», «Небагацько мені треба ...», «Хмари плывуть; недалеко й до ночі ...», «Коли б замерзла, моя любко ...», «Добре Робин живе ...», «Колихалось при дорозі ...» / Переклад Павла Грабовського / *Грабовський, Павло* Зібрання творів у трьох томах / *Павло Грабовський*. – Київ : Вид. АН УРСР, 1959 – 1960. – Т. 2. – 623 с. – С.535 – 551.

¹⁹ *Грабовський П.* Лист до Б. Грінченка від 7 вересня 1897р. // *Павло Грабовський* Зібрання творів у трьох томах. Т.3.- К., 1960. – 416 с. – С. 265.

²⁰ *Бернс Р.* Пісні та поеми. Переклад і вступна стаття В.Мисика. – Харків – Київ, 1932. – 125 с.

²¹ *Гриців Н.* Василь Мисик : Різногранний діамант українського художнього перекладу : монографія / Н.М.Гриців. – Вінниця. – 296 с.

²² *MacKay P.* Timeline of the European Reception of Robert Burns, 1795 – 2012 //The Reception of Robert Burns in Europe Ed. Murray Pittock. – London : New York : Bloomsbury. – 348 p. (The Reception of British and Irish Authors in Europe). – P.XXIII – IXVII.

нак якась частина книжок встигла потрапити до канадського читача, як свідчить відомий білоруський перекладач Я. Семезон : « ... Зима 1942 року під Мурманськом. Ми охороняємо Північний морський шлях, яким ідуть каравани англійських військових кораблів у наші порти. Британські льотчики з повітряного флоту, який у той час базувався на наших аеродромах, по-дружньому гомонять в офіцерському клубі з радянськими офіцерами зв'язку. Тут шотландці, канадці, в їх числі – нащадки давніх українських переселенців за океан. Шотландці, вірні своїм національним традиціям, співають народних пісень – пісень Роберта Бернса. І тут хтось із канадців чистим і високим тенором затяг по-українськи:

*Джон Андерсон, мій друже Джон!
Ми вдвох ішли на гору;
Пережили ми разом, Джон,
Найвеселішу пору!*

Так український «Джон Андерсон» В.Мисика ... перейшов за океан до своїх співвітчизників»²³.

Мар'яна Хмарка, харківська поетка і перекладачка, про яку, на жаль, нам відомо дуже мало, також переклала баладу “John Barley-corn” Роберта Бернза, яку було надруковано разом з перекладами Павла Грабовського у «Хрестоматії з історії західних літератур» за редакцією Олександра Білецького та Миколи Плевака²⁴. Однак на її переклад чекало забуття, адже Микола Плевако (1890 – 1941)²⁵, філолог, український літературознавець, перекладач, бібліограф знає переслідувань вже з 1928 року, а 1938 року його було заарештовано, що теж накладало обмеження на доступ до хрестоматії. До того ж сама Мар'яна лікується від нервового розладу в психіатрич-

²³ Семезон Й. Дві зустрічі з поетом // Прапор. – 1961. – № 7. – С.92 -93. – С.93.

²⁴ Бернс Р. Джон – Ячмінне Зерно // Хрестоматія з історії західних літератур за редакцією О. Білецького та М. Плевака.– Харків–Одеса, 1931. – Т. III : Література XVII – XVIII ст. доби абсолютної монархії та буржуазних революційних рухів.– 650 с. – С. 236 - 237

²⁵ Березюк Н. М. Вчений і бібліографія. XIX – середина XX століття : Нариси. Бібліографія бібліографії : [біобібліогр. слов.] / Н. М. Березюк. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2018. – 205 с.

http://dspace.univer.kharkov.ua/bitstream/123456789/14815/2/Березюк_Вчений_і_бібліографія.pdf

ній лікарні в Харкові²⁶, «на початку війни була звинувачена в шпіонажі і репресована»²⁷, а про її подальше життя нам невідомо.

До нового видання хрестоматії західноєвропейських літератур за редакцією Олександра Білецького, тепер вже для середньої школи, а не для вищих навчальних закладів, твори Роберта Бернса не було включено, а в передмові було зазначено: «...переклади, що друкувалися після Жовтня до 1933 р. своєю мовою тепер аж ніяк не можуть (за незначними винятками) вважатися за задовільні»²⁸.

Микола Лукаш також починає перекладати твори Роберта Бернса у 30-і роки, але опубліковано їх не було. Як розповідав Марині Новиковій сам Микола Лукаш: «Я познайомився з віршами Бернса ще до війни. Про переклади Маршака нічого не знав, навіть гадки не мав, що вони існують. Але тієї пори мені довелося читати німецькі переклади з Бернса – старі, не пізніші за другу половину ХІХ ст., і зараз пригадую, були вони добрі»²⁹. «Тоді я встиг зробити перекладів з десять, та загубив їх під час війни і позабував. Пам'ятаю лише “Тихий Дун” через мелодію, на яку його написано»³⁰.

На батьківщині Роберта Бернса довідувались про існування українських перекладів, про видання його творів не з офіційних джерел, які мали б поширювати таку інформацію, а від наших земляків, гордих за українських перекладачів.

У своєму листі до Василя Мисика від 20 лютого 1957 року Терень Масенко, сповнений оптимістичних надій поподорожувати світом, бажає Василеві Мисику ще й неодмінно відвідати Шотландію, та ділиться спогадами Юрія Яновського: «Колись Ю.І. Яновський розповідав у редакції «Правды Украины», що коли він у Нюрнберзі сказав кільком шотландцям (одному з них – заступнику лорда-судді на процесі та іншим) – а його і Вс. Іванова та інших вони запросили на вечірку, присвячену дню народження Роберта Бернса, і розповіли їм, що де б на земній кулі в цей день не були хоч

²⁶ Смолич Ю. Мозаїка. З тих років (курйози) С.276 - 277

http://shron1.chtyvo.org.ua/Smolych_Yurii/Mozaika_Z_tykh_rokiv_kuriozy.pdf

²⁷ Розп'ята муза. Антологія українських поетів, які загинули насильницькою смертю: У 2-х т. / Укладач Винничук Юрій. – Львів, 2011.– Т.2. – 658 с. – С.215.

²⁸ Західноєвропейська література. Хрестоматія для 8 – 10 класів середньої школи. Склав О.І.Білецький. – Харків, 1936. – 391 с. – С.

²⁹ Новикова М. Вино зелено: Роберт Бернс українською // Міфи та місія. – К., 2005. – 432 с.- С. 66 – 71. - С.66 -67.

³⁰ Там же. – С.67

би два вкупі шотландці – вони влаштовують такий вечір споминів про Бернса: - так коли Яновський сказав цим шотландцям, що у нас на Україні Василь Мисик переклав книжку Бернса і видав українською мовою, то всі шотландці на вечірці кинулися його, Яновського, цілувати. От де народ, Василю! Видно всі вони хороші люди там, чудесні»³¹.

Сповнений такого ж щирого захоплення і бажання поділитися радістю, що в Україні знають і шанують Національного Барда Шотландії Роберта Бернза, був і Павло Тичина, перебуваючи у складі радянської делегації у Великій Британії на святкуванні 25-річчя Британського Товариства культурного зв'язку з СРСР від 20 жовтня до 9 листопада 1949 року. Того року це була одна з поїздок, що мали на меті зняти напруженість між Радянським Союзом та колишніми західними союзниками після 4 травня 1949 року, коли СРСР припинив блокаду Берліна. Поїздка Шотландією, зустрічі з офіційними особами, з шанувальниками творчості Роберта Бернза, з літераторами, зокрема з поетом Г'ю МакДаймідом (Hugh MacDiarmid), атмосфера розкнутості і свободи з такою силою вплинули на Павла Тичину, що він прагне всіх порадувати досягненнями Василя Мисика як перекладача творів Роберта Бернза. У своєму щоденнику 31 жовтня Павло Тичина описує зустріч з Г'ю Мак Даймідом і зазначає: «Сказав йому, що [в Україні] Бернса перекла[дено] й видано»³².

Приємне враження справив на Павла Тичину 2-й секретар радянського посольства Олександр Семенович Фомін. Прекрасно освічений та ерудований дипломат викликав у Павла Тичини почуття симпатії, і у своєму щоденнику поет залишив такий запис: «Треба Фоміну Ал[екс]андру Семен[овичу] прислати Роберта Бернса по-українськи примірників 2 ...»³³. Оскільки на той час єдиним виданням поезій Роберта Бернза українською у форматі книги було

³¹ Масенко Т. Лист до В. Мисика [Рукопис]. – Харківський літературний музей. – Вст. 11899 РП-801.

³² Тичина П. Перебування в Англії на святкуванні 25-річчя англійського Товариства культурного зв'язку з СРСР, м.Лондон / Павло Тичина // Зібрання творів у 12 т.-т 11 : Щоденникові і літературно-мистецькі записи. Підготовчі матеріали / Упоряд. Та приміт Ю.І.Коваліва; Ред тому Л.М.Новиченко. – 1988. – 552 с. – С.141 – 156. – С.148.

³³ Тичина П. Перебування в Англії на святкуванні 25-річчя англійського Товариства культурного зв'язку з СРСР, м.Лондон / Павло Тичина // Зібрання творів у 12 т.-т 11 : Щоденникові і літературно-мистецькі записи. Підготовчі матеріали / Упоряд. Та приміт Ю.І.Коваліва; Ред тому Л.М.Новиченко. – 1988. – 552 с. С. – 141– 156. – С.154.

видання 1932 року, здійснене Василем Мисиком, якого після заслання на Соловки ще не було реабілітовано у 1949 році, то йшлося саме про книжку «Пісні та поеми», на яку поширювалась постанова 1948 р., згідно з якою «... органи цензури в рамках контролю за діяльністю бібліотек зобов'язали вилучити 1,1 млн. примірників “політично шкідливої” літератури. Вилучалися книжки емігрантів, репресованих авторів, видання релігійного змісту й т.ін.»³⁴. Рішенню надіслати книжки, безперечно, передували розмови про Роберта Бернса та про переклади шотландського барда. От тільки Павло Григорович не знав, що спілкується, власне, з радянським розвідником Олександром Семеновичем Феклісовим, який під прибраним прізвищем «Фомін» працював із серпня 1947 р. по квітень 1950 р. 2-м секретарем Посольства СРСР у Великобританії та одночасно був Заступником Головного резидента радянської розвідки з науково-технічних питань.

Повоєнні видання творів Роберта Бернса українською теж були нечисленними, а наклади мізерними³⁵. Переклади шотландського барда друкувались також в збірниках та у виданнях вибраних творів³⁶, були публікації в журналах та газетах, ретельному дослідженню яких ми завдячуємо Оксані Нечипорук, Валентині Савчин, Борису Чернякову та Наталії Гриців³⁷.

³⁴ Баран В.К., Даниленко В.М. Україна в умовах системної кризи (1946 – 1980-і рр.). – К., 1999. – 304 с. – С.51 – 52.

³⁵ Бернс Р. Вибране / Р. Бернс; пер. з англ. М Лукаша і В. Мисика; вступ. ст. В. Мисика. – К., 1959. – 255 с – наклад 8 000 пр., Бернс Р. Поезії / Р. Бернс; пер. з англ. М Лукаша та В. Мисика; передм. В. Мисика. – К., 1965. – 206 с. – наклад 5 000 пр.

³⁶ Наприклад:

Співець : Із світової поезії кінця XVIII- першої половини XIX сторіччя. Збірка // Упорядкував Григорій Кочур. – К., 1972. – 253 с. – С. – 67 – 72.

Мисик В. Планета : Вибране. – К., 1977. – 429 с.

Мисик В. Твори в 2-х томах. – К., 1983. – Т.2. – 415 с. – С.97 – 190. – наклад 6 000.

Мисик В. Захід і Схід: Переклади / В. Мисик; авт. передм. О. І. Никанорова. – К., 1990. – 543 с. – С. 330 – 415. (Майстри поетичного перекладу) – наклад 7 000

Лукаш М. Від Боккаччо до Аполлінера : Переклади. – К., 1990. – С. 150 – 183– наклад 16 000

³⁷ Нечипорук Оксана Дмитрівна Роберт Бернс в українських перекладах та літературознавстві: Дис.... канд. філол. наук.- Київ: Київський держ. ун-т ім. Т.Г.Шевченка, 1969.- 230 с.

Симоненко І.П. Поезія Роберта Бернса : 1773 – 1789 . – Київ, 1959. – 232с

Лукаш Микола Біобібліогр. Показчик / Уклад. В.Савчин; наук. ред. Р.Зорівчак, ред. бібліогр. Г.Домбровська; редкол.: Б.Якимович (голова) та ін.. – Львів, 2003. – 356 с.

Савчин В.Р. Микола Лукаш – подвижник українського художнього перекладу: Монографія / Валентина Романівна Савчин. – Львів , 2014 . – 374 с.

Двохсотліття від дня народження Роберта Бернза в Україні було відзначено публікаціями в січні 1959 р. низки творів шотландського поета в перекладах Василя Мисика та Миколи Лукаша в журналах «Всесвіт»³⁸ та «Перець»³⁹, статтею «Співець свободи»⁴⁰ в газеті «Радянська Україна» та виданням книжки вибраних творів Роберта Бернза у перекладі Миколи Лукаша та Василя Мисика цього ж ювілейного року. А цей ювілей міг стати святом всієї української літератури, нагодою згадати українських перекладачів шотландського барда, провести наукову конференцію, присвячену його пам'яті. Ювілейне видання вибраних творів Роберта Бернза 1959 року у перекладі Миколи Лукаша та Василя Мисика могло стати нагодою для відвідин обома перекладачами Шотландії, участі у святкуванні, спілкуванні з шанувальниками Барда з усього світу, яке надихнуло б перекладачів на творчість. Не судилось.

Літературознавчі дослідження Василя Мисика, Інни Симоненко, Оксани Нечипорук також недостатньо популяризувались.

«Товариство Шотландія – СРСР», засноване 1945 року на основі окремих комітетів та груп допомоги, що діяли у Великій Британії під час II світової війни під загальною назвою "Aid to Russia", теоретично надавало можливість українським перекладачам творів Роберта Бернза та дослідникам його творчості бути активно залученими до роботи цього товариства. «Шотландський Конгрес за дружбу та співробітництво з СРСР відбувся в Глазго 16-17 червня». «Одним із рішень згаданого Конгресу було обрання тимчасової Ради в складі близько 20 членів для заснування у Шотландії організації, обов'язком якої є дбати про збереження у повоєнний час порозуміння, довіри і дружби, що встановились між нашими народами за роки війни. Відбулись засідання Ради і до жовтня 1945 року

Савчин, Валентина Романівна Новаторство Миколи Лукаша в історії українського художнього перекладу [Текст] : дис. ... канд. філол. наук. : 10.02.16 / Савчин Валентина Романівна ; Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка. - Львів, 2006.

Черняков Б.І. Микола Лукаш Бібліографічний покажчик. 1953 – 2005 / Борис Черняков . – К.: Критика , 2007 . – 570 с.

Гриців, Наталія Миколаївна Творча особистість Василя Мисика як перекладача в контексті української культури ХХ сторіччя [Текст] : дис. ... канд. філол. наук. : 10.02.16 / Гриців Наталія Миколаївна ; Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка. - Львів, 2016

Гриців Н.М. Василь Мисик : Різногранний діамант українського художнього перекладу : монографія / Н.М.Гриців . – Вінниця : Нова Книга, 2017. – 296 с.

³⁸ Всесвіт .— 1959.— № 1.— С. 27 – 31.

³⁹ Перець .— 1959.— № 2.— С. 4.

⁴⁰ *Довгаль П.* Співець свободи // Радянська Україна.— 1959.— 25 січня

“Товариство Шотландія – СРСР” було засновано »⁴¹. 1973 року представницька українська делегація відвідала Шотландію на запрошення цього товариства⁴², але нам невідомо про участь українських дослідників творчості Роберта Бернза у цій поїзді.

Аналізуючи роботу пленуму правління Спілки письменників України 14-15 січня 1970 р., темою якого було «Інтернаціональні взаємозв'язки української літератури», Іван Кошелівець зауважив: «... тут таки ще додамо симптоматичний факт, що на пленумі наче б були відсутні (чи не дістали слова) саме ті, хто найбільше розуміється на літературних взаємозв'язках: перекладачі. Не промовляли там ні Микола Лукаш, ні Борис Тен, ні Григорій Кочур, ні ті з молодшого покоління, що вже мають солідний доробок у перекладництві, а це ж мусів бути їх пленум »⁴³.

У той же час поїздки радянських та шотландських делегацій тривали. «1975 року більше 100 шотландців вирушили до Радянського Союзу на перше святкування дня народження Бернза ...»⁴⁴ в СРСР, але ми не знаємо про участь українських перекладачів та дослідників творчості цього великого шотландського поета у святкових заходах, що відбулись 1975 року в Ленінграді та Москві.

Що ж було відомо у світі про українські переклади творів Роберта Бернза крім випадкових розповідей українських письменників? Не беручи до уваги ознайомлення спеціальних служб (наприклад, Відділу дослідження Інформації (Information Research

⁴¹ The Scottish Congress for Friendship and Co-operation with the USSR, was held in Glasgow on 16th and 17th June 1945. One of the decisions of the above Congress was to set up a provisional Council of approximately 20 members to establish an organisation in Scotland pledged to maintain in the post-war years the understanding, trust and friendship established between our peoples in the war years. This Council met and by October 1945 had established the Scottish - USSR Society. //

[Scotland-USSR Society 1945-1985 - Scotland — Russia](https://www.scotland-russia.llc.ed.ac.uk/wp-content/uploads/2016/10/Scotland-USSR-Society-1945-1985-1-6.pdf) доступ: <https://www.scotland-russia.llc.ed.ac.uk/wp-content/uploads/2016/10/Scotland-USSR-Society-1945-1985-1-6.pdf>

⁴² Там же

[Scotland-USSR Society 1945-1985 - Scotland — Russia](https://www.scotland-russia.llc.ed.ac.uk/wp-content/uploads/2016/10/Scotland-USSR-Society-1945-1985-1-6.pdf) доступ: <https://www.scotland-russia.llc.ed.ac.uk/wp-content/uploads/2016/10/Scotland-USSR-Society-1945-1985-1-6.pdf>

⁴³ Кошелівець І. М. З великої хмари... або «Інтернаціональні взаємозв'язки української літератури» // Можна одверто? або Туга за катарсисом (статті, огляди, рецензії, інтерв'ю) [Текст] : зб. наук. пр. / І. М. Кошелівець ; упор. І. М. Кошелівець, Л. Б. Тарнашинська ; авт. передм. Є. О. Сверстюк, В. В. Коптілов ; вступ. ст. та прим. Л. Б. Тарнашинської. – Харків, 2018. — 648 с. – С. 330 – 340. – С.334. http://cg.gov.ua/web_docs/1/2016/12/docs/Mozhna_odverto-I_Koshelivets.pdf

⁴⁴ “In 1975 over 100 Scots left for the first ever Burns celebration visit to the Soviet Union and these visits have continued right up to the present year when a total of 230 people joined with 200 Soviet people at Burns dinners in Leningrad and Moscow “://

[Scotland-USSR Society 1945-1985 - Scotland - Russia](https://www.scotland-russia.llc.ed.ac.uk/wp-content/uploads/2017/03/Scotland-USSR-Society-1945-1985-7-12.pdf) The Burns Connection P.8 <https://www.scotland-russia.llc.ed.ac.uk/wp-content/uploads/2017/03/Scotland-USSR-Society-1945-1985-7-12.pdf>

Department (IRD), що існував у Великій Британії з 1948 по 1977 рр.) з усіма аспектами життя в Радянському Союзі, і, зокрема, з виданням книжок, ми можемо виділити такі групи населення англомовних країн, що могли бути поінформованими про існування українських перекладів з Роберта Бернза попри офіційне замовчування з боку радянської держави:

- наукові кола українських емігрантів;
- шанувальники творчості Роберта Бернза.

В антології «Обірвані струни»⁴⁵ у короткому повідомленні про Василя Мисика Богдан Кравців, поет, перекладач, літературний критик, який з 1949 р. жив у США, згадує і видання перекладів творів Роберта Бернза, але дату виходу книжки наводить неточно (1931р. замість 1932р.), очевидно, з пам'яті, не маючи примірника книги. Про життя перекладача йому теж відомо було небагато: «Причетний до процесу 28 в грудні 1934 року, але його справу вилучено для додаткового слідства. Був засланий і в 1942-43 роках були вістки про те, що повернувся в Україну»⁴⁶.

Богдан Кравців і надалі продовжував слідкувати за літературним процесом в Україні, за долею репресованих літераторів, що дозволило йому згодом надати більше інформації про Василя Мисика: «...засуджений вироком виїздної сесії Військової Колегії Верховного суду СРСР 13-15 грудня 1934 на ув'язнення в концтаборі. Звільнений в 1941 році, був поновлений в членах СПУ щойно грудні 1956»⁴⁷. А про вихід у світ перекладних творів в Україні він дізнавався з каталогів: «Дані про кількість видань з перекладами західних поетів в наступних 1959-1961 рр. можна здобути з каталогів радянських видавництв “Держлітвидав України”, “Радянський письменник”, “Молодь”»⁴⁸. Оскільки Богдан Кравців обмежується лише інформацією, що в 1959 р. було видано «“Вибране” Роберта Бернса в пе-

⁴⁵ Кравців Б. Обірвані струни, Антологія поезії поляглих, розстріляних, замучених і засланих. 1920 – 1945. – Нью-Йорк: Наукове Товариство ім. Шевченка в Америці. – 1955. – 430 с.

⁴⁶ Кравців Б. Обірвані струни, Антологія поезії поляглих, розстріляних, замучених і засланих. 1920 – 1945. – Нью-Йорк: Наукове Товариство ім. Шевченка в Америці. – 1955. – 430 с. – С.386.

⁴⁷ Кравців Б. На багрянному коні революції. До реабілітаційного процесу в УРСР.- Нью-Йорк, 1960. – 69 с. –С.31

⁴⁸ Кравців Б. Поезія Заходу в українських перекладах // Сучасність . – 1962. – № 4. – С. 10 – 23. – С. 20.

рекладах Миколи Лукаша і Василя Мисика (ДЛВ, Київ)»⁴⁹, можна припустити, що дізнався він про це з каталогу, а самої збірки не бачив.

Дослідження Ярослава – Богдана Рудницького (1910 – 1995), українського канадського славіста, мовознавця, літературознавця, фольклориста, перекладача, наукового і громадського діяча, «Бернс і Шевченко»⁵⁰ засвідчує не лише його пильне око науковця, який постійно слідкує за науковими публікаціями, але й глибоке розуміння значення та актуальності цих досліджень. З огляду на те, що автор не згадує книжку перекладів Василя Мисика з Роберта Бернза, ми можемо припустити, що Ярослав – Богдан Рудницький або взагалі не знав про існування цього видання Василя Мисика 1932 року, або не мав самої книги і тому не аналізував її. Прикро, адже ця збірка містить не лише переклади вибраних творів Роберта Бернза, а й вступну статтю Василя Мисика про життєвий і творчий шлях шотландського поета, аналіз його творчості, де проводиться паралель між Робертом Бернзом і Тарасом Шевченком як народними поетами: « Так само , як у Росії деяким літераторам од Шевченкової поезії «одгонило дьогтем», шотландські та англійські літератори вчували в Бернсовій поезії неприємний їм «запах кузні» (Д-р Блейр, Локгарт)»⁵¹.

Спонукали Ярослава-Богдана Рудницького до написання своєї розвідки «Бернс і Шевченко» 200-літній ювілей Роберта Бернза та публікація дослідження Євгена Маланюка «Малоросійство»⁵², де автор висловлює своє негативне ставлення до ототожнення шотландського Барда і українського Кобзаря. Ярослав – Богдан Рудницький очікував на урочисте відзначення цих роковин в Україні, на видання перекладів Роберта Бернза українською. На жаль, книга вибраних творів Роберта Бернза у перекладі Миколи Лукаша та Василя Мисика не вийшла друком до ювілею, а відгуки⁵³ на неї з'явилися у часописах ще пізніше – у грудні 1959 , березні 1960, тому канадський науковець мав змогу ознайомитись лише з науко-

⁴⁹ Там же. – С.20.

⁵⁰ Рудницький Я. Бернс і Шевченко / J.V. Rudnytskyj Burns and Shevchenko — Вінніпег, 1959. — 32 с.

⁵¹ Мисик В. Роберт Бернс // Бернс Р. Пісні та поеми. Переклад і вступна стаття В.Мисика . – Харків – Київ , 1932 .– 125 с. - С.5 – 22. – С.13

⁵² Маланюк Є. Малоросійство . – К., 2015. – 48 с.

⁵³ Коптілов В. Роберт Бернс українською мовою // Всесвіт. – 1959. – № 12. – С.125 –126. Шотландський Шевченко // Прапор. – 1960. – № 3. – С.121.

вою статтею Інни Симоненко «До характеристики поетичного стилю Роберта Бернса». Через те, що в журналі були зазначені лише ініціали авторки статті Рудницький вирішив, що науковцем є чоловік, що знову ж таки свідчить про недостатню популяризацію у світі українських дослідників Роберта Бернза. Статтю він оцінив схвально, вважаючи, що автор «краще впорався з темою»⁵⁴ порівняно з П. Довгалем, автором статті у газеті «Радянська Україна» (25 січня 1959 р), який «українських перекладів ... чи не знає, чи не хоче знати. Навіть перекладів Івана Франка він не цитує, хоч вони були надруковані в недавньому київському збірному виданні творів поета»⁵⁵.

Відчуваючи особисту відповідальність за міжнародний авторитет української культури, «дбаючи про закріплення культурно-наукових зв'язків на міжнародному терені»⁵⁶

УВАН робить фотокопії перекладів Івана Франка та брошурує як книгу оскільки «... до 1959 р. невідомі були шотландцям Франкові переклади їхнього національного барда Роберта Бернса. З нагоди 200-ліття народин цього поета УВАН вислала фотостат Франкових перекладів до Музею Р. Бернса в Аллоаю, Шотландія, й вони належать тепер до найстарших слов'янських перекладів шотландського поета в цьому Музею (1879 – 1896)»⁵⁷.

Не маючи даних про більш ранні переклади з Роберта Бернза українською, Ярослав - Богдан Рудницький таким чином міцно закарбував у пам'яті співвітчизників барда 1896 рік як дату появи друком першого перекладу українською. До останнього часу в цьому був переконаний, зокрема, Білл Досон (Bill Dawson), редактор видання "Burns Chronicle". Сподіваюсь , що мої публікації переконали шотландських шанувальників барда, що вперше переклад твору Роберта Бернза було опубліковано українською 1874 року, як було відомо в Україні всім дослідникам.

⁵⁴ Рудницький Я. Бернс і Шевченко / J.B. Rudnyckyj Burns and Shevchenko — Вінніпег, 1959. — 32 с. — С.20.

⁵⁵ Там же.— С.19 – 20.

⁵⁶ Мандрика М.І. Передмова // Рудницький Я. Бернс і Шевченко / J.B. Rudnyckyj Burns and Shevchenko — Вінніпег, 1959. — 32 с.

⁵⁷ Там же.

Якимось чином один примірник вибраних творів Роберта Бернза⁵⁸ з дарчим написом Микоди Лукаша потрапив до колекції відомого американського бернзознавця Джорджа Рос Роя (George Ross Roy (1924-2013)), але у бібліографічному покажчику, що міститься у виданні, присвяченому цій колекції⁵⁹ імена українських перекладачів подано в родовому відмінку: “Lukash, Mykoly”⁶⁰ та “Mysyka, Vasyliia”⁶¹, що свідчить про недостатню популяризацію цих видатних діячів української та світової культури.

Завдяки люб’язності Елізабет Садат (Elizabeth Sudduth), редактора-упорядника бібліографічного видання каталогу колекції Джорджа Рос Роя, ми маємо можливість побачити фотографію книжки вибраних творів Роберта Бернза 1959 року та картки з дарчим написом самого Миколи Лукаша. Одразу привертає увагу відсутність імені того, кому призначений цей подарунок, що свідчить про розуміння Миколою Лукашем всіх проблем, на які він наражався, передаючи підписану ним книгу за кордон, у разі, коли б збірка вибраних творів Роберта Бернза не дійшла до адресата, а була вилучена на митниці. Напевно, він знав, про посилення нагляду «... за вивезенням літератури й тими виданнями, які надходили з-за кордону. У 1848 р. було створено спеціальний відділ з контролю за вивезенням друкованих творів і рукописів»⁶² Прикро, але це видання та видання 1965 р.⁶³ (придбане вже за кордоном, про що свідчить наліпка на книжці “Printed in Soviet Union”) не стали предметом дослідження американських літературознавців, які б володіли українською мовою, або спільно з українськими літературознавцями. Джордж Рос Рой, згадуючи про видання перекладів з Роберта Бернза білоруською, українською, естонською, башкірською, молдавською, визнав: “на жаль, я не мав змоги дослідити жоден із цих пере-

⁵⁸ Vybrane. Pereklad Mykoly Lukasha i Vasyliia Mysyka. Kiev: State Publishing House, 1959. 254 p.: ill., port.; 16.7 cm. Original lavender cloth. Presentation copy from Mykoly Lukash to G. Ross Roy.

⁵⁹ The G. Ross Roy Collection of Robert Burns: An Illustrated Catalog. Sudduth, Elizabeth A., ed. –Columbia, SC: University of South Carolina, 2009. – 456 c.

https://scholarcommons.sc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1018&context=rbsc_pubs

⁶⁰ Там же. – С. 419

⁶¹ Там же. – С. 424

⁶² Баран В.К., Даниленко В.М. Україна в умовах системної кризи (1946 – 1980-і рр.). – К., 1999. – 304 с. – С.52.

⁶³ Robert Burns: Poezii. Pereklad Mykoly Lukasha ta Vasyliia Mysyka. Kyev: Vidavnytstvo Khudozhn oi Literaturi “Dnepro,” 1965. 205 p.: port.; 14 cm. Stamp on title page: Printed in Soviet Union. Original light blue cloth. In buff and blue pictorial dust jacket.

кладів – а було б особливо цікаво побачити чи вибір (творів у них Г.Д.) відповідав вибору Самуїла Маршака, російського першопрохідця у перекладі Бернза»⁶⁴.

Таким чином, ми можемо зробити *висновок*, що дійсний внесок українських перекладачів та перекладознавців і літературознавців у сприйняття Роберта Бернза в Україні не був відомий в англomовних країнах за часів існування Радянського Союзу. На жаль, і досі не видано монографіями дисертацію Оксани Нечипорук, дослідження Віктора Дудка, що стосуються і перекладів Павла Грабовського творів Роберта Бернза, статті Михайла Москаленка. Потрібна повна бібліографія всіх перекладів творів Роберта Бернза та досліджень його творчості і перекладів його творів українськими науковцями. Це сприятиме піднесенню авторитету української культури в світі. Брак знань про цей внесок призводить до применшення ролі українських перекладачів.

Свідченням цього може бути розвідка Сергія Орлова, відомого дослідника творчості Роберта Бернза, в якій він, аналізуючи переклади пісні «Джон Андерсон», уточнює: *«Мы имеем в виду небольшое лирическое произведение – песню «Джон Андерсон», неоднократно переводившуюся у нас на русский язык, а в недавнее время и на языки многих народов Советского Союза. Назовем хотя бы на языки : белорусский (И. Семезен), грузинский (Т. Эристави), литовский (А. Хургинас), украинский (В. Мысик), якутский (Н. Дьяконов) и другие»*⁶⁵. Як бачимо, автор такого дослідження, що претендує на узагальнення, навіть не поцікавився історією перекладу цієї пісні українською, адже першим переспівав її Павло Грабовський, а згадавши переклад Василя Мисика, автор статті не вказав, що його було опубліковано ще 1932 р., задовго до появи перекладу Самуїла Маршака, а аж ніяк не нещодавно. Сергій Орлов не аналізує цей переклад і не згадує, що саме він спричинив появу білоруського перекладу (за спогадами самого Я.Семяжона)⁶⁶. Помилки припустився автор і у вихідних даних про видання «Вибраного» Роберта Бернза, адже

⁶⁴ Unfortunately I have been unable to examine any of these translations--it would be particularly interesting to see if the selections followed those of the Russian pioneer in Burns translation, Samuel Marshak// *G. Ross Roy Robert Burns Editions and Critical Works 1968-1982 // Studies in Scottish Literature.*-Vol. 19. Iss. 1. – 1984 (Edited by G. Ross Roy, Department of English University of South Carolina Columbia, South Carolina). - P.216 – 251. – P. 230. <https://scholarcommons.sc.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com.ua/&httpsredir=1&article=1120&context=ssl>

⁶⁵ Орлов С.А. На языках народов нашей страны (Бернс «Джон Андерсон») Литературные связи и традиции. Межвузовский сборник. Вып.3 Горький, 1972. – 161 с.- С. 100-112.

⁶⁶ Семяжон Й. Дві зустрічі з поетом // Прапор. – 1961. – № 7. – С.92 -93. – С.93.

книжка вийшла друком не 1956, а 1959 р. (схоже на те, що це друкарська помилка). Переклад Олега Ольжича на той час був невідомий. Тлумачення Миколи Лукаша автор статті оцінює схвально: «Перевод («переклад») М.Лукаша (Украинская ССР) выполнен с любовью и несомненной силой таланта, хотя в ряде случаев переводчик и позволил себе некоторые отступления от текста подлинника. Чувство дружбы, признательности, искренней любви отлично передает обращение – мій друже, голубе мій, голубе мій сиз. Переводчику удалось сохранить и яркую образность оригинала и редчайшую теплоту в обращении к посевшему другу. «Вольности», которые допускает М. Лукаш, представляются оправданными и допустимыми, поскольку они не нарушают общую структуру стиха, сохраняют главное – глубокую приязнь к человеку, с которым связаны многие годы жизни, радости и забот»⁶⁷.

Висвітлення англійською мовою згаданих неточностей у статті С. Орлова важливе з огляду на те, що на його роботи посилаються багато дослідників творчості Роберта Бернза, зокрема А. А. Елистратова⁶⁸, книжка якої не тільки є в колекції Джорджа Рос Роя⁶⁹, але й свого часу було зроблено синопсис цього видання для ознайомлення з ним англомовних читачів⁷⁰

Фактична відсутність інформації англійською мовою про українські переклади творів Роберта Бернза надолужується лише за часів незалежності України⁷¹, але й досі для деяких закордонних літературознавців радянські переклади його творів асоціюються виключно з російськими перекладами. Наприклад, відома дослідниця

⁶⁷ Орлов С.А. На языках народов нашей страны (Бернс «Джон Андерсон») Литературные связи и традиции. Межвузовский сборник. Вып.3 Горький, 1972. – 161 с.- С. 99 – 112. - С. 107 – 108.

⁶⁸ Елистратова А. А. Роберт Бернс : Критико-биографический очерк . – М., 1957. – 160 с.

⁶⁹ Elistratova, A. A. Robert Berns: kritiko-biograficheski ocherk. Moskva: Gos. izd-vo khudozh. lit-ry, 1957. 157 p.: ill.; 20 cm. Original brown wrappers.

⁷⁰ Vlach, Robert Robert Burns Through Russian Eyes // Studies in Scottish Literature. – 1964. – Vol. 2: Iss. 3, 152 – 162. Available at: <https://scholarcommons.sc.edu/ssl/vol2/iss3/3>

⁷¹ Trofymenko Katerina Robert Burns in Ukraine // Burns Chronicle. – 2005 (autumn).- P. – 32 – 36.

Dyka, Hanna *The Reception of Robert Burns in Ukrainian Culture // The Reception of Robert Burns in Europe. Ed. Murray Pittock. – London-New Delhi-New York-Sydney. - Bloomsbury. – 2014. – 348 p. –P. 179-194.*

Dyka, Hanna Who published the first Ukrainian Translation of Robert Burns? // Burns Chronicle. – 2018. – P. 75- 79.

Savchyn Valentyna Robert Burns in Ukrainian: The Reproduction of the Cultural Other // Translation Today: Literary Translation in Focus. Studies in Linguistics, Anglophone Literatures and Cultures. - Berlin: Peter Lang . – 2019, - 177 p.- P. 127-140

творчості шотландського барда Наталія Калох Від (Natalia Kaloh Vid) у своїй книзі⁷² в розділі “Soviet Translations of Robert Burns” аналізує лише російські переклади, навіть не згадуючи про існування перекладів іншими мовами Радянського Союзу. Вона стверджує, що «в Радянському Союзі одним з перших перекладачів, хто наважився змагатися з Маршаком, був Федотов, який переклав понад двісті віршів Бернза, переважно пісень, та упорядкував їх у дві книжки. Але навіть попри те, що книжку його перекладів було опубліковано в Радянському Союзі (1963), жодних схвальних відгуків не було надруковано в головних радянських літературних журналах, в яких домінували прихильники Маршака»⁷³. В іншій своїй розвідці Наталія Калох Від ще категоричніша: «Власне, В. Федоров був єдиним радянським перекладачем, хто наважився змагатися з Маршаком, переклавши понад двісті віршів Бернза, переважно пісень, і упорядкувавши їх у дві книжки»⁷⁴.

До того ж дослідниця дещо перебільшує всемогутність держави, говорячи про відбір перекладачів за радянських часів: «Як правило, два головні фактори визначали відбір творі для перекладу: походження автора та його або її особисте ставлення до ідеологічних обмежень, наприклад, щодо демократії та свободи, що може бути підсилене у перекладі. На додачу до цих обмежень здійснювався ретельний відбір перекладачів, жоден з яких не був незалежним»⁷⁵. Мені здається, що перекладацька творчість Василя Мисика

⁷² *Kaloh Vid, Natalia* Ideological translations of Robert Burns’s poetry in Russia and in the Soviet Union / Natalia Kaloh Vid. – Maribor : Filozofska fakulteta, Mednarodna založba Oddelka za slovanske jezike in književnosti, 2011. – 183 p.

⁷³“In the Soviet Union, one of the first translators who risked competing with Marshak was Fedotov, who translated over two hundred of Burns’s poems, mostly songs, and collected them in two books. Even though the book of his translations was published in the Soviet Union (1963), no positive responses were published in the major Soviet literary journals, dominated by Marshak’s admirers”.// *Kaloh Vid, Natalia* Ideological translations of Robert Burns’s poetry in Russia and in the Soviet Union / Natalia Kaloh Vid. – Maribor : Filozofska fakulteta, Mednarodna založba Oddelka za slovanske jezike in književnosti, 2011. – 183 p. – P.158.

⁷⁴“In fact, V. Fedotov was the only Soviet translator who risked competing with Marshak, translating over two hundred of Burns’ poems, mostly songs, and collecting them in two books”.// *Kaloh Vid, Natalia* (2019) Translations of Robert Burns in the Russian Book Market: the Old and the New.// *Studies in Scottish Literature*: Vol. 44: Iss. 1, 13–20. – P.15

⁷⁵“Normally, two main factors directed the selection of works for translation: the author’s background and his/her personal attitude towards ideological constraints on, for instance, democracy and freedom, which could be intensified in the translations. In addition to these limitations, a careful choice of official translators, none of whom were independent, also took place” // *Kaloh Vid, Natalia* (2019) Translations of Robert Burns in the Russian Book Market: the Old and the New.// *Studies in Scottish Literature*: Vol. 44: Iss. 1, 13–20. – P.18

та Миколи Лукаша засвідчує їх незалежний статус в радянській літературі, тому робити висновки про всіх радянських перекладачів можна лише на основі глибокого аналізу доробку всіх перекладачів Радянського Союзу. Можна погодитись з Наталією Калох Від, що існував суворий контроль за «друкованою продукцією», але ніхто не може заборонити перекладати за покликом серця, часом без надії на публікацію. Українські переклади творів Роберта Бернза є цікавим об'єктом дослідження і в такому аспекті. Наталія Калох Від (Natalia Kaloh Vid) є знаною і авторитетною серед Бернзознавців дослідницею творчості Роберта Бернза, перекладів його творів російською, тому так потрібні українські дослідження ідеологічних аспектів українських перекладів творів шотландського Барда та їх публікація англійською мовою, які б доповнювали, а іноді й контрастували б з узагальнюючими висновками цієї дослідниці. Наприклад, її твердження, що «Маршак був єдиним офіційним перекладачем Бернза в Радянському Союзі»⁷⁶ викликає подив.

Як тут не погодитись з Юрієм Шевельовим – *«Нашу літературу не знають у світі. Україна для чужинця в масі – джерело пшениці й сала, а не духовного зростання. Це нам болить. Це нам просто шкодить практично, бо коли ми кричимо про своє нестерпне становище, нас не чують, бо думають, що нас нема. Нам треба, щоб нас почули. Від цього залежить може саме існування нас як фізичних одиниць і як народу»*⁷⁷.

Hanna Dyka

ACQUAINTANCE OF ENGLISH READERS WITH THE UKRAINIAN TRANSLATIONS OF ROBERT BURNS'S WORKS IN THE SOVIET TIMES

The article regards the attempts to spread information about the translations of Robert Burns's works into Ukrainian in the world during the period of the Soviet power by Bohdan Kravtsiv, Jaroslav Bohdan Rudnyckyj, Yuriy Yanovsky, Pavlo Tychyna and Mykola Lukash. The

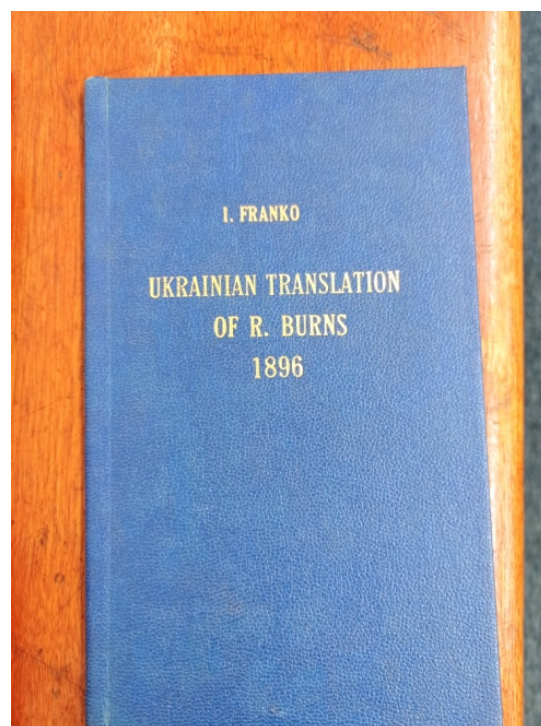
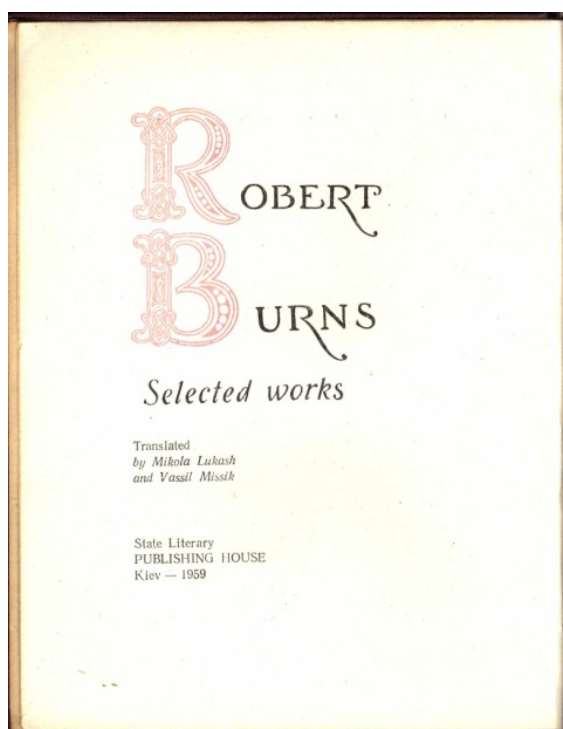
⁷⁶ “Marshak was the only official translator of Burns in the Soviet Union”. // Kaloh Vid, Natalia Ideological translations of Robert Burns's poetry in Russia and in the Soviet Union / Natalia Kaloh Vid. – Maribor, 2011. – 183 p. – P.121

⁷⁷ Шерех Юрій В обороні великих // Українська літературна критика ХХ століття. Антологія у двох томах. Т. 1 Літературні дискусії першої половини ХХ століття. – К., 2015. – 717 с. – С. 644 – 658. – С. 645.

article stresses the personal initiative of these Burns lovers. The cover of the book containing Ivan Franko's translations from Robert Burns presented to Robert Burns Birthplace Museum in Alloway, Scotland is shown, as well as Mykola Lukash's presentation note sent by Mykola Lukash together with the book of Robert Burns's selected works in Ukrainian ("Vybrane") presented by Mykola Lukash to George Ross Roy for his Burnsian collection.

Keywords Ukrainian artistic translation, Ukrainian emigration, Society for Cultural Relations between the Peoples of the British Commonwealth and the USSR, Kharkiv Literary Museum., G. Ross Roy Collection of Robert Burns.

ІЛЮСТРАЦІЇ



МЕДІАОСВІТА

УДК 372.83

Володимир Білецький,
доктор технічних наук, професор НТУ «Харківський
політехнічний інститут», ukcdb@i.ua

Ганна Онкович,
доктор педагогічних наук, професор, Київський
медичний університет, onkan@ukr.net

МЕДІАДИДАКТИКА В УКРАЇНСЬКІЙ ІНЖЕНЕРІЇ

Сучасний навчальний процес важко уявити без використання медіа-ресурсів. Медіаінформаційна грамотність стала ключовою ознакою фаховості спеціаліста. Вона успішно розвивається завдяки медіаосвітнім технологіям. Їх об'єднує відносно нове поняття **медіадидактика**, котра успішно функціонує в різних аспектах і на різних рівнях медіапедагогіки в руслі медіаосвіти [1]. Ці тези заявлені ще в 2010 році як ключові в доповіді Онкович Г.В. «Медіаосвіта в Україні: сучасний стан і перспективи розвитку» на Міжнародному семінарі „Навчально-виховне середовище та моральність у ХХІ столітті”. Відтоді в Україні ініціативно виникає Українська Науко-

во-методична Школа медіаосвіти, лідером і репрезентантом якої на міжнародній арені є проф. Ганна Онкович⁷⁸.

Медіадидактика – це новітня галузь педагогіки, з точки зору функціональності, котра об'єднує педагогічні технології, розробляє теорію освіти, навчання й виховання, обґрунтовує зміст, визначає закономірності, цілі, форми та методи освіти за допомогою медіазасобів та складається з певних систем способів або дій – тобто технологій навчання. Медіаосвітня технологія – процес усіх можливих дій, способів, методів побудови навчально-освітньої діяльності із залученням медіаосвітніх засобів з метою формування медіакультури особистості студента на рівнях медіаграмотності, медіакомпетентності та медіаобізнаності.

Науковці Української школи медіадидактики мають *теоретичні, методичні і прикладні* напрацьовки в різних галузях науки і техніки – *педагогіці, економіці, науках про землю (геології, гірництві), журналістиці, медицині, правознавстві, мовознавстві, інженерії* тощо.

Тему медіадидактики в українській інженерії на рівні кандидатських дисертацій першими у 2011-2012 рр. розробили аспірантки Інституту вищої освіти НАПН України Наталя Духаніна (Київ), Катерина Балабанова (Донецьк), Інна Сахневич (Івано-Франківськ) [2-4]. Інна Сахневич стала автором першого навчального посібника з медіаосвіти для студентів та інженерів нафтогазової промисловості.

На базі цих досліджень під орудою проф. Г.В.Онкович у 2013 р. були підготовлені програми спецкурсів окремих дисциплін, зокрема, технічних [5].

У 2013 і 2014 рр. окремі комплексні питання вітчизняної медіадидактики висвітлені у колективних монографіях [6, 7].

⁷⁸ Г. В. Онкович — автор і співавтор понад 20 монографій, 25 посібників та навчальних програм. Авторка понад 670 наукових, навчально- і науково-методичних праць (філологія, журналістика, методика викладання мови як іноземної, педагогіка, українознавство, медіаосвіта, медіадидактика), учасник ряду міжнародних конференцій в Україні, Білорусі, Болгарії, Грузії, Естонії, Китаї, Латвії, Молдові, Німеччині, Польщі, Росії, США, Туреччині, Угорщині, Узбекистані, Фінляндії, Франції, Хорватії. Член оргкомітету від України в [Європейській конференції з інформаційної грамотності](#). Г. В. Онкович — науковий керівник 22 захищених кандидатських та консультант двох захищених докторських дисертацій

У період 2014-2024 рр. від базового поняття «медіадидактика» відгалужуються такі складники як: блогодидактика, сайтодидактика, вікідидактика, вебінародидактика тощо. Вони обумовлюють виникнення відповідних *ресурсів* – спеціалізованих інженерних блогів, сайтів, вебінарів.

У 2015-2024 роках у вітчизняній інженерній медіадидактиці спостерігається сплеск публікаційної активності, зокрема, зі СПЕЦКУРСІВ «ПРОФЕСІЙНО ОРІЄНТОВАНА МЕДІАОСВІТА» У РОЗВИТКУ ФАХОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ...» з: гірництва та нафто-газовидобування [8], автоматики [9], наукового моделювання [10], трубопровідного транспорту [11], переробки корисних копалин [12], електричної інженерії [13], екологічної безпеки [14, 15].

Впродовж останнього десятиріччя у Фейсбуці з'явилися сторінки–**блоги**:

- **«Нафтогазова освіта»**

https://www.facebook.com/groups/866495553505940/?multi_permalink=s=1032710503551110%2C1032176773604483¬if_id=1524010543948588¬if_t=group_activity&ref=notif) 6500 користувачів

- **«Освіта за спеціальністю „Нафтогазова інженерія та технології“»** (https://www.facebook.com/groups/145315129579851/?hc_location=group). 1200 користувачів

- **Educational page of NTU «KhPI» O&G group** (production department) (<https://www.facebook.com/groups/219798795841870/>) 400 користувачів

- **Бурове відділення_ДФКНГ** (https://www.facebook.com/groups/1833792106939721/?multi_permalink=3978805579105019%2C3973940319591545¬if_id=1735990025056742¬if_t=group_activity&ref=notif&locale=uk_UA) 6700 користувачів.

Основні розділи цих сайтів:

- Бурове обладнання • Буровий інструмент • Нафтогазове обладнання • Спецтехніка для нафтовиків • Пошук роботи в нафтогазових компаніях • Підприємства нафтогазового комплексу • Нафтосервісні компанії • Новини нафтових і газових компаній • Виставки та форуми нафтогазової галузі.

Сторінки призначені для студентів і широкого кола працівників, зайнятих бурінням свердловин, видобутком нафти і газу.

Ці блоги ініціативно засновані фахівцями нафтогазової галузі, яка активно розвивається в країні, перші три сервери розташовані у новопромисловому Східно–Українському нафтогазовому регіоні (Полтава-Харків), останній – у старопромисловому Західно-Українському нафтогазовому регіоні (Дрогобич).

Прикладами успішного використання Інтернет–дидактики є й зарубіжні аналогічні майданчики на Фейсбук :

- **«Drillers Club Knowledge**

Box» (<https://www.facebook.com/groups/drillersclub/about/>), 43,3 тис. учасників; (створено: 21 вересня 2016 р.)

- **Oil and Gas Drilling world-wide** (<https://www.facebook.com/profile.php?id=100084879887252>) 2,3 тис.

 - <https://www.youtube.com/c/OilandGasDrillingWorldwide>

- **Oil and gas international consultants** (<https://www.facebook.com/groups/748052375300509>) Учасники · 82,7 тис. (створено у 2015 р.)

На цих сторінках подаються: повні тексти навчальних книжок: підручників, посібників, курсів лекцій і практикумів, тексти довідників, словників, галузевих енциклопедій, а також монографій і значимих наукових статей. Тут же представлено трейлери навчальних фільмів і самі фільми, анімаційні ролики, які наочно розкривають конструкцію, принцип функціонування пристроїв, показують протікання технологічних і природних процесів. При цьому широко застосовується технології кіно– та інтернет–дидактики: темпоральні ефекти — уповільнена та прискорена кінозйомки, стоп-кадр, мультимедіація у поєднанні з фаховими програмами, що використовуються для моделювання природних і технічних об'єктів.

Позитивним є з'ява в останні роки на сайтах профільних кафедр курсів лекцій з технічних дисциплін. Наприклад, курси лекцій з нафтогазової інженерії в «Дніпровській політехніці»: https://www.youtube.com/@ntu_dp_neftegaz

Лекцій окремих викладачів інженерних дисциплін у ЮТУБІ, напр., Вікторії Дмитренко (ПолтНТУ):

- «Методи вдосконалення видобутку нафти і газу з продуктивного пласта» <https://www.youtube.com/watch?v=OZRHARMcoxY>

- «Інгібіторний захист обладнання газових і газоконденсатних родовищ» <https://www.youtube.com/watch?v=5VHB72pHeiY> та ін..

Вебінарів профільних фахівців в рамках навчальної програми Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу <https://nung.edu.ua/news/suchasni-tekhnohiiyi-ta-obladnannya-pry-burinni-sverdlovyin-skladnoho-profilyu> та ін..

Набувають популярності спеціалізовані вебінари. Наприклад,

- Вебінар «Конкурси кластеру Climate, Energy and Mobility програми Горизонт Європа»
https://www.youtube.com/watch?v=tR3QYNNgWLk&ab_channel=AgencyEuropeanInno
- Вебінар «Гранти ЕІС на дослідження та інновації: інструменти Pathfinder & Transition»
https://www.youtube.com/watch?v=6skfMAAcem0&ab_channel=AgencyEuropeanInno
- Вебінар «Інтеграція університетів у європейські інноваційні мережі у сфері цифрових технологій»
https://www.youtube.com/watch?v=CiFOe595w24&ab_channel=AgencyEuropeanInno

Ми навели приклади ресурсів медіадидактичних технологій в нафтогазовій галузі. Але подібні процеси розвитку медіаресурсів спостерігаються і в інших галузях української інженерії. Наприклад, в галузі енергетики є блоги Віктора Відзіговського та Андрія Закревського :

<https://www.youtube.com/watch?v=3uOV9ZklWio>

<https://www.youtube.com/watch?v=YvQDyLtdDRY>

ВИСНОВКИ:

1. Теоретичні та методичні розробки «Української Школи медіадидактики» проф. Ганни Онкович⁷⁹ заклали підвалини розвитку вітчизняної медіаосвіти.

⁷⁹ Існує дотичний ресурс ШКОЛА МЕДІАОСВІТИ НА КІНБУРНІ
https://www.facebook.com/groups/583109011791715?locale=uk_UA

2. Основи вітчизняної медіадидактики в галузі інженерії розроблені на рівні кандидатських дисертацій у 2011-2012 рр. в Інституті вищої освіти НАПН України Н.Духаніною (Київ), К. Балабановою (Донецьк) та І.Сахневич (Івано-Франківськ) за керівництва Г.Онкович.

3. У період 2014-2024 рр. від базового поняття «медіадидактика» відгалужуються такі складники як: блогодидактика, сайтодидактика, вікідидактика, вебінародидактика тощо. Вони обумовлюють виникнення відповідних *ресурсів* – спеціалізованих інженерних блогів, сайтів, вебінарів. Одночасно науковцями і викладачами університетів розробляються ряд Спецкурсів «ПРОФЕСІЙНО ОРІЄНТОВАНА МЕДІАОСВІТА» У РОЗВИТКУ ФАХОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ...» для різних підгалузей інженерії.

4. Комплекс теоретичних і методичних розробок, спеціалізованих інженерних блогів, сайтів, вебінарів, он-лайн лекцій університетських викладачів, які активно розвиваються, поновлюються і поширюються, складає сучасну українську національну систему медіадидактики в інженерії.

5. Створена система відіграє велику, а інколи і вирішальну роль в університетській освіті в умовах віддаленості студента і викладача (особливо в умовах ковіду, війни).

Література

1. Онкович Г.В. Медіаосвіта в Україні: сучасний стан і перспективи розвитку // Нові технології навчання. – № 62. М-ли другого Міжнародного семінару „Навчально-виховне середовище та моральність у ХХІ столітті” / Ін-т інноваційних технологій і змісту освіти МОН України, Академія міжнародного співробітництва з креативної педагогіки. – Київ – Вінниця, 2010. С.89 – 92.

2. Духаніна Наталія Мар'янівна. Педагогічні умови застосування медіаосвітніх технологій у підготовці магістрів комп'ютерних наук [Текст] : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Духаніна Наталія Мар'янівна ; НАПН України, Ін-т вищ. освіти. - К., 2011. - 20 с.

3. Балабанова Катерина Євгенівна. Формування професійно-комунікативної компетенції магістрантів технічних спеціальностей у вищих навчальних закладах [Текст] : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Балабанова Катерина Євгенівна ; Ін-т вищ. освіти НАПН України. - К., 2011. - 20 с.

4. Сахневич Інна Андріївна. Педагогічні умови застосування медіаосвітніх технологій у професійній підготовці майбутніх фахівців нафтогазового

профілю : автореф. дис ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Інна Андріївна Сахневич; В.о. Ін-т вищої освіти НАПН України.– К. : [б.в.], 2012.– 20 с.

5. Медіадидактика вищої школи: програми спецкурсів / Г. В. Онкович, К. Є. Балабанова, І. Ю.Гуріненко, Н. М.Духаніна, А. Д. Онкович, І. А. Сахневич, О. К. Янишин ; за наук. ред. Г. В. Онкович ; НАПН України, Ін-т вищ. освіти. – Київ : Логос, 2013. – 195 с.

6. Оптимізація циклу соціально-гуманітарних дисциплін у вищій освіті України в контексті євроінтеграції [Електронний ресурс] : [кол.] монографія / [НОД Б. А. Воронкова, М. А. Дебич, Н. М. Дем'яненко, ГВО керівн.) НАПН України, Ін-т вищ. освіти. Київ, 2014. – 326 с.

7. Теоретико-методологічні засади модернізації змісту гуманітарної освіти у вищій школі України [Текст] : монографія / [К. Є. Балабанова та ін. ; за заг. ред. Г. В. Онкович] ; Нац. акад. пед. наук України, Ін-т вищ. освіти. - К. : Педагогічна думка, 2013. - 281 с.

8. Білецький Володимир, Онкович Ганна, Онкович Артем. СПЕЦКУРС «ПРОФЕСІЙНО ОРІЄНТОВАНА МЕДІАОСВІТА» У РОЗВИТКУ ФАХОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ПРАЦІВНИКІВ ГІРНИЧОЇ ТА НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗЕЙ / Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Innovative trends of science and practice, tasks and ways to solve them», 28 червня-01 липня 2022 р., Афіни, Греція. С. 340-349.

9. Білецький Володимир, Онкович Ганна. Спецкурс «Професійно орієнтована медіаосвіта» у розвитку фахової компетентності майбутніх бакалаврів та магістрів інженерних спеціальностей в галузі автоматичної // Features of the development of modern science in the pandemic's era: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the II International Scientific and Theoretical Conference (Vol. 2), July 15, 2022. Berlin, Germany: European Scientific Platform С.54-59.

10. Білецький В.С., Онкович Г.В. Спецкурс «Професійно орієнтована медіаосвіта у розвитку фахової компетентності майбутніх бакалаврів та магістрів інженерних спеціальностей в галузі наукового моделювання» // Scientific Collection «InterConf», (128): with the Proceedings of the 13th International Scientific and Practical Conference «Science and Practice: Implementation to Modern Society» (October 16-18, 2022; Manchester, Great Britain) by the SPC «InterConf». Peal Press Ltd., 2022. 272 p. С.65-76.

11. Білецький Володимир, Онкович Ганна. Спецкурс «Професійно орієнтована медіаосвіта» у розвитку фахової компетентності майбутніх спеціалістів з трубопровідного транспорту // the2ndInternational Scientific and Practical Conference № 140 «Diversity and Inclusion in Scientific Area» (January 26-28, 2023). Warsaw, Poland. С. 206-212.

12. Білецький В.С., Онкович Г.В. Спецкурс «Професійно орієнтована медіаосвіта» у розвитку фахової компетентності майбутніх спеціалістів з первинної переробки корисних копалин// February 24, 2023; Singapore, Singapore. III International Scientific and Theoretical Conference «Modernization of today's science: experience and trends» p.240-245.

13. Білецький Володимир, Онкович Ганна. СПЕЦКУРС «ПРОФЕСІЙНО ОРІЄНТОВАНА МЕДІАОСВІТА» У РОЗВИТКУ ФАХОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ПРАЦІВНИКІВ ПІДГАЛУЗИ «ЕЛЕКТРИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ» // The 5th International scientific and practical conference “Topical aspects of modern scientific research” (January 25-27, 2024) CPN Publishing Group, Tokyo, Japan. 2024. 645 p. 304-315 pp.

14. Білецький В.С., Онкович Г. В., Адамія З. К. Спецкурс «Професійно орієнтована медіаосвіта з дисципліни «Екологічна безпека» для майбутніх працівників інженерних спеціальностей» // II International Scientific and Theoretical Conference «Features of the development of modern science in the pandemic’s era» At: July 15, 2022; Berlin, Germany. – С.54-59.

15. Biletskyi, V., Onkovych, H. & Adamia, Z. Special course "Professionally oriented media education in the discipline "Environmental safety" for future employees of engineering specialities // International Scientific-Pedagogical Organization of Philologists “WEST - EAST ” (ISPOP). Scientific Journal “WEST - EAST”. Vol. 9, N 1, (March, 2023). pp. 37-45.

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 553.494:553.087(477.42)

*Д.т.н., професор Тетяна Олійник
Криворізький національний університет*

СИРОВИННА БАЗА ТИТАНОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

Титанові руди України – їх ресурси і запаси, петрографічні та мінералогічні характеристики, збагачуваність, географічна і геологічна локалізація описані в ряді праць, в тому числі і фундаментальних [1-6]. Але так як ряд родовищ знаходиться в процесі дорозвідки, актуальна інформація носить мінливий характер, на часі поновлення, доповнення, уточнення наявних даних, їх поглиблення. Мета цієї роботи – введення в науковий обіг уточненої інформації, зокрема, петрографічної про титановмісні корінні руди України.

За розвіданими запасами титанвмісних руд Україна займає одне з провідних місць у світі.

Станом на 2021 р. Державним балансом запасів корисних копалин України «Руди титану» обліковуються 28 родовищ (з понад 40), більшість яких мають високий ступінь розвідки. Розробляються 12 родовищ. На базі розсипних родовищ титану діють Іршанський ГЗК (ділянки Юрська, Осінова та Букінська Межирічного родовищ) та філія «Вільногірський гірничо-металургійний комбінат» державного підприємства «Об'єднана гірничо-хімічна компанія» (Малишевське родовище). Іршанський ГЗК виробляє ільменітовий концентрат, який використовується для виробництва пігментного титану сірчаноокислотним способом, в меншій мірі – для виробництва титанової губки. На Вільногірському ГЗК виробляють ільменітовий та рутиловий концентрати. Ільменітовий концентрат Малишевського родовища переробляється на титанову губку і частково використовується для одержання штучного рутилу. На комбінаті є установка для рутилізації ільменіту (одержання штучного рутилу). Рутиловий концентрат використовується переважно для покриття зварювальних електродів.⁸⁰

Основу сировинної бази титанової промисловості України складають родовища трьох геолого-промислових типів: 1 — ільменітові і комплексні рутил-ільменіт-цирконові розсипи; 2 — корінні магматичні родовища комплексних апатит-ільменітових руд в габбро-норитах; 3 — екзогенні родовища кори вивітрювання основних титанвмісних порід.

Загалом сировинна база титану України налічує більше 40 родовищ, серед яких одне унікальне, 13 великих і 10 середніх; 11 родовищ детально розвідано і передано промисловості, з них тільки 5 родовищ розробляється.

На початок XXI ст. експлуатуються лише розсипні родовища: Малишевське — Вільногірським гірничо-металургійним комбінатом (ВГМК) і Іршанська група розсипів — Іршанському ГЗК. На території Іршинського рудного району розташовано 19 родовищ і рудопроявів різного типу, а саме: Міжріченське, Лівобережне, Стремигородське, Валки-Гацківське, Злобичське, Торчинське, Кра-

⁸⁰ Мінеральні ресурси України : Щорічник / С.І. Примушко ; В.Ф. Величко. — ДНВП «Геоінформ України». — Київ, 2021. — 270 с. С. 58. https://geoinf.kiev.ua/wp/wp-content/uploads/2021/11/m_r_2021.pdf

сноріченське, Паромівське, Правобережне, Тростянецьке, Ушицьке, Ушомирське, Івановське, Ставищанське, Селищанське, Очеретянське, Видиборське, Федорівське, Шевченківське.

Корінні магматичні родовища титану розвідані на Українському щиті (УЩ) в межах Коростенського і Корсунь-Новомиргородського плутонів. Корінні родовища титану, за масштабом запасів, розділяються на чотири типи: дрібні — 50-100 тис. т (діоксиду титану); середні — 0,1-1 млн.т; великі — 1-10 млн т і дуже великі (унікальні) — більше 10 млн т.

З корою вивітрювання просторово і генетично пов'язані залишкові родовища титану. Промислова цінність родовищ комплексних титанвмісних руд визначається речовинним складом і технологічними властивостями руди. На Коростенському плутоні виділяються два крупні масиви основних порід: Володарськ-Волинський (1250 км²) і Чеповицький (830 км²). За петрохімічною характеристикою всі основні породи плутону мають фосфор-титанову мінералізацію.

Загальною для корінних титанових (фосфор-титанових) родовищ першої групи є їх певна внутрішня будова. Як правило, центральна (ядерна) частина інтрузій складена породами в основному меланократового складу — в ній міститься основна маса титанових мінералів і апатиту. У об'ємі інтрузій меланократові породи займають від 50 % (Стремигородська, Федорівська) до 80 % (Кропивенківська), мезократові — від 10 % до 30 % і лейкократові — від 10 % до 20 %.

Родовища другої групи (Видоборське) мають одночленну будову, коли моноклінально залягаюче рудне тіло складене одним петрографічним різновидом основних порід, або багаточленне, коли в рудному тілі чергуються меланократові і лейкократові шари, які налічують від 3-4 (Паромовське) до 10-15 (Юр'ївське) шарів, об'єднаних в пачки з ймовірно визначеним, закономірним або хаотичним перешаровуванням порід від анортозитів до перидотитів.

Другим крупним районом розвитку корінних апатит-титанових руд є Корсунь-Новомиргородський плутон, де виявлені вельми перспективні родовища, такі як Носачівське, Волківське і ін. Це багаті руди, із змістом діоксиду титану до 16 %. Ступінь окисненості ільменіту невисокий.

Руди корінних родовищ характеризуються однотипним апатит-ільменітовим мінеральним складом. Основним рудним мінералом є ільменіт. Ільменіт — утворює гніздовидні і ланцюжкові скупчення

окремих зерен, а також одиничні зерна закругленої, таблитчастої, рідше неправильної і тонкопластинчастої форми. У зернах ільменіту нерідко присутні включення апатиту, титаномагнетиту, піриту, піротину і продуктів їх зміни. Розподіл ільменіту в руді нерівномірний. Хімічний склад ільменіту практично постійний і близький до теоретичного. Вміст TiO_2 в ільменіті з різних різновидів родовищ складає 48,9-52,0. Спектральний аналіз показав присутність Co, Ni, Nb, Zr.

Титаномагнетит — міститься у всіх родовищах, але кількість його різна від 1-3 % у Носачівському родовищі до 13 % — в Кропивенському. Під мікроскопом чітко спостерігається структура розпаду твердого розчину, обумовлена виділенням спочатку розчиненого в магнетиті титану у формі ільменіту, створюючого характерні гратчасті структури. Титаномагнетит за даними спектрального аналізу містить ванадій, який, ізоморфно заміщає залізо в кристалічній решітці магнетитової складової мінералу.

Магнетит — вторинний мінерал, що утворився в результаті гидротермальних змін габбро. Він розвивається по первинних темнокольорових мінералах (піроксенах і олівіну), де в тонкому зрощенні з тальком, хлоритом, біотитом повністю заміщає або утворює оболонки навколо них. Вторинне походження магнетиту вказує на відсутність в ньому ванадію, який цілком пов'язаний з первинним магнетитом, що входить до складу титаномагнетиту.

Апатит утворює тонкі включення в ільменіті і олівіні, а також крупніші (декілька мм) самостійні дипірамідально — призматичні кристали. Апатит — безбарвний, з рожевим відтінком, прозорий. За даними хімічних аналізів вміст P_2O_5 в апатиті складає 38,1-42,0 %.

Нерудні мінерали досліджуваних руд представлені плагіоклазами, темнокольоровими мінералами і продуктами їх зміни.

Плагіоклаз — основний породотвірний мінерал. За даними мікроскопічного дослідження плагіоклаз відповідає лабрадору.

Темнокольорові мінерали представлені піроксенами, олівіном і біотитом.

Піроксен (моноклінний, рідше ромбічний) — утворює ксеноморфні агрегати крупних кристалів серед плагіоклазу, що цементують зерна апатиту, ільменіту, титаномагнетиту, рідше олівіну. Основна маса піроксенів сильно змінена — спостерігається псевдоморфне заміщення їх тонкозернистою сумішшю хлориту, біотиту, серициту і ураліту.

Олівін — утворює окремі крупні подовжені зерна закругленої форми, основна маса яких повністю, рідше з периферії, заміщена тонкозернистою сумішшю тальку і хлориту з магнетитом. Свіжий, не зачеплений процесами гідротермальної зміни, олівін, що зберігся в центральній частині деяких зерен, сильно тріщинуватий.

Вторинні мінерали, що виникли при гідротермальній зміні габбро, представлені зеленими мінералами: біотитом, хлоритом, уралітом; тальком, серицитом.

Сульфіди — в досліджених рудах представлені піритом, рідше, піротином. Вміст їх у руді вельми низький.

Пірит утворює рідкісні скупчення дрібних зерен серед темно-кольорових мінералів.

Піротин зустрічається у вигляді одиничних дрібних (-0,02 мм) включень каплевидної форми в зернах ільменіту.

Взаємні співвідношення мінералів рудних різновидів порід одного з родовищ, їх форма і розміри показані на рис.1 – 11.

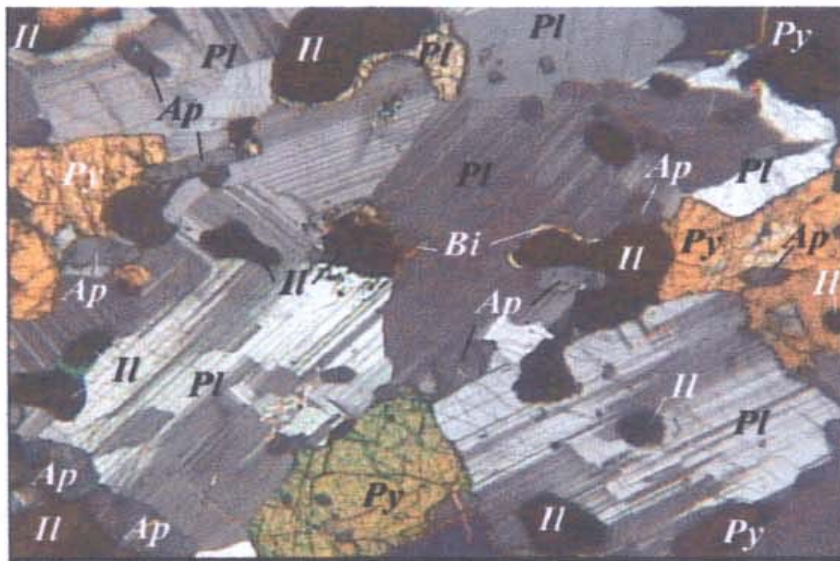


Рис..1. Габбро средньозернисте, 90 м:

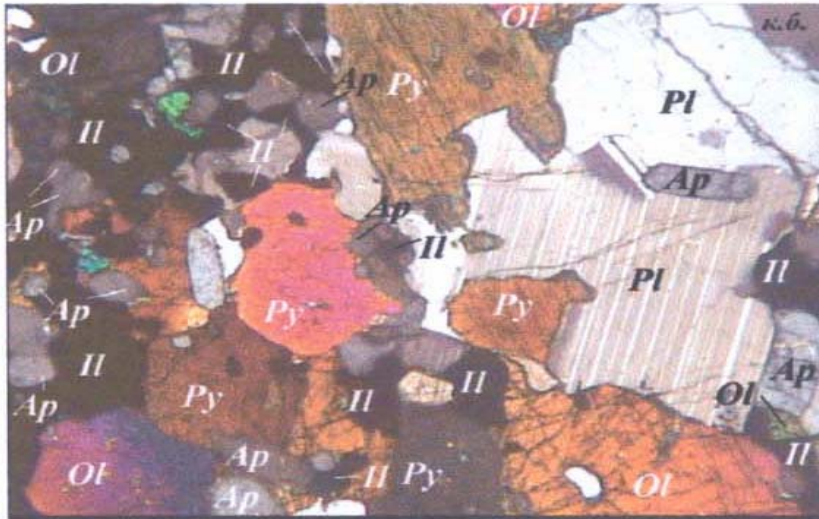


Рис. 2. Габбро дрібно-, середньозернисте рудне, 92 м:

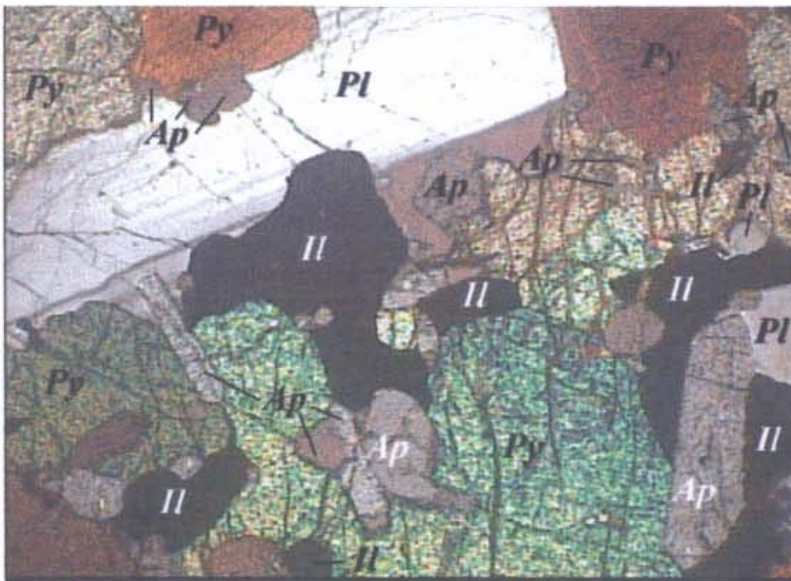


Рис. 3. Габбро-перидотит дрібно-, середньозернисте, рудне , 100 м:

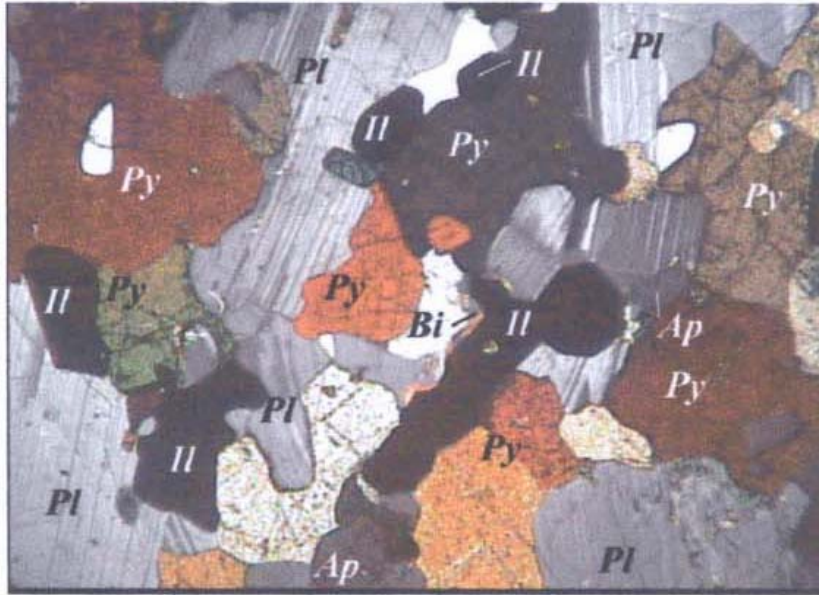


Рис. 4. Габбро різнозернисте, рудне 200 м



Рис. 5. Габбро меланократове, рудне 170 м:

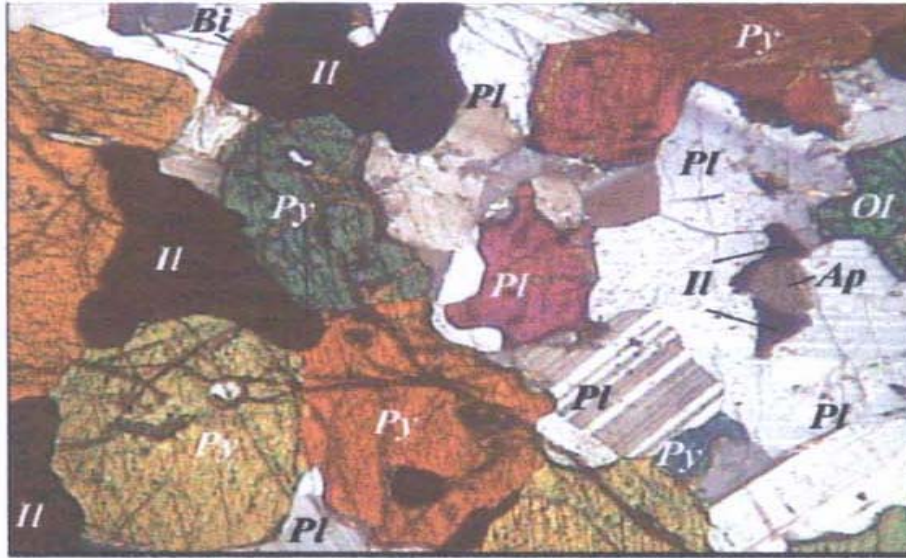


Рис. 6. Габбро лейкократове, середньозернисте, 240 м:

Ap – апатит, *Bi* – біотит, *Il* – ільменит, *Py* – піроксен, *Pl* – плагіоклаз
Ol – олівін

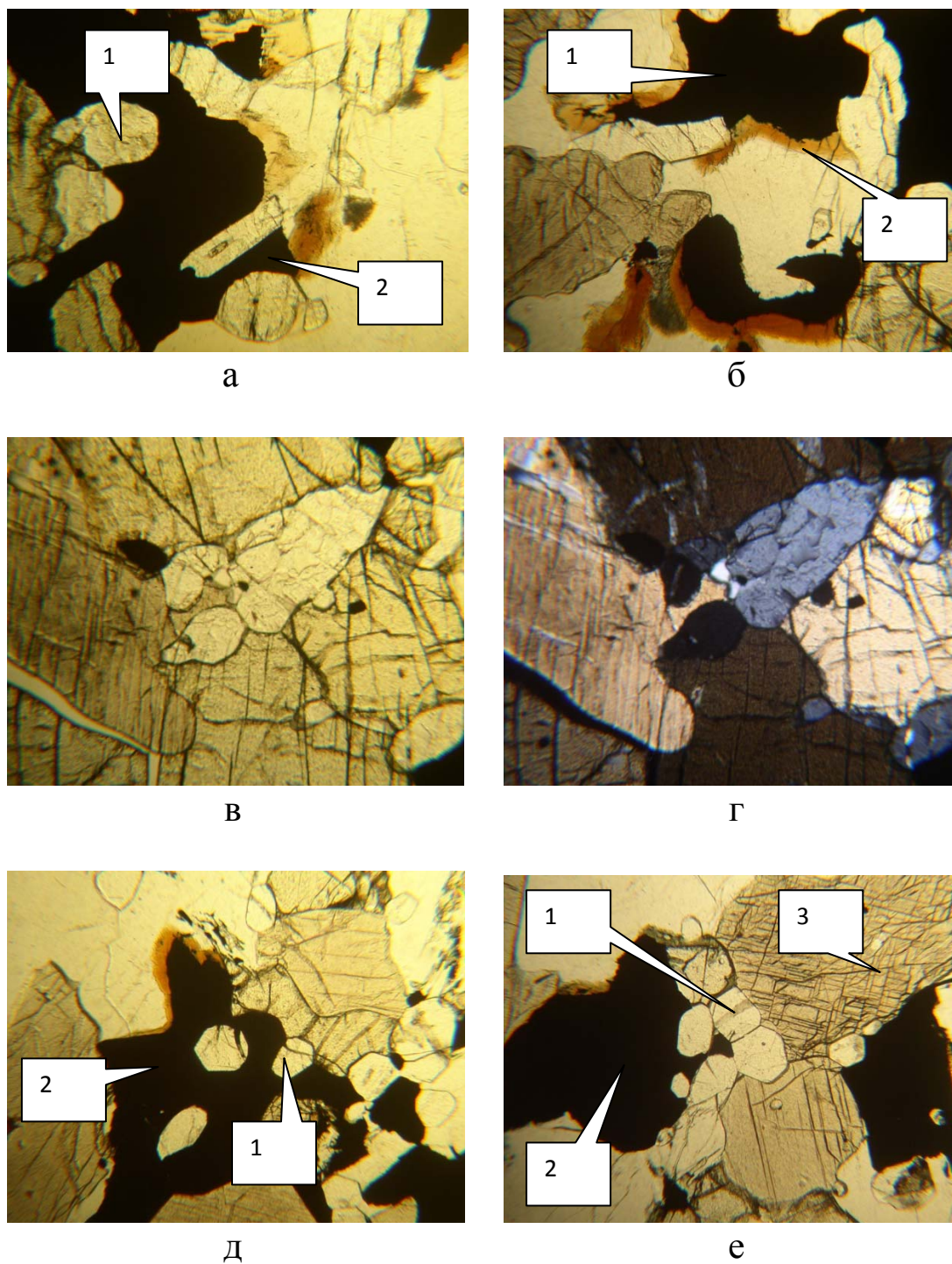
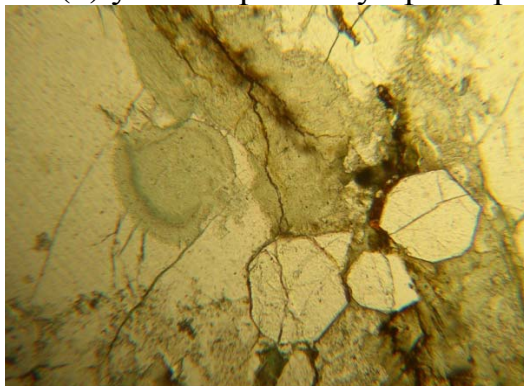


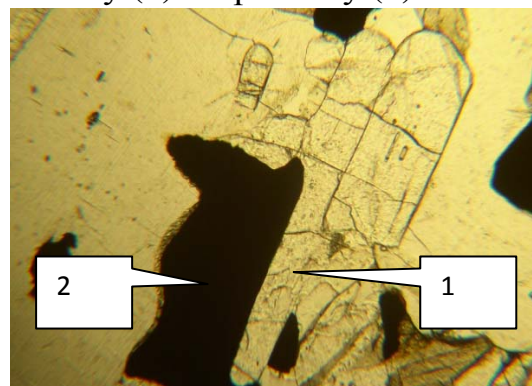
Рис. 7. Просторове співвідношення ільменіту і апатиту між собою та з іншими мінералами комплексних Р-Ті-руд Федіровського родовища.. Прхідне світло. Зб. 50^X.

А – гіпідіоморфні зерна апатиту (1) в ксеноморфному ільменіті (2). Ніколі \parallel .
 Б – біотитові облямівка ільменіту (1) біотитом (2). Ніколі \parallel .
 В – Зросток декількох зерен апатиту (світле) з дрібним зерном ільменіту (чорне) в піроксеновій масі (сіре). Ніколі \parallel .
 Г – те ж саме. Ніколі \times .
 Д – периферійне і центра-

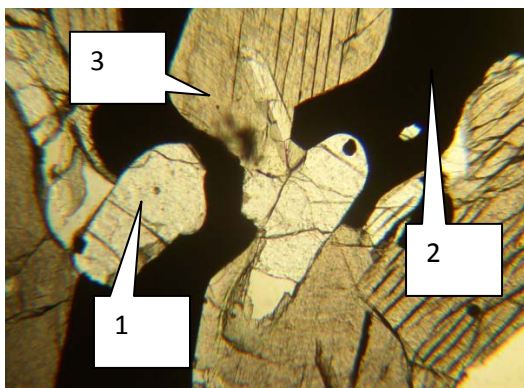
льне зростання полігонів апатиту (1) з ільменітом (2). Ніколи \parallel . Е – апатитові зростки (1) у між зерновому просторі ільменіту (2) і піроксену (3). Ніколи \parallel .



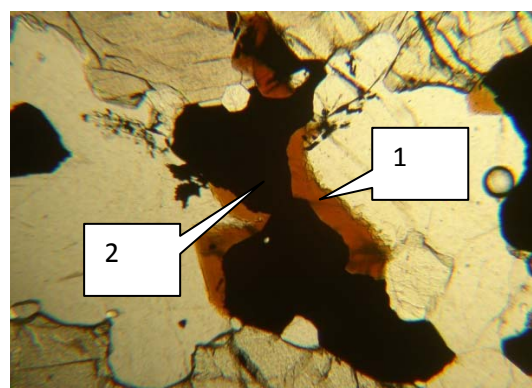
а



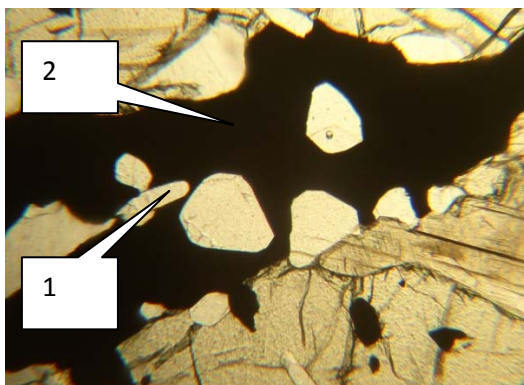
б



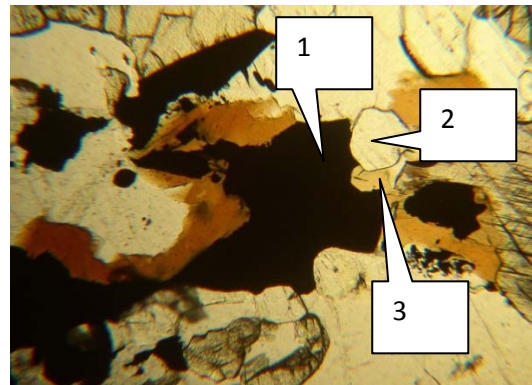
в



г



д



е

Рис. 8. Характер контактів рудних і нерудних мінералів комплексних Р-Ті-руд Федорівського родовища. Прохідне світло. Зб. 50^X. Ніколи \parallel .

А – прямолінійні межі апатитових полігонів (світле) з хлоритовим агрегатом (зелене)

Б – рівний чіткий контакт видовжених зерен апатиту (1) та ільменіту (2).

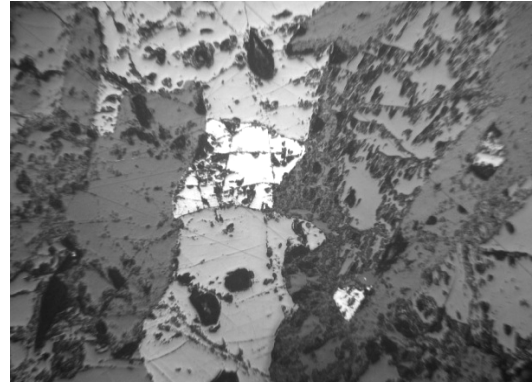
В – прямі закруглені контакти зерен апатиту (1), ільменіту (2) і піроксену(3). Г – слабо хвиляста межа біотитових (1) та ільменітових (2) зерен.

Д – складні проростання дрібних різноорієнтованих зерен апатиту (1) в завилькуватих скупченнях ільменіту (2).

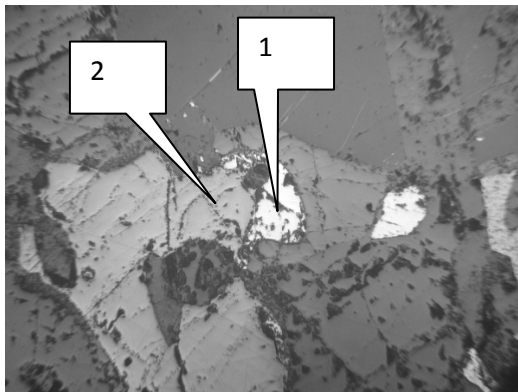
Е – зазубрений контакт зерен ільменіту (1), апатиту (2) і біотиту (3).



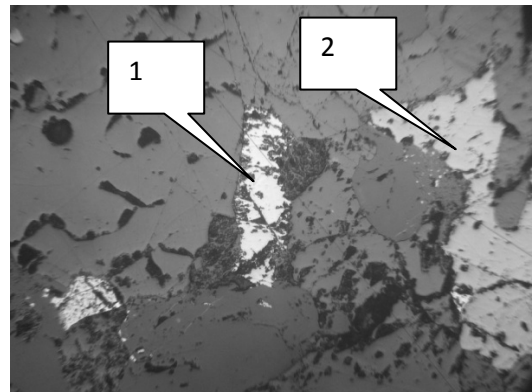
а



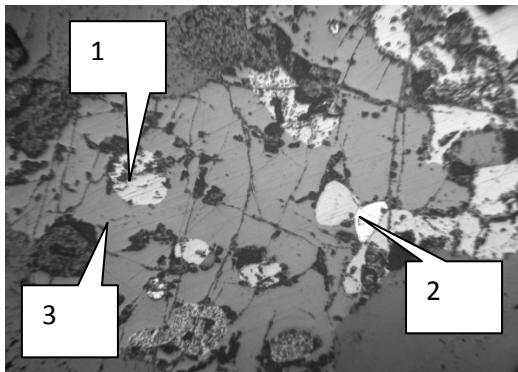
б



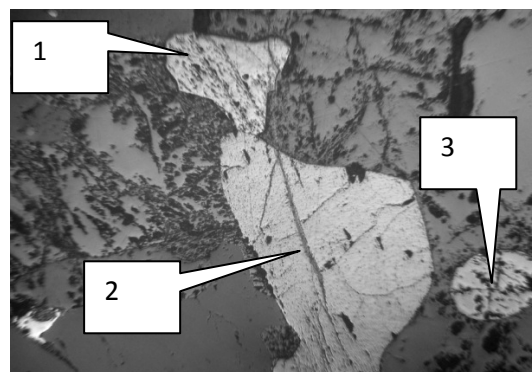
в



г



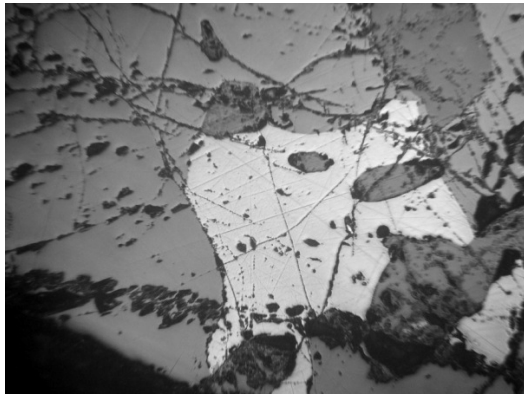
д



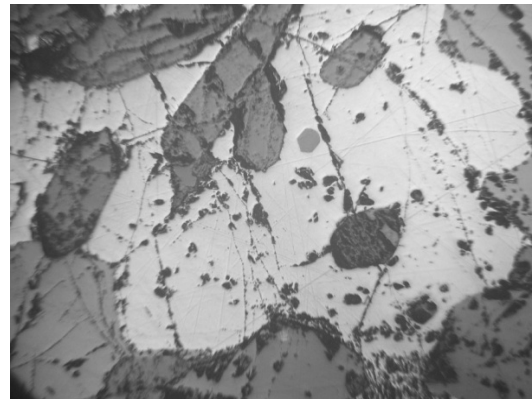
е

Рис. 9. Форма зерен ільменіту та сульфідів. Відбивне світло. Зб. 50^{\times} .

- А – ксеноморфне зерно ільменіту (світло-сіре) з нерівними краями; в межах зерна спостерігається ізометричне виділення нерудного мінералу.
Б – безформні зростки ільменіту (світло-сіре) з піротином (біле).
В – обмежена облямівка піротину (1) навколо ксеноморфного зерна ільменіту (2).
Г – видовжений індивід халькопіриту (1) і гострокутне ксеноморфне зерно ільменіту (2).
Д – дрібні ізометричні включення ільменіту (1) і піротину (2) в олівіні (3).
Е – ксеноморфні (1), гіпідіоморфні (2), ізометричні (3) зерна ільменіту.



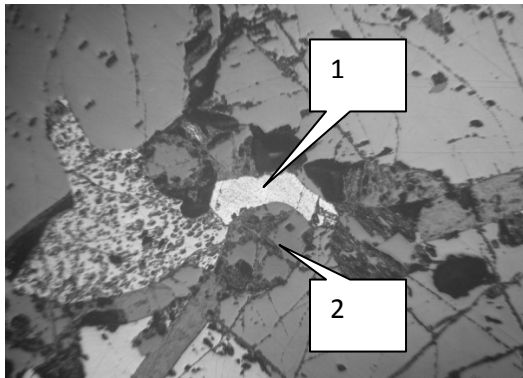
а



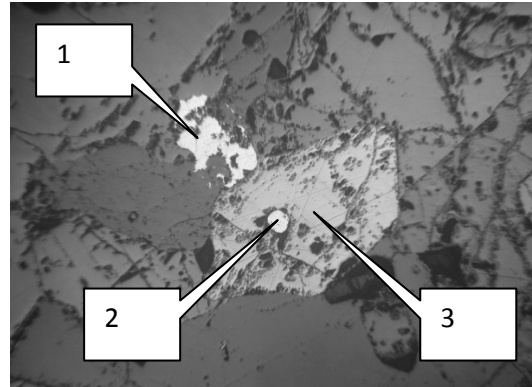
б

Рис.10. Складні зростки ільменіту і апатиту. Відбивне світло. Зб. 50^X.

А – еліпсоїдні виділення апатиту в межах ксеноморфного зерна ільменіту.
Б – видовжені полігональні вrostки апатиту в ільменіті.



а



б

Рис. 11. Прояв сульфідів. Відбивне світло. Зб. 50^X.

А – облямівка піриту (1) навколо гіпідіоморфного зерна апатиту (2).
Б – амебовидне виділення халькопіриту (1) та ізометричне включення піротину (2) в ільменіті (3).

Література

1. Гурський Д. С. Металічні корисні копалини // Металічні і неметалічні корисні копалини / Гурський Д. С., Єсипчук К. Ю., Калінін В. І. [та ін.] ; Наук. ред. М. П. Щербак, О. Б. Бобров. — НАН України, Держ. геолог. служба України.. — Київ : Центр Європи, 2006. — Т. 1. — 739 с. — ISBN 966-7022-61-7.
2. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Східний видавничий дім, 2013. — Т. 3 : С — Я. — 644 с.
3. Машкара І., Вадимов М. Створення сировинної бази титанової промсти в Україні // Геологічний журнал, 1957, частина 3;

4. Цымбал С., Полканов Ю. Минералогия титано-циркониевых россыпей Украины. — К. 1975. (рос.)

5. Галецький Л. С. Атлас «Геологія і корисні копалини України» / Галецький Л. С., Чернієнко Н. М., Брагін Ю. М. [та ін.] ; під ред. Л. С. Галецького. — Київ : УІЦПТ «Геос-XXI століття», 2001. — 168 с. — ISBN 966-02-2139-8.

6. Сивий Мирослав. Географія мінеральних ресурсів України: монографія / Мирослав Сивий, Ігор Паранько, Євген Іванов. Львів: Простір М, 2013. — 683 с.

УДК 622.7

Володимир Білецький

Д.т.н., професор НТУ «Харківський політехнічний інститут»

**СИМПЛЕКС-ЦЕНТРОЇДНЕ ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ ДЛЯ
ОТРИМАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ СУМІШЕЙ
ТИПУ «СКЛАД-ВЛАСТИВІСТЬ»⁸¹**

***Анотація.** Окрема специфічна група задач постає при математичному моделюванні сумішей. Такі моделі використовуються, коли аналізуються суміші компонентів, наприклад харчові продукти, побутова та промислова хімія, ліки, реагенти в ряді технологічних процесів, шихти у металургії, вугільні суміші при брикетуванні, цементні суміші тощо. Компоненти, що беруть участь у суміші, у сумі повинні давати константу, наприклад 100%. Пропорції суміші можуть бути представлені трикутними діаграмами. При цьому сам план експерименту залежить від вибору розташування точок варіативних факторів. Одним зі зручних способів їх розташування є симплекс-центроїдний план. Наприклад, для 3-х факторів симплекс-центроїдний план складається з точок (вершини, центри сторін, центр трикутника). У статті розглядається такий план на прикладі процесу переробки корисних копалин.*

***Ключові слова:** планування експерименту, математична модель суміші, моделі типу «склад-властивість», симплекс-центроїдне планування.*

⁸¹ Ця стаття присвячується світлій пам'яті мого колеги, професора, доктора технічних наук Павла Всеволодовича Сергєєва, з яким виконано ряд робіт по математичному моделюванню технологічних процесів переробки корисних копалин.

1. Принцип методу симплекс-гратчастого (центроїдного) планування.

У практиці переробки корисних копалин часто доводиться вирішувати завдання оптимізації складу багатокomпонентної суміші – наприклад, визначення оптимального гранулометричного складу вихідної сировини збагачувальних апаратів, складу композиційних реагентів і т.п. Звичайні методи активного планування експерименту в даному випадку застосувати не можна, так як на незалежні змінні накладено обмеження:

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1; x_i \geq 0, \quad (1)$$

де x_i – вміст i -того компонента в суміші, що з n компонентів, частки одиниці, тобто вміст усіх компонентів у будь-якої суміші завжди дорівнює одиниці або 100%.

У цих випадках застосовується метод активного планування експерименту для дослідження систем склад-властивість. Так як сума часток всіх компонентів, що складають суміш, дорівнює одиниці, то факторний простір може бути представлено правильним симплексом, для трьох компонентів правильним трикутником, для чотирьох – правильним тетраедром і т.д. Властивості складу досліджуються в наперед заданих точках симплекса, які утворюють так звану *симплексну ґратку*.

У разі трикомпонентної суміші кожній точці трикутної діаграми відповідає один, цілком певний склад, а кожному складу відповідає одна точка на діаграмі. У кожній вершині трикутної діаграми вміст одного компонента становить 100%. На протилежній цій вершині стороні вміст цього компонента дорівнює нулю. Сторони трикутника відповідають бінарним сумішам (див. рис.1.).

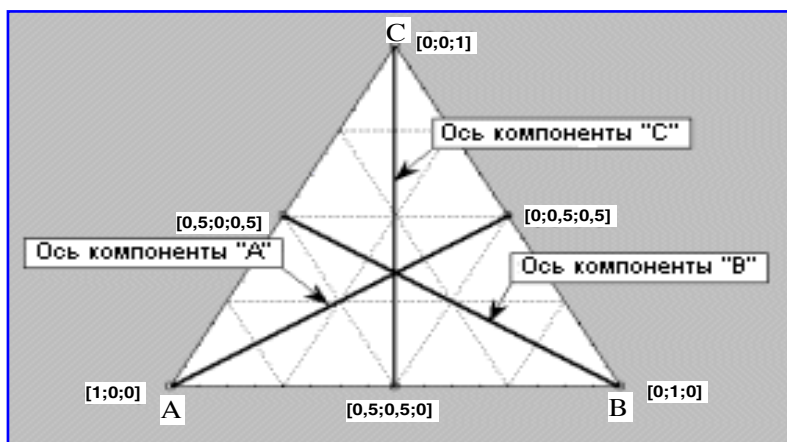


Рис.1. – Трикутна діаграма трикомпонентної суміші.

Розглянемо побудову *концентраційного трикутника Гіббса*, використовуваного при розробці та аналізі плану експерименту. З кожної вершини правильного трикутного симплекса проведемо висоту, розділимо кожну з них, наприклад, на десять частин і, про-

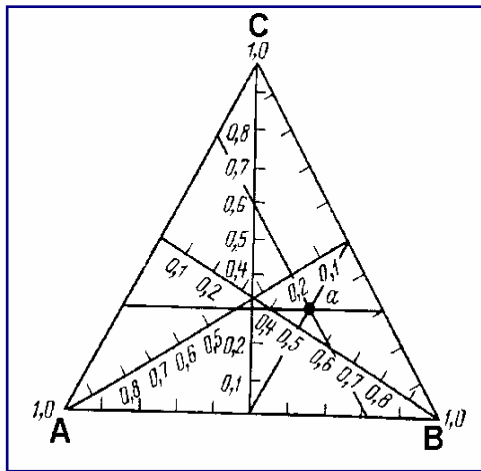


Рис. 2 – Концентраційний трикутник Гіббса

вівши через отримані ділення прямі, паралельні відповідним сторонам трикутника, отримаємо трикутну сітку (див. рис. 2.). Відлік ведемо від точок перетину висот і сторін трикутника. Кожна точка, що лежить в межах трикутного симплекса характеризується трьома координатами (вмістом компонентів А, В і С). Напр., точці *a* на рис.2 відповідає такий вміст компонентів: А = 0,2; В = 0,5; С = 0,3.

Як правило, поверхні відгуку в багатоконпонентних системах мають вельми складний характер. Для адекватного опису

таких поверхонь використовують поліноми високих ступенів. У разі трикомпонентних систем найбільш часто застосовуються плани другого і третього порядку, з розробкою квадратних і кубічних моделей відповідно. Розташування дослідів на симплексі для цих моделей представлено на рис.3.

Розглянемо особливості симплекс-гратчастого планування для випадку визначення оптимального складу шихти при брикетуванні молодого бурого вугілля без зв'язуючих.

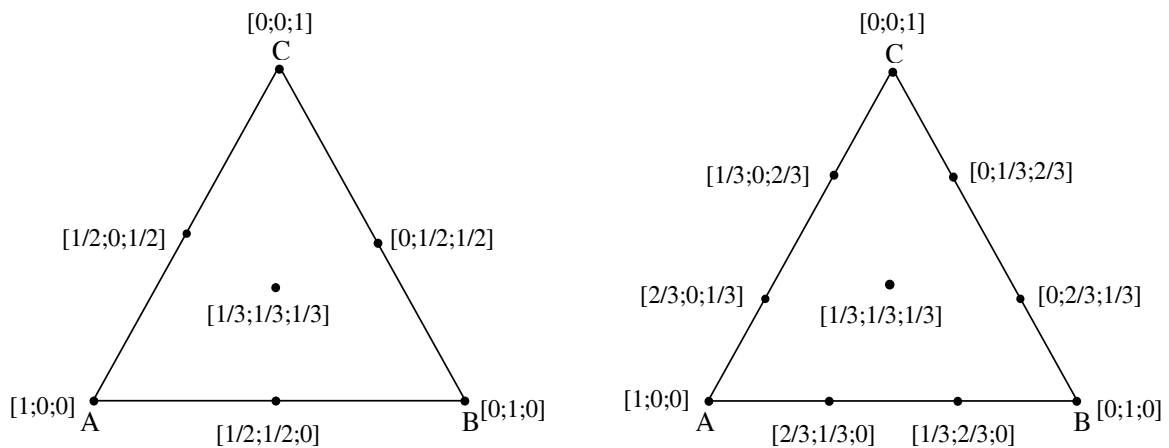


Рис.3. – Розташування дослідів на симплексі при розробці квадратних і кубічних моделей.

Ефективність брикетування бурого вугілля на штемпельних пресах багато в чому визначається ситовим складом вихідного вугілля. Теоретичний принцип підбору суміші частинок різної крупності полягає у створенні композиції, що володіє найбільш щільною упаковкою зерен. Такі композиції забезпечують максимальну міцність буровугільних брикетів. Визначимо оптимальний ситовий складу бурого вугілля Олександрійського родовища крупністю 0-4 мм. Вихідна шихта формувалася

з трьох вузьких класів: 0-1 мм; 1-2 мм і 2-4 мм. При цьому вологість шихти знаходилася в межах 15-16%.

Подібні дослідження найбільш доцільно проводити методами симплекс-гратчастого або симплекс-центроїдного планування для систем "склад-властивість". У даних дослідженнях був використаний симплексцентроїдний план Шеффе, що забезпечує рівномірний розкид експериментальних точок у факторному просторі. Як цільова функція використано показник механічної міцності буровугільних брикетів на стиск P (МПа). Брикетування проводили на гідравлічному пресі П-1 при тиску пресування 100 МПа.

2. Розробка і збереження плану експерименту

Двічі клацаємо на ярлику програми **STATGRAPHICS** на робочому столі комп'ютера для ініціалізації системи. У рядку меню програми виберемо **Special | Experimental Design | Create Design** – система видасть вікно діалогу для розробки експериментального плану. Встановимо перемикач типу експериментального плану в положення **Mixture** (суміш). Задамо число функцій відгуку 1 і кількість компонентів (в даному випадку класів крупності) 3. Поле коментарів (**comment**) залишимо порожнім. Заповнене вікно діалогу показано на рис.4.

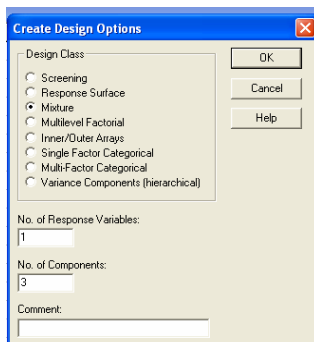


Рис.4. – Вікно діалогу для розробки експериментального

Натиснемо кнопку **ОК**. На екрані з'явиться вікно діалогу для опису компонентів шихти. Тут задаються імена компонентів, верхні і нижні межі їх значень і одиниці виміру (рис. 5.). Заповнимо вікно діалогу. Позначимо клас крупності вихідного бурого вугілля 0-1 мм як **X1** і задамо його нижню та верхню межі варіювання 0 і 1. Клас крупності бурого вугілля 1-2 мм позначимо як **X2** і задамо його межі варіювання (пайова участь в шихті) від 0 до 1. Аналогічним чином зробимо з класом крупності 2-4 мм. У всіх випадках в поле **Mixture Total** (сумарна суміш) встановлюємо 1. Поле **Units** (роз-

мірність) залишимо порожнім.

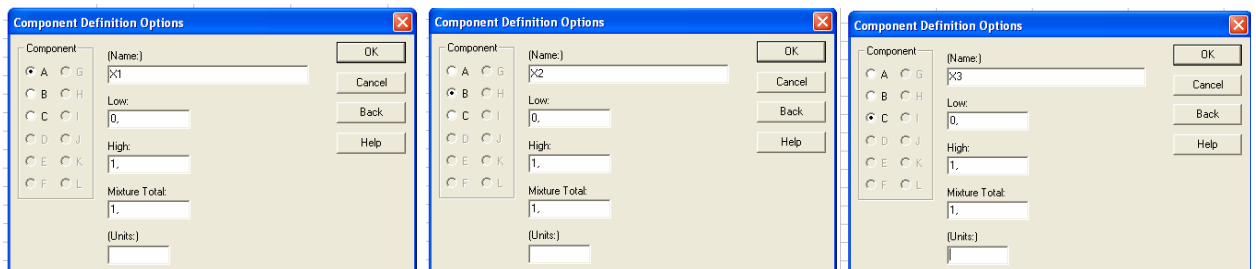


Рис. 5.- Вікна діалогів для опису компонентів вугільної шихти.

Натискаємо кнопку **ОК**. Система видає вікно діалогу для завдання параметрів функції відгуку. Позначимо функцію відгуку (механічну міцність брикетів) як **P**, а також вкажемо її розмірність в поле **Units** - **MPa** (див. рис 6.). Натиснемо кнопку **ОК**. На екрані з'явиться наступне вікно діалогу для вибору типу плану (див. рис. 7).

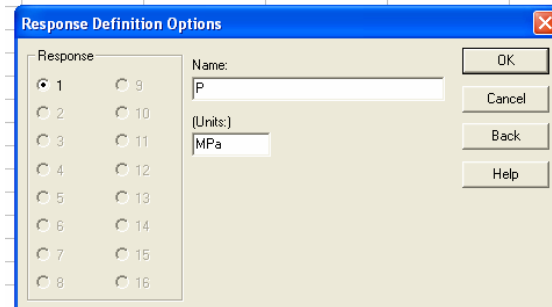


Рис. 6. – Вікно діалогу для опису функції відгуку.

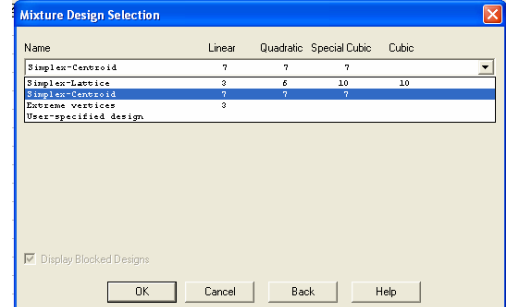


Рис. 7. - Вікно діалогу для вибору типу експериментального плану.

За допомогою кнопки зі стрілкою вниз розкриємо список доступних планів. Виберемо **Simplex-Centroid** (симплекс-центроїдний план), потім натиснемо кнопку **ОК**. На екрані з'явиться вікно діалогу для завдання параметрів обраного експериментального плану. Заповнимо вікно діалогу. У полі завдання типу моделі виберемо **Special Cubic** (спеціальна кубічна).

Спеціальна кубічна модель в нашому випадку являє собою квадратичну модель плюс зважений добуток трьох компонентів суміші. Перемикач поставимо в положення **Augment Design** (розширений план) і зніmemo прапорець **Randomize** (рандомізація). Заповнене вікно діалогу наведено на рис. 8.

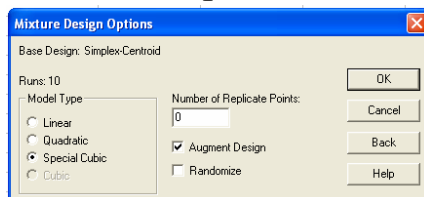


Рис.8. – Вікно діалогу для завдання параметрів плану.

Натискаємо кнопку **ОК**. Система видасть зведення обраного типу експериментального плану (див. рис. 9). Дане зведення включає в себе тип плану, видається загальна інформація про компоненти суміші, функції відгуку і експериментальні умови.

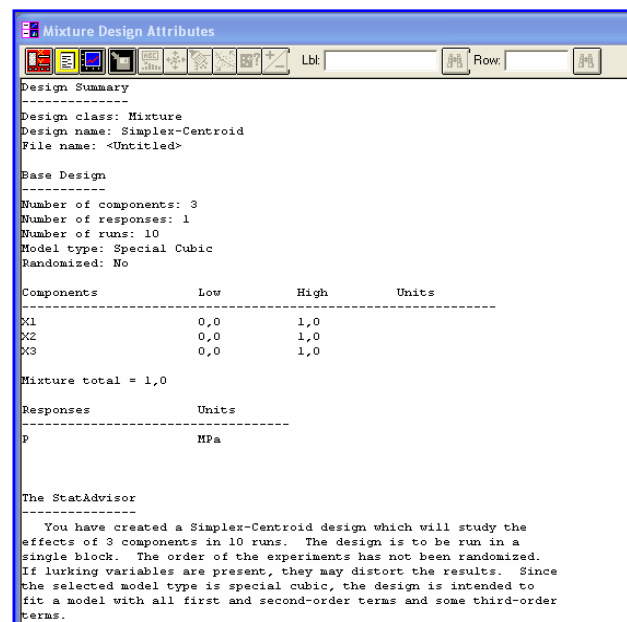


Рис. 9.- Зведення плану експерименту

перименти. Після перегляду цього матеріалу його необхідно зберегти. Виберемо з меню **File | Save Design File As**. З'явиться відповідне вікно діалогу (рис. 10.). Назвемо наш план **briket.sfx** і натиснемо кнопку **ОК**. Тепер все приготовлено для проведення розробленого плану в життя, збирання й введення експериментальних даних для подальшої обробки.

Відкриємо файл **briket.sfx**. Перед нами з'явиться вікно з матрицею планування (рис. 11.).

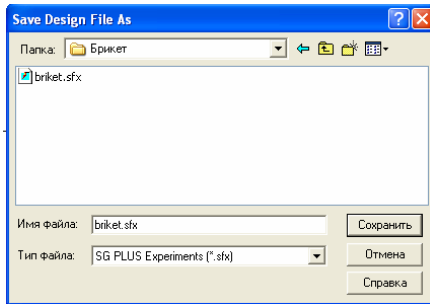


Рис. 10. – Збереження плану експерименту

	BLOCK	X1	X2	X3	P	Col 6
1	1	1	0	0		
2	1	0	1	0		
3	1	0	0	1		
4	1	0,5	0,5	0		
5	1	0,5	0	0,5		
6	1	0	0,5	0,5		
7	1	0,333333	0,333333	0,333333		
8	1	0,666667	0,666667	0,666667		
9	1	0,166667	0,666667	0,166667		
10	1	0,166667	0,666667	0,666667		
11						

Рис. 11. – Матриця планування експерименту

Роздрукуємо план-матрицю експерименту. Для цього виберемо з меню **File | Print** – система надасть вікно діалогу для роздрукування план-матриці проведеного аналізу (рис. 12). Встановимо перемикач в положення **All Rows** (усі рядки таблиці) і натиснемо кнопку **ОК**. Система роздрукує робочу таблицю для збору даних.

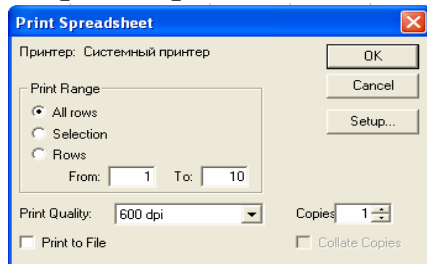


Рис.12. – Вікно діалогу друку

Після реалізації матриці експерименту шляхом проведення лабораторних досліджень та отримання значень цільової функції в кожному з дослідів отримана таблиця 1.

Таблиця 1.– Матриця планування і результати експериментів

№ дослідів	Компоненти (класи крупності)			Міцність брикетів P, МПа
	X ₁ (0-1 мм)	X ₂ (1-2 мм)	X ₃ (2-4 мм)	
1	1	0	0	19,1
2	0	1	0	18,8
3	0	0	1	14,0
4	0,5	0,5	0	20,5
5	0,5	0	0,5	16,7
6	0	0,5	0,5	15,6

7	0,3333	0,3333	0,3333	19,3
8	0,6666	0,1666	0,1666	19,8
9	0,1666	0,6666	0,1666	19,1
10	0,1666	0,1666	0,6666	16,7

У вікні файлу **briket.sfx** двічі клацнувши мишею на заголовку вікна відкриємо електронну таблицю. Внесемо в неї дані для 10 значень функції відгуку, отриманих експериментальним шляхом. Виконаємо команду **File | Save Design File**. Система збереже введені дані.

3. Аналіз експериментальних даних


Виберемо з меню **Special | Experimental Design | Analyze Design**. На екрані з'явиться вікно діалогу для введення аналізованих змінних. Двічі клацнемо лівою кнопкою миші на змінній P і натиснемо кнопку **ОК**. Система видасть зведення проведеного аналізу (рис. 13.). У зведен-

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Mean	3225,62	1	3225,62		
Linear	32,5911	2	16,2956	16,84	0,1622
Quadratic	4,6601	3	1,55337	2,94	0,0056
Special Cubic	1,99547	1	1,99547	51,02	0,0021
Error	0,117324	3	0,0391082		
Total	3264,98	10			

Model	SE	R-Squared	Adj. R-Squared
Linear	0,983644	82,79	77,88
Quadratic	0,726773	94,63	87,92
Special Cubic	0,197758	99,70	99,11

Рис. 13. – Зведення результатів аналізу експериментальних даних

ні наведено стандартні статистичні характеристики для кожного типу поліноміальної моделі. З отриманих цифр випливає, що статистично значущі ефекти спостерігаються у спеціальній кубічній моделі (р-значення менше 0,05). Так як у спеціальній кубічній моделі значення **SE** (квадратні корені з середніх квадратів помилок) менше, а значення коефіцієнтів детермінації R-квадратів більше, ніж у інших моделей, подальший аналіз буде орієнтований на спеціальну кубічну модель.

Натиснемо кнопку табличних опцій  (друга зліва у верхньому ряду). На екрані з'явиться відповідне вікно діалогу. Встановимо прапорець **Model Results** (результати моделі) і натиснемо кнопку **ОК**. Система відобразить в другому табличному вікні статистики, розраховані для спеціальної кубічної моделі. Двічі клацнемо на цьому другому вікні для максимального збільшення його розмірів (рис. 14.). Як

впливає з отриманих цифр, всі члени спеціальної кубічної моделі мають значимі ефекти ($p < 0,05$), крім одного коефіцієнта AC (X_1X_3). З урахуванням значущості коефіцієнтів рівняння регресії має наступний вигляд:

$$P = 19,1118 \cdot X_1 + 18,7481 \cdot X_2 + 14,0754 \cdot X_3 + 6,11977 \cdot X_1 \cdot X_2 - 3,15295 \cdot X_2 \cdot X_3 + 45,3178 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (2)$$

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
A:X1	19,1118	0,191161		
B:X2	18,7481	0,191161		
C:X3	14,0754	0,191161		
AB	6,11977	0,962264	6,35977	0,0079
AC	0,77432	0,962264	0,804686	0,4799
BC	-3,15295	0,962264	-3,2766	0,0465
ABC	45,3178	6,3439	7,14351	0,0056

R-squared = 99,702 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 99,1059 percent
Standard Error of Est. = 0,197748
Mean absolute error = 0,0848076
Durbin-Watson statistic = 2,33544
Lag 1 residual autocorrelation = -0,459716

The StatAdvisor
This pane displays the equation of the fitted special cubic model.
The equation of the fitted model is
 $P = 19,1118 \cdot X_1 + 18,7481 \cdot X_2 + 14,0754 \cdot X_3 + 6,11977 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,77432 \cdot X_1 \cdot X_3 - 3,15295 \cdot X_2 \cdot X_3 + 45,3178 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$
where the values of the components are specified in pseudo-components.
To have STATGRAPHICS evaluate this function, select Predictions from the list of Tabular Options. To plot the function, select Response Plots from the list of Graphical Options.

Рис. 14. – Результати розрахунків спеціальної кубічної моделі.

чення коефіцієнта детермінації R-квадрат і мале значення стандартної помилки оцінки SE (SE = 0,1977) свідчать про адекватність отриманої моделі досліджуваному процесу.

Знову звернімося до меню табличних опцій, натиснувши кнопку

У новому діалоговому вікні встановимо прапорець **Optimization** (оптимізація) і натиснемо кнопку **OK**. У лівій колонці статистичних таблиць з'явиться нове вікно **Optimize Response**, в якому система видає оптимальний склад вихідних компонентів, що забезпечує максимальне або мінімальне значення цільової функції (рис. 16.). Щоб вказати системі, про який екстремум цільової функції йде мова, клацнемо правою кнопкою миші в полі таблиці і в контекстному меню виберемо опцію **Pane options**. У діалоговому вікні яке з'явився при цьому встановимо в поле **Type of Optimization** (тип оптимізації) прапорець **Maximize** (максимальний) – див. рис. 17. Зазначений вибір обумовлений тим, що в на-

Випробуємо спеціальну кубічну модель в цілому за допомогою дисперсійного аналізу. Для цього викличемо ще раз вікно діалогу табличних опцій. Встановимо прапорець **ANOVA Table** (таблиця дисперсійного аналізу). Система додасть на екран вікно з вказаною таблицею. Двічі клацнувши на ньому лівою кнопкою миші, збільшимо розміри таблиці (див. рис. 15.). Високий рівень значущості ($p < 0,05$), велике (більше 99%) зна-

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Special Cubic Model	39,2467	6	6,54111	167,27	0,0007
Total error	0,117312	3	0,0391041		
Total (corr.)	39,364	9			

R-squared = 99,702 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 99,1059 percent
Standard Error of Est. = 0,197748
Mean absolute error = 0,0848076
Durbin-Watson statistic = 2,33544
Lag 1 residual autocorrelation = -0,459716

The StatAdvisor
This table shows an analysis of variance for the currently selected special cubic model. Since the P-value for this model is less than 0.01, there is a statistically significant relationship between P and the components at the 99% confidence level.

Рис. 15. – Таблиця дисперсійного аналізу.

ших дослідженнях ставиться завдання створення композиції (шихти) трьох класів крупності вихідного бурого вугілля, що забезпечує максимальну міцність брикетів. Тому перед системою ставиться завдання знаходження екстремуму-максимуму цільової функції (міцності брикетів P).

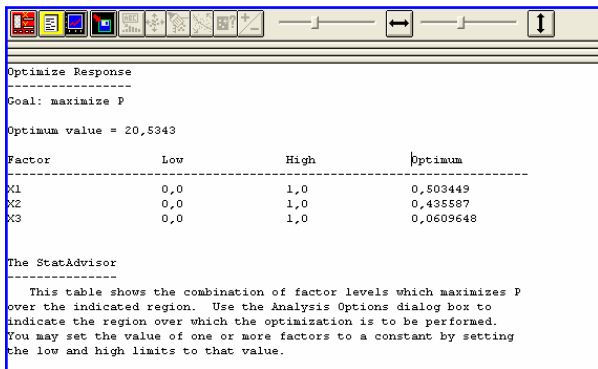


Рис. 16. - Оптимізація цільової функції

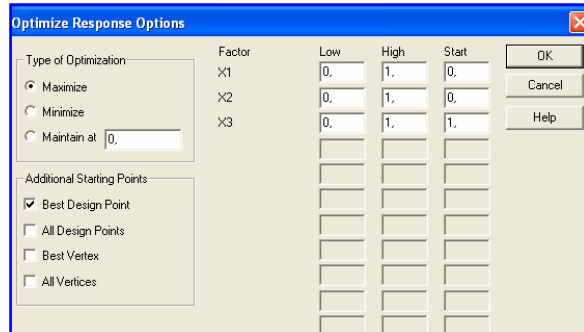



Рис. 17. – Вибір типу оптимізації цільової функції

Як видно з даних, наведених на рис. 16, максимальна міцність брикетів ($P = 20,5$ МПа) досягається при наступному співвідношенні класів крупності: X1 (0- 1мм) - 50%; X2 (1 2 мм) - 44%; X3 (2-4 мм) - 6%.

Щоб проілюструвати отримані результати, звернемося до графічних відображень. Натиснемо кнопку графічних опцій  (третя зліва у верхньому ряду). Система видасть вікно діалогу для їх завдання. Виберемо два графіки функції відгуку **Response** і натиснемо кнопку **ОК**. Праву частину екрану займуть **Estimated Response Surface** (графік поверхні функції відгуку) і її контурний графік **Contours of Estimated Response Surface**.

Двічі клацаємо лівою кнопкою миші для максимізації розмірів верхнього графічного вікна Estimated Response Surface (див. рис. 18.). На графіку чітко простежується екстремальний характер залежності мі-

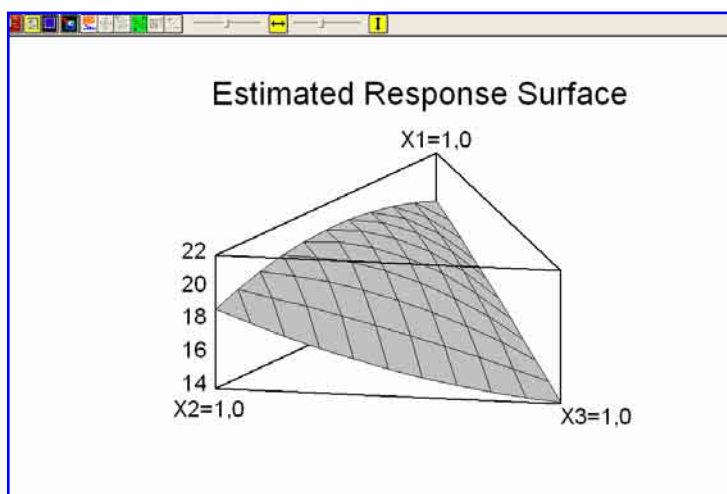
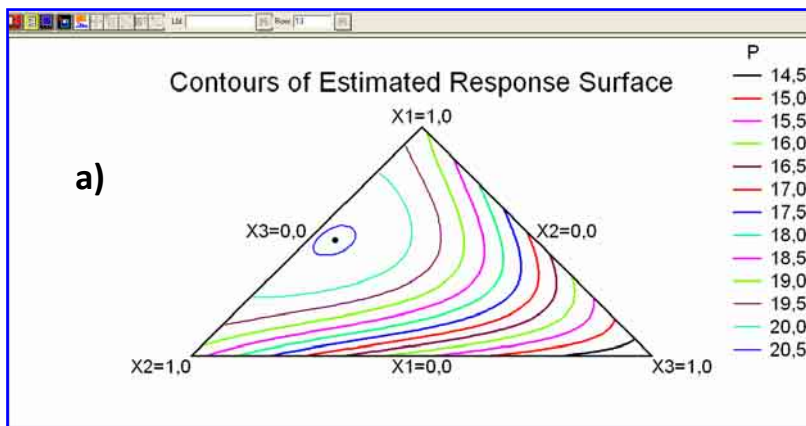


Рис. 18. – Графік поверхні функції відгуку

цності буровугільних брикетів від складу трикомпонентної шихти. При цьому зростання вмісту в шихті класів 0-1 мм (компонент X1) і 1-2 мм (фактор X2) однозначно супроводжується збільшенням міцності брикетів. При цьому найбільш ефективними є не моно-, а полідисперсні композиції, що складаються з двох і

більше класів крупності. У теж час, істотне зростання вмісту класу 2-4 мм небажане, оскільки призводить до різкого зниження міцності брикетів. Зростання вмісту в шихті крупнішого класу (2-4 мм) супроводжується меншою щільністю упаковки вугільних зерен в структурі брикету, збільшенням їх пористості і, як наслідок, зниженням міцності брикетів. Крім того, більш великі вугільні частинки схильні в процесі пресування до розтріскування внаслідок відносно низької міцності. В результаті частина енергії пресування витрачається не на корисні пластичні деформації, а на крихке руйнування великих часток.

Натиснемо двічі лівою кнопкою миші на нижньому графіку **Contours of Estimated Response Surface**. На рис. 19а. представлений первісний контурний графік поверхні відгуку у вигляді контурних ліній



рівних значень проєкції цільової функції P на трикомпонентний симплекс. У цьому ж вікні клацнемо правою кнопкою миші і в контекстному меню виберемо опцію **Painted Regions** (пофарбовані області). У результаті графік зміниться і буде являти собою сукупність забарвлених зон, які відповідають певному інтервалу зміни цільової функції (рис.19 б).

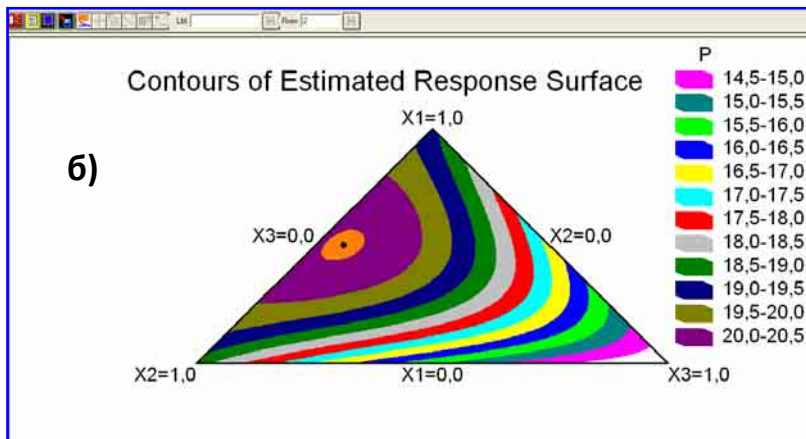


Рис. 1.47. – Контурні графіки поверхні відгуку

Чорною точкою на обох контурних графіках позначено оптимальне співвідношення класів крупності, що забезпечує максимальну міцність буровугільних брикетів. Це співвідношення приведено нами на рис.16.

Для збереження результатів досліджень у вигляді файлу проекту виберемо пункти меню **File | Save As | Save Staffolio As**. У вікні задамося ім'ям файлу проекту (наприклад, **briket.sqp**) і збережемо його в тій же папці, що й файл вихідних даних **briket.sfx**

Висновок:

Таким чином, проведені дослідження показують, що максимальна міцність буровугільних брикетів досягається при пресуванні полідисперсного вугілля. Однорідний (монодисперсний) склад вихідної шихти не дозволяє забезпечити високу щільність упаковки зерен в структурі брикету. Зерна укладаються зі значним числом пустот в каркасі. Тиск пресування нерівномірно розподіляється в об'ємі матеріалу, брикети легко деформуються.

У разі брикетування вугілля крупністю 0-4 мм, оптимальний ситовий склад вихідної шихти відповідає наступному співвідношенню класів: 0-1 мм - 50%; 1-2 мм - 44%; 2-4 мм - 6%.

Література

1. Сергеев П. В., Білецький В. С. Комп'ютерне моделювання технологічних процесів переробки корисних копалин (практикум) — Маріуполь: Східний видавничий дім, 2016. — 119 с.
2. Білецький В. С., Смирнов В. О., Сергеев П. В. Моделювання процесів переробки корисних копалин: Посібник / За ред. І. М. Фика. НТУ «Харківський політехнічний інститут», Львів: «Новий Світ-2000», 2020. — 399 с.

УДК 537 (07)

*Леонід Шпильовий, канд. техн. наук
ТОВ «Азов-Мінералтехніка»*

ДО ІСТОРІЇ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА НАПІВПРОВІДНИКОВОГО КРЕМНІЮ В УКРАЇНІ

Напівпровідниковий кремній – це основа сучасної мікроелектроніки, сонячної енергетики, силової електротехніки. Обсяги продажу виробів електронної техніки, виготовлених на основі напівпровідникового кремнію, вдвічі перевищують обсяги продажу продукції сталеливарної промисловості. Характерно, що вже на початку 2000-х років деякі великі сталеливарні компанії зайнялися виробництвом напівпровідникового кремнію.

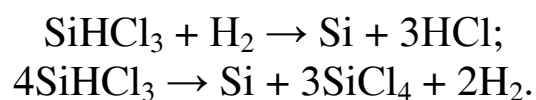
Світовий ринок напівпровідникового кремнію базується на реалізації тонких пластин монокристалічного кремнію, нарізаних із зливків монокремнію. Кристали монокремнію вирощують з полікристалічного кремнію. Тому обсяги виробництва полікремнію ха-

рактизують можливості країни розширювати масштаби виробництва напівпровідникової продукції.

Розвиток електроніки та технологій фотогальванічного отримання енергії (виробництва сонячних батарей) важко уявити без ефективно функціонуючого виробництва полікристалічного кремнію – «залізної руди» електронної промисловості. Разом з тим, лише кілька індустріально розвинених країн здатні були у другій половині ХХ століття створити і утримувати такі виробництва. Серед таких країн були США, Німеччина, Італія, Японія, Україна, Росія.

Виробництво напівпровідникового (полікристалічного) кремнію у нашій країні розпочалося у 1964 році на Запорізькому титаномагнієвому заводі [1].

Електронний кремній отримували із очищеного трихлорсилану SiHCl_3 (ТХС) шляхом осадження його із парогазової суміші (ПГС). Фізико-хімічні основи відновлення хлорсиланів воднем описують складною системою рівнянь, які в спрощеному вигляді можна записати:



Процес відновлення здійснюється в спеціальному реакторі установки осадження (рис. 1) [2]. Температура початку утворення кремнію в процесі водневого відновлення трихлорсилану 1073...1173 К. Полікристалічний кремній осаджується на кремнієвий стрижень, розжарення якого відбувається шляхом пропускання електричного струму.

Робочу температуру стрижнів у реакторі підтримують близькою до 1300 К. Кремній осідає на поверхні стрижнів. Суміш тетрахлориду і водню, яка не прореагувала за час перебування в реакторі, безперервно відводиться із реактора.

Цей процес виробництва полікремнію отримав назву Сіменс-процесу. Виробництво характеризується високою матеріало- та енергоємністю. В Сіменс-процесі частка сировини в собівартості продукції складає приблизно 35-40 %. До 30-35 % витрат припадає на енергоресурси – електроенергію та пару. Ще 8-10 % витрат – це водень, який отримують електролізом – достатньо енергоємним процесом [3]. Сіменс-процесом отримують у світі до 80 % полікристалічного кремнію.

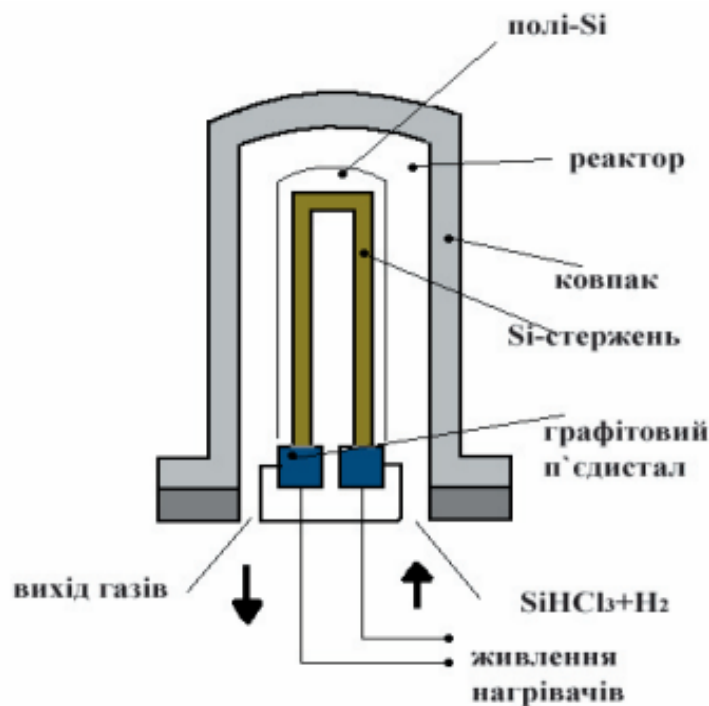


Рис. 1. Схема отримання полікремнію методом осадження із ПГС [2]

Зниження собівартості виробництва полікремнію і забезпечення його конкурентоспроможності зарубіжні виробники досягають використанням альтернативних джерел дешевої сировини. Ті з них, які є великими хімічними концернами, отримують ТХС в якості супутнього продукту при виробництві поліметилсилоксану [4]. Відомо також про використання ТХС, отриманого побіжно при переробці рідкіснометалічної сировини методом хлорування [5].

В процесі виробництва полікремнію побічно утворюється ще й тетрахлорид кремнію SiCl_4 (ТК), як супутній продукт. Зарубіжні виробники полікристалічного кремнію значну увагу приділяють використанню відходів виробництва, в першу чергу тетрахлориду кремнію, що дозволяє знизити собівартість основної продукції. Із ТК провідні компанії виробляють різні види досить дорогої продукції – аеросил (аерозольний діоксид кремнію), оптичний кварц, світловоди для оптичних ліній зв'язку, силікогель, кремнійорганічні полімери [6].

Зниження собівартості виробництва полікремнію та забезпечення його конкурентоспроможності досягається існуючою в зарубіжних країнах системою знижок з боку енергогенеруючих компа-

ній або дотаціями виробникам полікремнію з боку уряду, а також будівництвом власних електростанцій [3].

На Запорізькому ТМК тетрахлорид кремнію після певного очищення від домішок реалізовували як товарну продукцію. На початку 1970-х років Головне управління промисловості рідкісних металів СРСР вирішило збудувати нове підприємство з виробництва полікристалічного кремнію, сировиною для якого слугуватимуть відходи виробництва ЗТМК – тетрахлорид кремнію. Оскільки основними споживачами полікремнію на той час були підприємства військово-промислового комплексу країни, питання економічної ефективності такого виробництва відійшло на другий план. Було прийнято рішення про будівництво нового виробництва на промисловому майданчику Донецького хіміко-металургійного заводу (ДХМЗ), в 250-ти км від Запоріжжя, у селищі Донське Волноваського району.

На початку 1970-х років розпочалися проектні роботи в Державному інституті рідкіснометалевої промисловості (*ГИРЕДМЕТ*). В 1974 році на самому заводі розпочалися роботи з розширення будівельної бази з метою підготовки до нового будівництва, яке отримало умовну назву «Комплекс М-18» [7]. Будівельні роботи розпочалися у 1975 році. Першу чергу виробництва полікремнію (110 т/рік) планувалося ввести в експлуатацію у 1978 році. Але, як завжди відбувалося в умовах планової економіки, у 1978 році пуск зірвали. У 1979 році – також.

У II кв. 1980 року державна комісія підписала акт приймання в експлуатацію комплексу «М-18». До кінця року план виробництва полікремнію (24 т) виконали на 73,1%, виробивши 17,54 т [8]. В наступному, 1981 році, на заводі було вироблено 88,26 т полікристалічного кремнію. Водневе відновлення кремнію із тетрахлориду кремнію здійснювалося на установках «Полікристал-24» [9].

У 1982 році обсяги виробництва полікремнію на ДХМЗ досягли проектного показника – 110 т. Але очевидним стало, що використання тетрахлориду в якості сировини не зможе забезпечити прийнятні техніко-економічні показники виробництва полікремнію. Було прийнято рішення надалі здійснювати процеси осадження із суміші ТК +ТХС [10].

У 1983 році в експлуатацію ввели другу чергу комплексу на 110 т; загальна потужність виробництва зросло до 240 т полікремнію на рік. Процес водневого відновлення в апаратах II черги ком-

плексу здійснювався на більш досконалих та потужних установках «Полікристал-18». Завод став закупати на ЗТМК трихлорсилан по ТУ 48-4-180-77 та використовувати його для відновлення кремнію в суміш з тетрахлоридом [11]. Перейти повністю на трихлорсилан – це означало визнати помилковість самого рішення союзного міністерства про будівництво комплексу на ДХМЗ. Та все ж таке рішення пізніше прийшлося приймати.

В грудні 1985 року була здана III черга комплексу; виробництво зросло до 400 т/рік [12]. У 1986 році виробництво повністю перевели на трихлорсилан запорізького виробництва.

У 1987 році на заводі ввели в експлуатацію та освоїли установку розділення кубових залишків, що дало змогу отримувати в якості супутньої продукції тетрахлорид кремнію. В цьому році отримали перші 514 т ТК [13]; в наступному, 1988 році – 1000 т тетрахлориду [14].

Для зниження собівартості виробництва полікремнію заманливим видавалося впровадити технологію розділення парогазової суміші, що відходить з установок водневого відновлення, з метою її регенерації і повернення хлорсиланів і водню в голову процесу. Ще у 1983 році була змонтована спеціальна установка «Овод», розроблена науковцями інституту *ГИРЕДМЕТ*. Але довгий час не вдавалося її налагодити та ввести в експлуатацію. Реалізувати ці плани вдалося лише у 1988 році. В цьому році технологію розділення парогазової суміші на установці «Овод» повністю освоїли. В експлуатацію ввели ще одну, більш досконалу установку «Овод-2» [14]. У 1989 році на цих установках отримали 4 млн. м³ регенованого водню, у тому числі 3,3 млн. м³ – на установці «Овод-2» [15].

У 1990 році на ДХМЗ виробили 405,5 т полікристалічного кремнію. Полікремній вироблявся дев'яти марок в стрижнях діаметром від 60 до 150 мм [16].

На установках «Полікристал-18» були досягнуті високі технологічні та економічні показники: швидкість осадження – до 1,25 кг кремнію/годину, вилучення кремнію з ПГС – 46,5 %; собівартість виробництва 1 кг полікремнію – 63,6 крб.; ціна реалізації – 87,47 крб. Майже 60 % полікристалічного кремнію випускалося найвищої якості (сорт КП-1). Рівень домішок в такому кремнії становив менше однієї частки на мільярд (ppb). Частина продукції відправлялася на експорт до країн соціалістичного табору.

Частка полікремнію в товарній продукції заводу складала 53 % [16].

На початку 1990-х років Донецький ХМЗ мав найновіше на теренах колишнього СРСР виробництво полікристалічного кремнію, з найдосконалішою технологією виробництва, досвідченим персоналом робітників та інженерно-технічних працівників. Завод виробляв 65 % всього полікремнію в країні [17]. Після закриття виробництва полікремнію на Подільському ХМЗ, та аварії на ЗТМК у 1992 році, в результаті якої комбінат втратив виробництво полікремнію, Донецький ХМЗ залишався єдиним виробником полікристалічного кремнію. Та керівництво заводу не скористалося монополічним становищем на ринку незалежних країн, що утворилися після розпаду СРСР. Завод не зміг вийти на нові світові ринки цієї продукції.

Однією з причин цього була відсутність в Україні розвинутого ринку кремнієвої напівпровідникової продукції. У спадок від СРСР залишилася відстала, слабкорозвинена електронна промисловість. Вітчизняна електронна апаратура була неконкурентоспроможною на світових ринках. Українські виробники напівпровідникових приладів, мікросхем та інших компонентів електронної апаратури мали застарілі технології і обладнання, які не забезпечували навіть дублювання зарубіжних аналогів. Тому, наприклад, виробники телевізорів, вважали, що використання навіть 1 % комплектуючих вітчизняного виробництва призводить до відмови в роботі телевізора у 50 % випадків [18].

У світі на той час визначилися лідери у виробництві елементної бази і комплектуючих електронної апаратури. Серійне і масове виробництво забезпечує високий рівень інтеграції та високу якість і низькі ціни на продукцію. Цим зумовлена висока технологічність виробництва електроніки і стабільність якості. Тому відомі компанії у виробництві радіоелектронної апаратури віддають перевагу комплектуючим відомих і визнаних світом лідерів. Самі ж виробники мікросхем, радіоелектронних приладів підтримують довготривалі комерційні стосунки з відомими постачальниками монокристалічних пластин, цінують партнерські відносини, і не ризикують налагодженими зв'язками, навіть за наявності більш привабливих за ціною пропозицій від маловідомих (як українські заводи) виробників, стабільність постачання, якість продукції та тривалість співробітництва з якими є непрогнозованими.

Відсутність попиту на вітчизняні напівпровідникові прилади – одна з причин відсутності попиту на полі- і монокремній – сировини для їх виробництва.

У другій половині 1990-х років декілька (сім) найбільших світових компаній, які залишалися на ринку полікристалічного кремнію, суттєво розширили виробництво, у тому числі шляхом будівництва нових заводів. І якщо у 1995-1997 роках попит на полікремній перевищував пропозиції на 1,0-1,5 тис. т на рік, то після 1998 року виробництво полікремнію перевищувало щорічний попит на 2-3 тис. т. Новий завод в США було запущено компанією MEMC Electronic Materials спільно з Mitsubishi Metals. Компанія ASiMi, яка належала японському концерну «Комацу», ввела в дію другий завод у штаті Монтана і довела обсяги виробництва до 6000 т. Фірма MEMC Granular Polysilicon (Італія, дочірня компанії MEMC Electronic Materials) розширила виробництво з 900 до 1600 т/рік. Німецька фірма Wacker Siltronic AG (дочірня компанії Wacker Chemitronic GmbH) ввела в експлуатацію свій новий завод в США та подвоїла обсяги виробництва. До 2000 року у світі були створені потужності з випуску приблизно 40 тис. т полікристалічного кремнію на рік, хоча їх реальне завантаження не перевищувало 75-80 % [6].

У другій половині 1990-х років щорічний приріст споживання кремнію у світі складав 12-15 %. У 2000 році абсолютне щорічне споживання полікремнію для електроніки досягло 28 тис.т; для сонячної енергетики – більше 6 тис. т [6]. За існуючими на той час прогнозами, у тому числі таких відомих фірм, як японська Sumitomo, передбачалося, що тенденція перевищення пропозиції над попитом буде зберігатися; інвестиції в нові підприємства не дадуть позитивних результатів. Компанії, які на той час розпочали нарощування обсягів виробництва, стали згортати проекти – ринок насичений. До прикладу, фірма Wacker Siltronic AG, яка збудувала новий завод в Німеччині, не стала вводити його в експлуатацію через відсутність збуту полікремнію.

Натомість, існували прогнози на різке зростання попиту на полікремній низької якості для сонячної енергетики (SoG-Si). Очікували, що до 2010 року він досягне 160-200 тис.т на рік. Але достовірність такого прогнозу залежала від спроможності світової індустрії

рії створити технологію виробництва дешевого полікремнію, а також рівня цін на полікремній сонячного сорту.⁸²

На початку 2000-х років виробництво полікремнію згорнули Польща, Чехія, Україна та Киргизстан. Китай тоді виробляв не більше 100 т на рік, і лише готувався до стрімкого нарощування виробництва полікремнію. У 1995-96 роках Донецький ХМЗ⁸³ спільно із ЗТМК виконали останній контракт на постачання партії напівпровідникового кремнію до Японії, який вдалося підписати завдяки тому, що один із японських виробників зупинив аналогічне виробництво на власному заводі через аварію.

ВАТ «Чисті метали» (м. Світловодськ, Україна) – це єдиний вітчизняний виробник напівпровідникового кремнію (монокристалічного), який після 1991 року знайшов свою нішу на світових ринках і деякий час продовжував працювати з більшим чи меншим успіхом. Виробничий і технічний потенціал дозволяв йому за необхідності задовольняти потреби нечисленних вітчизняних споживачів напівпровідникових матеріалів. Державі достатньо було надавати посильну допомогу цьому підприємству.

ЗТМК, маючи спочатку велику перевагу перед конкурентами – повний технологічний цикл від сировини (трихлорсилану до кремнієвих пластин і структур, за 1990-ті роки розгубив її, і мав починати з нуля. Кремнієве виробництво було загублене. Необхідна була реструктуризація комбінату з виділенням виробництва кремнієвих напівпровідникових матеріалів в окремий завод, та пошук для нього більш ефективного власника. Те саме треба було робити і з Донецьким ХМЗ: виділити виробництво полікремнію в окремий структурний підрозділ та об'єднати його з кремнієвим напівпровідниковим виробництвом ЗТМК. Приватизація такого підприємства із закінченим виробничим циклом цілісним майновим комплексом надала б інвестиційної привабливості, що могло мати вирішальне рішення для потенційного зарубіжного інвестора. Цього не було зроблено; підприємства залишалися такими, що не підлягали приватизації.

До 2001 року кількість фірм – виробників полікремнію в світі не лише не зросло, що пояснюється значними труднощами виходу

⁸² У 2013 році попит на полікремній сонячної якості сягнув 230 тис. т [19].

⁸³ Донецький ХМЗ збанкрутів у 1997 році.

на цей ринок та необхідністю інвестування значних коштів, а й скоротилося вдвічі [6].

На ринку напівпровідникових матеріалів переважає частка власного внутрішнього ринку в порівнянні із зовнішнім. Іншими словами, виробники полікремнію є одночасно його основними споживачами (тобто, притримуються вертикально інтегрованої структури, що забезпечує незалежність від постачальників сировини і напівфабрикатів). Це дозволяє успішно конкурувати на ринку електронної продукції. Наприклад, Kojundo Silicon (Hi-Silicon), ASiMi, Hemlock більше половини виробленої ними продукції споживали самі ж; MEMC Granular Polysilicon споживала більше 90 % своєї продукції, Sumitomo Sitix та MEMC Electronic Materials переробляли практично весь вироблений ними полікремній [6].

Саме ці фірми, споживаючи левову частку виробленого у світі полікремнію, визначають технічну політику в у цій галузі, темпи її розвитку, у тому числі «скачки» попиту. Резерви виробничих потужностей практично у всіх виробників, а також складські запаси полікремнію і успіхи у вдосконаленні операції нарізання кремнієвих пластин, що призводять до економії матеріалу, не дозволяють надіятися на простий вихід вітчизняних виробників на світові ринки полікремнію.

Світові лідери нерідко об'єднують капітали для проведення спільних досліджень по вдосконаленню технології виробництва полікремнію, та пошуку технології, що дозволяє суттєво знизити ціни на цей матеріал. В дослідження вкладаються десятки мільйонів доларів. Майже завжди вони мають державну фінансову підтримку. Провідні компанії мають власні дослідницькі центри. Так, Wacker Siltronic AG заснувала фірму «Хеліотронік ГмбХ» – дослідницький центр з вивчення кремнію сонячного сорту.

Пошуки нових технологій були направлені на досягнення питомих витрат електроенергії 50 кВт·год/кг полікремнію та зниження його собівартості до 15-20 USD/кг полікремнію електронної (напівпровідникової) чистоти, і 5-10 USD/кг полікремнію сонячного сорту. Вже на початку 2000-х років використання моносиланової технології виробництва (Union Carbide, США) дозволяло знизити питомі витрати електроенергії до 90-100 кВт·год/кг. Цю технологію використовували фірми ASiMi та MEMC Granular Polysilicon. Всі інші компанії для виробництва полікремнію використовували відомий Сіменс-процес, та трихлорсилан в якості сировини. При цьому

питомі витрати електроенергії були знижені в Сіменс-процесі з 300-400 до 200-250 кВт·год/кг, та практично вичерпали можливості подальшого зниження [18].

Українські виробники не мали шансів на суттєве зниження витрат виробництва, зниження собівартості полікремнію і ціни в конкурентній боротьбі. По-перше, в Україні не було апробованих технологій переробки відходів полікремнієвого виробництва у високотехнологічні продукти – оптичне волокно, аеросил, силіказолі, та інше. По-друге, внутрішні ціни на електроенергію були високими, а державна і галузева система пільг для великих енергоспоживачів була відсутня. Не було в Україні й дешевої вітчизняної сировини – трихлорсилану. Як і надії на появу в недалекій перспективі конкурентоздатних вітчизняних технологій виробництва полікремнію електронної та сонячної якості. Адже в країні була відсутня галузева наука, яка переймалася б проблемами напівпровідникових матеріалів. Держава не фінансувала навіть ті програми, які могли б виконуватися науковими установами АН України. Державним підприємствам напівпровідникової галузі такі витрати були не під силу.

Керівництво вітчизняних виробників напівпровідникових матеріалів за радянською звичкою розраховувало на державну підтримку своїх наукоємних, стратегічно важливих виробництв, але такі розрахунки не мали підстав: навіщо підтримувати галузь, продукція якої не має внутрішнього попиту, а перспективи виходу на зовнішні ринки більш, ніж сумнівні. Адже перспектива реалізації українського полікремнію на світових ринках мало залежала від здатності вітчизняних виробників забезпечити високу якість і низьку собівартість продукції.

У 1999 році Донецький ХМЗ був ліквідований як суб'єкт господарювання, а його майно розпорядженням Кабінету Міністрів України від 08.07.1999 р. № 660-р передане в оренду ВАТ «Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча». З'явилася надія на відродження на новій технологічній основі багатьох виробництв колишнього піонера рідкіснометалічної галузі промисловості, у тому числі і виробництва полікремнію.

Фахівцями колишнього ДХМЗ була розроблена концепція відновлення виробництва полікристалічного кремнію, яка добре узгоджувалась з програмою розвитку основних виробництв самого комбінату [20]. Так, ММК ім. Ілліча для виробництва якісних ста-

лей потребував феросплавів на базі рідкісних металів, основним виробником яких був і залишається Китай. Виробництво таких феросплавів було освоєно ще на ДХМЗ, але існували проблеми із забезпеченням виробництва концентратами рідкісних металів. Відновлення розробок Мазурівського рідкіснометалічного родовища, яке знаходилося в земельному відводі колишнього ДХМЗ (а тепер – комбінату), давало можливість здійснювати виробництво феросплавів з власної, більш дешевої сировини [21]. Разом з тим, переробка рідкіснометалічної руди одним із відомих гідрометалургійних методів – хлоруванням, – дозволяла одночасно з рідкіснометалічними концентратами отримати в якості супутнього продукту тетрахлорид кремнію для подальшої переробки і використання у виробництві полікремнію [22].

Іншою, актуальною для ММК ім. Ілліча проблемою, було забезпечення сталеливарного виробництва коксом. Керівництво комбінату розглядало варіанти інвестування в створення власного виробництва коксу.

Найбільш простим шляхом вирішення цієї проблеми була безвідходна технологія виробництва коксу, за якою весь неочищений газ спалюється в печі, а надлишкове тепло направляється на отримання пари і далі, – електроенергії [23]. Дві коксові батареї, кожна з яких складалася із 70 печей об'ємом по 90 м³, дозволяли отримати 2,6 млн. тонн коксу на рік. Попутно отримували б приблизно 120 тис. м³/годину коксового газу, що забезпечувало роботу утилізаційної ТЕЦ. В парових котлах-утилізаторах вироблялося б до 900 т/годину пари високого тиску за рахунок спалювання коксового газу [24].

Перший промисловий коксово-енергетичний комплекс потужністю 1,2 млн. т/рік доменного коксу з енергоутилізаційною установкою потужністю 94 МВт був введений в експлуатацію у 1998 році на заводі Індіана Хабор (США) [25].

У випадку будівництва коксових батарей з когенерацією електроенергії могла вирішитися проблема дешевої електроенергії для різних виробництв комбінату, у тому числі і напівпровідникового.

До 2007 року комбінатом здійснені геологорозвідувальні роботи на Мазурівському родовищі та отримано спеціальний дозвіл на користування надрами; розроблено проект гірничо-збагачувального комплексу [26].

На жаль, подальші роботи в цьому напрямку надалі були припинені; невдовзі ММК ім. Ілліча перейшов до іншого власника, у якого було інше бачення розвитку підприємства.

У 2002 році зі складу іншого виробника напівпровідникових матеріалів – Запорізького титано-магнієвого комбінату, – була виведена вся вертикаль виробництва чистого кремнію, а також кремнієвих епітаксійних структур, кремнієвих структур з діелектричною ізоляцією (заготівлі для інтегральних мікросхем) [27]. На базі цих потужностей створено Запорізький завод напівпровідників, який пізніше став дочірним підприємством міжнародної групи компаній «Актив Солар» (Activ Solar) із штаб-квартирою у Відні (Австрія), яка спеціалізувалася на розробці і виробництві кремнієвих продуктів для сонячних технологій, та розвитку крупномасштабних фотоелектричних сонячних парків [27].

У 2008 році компанія «Актив Солар» розпочала комплексну програму модернізації «Заводу напівпровідників», розраховуючи освоїти виробництво 1000 т полікремнію на рік [28]. Неврахування реалій світового виробництва і ринку напівпровідникової продукції, а також негативного досвіду Донецького ХМЗ (що видається досить дивним з огляду на те, що проектом керували колишні керівники ДХМЗ та ВАТ «Чисті метали»), призвело до швидкого банкрутства підприємства.

Література та джерела:

1. Сажин Н.П. Развитие в СССР металлургии редких металлов и полупроводниковых материалов. М., 1967. – 136 с.
2. Новосядлий С.П., Кропивич В.В. Технологічні особливості осадження полікремнію, як основи сонячного і електронного монокремнію // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – 3/7 (45). – С.26-31.
3. Некоторые сведения по технико-экономическим показателям работы зарубежных предприятий, производящих редкие металлы и полупроводниковые материалы. - М.: ЦНИИцветмет экономики и информации, 1988. – 57 с.
4. Мир кремния: пер. с английского / Е.Д. Рохов. – М.:Химия, 1990. – 152 с.

5. Зеликман А. Н., Меерсон Г.А. *Металлургия редких металлов.* – М.: Металлургия, 1973. – 607с.
6. Сивошинская Т.И., Гранков И.В., Шабалин Ю.П., Иванов Л.С. *Переработка тетраоксида кремния, образующегося в производстве полупроводникового кремния // Производство редких и полупроводниковых материалов.* – М.: ЦНИИцветмет экономики и информации, 1989. – вып. 2. – 44с.
7. Архів ДХМЗ. Інв. № 189. *Объяснительная записка к годовому отчету по основной деятельности за 1974 год. п. Донское, 1975.* – 104 с.
8. Архів ДХМЗ. Інв. № б/н. *Объяснительная записка к годовому отчету по основной деятельности за 1980 год. п. Донское, 1981.* – 118 с.
9. Архів ДХМЗ. Інв. № (2081). *Объяснительная записка к годовому отчету по основной деятельности за 1981 год. п. Донское, 1982.* – 105 с.
10. Архів ДХМЗ. Інв. № 301. *Объяснительная записка к годовому отчету по основной деятельности за 1982 год. п. Донское, 1983.* – 103 с.
11. Архів ДХМЗ. Інв. № 320. *Объяснительная записка к годовому отчету по основной деятельности за 1983 год. п. Донское, 1984.* – 103 с.
12. Архів ДХМЗ. Інв. № 357. *Объяснительная записка к годовому отчету по основной деятельности за 1985 год. Донское, 1986.* – 90 с.
13. Архів ДХМЗ. Інв. № 379. *Объяснительная записка к годовому отчету по основной деятельности за 1987 год. Донское, 1988.* – 83 с.
14. Архів ДХМЗ. Інв. № 390. *Объяснительная записка к годовому отчету по основной деятельности за 1988 год. п. Донское, 1988.* – 85 с.
15. Архів ДХМЗ. Інв. № 406. *Объяснительная записка к годовому отчету по основной деятельности за 1989 год. Донське, 1990 р.* – 82 с.
16. Архів ДХМЗ. Інв. № 418. *Объяснительная записка к годовому отчету по основной деятельности за 1990 год. Донське, 1991 р.* – 104 с.
17. Крамаренко С. *Кремниевый оптимизм // Металл.* – 2002. – №7. – С.60-63.
18. Шпилевой Л. *Без спроса // Металл.* – 2001. – №12(24). – С.54-57.

19. Solar Insight, Research note – PV production 2013: an all Asian-affair (PDF). Bloomberg New Energy Finance. 16 квітня 2014. с. 2–3. Архів оригіналу (PDF) за 30 червня 2014.

20. Крамаренко С., Шпилевой Л.В., Трубицын Ю.В. и др. Перспективы комплексного решения проблемы редкометальной и полупроводниковой сырьевой базы ХМФ ОАО «ММК им. Ильича». – Благородные и редкие металлы: Труды Четвёртой Международной конференции «Благородные и редкие металлы. БРМ – 2003. – Донецк, 2003. – С. 106-108.

21. Бойко В.С., Нечепуренко Е.С., Климанчук В.В., Крамаренко С.А., Шпилевой Л.В. Мазуровское редкометальное месторождение в стратегии развития Мариупольского металлургического комбината им. Ильича // Горный журнал. – 2002. – №11-12. – С.33-36.

22. Крамаренко С. Переработка пирохлорового концентрата методом хлорирования. – Благородные и редкие металлы: Труды Четвёртой Международной конференции «Благородные и редкие металлы. БРМ – 2003. – Донецк, 2003. – С. 254-257.

23. Андриенко А. Новые тенденции в европейском коксохимическом производстве // Металлы мира. -2000. – №11(23). – С.38-43.

24. Крамаренко С.О., Шпильовий Л.В., Трубицын Ю.В. Створення передумов реанімації й стабільного розвитку напівпровідникового виробництва в Україні // Нові технології, № 1-2 (4-5), 2004, С. 109-113.

25. Рычик В. Между Сциллой и Харибдой // Металлы мира. – 2002. – №6(42). – С. 18-32.

26. Мазурівське рідкіснометалічне родовище: Монографія / Шпильовий Л. В., Білецький В. С., Чернієнко Н. М., Стрекозов С. М. / За редакцією Білецького В. С. – Львів: Видавництво ПП «Новий Світ-2000», 2023. – 283 с.

27. Верстюк І. Завод напівпровідників: чи є життя після Ключевих? 11.03.2016.

[NV](https://nv.ua/ukr/publications/zavod-napivprovidnikiv-chi-je-zhit...) [https:// nv.ua/ukr/publications/ zavod-napivprovidnikiv-chi-je-zhit...](https://nv.ua/ukr/publications/zavod-napivprovidnikiv-chi-je-zhit...)

28. [Deployment of utility-scale solar parks - by company](#) (англійська) . Wiki-Solar. 28 листопада 2012. Архів [оригіналу](#) за 1 грудня 2012. Процитовано 3 січня 2013. [[Архівовано](#) 2012-12-01 у [Wayback Machine](#).]