

низким содержанием угля был разработан способ обогащения складированных отходов, на который подана заявка на патент Украины и который позволит окончательно решить проблему полной прямой утилизации всех твердых складированных отходов угледобычи.

5. Выводы

Значительное количество отходов угледобычи, вред наносимый ими окружающей среде, ущерб экономике угледобывающих регионов от неполного использования энергетических ресурсов угля - актуальные проблемы, которые должны быть изучены и решены. Имеется значительное количество разработанных и апробированных способов и технических средств извлечения энергии из твердых, жидких и газообразных отходов угледобычи, которые, к сожалению, не имеют широкого распространения и внедрения в практику угольного производства. В настоящее время энергетические кризисы затрагивают практически все государства. Поэтому более полное использование природных богатств становится важным показателем цивилизованного развития общества. Для Украины необходима разработка комплексных региональных и общегосударственных программ максимального извлечения энергии из отходов угольного производства. Технологический парк "УГЛЕМАШ" принимает непосредственное участие в разработке таких программ. Эти программы должны получить поддержку не только Министерства топлива и энергетики, но и Кабинета Министров, а также международных организаций, содействующих экономическому и социальному развитию стран Восточной Европы.

УДК 552.574:553.96

В.С. Савчук

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ НИЖНЬОКАРБОНОВОГО ВУГІЛЛЯ ЛЬВІВСЬКО - ВОЛИНСЬКОГО БАСЕЙНУ

На основании комплексного подхода к изучению состава и качества по новой методике определена энергетическая и технологическая ценность углей отдельных марок бассейна. С учетом результатов коксования шихт выявлены основные пути их рационального использования.

THE BASIC DIRECTIONS OF RATIONAL USAGE LOWER CARBONIFEROUS COALS OF THE LVIV-VOLYN BASIN

On the basis of the comprehensive approach to learning structure and quality on a new technique the power and technological value the coals of the separate stamps of pool is determined. With allowance for of outcomes of carbonization of coal blends the basic paths of their rational usage are revealed.

Можливість виявлення нових родовищ вугілля відносно мала. Тому в останні роки підсилилась увага до більш раціонального його використання. Ще більшого значення набуває раціональне використання надр, на основі комплекс-

ного вивчення корисних копалин, після ухвалення постановою Кабінету Міністрів України " Концепції нарощування мінерально – сировинної бази як основи стабілізації України на період до 2010р. "

У зв'язку з незадовільним станом сировинної бази коксохімічної промисловості в Україні були виконані розробки єдиної промислової класифікації вугілля, як основи його раціонального використання в енергетиці, металургії, хімічній промисловості [1]. У 1998 році був введений до дії національний стандарт України ДСТУ3472 – 96 "Вугілля буре, кам'яне та антрацит." У новому стандарті, порівняно з раніше діючим [2], кількість марок кам'яного вугілля знижена з 15 до 6, ліквідовані технологічні групи та зменшена кількість класифікаційних показників. Все це привело до того, що в межах окремих марок знаходиться вугілля, яке має різну як технологічну цінність, так і здатність до коксування. Найбільші труднощі виникають при встановленні напрямків використання вугілля Львівсько – Волинського басейну та вугілля світи C_1^4 у Донецькому басейні. Для вирішення цього питання у подальшому передбачається введення у стандарт змін. Так, для вугілля Львівсько – Волинського басейну запропоновано із марок жирного та частково із газового вугілля виділити марку ГЖ, а для вугілля шахти "Красноармійська – Західна №1" встановити нову марку Ж10 [3]. Незважаючи на те, що діючий стандарт розроблений за результатами дослідження пластових проб вугілля, яке на той час відпрацьовувалось шахтами, його застосування передбачається і для класифікації вугілля при проведенні геологорозвідувальних робіт, хіміко – технологічні властивості якого стандартом не враховані. Тому їх класифікація на стадії геологорозвідувальних робіт також буде сприяти внесенню змін у стандарті, що приведе до подальшого ускладнення як стандарту, так і визначення напрямків раціонального використання вугілля. До цього слід додати відсутність нормативних документів по вимогам до вугілля, як сировини для коксування та енергетики нового покоління.

У ДВ УкрДГРІ протягом тривалого часу виконувались роботи з вивчення петрографічного складу, якості та технологічних властивостей вугілля, як діючих шахт, так і дільниць, що розвідувалися. Коксівність вугілля оцінювалась за результатами коксування експериментальних шихт з його участю. Для кількісного визначення цінності вугілля басейну були розраховані відносні коефіцієнти енергетичної та технологічної цінності органічної маси вугілля за методикою І.В. Єршоміна [4]. В її основу були покладені узагальнені результати по впливу показників складу та якості вугілля різних марок визначених за ГОСТ 25543 – 88 на здатність до коксування. Отримана всебічна характеристика вугілля дозволяє розглянути можливість застосування нової методики розрахунку показників відносної технологічної та енергетичної цінності органічної маси вугілля стосовно до марок Львівсько – Волинського басейну, визначених за діючим в Україні стандартом та встановити основні напрямки його раціонального використання.

Марка ДГ об'єднує вугілля з показником відбиття вітриніту (R_o) від 0,5 до 0,8 % і з виходом летких (V^{daf}) від 35 до 48 % та товщиною пластичного шару (Y) від 6 до 9 мм. У басейні вугілля цієї марки поширено на Волинському та ча-

стково на Забузькому родовищах.

На *Волинському родовищі* вугілля комплексносмугасте з перевагою напівблискучого та блискучого типів (65-90 %). Середній петрографічний склад вугілля (%): $V_t - 70$, $I - 16$, $L - 11$. Сума пісних компонентів складає 18 %. Вологість свіжевидобутого вугілля незначна і складає 7,1-12,6 % при середньому значенні 8,8 %. Вугілля середньозольне. При ускладненні будови пластів воно переходить до групи зольного. Зольність товарної продукції шахт змінюється від 11,1 до 28,2 % і в середньому становить 18,9 %. Сірчистість товарної продукції шахтопластів змінюється від 0,9 до 4,9 %, а товарної продукції шахт - від 1,0 до 3,7 % при середньому значенні 2,6 %. Вугілля пласта n_8 переважно сірчисте, а пласта n_7 малосірчисте та середньосірчисте. Збагачення по золі тважке. Вугілля слабо вуглефіковано, належить до 10-11 класів метаморфізму і знаходиться на I та I - II стадіях метаморфізму. Вихід летких речовин при крайніх значеннях 35,4-40,6 %, складає у середньому 38,3 %. По площі розповсюдження пластів переважають значення, за якими згідно ГОСТ25543-88 вугілля належить до типу 38 ($V^{daf} = 38-40$ %) та 34 ($V^{daf} = 34-36$ %). Вугілля відноситься до слабококсівного. При зміні товщини пластичного шару вугілля окремих шахтопластів в інтервалі 6-9мм, переважають значення 6-7мм, що відповідає 07 типу вугілля [2]. Кокс одержаний при повільному нагріві з інертною добавкою (метод Грей – Кінга), спіклий, здебільшого у одному куску, який легко кришиться (тип С). Рідше зустрічається кокс типу Д, зменшеного об'єму, помірно твердого та кокс типу В, який злегка спіклий, частково порошковий. Видобуте вугілля марки ДГ Нововолинського родовища використовується як енергетичне та комунально – побутове паливо. До кращого енергетичного вугілля на світовому ринку відноситься вугілля з нижчою теплою згоряння (у перерахунку на сухе беззольне паливо) 8000 ккал/кг або 33,5 МДж/кг. Зниження її на 500 ккал/кг приводить до зменшення його ціни на 10 % [4]. Видобуте вугілля Волинського родовища характеризується значеннями цього показника від 5060 до 6090 ккал/кг і складає у середньому 5800 ккал/кг або 0,72 від світового еталону. Калорійний еквівалент вугілля становить 0,77-0,83. Відносна енергетична цінність органічної маси вугілля (Поц), розрахована за методикою І.В. Єрьоміна, складає 0,57, а відносний показник цінності вугілля, як сировини для коксування становить 0,26 [4]. Одержані дані свідчать, що головним напрямком використання вугілля марки ДГ Нововолинського родовища є енергетика.

Слід відзначити, що до марки ДГ відноситься частково і вугілля Забузького родовища. Головною його відмінністю від вугілля Нововолинського родовища є більша ступінь метаморфізму. Так, за значеннями показника відбиття вітриніту вугілля належить до 12 класу і відповідає II стадії метаморфізму. За технологічними властивостями згідно ДСТУ 3472-96 вугілля знаходиться на кордоні марок ДГ та Г. Це підтверджується більш низькими значеннями робочої вологості (6,9-7,7 %), виходу летких (35-37 %), вмісту кисню, та підвищеними значеннями теплоти згоряння, товщини пластичного шару (8-9 мм.) та індексу Рога. Калорійний еквівалент складає 0,8-0,9. За стандартом, який раніше використовувався при виділенні марок [2], таке вугілля відносилося до марки Г, групи 1Г. Відносний показник технологічної цінності

1Г. Відносний показник технологічної цінності вугілля незначний і становить 0,32, а енергетичної цінності – 0,58. За попередніми результатами коксування дослідних шихт з його участю УХІНом була встановлена можливість використання такого вугілля у коксохімічній промисловості. Але значна сірчистість та зольність вугілля при важкій збагачуваності обмежує його використання у цій галузі.

Марка Г представлена вугіллям із значеннями показника відбиття вітриніту (R_o) від 0,50 до 1,0 %, виходом летких (V^{daf}) від 33 до 46 % та товщиною пластичного шару (Y) від 10 до 16 мм [1]. До цієї марки належить переважна частина запасів вугільних пластів Забузького та Межиріченського родовищ. У Південно-Західному регіоні марка Г розповсюджена переважно на Тяглівському родовищі.

На *Забузькому родовищі* газове вугілля видобувається шахтами № 1, 2 Червоноградськими. Для товарної продукції вугільних пластів характерна незначна вологість (W^a , %), яка змінюється у діапазоні 1,5-2,5 %. Зольність вугілля становить від 25,1 до 43,9 %. Збагаченість по золі характеризується як важка (n_9) і дуже важка (n_8^B , n_8 , n_7^B). Підвищений вміст мінеральних домішок характерний для пласта n_8 , що пояснюється появою у його будові прошарків сапропеліту. Взагалі у петрографічному складі вугілля переважає група вітриніту (69-73 %). Вміст групи інертиніту для товарної продукції окремих пластів змінюється від 15 до 23 % і складає у середньому близько 17,5 %. Сума пісних компонентів становить 17-21 %. Кількість групи ліптиніту не перевищує 10 % і в середньому становить 9,5 %. Видобуте вугілля різних пластів суттєво відрізняється за вмістом сірки. Так пласт n_8 належить переважно до малосірчистого, у той час як вугілля пластів n_8^B та n_7^B належить до багатосірчистого. Для продукції пласта n_9 характерна середня сірчистість. За виходом летких [2] вугілля належить переважно до типів 36 та 38, інколи типу 34. За значеннями товщини пластичного шару вугілля пластів відноситься до помірно коксівного (10-16 мм). Переважна більшість шахтопластів характеризується значеннями цього показника 10-14 мм. Товарна продукція шахт має товщину пластичного шару 10-12 мм. Співвідношення товарної продукції шахт, визначена за методом Рога, змінюється від 40 до 67 ум. од, при перевазі значень 45-55 ум. од. За цим показником вугілля відноситься до спікливого. За відбивною здатністю вітриніту вугілля належить до 12-13 класів і знаходиться на II, II-III стадіях метаморфізму. Вища питома теплота згоряння вугілля змінюється в інтервалі значень 8213-8438 ккал/кг або 34,4-35,3 МДж/кг при середньому значенні 8200 ккал/кг. Калорійний еквівалент становить 0,90-0,95. Показник відносної технологічної цінності органічної маси становить 0,38, а енергетичної – 0,60. Виконані дослідження по коксуванню шихт з участю вугілля Червоноградських шахт показали, що по співвідношенню воно придатне для застосування у коксохімічній промисловості замість газового вугілля типу Добропільської ЦЗФ. Кокс отриманий з дослідної шихти за участю вугілля Червоноградських шахт по механічній міцності наближається до еталонного але, із-за значної сірчистості вугілля та важкого його збагачення по золі воно не рекомендоване для отримання металургійного коксу. Таким чином основним

напрямом застосування вугілля Червоноградських шахт є енергетика.

На Межиріченському родовищі до марки Г віднесена товарна продукція шахт № 1, 2, 3, 5, 10 ВМ та видобуте вугілля окремих пластів шахт № 4, 6, 7 ВМ. У петрографічному складі переважає напівблискуче вугілля. Вміст групи вітриніту складає 68,1 %. На другому місці по розповсюдженню знаходиться група інертиніту (22-24 %). У групі ліптиніту, вміст якої змінюється від 6 до 12 %, складаючи у середньому 9,1, переважають спори, зустрічається кутиніт та залишки водоростей (до 5,5 %). Зольність товарної продукції шахтопластів змінюється від 9,3 % до 50,6 % і в середньому складає 30,3 %. За сірчистістю шахтопласти суттєво відрізняються один від одного (0,6-5,4 %). Переважають багатосірчисті (47,4 %) та малосірчисті (26,3 %) пласти. Сірчистість товарної продукції шахт, за рахунок різних обсягів видобутку пластів з неоднаковою сірчистістю, трохи зменшується і становить 1,6-3,8 %. Біля 70 % видобутого вугілля належить до середньосірчистої групи. Виняток становить вугілля шахт № 5, 10 ВМ, де вугілля багатосірчисте. Збагачення по золі важке та дуже важке. Вихід легких товарної продукції шахт становить 35,1-37,7 %, що відповідає 34 та 36 типам вугілля. Шахтопласти за значенням цього показника відносяться до типів 32-40, переважають типи 34 та 36. За значеннями товщини пластичного шару (12-23 мм) пласти, що видобуваються, представлені від слабококсівного (43,7 %) до коксівного (25 %) типів. Товарна продукція шахт характеризується значенням цього показника 13-14 мм. Виняток складає вугілля шахти 10 ВМ з товщиною пластичного шару 17-22 мм. Показник спіклівості за методом Рога для окремих шахтопластів змінюється від 20 до 71 ум. од. Більші значення цього показника (60-70 ум. од.) характерні для пласта n_8^B , а найменші – 20-30 ум. од. - для пласта n_8 шахти 1ВМ. Значення цього показника для товарної продукції шахт складає від 47 до 63 ум.од. За методом ХПІ вихід рідкої фази (J^{daf}) незначний і становить 16,6-23,8 %, що для вугілля цієї марки є заниженим. Вивчення ділатометричних показників за методом ПІ-ДМСТІ показало що індекс спучування (I_c) складає у середньому 53 мм, що відповідає значенням для газового вугілля Донецького басейну. Різниця між ними полягає у тому, що вугілля марки Г Межиріченського родовища має більші значення (320 сек) періоду підігріву до початку спучування ($Пн$) та менші (201 сек.) значення величини періоду спучування ($Пв$), що приводить до зменшення коефіцієнту пластичності ($Пв/Пн$). У той же час показник ($Пн+Пв$), величина якого пропорційна температурі затвердіння пластичної маси, приблизно однаковий для вугілля марки Г різних басейнів. Значення відбиття вітриніту шахтопластів змінюється від 0,79 до 0,92 % і в середньому складає 0,84 %. Для товарної продукції шахт № 1, 2, 3, 5 ВМ характерні більші значення цього показника (0,84-0,87 %), ніж для вугілля шахти №10 ВМ (0,79 %). За стандартом товарна продукція шахт № 1, 2, 3, 5 ВМ належить до 13 класу, II-III стадії а шахти № 10 ВМ – до II стадії 12 класу метаморфізму. Вища питома теплота згоряння вугілля становить 8200-8450 ккал/кг при середньому значенні 8350 ккал/кг. Калорійний еквівалент становить 0,91-0,94. Показник відносної технологічної цінності окремих пластів складає 0,46-0,52, а товарної продукції шахт у цілому – 0,48. Показник енерге-

тичної цінності становить 0,60.

Основні напрямки використання газового вугілля Червоноградських шахт були визначені УХІНом на різних етапах - від розвідки до введення шахт у експлуатацію. На стадії геологорозвідувальних робіт, за даними коксування у 1,5 кг печі було встановлено, що за технологічними якостями це вугілля відповідає добре спікливому газовому вугіллю промислового Донбасу. У 1978 році на Дніпродзержинському КХЗ було проведено дослідно – промислове коксування шихт з використанням вугілля шахти 5ВМ у кількості 10 %. Вугілля додавалось у заводську шихту замість вугілля Західного Донбасу (шахти Самарська та Ювілейна), яке мало спікливість на рівні 8-12 мм. Це привело до помітного підвищення спікливості шихти за показниками: спучування (на 17 мм.), індексу Рога (на 17 ум. од.), та товщини пластичного шару (на 1 мм.). У свою чергу це значно поліпшило показники фізико – механічних якостей коксу: М25 збільшився на 0,7%, М10 знизився на 0,2%. У подальшому введення у шихту вугілля марки Г Львівсько – Волинського басейну до 13 % дозволило стримати погіршення якості коксу. Однак при цьому на 0,2-0,3 % збільшилась зольність коксу та на 0,02 % його сірчистість. Виконаними у подальшому дослідженнями було встановлено, що газове вугілля Червоноградської групи шахт за спікливістю здатне до коксування з повною заміною у шихті газового вугілля Донецького басейну. Однак висока сірчистість та важке збагачення по золі стримують його широке застосування у коксохімічній промисловості.

У Південно - Західному геолого-промисловому районі марка Г розповсюджена переважно на Тяглівському родовищі. Зольність вугільних пачок за даними геологорозвідувальних робіт у середньому буде складати 16,6 %, а вугільних пластів 20,7 %. Вугілля переважно сірчисте та багатосірчисте. При зміні виходу летких від 26,8 % до 42,1 % найбільш поширено вугілля типу 34. За значеннями товщини пластичного шару вугілля лежить у діапазоні від слабококсівного ($Y=10$ мм) до надзвичайно коксівного ($Y=38$ мм). Третина всіх проб належить до помірно коксівної групи. Коксівне та надзвичайно коксівне вугілля присутнє у рівній кількості і складає по 25 %. За середнім значенням товщини пластичного шару (18 мм.) вугілля відноситься до групи коксівного. Показник відбиття вітриніту змінюється від 0,50 до 0,99% і в середньому складає 0,79 %, що відповідає II стадії, 12 класу метаморфізму. Вміст вуглецю складає 82,8-84,9 %, водню – 5,3-5,4 %. Вища теплота згоряння становить 8262-8409 ккал/кг або 34,1-35,2 МДж/кг, а нижча – 5757-6570 ккал/кг. або 24,2-27,5 МДж/кг. Калорійний еквівалент складає 0,83-0,94. Відносна енергетична цінність органічної маси вугілля дорівнює 0,60. Відносна технологічна цінність органічної маси вугільних пластів змінюється від 0,48 до 0,56, а для родовища у цілому складає 0,52. Одержані дані свідчать, що вугілля марки Г на площі Тяглівського родовища може бути застосоване як у енергетиці, так і у коксохімічній промисловості. Можливість їх використання для отримання коксу була доведена результатами коксування дослідних шихт з повною заміною Донецького газового вугілля вугіллям Тяглівського родовища [5].

Марка Ж об'єднує вугілля з показником відбиття вітриніту від 0,85 до

1,20 %, виходом летких 28-36 % при товщині пластичного шару 17-38 мм. У Львівсько – Волинському басейні жирне вугілля поширене у Червоноградському та Південно – Західному геолого-промислових районах.

На *Межиріченському родовищі* до марки Ж відноситься товарна продукція шахт № 4, 6, 7, 8, 9 ВМ. Видобуте вугілля представлене переважно гумолітами з незначною кількістю сапрогумолітів та сапропелітів. Гумоліти частіш за все відносяться до класу гелітолітів. Макроскопічно вони представлені напівблискучими, подекуди блискучими та напівматовими різновидами. Петрографічний склад дуже мінливий. Головною петрографічною складовою вугілля є група вітриніту. Середні його значення для товарної продукції окремих шахт відносно невисокі і становлять 66-70 %. Вміст групи інертиніту трохи підвищений та змінюється у межах 18-25 %. Сума пісних компонентів у товарній продукції шахт змінюється від 17 до 20 %. Група ліптиніту знаходиться у кількості від 9 до 11 %. Досить часто у складі вугілля відмічається присутність сапропелевого матеріалу. Серед гумолітів найбільше розповсюдження мають такі петрографічні типи вугілля як фюзиніто-гелітити, ліпоідо-фізиніто-гелітити та інколи фюзиніто-геліти.

Хіміко-технологічні властивості вугілля марки Ж змінюються у широкому інтервалі значень. Так зольність видобутого вугілля шахтопластів складає від 8,6 до 31 %. Найменшу зольність має товарна продукція пласта n_7^B (14,6 %), а найбільшу - пласта n_7 (33 %). Продукція шахт містить мінеральні домішки у кількості від 8,8 до 38,5 %, складаючи у середньому близько 30 %. При зміні сірчистості від 1,8 до 4,7 %, середнє її значення для товарної продукції шахтопластів складає 3,08 %. Пласти суттєво відрізняються по її вмісту. Так видобуте вугілля пластів n_7^B та n_8^B відноситься до багатосірчистого, n_7^H – до сірчистого, а пласта n_7 – до середньосірчистого. У цілому товарна продукція шахт, що видобувають вугілля марки Ж, за вмістом сірки (2,76 %) відноситься до групи сірчистих. Збагачення по золі від середнього (пласт n_7^H) до дуже важкого (пласт n_8^B). Вихід летких товарної продукції шахт змінюється від 35,6 до 37,5 %, що відповідає 36 і частково 34 типам вугілля [2]. Вугілля марки Ж представлено 13 класом і відноситься до II – III стадії метаморфізму. Показник відбиття вітриніту для продукції шахтопластів змінюється від 0,85 до 0,91 і в середньому складає 0,88 %. Приблизно такі ж значення має і товарна продукція шахтопластів (0,85-0,88 %). Товщина пластичного шару видобутого вугілля шахт складає 17-22мм, при середньому значенні 19мм. Більш високі значення цього показника, які складають 22, 21 та 19мм відповідно, характерні для вугілля шахт № 7, 8, 9 ВМ. Показник спікливості товарної продукції шахтопластів за методом Рога складає 62-82 ум.од, а товарної продукції шахт – 70-75 ум.од. Це дозволяє віднести вугілля до групи сильноспікливих. Головний показник (Ic), який характеризує спікливість вугілля за методом ПГІ – ДметІ, для товарної продукції шахт № 4, 6, 7, 8 ВМ майже однаковий і складає 56-83 мм. Більш низькі його значення характерні для товарної продукції шахти №8 ВМ. Період початку спучення (Пн) знаходиться в межах 372-441 сек., а період спучення (Пс) – в інтервалі значень 230-254 сек. Характерною особливістю вугілля марки Ж Червоноградського

району є низькі значення показника J^{daf} , який характеризує спіклівість вугілля при швидкому нагріві. Для товарної продукції шахт цей показник змінюється від 29,3 до 33,9 %, що трохи нижче за значення, які має вугілля марки Ж інших басейнів. В останні часи за головний показник за цим методом було запропоновано брати суму виходу вугільної пластичної маси (J^{daf}) та парогазових продуктів (G^{daf}), яка більш чітко диференціює вугілля за його спіклівістю. За значеннями цього показника (44,2-54,1 %) вивчаєме вугілля розташовується на графіку аналогічно вугіллю марки Ж других басейнів. Вміст вуглецю знаходиться в межах 82-86 %, водню 5,1-5,4 %, а кисню 6-8 %. Вища питома теплота згоряння по бомбі складає 34,7-35,2 кДж /кг. Калорійний еквівалент становить 0,90-0,93. Показник відносної технологічної цінності в залежності від властивостей вугілля різних пластів змінюється в інтервалі 0,64-0,72, а товарної продукції шахт – від 0,64 до 0,76.

Наведені дані свідчать, що жирне вугілля Червоноградського геолого – промислового району відповідає вимогам промисловості для застосування його у коксохімічній промисловості. У той же час воно знаходиться на низькій стадії метаморфізму, характерній як для жирного так і газового вугілля, має значний вихід летких (>36 %) при мінливих значеннях товщини пластичного шару. Крім того вугілля має високі значення зольності та сірчистості вугілля. Перелічені особливості вимагають проведення більш ретельного розгляду властивостей вугілля, які можуть ускладнити його застосування у промисловості. Виконати таку роботу можливо за результатами промислових та дослідних коксувань шихт з використанням вугілля Великомоствіських шахт. Вугілля Львівсько-Волинського басейну у коксохімічній промисловості почали застосовувати з 1978 року. Одним із перших вугілля басейну почали коксувати на Запорізькому коксохімічному заводі, на який постачалося вугілля шахт № 4, 5, 7, 8 ВМ. Рядове вугілля мало високу зольність (29,0-48,8 %) та сірчистість (2,8-4,4 %). Ступінь та характер мінералізації визначають збагачення по золі та сірці. Вивчення мінеральних домішок у відбитому світлі по брикет – аншліфам показало, що у рядовому та збагаченому вугіллі переважною є глиниста речовина, у меншій кількості містяться сульфід заліза (пірит). Значно рідше зустрічаються карбонати, кварц та інші включення. Глиниста мінералізація часто буває тонкодисперсною. У таких випадках збагачення вугілля важке та дуже важке. До такого типу мінералізації відноситься вугілля пласта n_8^B . Пірити частіше вуглисті. За своїм характером піритізація була тонкодисперсною (типа карбопіритів) та у вигляді більш крупних включень. Це обумовлює різне збагачення по сірці, але в цілому більш ефективно ніж для середньокарбонового вугілля Донецького басейну [6]. Вміст сірки у збагаченому вугіллі зменшувався до 1,41-3,06 % і в середньому становив 2,1 %. По шахті 4ВМ відбулося зменшення сірки більше ніж у три рази, а по шахті 8ВМ майже у два рази. Висока сірчистість яка залишилась у збагаченому вугіллі шахти 7ВМ, пояснюється перевагою сульфідної мінералізації за типом дуже вуглистих карбопіритів [6], які часто залишаються у концентраті. У вугіллі шахти 4ВМ переважають більш чисті пірити, які концентруються у породі та промпродукті. Таке вугілля, як правило, має більш висо-

кий питомий вміст піритної сірки. Кордонний вміст сірки для рядового вугілля марки Ж, здатного до коксування, складає 4,5 %, а для концентратів – 3,5 %. Із наведеного випливає, що зольність та підвищений вміст сірки у вугіллі Великокомостовських шахт не можуть служити приводом для негативної їх оцінки як сировини для коксування. Такий же висновок був зроблений за результатами досліджень, проведеними у лабораторіях ДонУГІ та УкрНДІ [7]. В останній час ці висновки підтверджені новими даними досліджень, виконаними УХІНом та УкрНДІзбагачення. За їх даними більшість концентратів товарної продукції шахт потрапляє до групи середньосірчистих.

УХІНом неодноразово виконувалось дослідне коксування шихт з використанням вугілля Львівсько-Волинського басейну [7]. Склад експериментальних шихт змінювали за рахунок введення вугілля різних шахт Червоноградського району у кількості від 15 до 40 % взамін 40 % газового вугілля Добропольської ЦЗФ (марка Г) та 20 % Пролетарської ЦЗФ (марка Ж). При повторному коксуванні вміст випробуваного вугілля становив від 15 до 40 % замість марки Г, та 15 % замість марки Ж. Було встановлено, що при введенні у шихту вугілля шахт 5, 6, 7, 8 ВМ замість вугілля марки Г у кількості до 40 %, або одноразово замість 20 % марки Г та 20 % марки Ж Донецького басейну кокс за фізико-механічними властивостями з експериментальних шихт не поступається коксу з еталонних шихт. Аналогічні результати були отримані при введенні у склад дослідних шихт вугілля шахт 5, 7, 8 ВМ кількістю 15 % замість тільки жирного вугілля Донбасу. У ДО Укр ГІМР були отримані позитивні результати при проведенні коксування дослідних шихт за участю вугілля шахт 7 та 9 ВМ у кількості 17-18 % при заміні ними донецького вугілля марки Ж. При подальших дослідженнях УХІНом було встановлено, що при збільшенні його у складі шихт до 20 % замість жирного вугілля Донбасу приводить до того, що отриманий кокс за механічною міцністю наближається до еталонного, трохи поступаючись йому за якістю. Ці дані підтверджуються результатами коксування у промислових умовах. Так у шихтах коксохімічних заводів України частка вугілля марки Ж Львівсько – Волинського басейну звичайно не перевищує 15 %.

У Південно-Західному геолого-промисловому районі вугілля марки Ж поширене на Тяглівському і Любельському родовищах.

По потужності пласти відносяться до тонких. Пластова зольність складає в середньому 20,7 % (Тяглів) – 17,2 % (Любель), при приблизно рівній зольності вугільних пачок (15,1 %). На Тяглівському родовищі переважає сірчисте вугілля ($St^d=3,10\%$), а на Любельському - середньосірчисте (1,84 %). Збагачуваність пластів важка (n_9, n_7^B) і дуже важка (n_8^B, n_7^1), за винятком вугілля пласту n_8 , яке характеризується легкою збагачуваністю. Збагачуваність по сірці гарна. Коефіцієнт зниження сірчистості складає 0,5-0,6. Вихід летких речовин по площі родовищ змінюється в широкому діапазоні значень. Так на Тяглівському родовищі при граничному значенні 23,4-41,3 % переважає вугілля з $V^{daf} - 30-32\%$. Для вугілля Любельського родовища характерні більш низькі значення цього показника, у межах 21,2-36,9 %, при середнім значенні 26,4 %. Пластометричні показники практично збігаються і складають у середньому 22 мм (Тяглів) і 21 мм

(Любель), при граничних значеннях 17 і 33 мм. Для вугілля характерні високі значення I_c , у межах 78-95 мм. Період початку спучування (Пн.) вугілля складає 340-390 сек., а період спучування (Пс) змінюється в межах 269-451сек., складаючи в середньому 360сек. Коефіцієнт пластичності вугілля у порівнянні з вугіллям Червоноградської групи шахт підвищений. При крайніх значеннях 0,74-1,28 його середнє складає 0,96. Вихід рідкої фази J^{daf} не перевищує 36 %, при середній кількості 31,2 %. Вугілля Любельського родовища більш метаморфізоване і відноситься до 14 класу III стадії метаморфізму. На Тяглівській ділянці вугілля належить до 13 класу II-III стадії метаморфізму. У цілому по геолого-промислового району значення величини відбиття складає 1,02 %. Незначна відмінність відзначається й у петрографічному складі вугілля. Так вугілля Тяглівського родовища містить більше мацералів групи вітриніту (69,2 %) і ліптиніту (8,2 %) і трохи менше мацералів групи семівітриніту (4,1 %) і інертиніту (18,5 %). Середній петрографічний склад вугілля Любельського родовища такий (%): Vt – 67,6, Sv – 6,5, I – 20,8, L – 5,1. Вища теплота згоряння в цілому для району складає 8266-8433 ккал/кг (34,6-35,3 МДж/кг), а нижча 6116-6880 ккал/кг (24,1-27,5 МДж/кг). Калорійний еквівалент становить 0,86-0,98. Відносний коефіцієнт технологічної цінності марки Ж Тяглівського родовища складає 0,82-0,86, а Любельського – від 0,89 до 1,0.

Високі значення коефіцієнта технологічної цінності підтверджуються результатами дослідного коксування, виконаного в УХІНі і ДО Укр ГІМРі.

Дослідне ящикне коксування, проведене співробітниками ДО Укр ГІМР на Комунарському коксохімзаводі, показало, що вугілля марки Ж Тяглівської ділянки можливо замінити в шихті жирним вугіллям Донецького басейну в кількості до 30 % без погіршення показника M25 та M10. За даними УХІНа введення в шихту вугілля марки Ж Тяглівського родовища в кількості 33 % замість жирного вугілля Донецького басейну дозволило отримати кокс задовільної якості, такої, що наближається за міцнісними характеристиками M25 та M10 до еталонного коксу. При введенні в шихту вугілля марки Ж Любельського родовища якість дослідного коксу не поступалася якості коксу, отриманого з еталонної шихти.

Марка К об'єднує вугілля 15, 16, 17 класів III – IV, IV, IV - V стадій метаморфізму (R_o від 1,21 до 1,6 %), з виходом летких від 18 до 28% та товщиною пластичного шару 13-28 мм. Вугілля цієї марки у Львівсько – Волинському басейні розповсюджене на території Любельського родовища, переважно на ділянках № 1, 2 Любельських. Вугілля марки К на більшій частині родовища представлено напівблискучими різностями. У їх петрографічному складі переважає група вітриніту (67,8 %). Вміст групи інертиніту по окремим свердловинам змінюється від 5,8 до 43,8 % при середній кількості - 18,6 %. Відмічається знижений, у порівнянні з вугіллям інших марок, вміст групи ліптиніту (5,6 %) та декілька підвищений вміст групи семівітриніту (7,9 %). Головний петрографічний тип вугілля – фюзиніто-гелітиту. За співвідношенням технологічних та петрографічних параметрів вугілля за методикою І.В. Єр'оміна [4] відноситься до сильно відновленого.

За хіміко – технологічними властивостями вугілля досить різноманітне. Поряд з малозольним вугіллям, яке складає близько 30 %, розповсюджено і багатозольне вугілля (до 10 %). Біля 70 % усіх замірів зольності потрапляє в інтервал значень від 1,5 до 15 %. Середня зольність вугільних пластів складає 14,1 %, а вугільних пачок – 13,3 %. За складом зола відноситься до залізистого та вапнякового типу. Вугілля - малосірчисте. Середній вміст сірки у вугіллі становить 1,04 %, при крайніх значеннях від 0,1 до 5,2 %. Вихід летких змінюється від 18,7 до 29,7 %. Більшість замірів (75 %) відноситься до інтервалу значень 22-26 %. За усередненими даними цього показника (23,6 %) вугілля належить до типу 20 [2]. Товщина пластичного шару змінюється від 13 до 25 мм, при середньому – 17 мм. Найбільше розповсюдження має надзвичайно коксівне (47,5 %) та помірно коксівне (43,4 %) вугілля. Усадка пластичної маси складає у середньому 28мм, при крайніх значеннях 7 та 51 мм. Близько 80 % всіх значень потрапляють в інтервал 20-40 мм. Значна технологічна цінність вугілля підтверджується і результатами його випробування іншими методами. Так показник RI змінюється від 50 до 85ум.од, з перевагою значень 70-80 ум. од., що відповідає сильно спікливому вугіллю. Високі значення має і головний показник, який характеризує спікливість за методом ПІ – ДмеПІ. Ів змінюється у межах 40 – 50мм, що відповідає найбільш спікливому вугіллю цієї марки. Значення показників Пс та Пн високі і збігаються з їх значеннями для вугілля марки КЖ Кузнецького басейну. Відносний показник Пс/Пн, який служить опосередкованим показником текучості та однорідності пластичної маси, складає частіш за усе 0,80-0,90. Вихід J^{daf} (метод ХПІ) змінюється в інтервалі значень 35-45 %, що є верхньою межею її вмісту для типового вугілля марки К. Випробування вугілля показало що воно має і максимальні, у межах 8-9, значення індексу вільного спучування (SI).

Показник відбиття вітриніту змінюється від 1,2 до 1,48 % і складає у середньому 1,27 %. Близько 2/3 замірів потрапляє в інтервал значень 1,20-1,30 %, що відповідає 15 класу IV – V стадії метаморфізму. Вміст вуглецю на горючу масу становить 87-89 %. Кількість водню (5,3-5,5 %) перевищує кількість кисню (4,7-5,45 %). Вища питома теплота згоряння (Q_s^{daf}) змінюється від 35,3 до 36,7 МДж/кг. Нижча питома теплота згоряння робочого палива (Q_r^i) у перерахунку на сухе беззольне паливо складає 25,9 – 28,3 МДж/кг. Калорійний еквівалент значний і дорівнює близько 0,97. Відносний коефіцієнт технологічної цінності органічної маси вугілля значний і складає 0,98.

При дослідному коксуванні 1,5 кг шихт у лабораторній печі УХІН за участю вугілля марки К Любельського родовища, було отримано достатньо міцний кокс задовільної якості. Головні міцнісні характеристики коксу з експериментальної шихти ($M_{25} = 89,1-90,6$ %, $M_{10} = 7,1-7,8$ %) не відрізняються від характеристик коксу, отриманого із шихти за участю донецького вугілля марки К ($M_{25} = 90,3$ %, $M_{10} = 7,28$ %). Аналогічні результати були отримані у ДВ Укр. ГІМРе, при проведенні на Комунарському коксохімічному заводі коксування експериментальних шихт навішенням 1,0кг. Так стирання коксу (M_{10}), отриманого із шихт за участю вугілля марки К Любельського родовища, складало 7,4-

8,0 %, а з еталонної шихти – 6,8-8,2 %. Не відрізнялися кокси і по показнику міцності (M25), значення якого було відповідно 88,5-90,1 та 87,3-90,0 %.

Отримані дані свідчать, що вугілля марки К має значний коефіцієнт технологічної цінності, не поступається за цими властивостями вугіллю марки К Донецького басейну і належить до цінної сировини для отримання металургійного коксу.

Комплексний підхід до вивчення складу та якості вугілля Львівсько-Волинського басейну дозволив надати детальну характеристику технологічної та енергетичної цінності органічної маси та визначити основні напрямки його раціонального використання. Встановлено, що вугілля однієї марки має неоднакові значення технологічних показників та їх співвідношення. Так доведено, що вугілля марки ДГ Нововолинського родовища, знаходиться на низькому рівні вуглефікації і характеризується незначною спіктивістю, має відносний показник технологічної цінності майже у два рази нижчий за показник його енергетичної цінності. На Забузькому родовищі, де розповуджене вугілля марок ДГ та Г, останні мають більшу технологічну цінність, але значна сірчистість та зольність обмежують їх використання у коксохімічній промисловості. Основним напрямком їх використання є енергетика. Газове вугілля Межиріченського родовища за технологічними характеристиками здатне до коксування, але значна сірчистість та зольність вугілля дозволяють застосовувати їх в обмеженій (до 13 %) кількості. Подальше збільшення їх вмісту у шихті приводить до погіршення якості коксу. Видобуте вугілля Великомоствіських шахт за технологічними властивостями займає проміжне положення між марками Г та Ж. Низька відбивна здатність вітриніту цього вугілля, яка характерна як для марки Г, так і для марки Ж, при значній зміні спіктивісті та значному виході летких, не дозволяє застосовувати їх у кількості більшій ніж 20 %. Найбільший інтерес для коксохімічної промисловості представляє вугілля марки Ж Південно-Західного регіону, яке характеризується більшими значеннями відносної технологічної цінності органічної маси. Вугілля цієї марки здатне повністю замінювати у шихті вугілля Донецького басейну. Слід відзначити, що найбільший показник відносної технологічної цінності органічної маси має жирне вугілля Любельського родовища. Правомірність цього висновку підтверджується і тим, що за раніш існуючою класифікацією воно відносилось до марки КЖ, яка має найбільш високу коксівну здатність серед кам'яного вугілля. Марка К Любельського родовища крім незначної сірчистості характеризується ще і високими значеннями показника P_{on} , що робить це вугілля цінною і дефіцитною сировиною для коксохімічної промисловості. Таким чином найбільший інтерес для коксохімічної промисловості серед видобуваного вугілля представляє вугілля Межиріченського родовища, а на перспективу – Південно-Західного регіону, яке за технологічною цінністю має значну перевагу перед вугіллям інших регіонів басейну.

Отримані дані підтвердили, що зменшення кількості марок у класифікації привело до того, що до однієї марки відноситься вугілля з різними технологічними властивостями і неоднаковою спроможністю до коксування. Ці розбіжності достатньо точно визначаються за допомогою показників відносної техноло-

гічної цінності органічної маси вугілля. Достовірність отриманих висновків підтверджується результатами коксування шихт з використанням вивчаємого вугілля. Таким чином методика розрахунку $P_{\text{оц}}$, яка розроблена для оцінки марок виділених за ГОСТ 25543-88, придатна, за умов незначних змін, і для оцінки марок виділених за ДСТУ 3472-96. Запропонований показник відносної енергетичної цінності вугілля погано диференціює вугілля марок Ж, К, ПС, П. Тому, для встановлення раціонального використання вугілля у промисловості необхідні подальші дослідження з метою більш ретельної оцінки енергетичної цінності його органічної маси.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 3472 – 96. Вугілля буре, кам'яне та антрацит. Класифікація. – К.: Держстандарт України, 1997. – 5с.
2. ГОСТ 25543 – 88. Угли бурые, каменные и антрациты: Классификация по генетическим и технологическим параметрам. – М.: Госком СССР по стандартам, 1988. – 19с.
3. Васильев Ю.С., Дроздник И.Д. Международный семинар: "Состояние мирового угольного рынка. Направления использования углей и сертификация их качества" // Углекимический журнал.–2002. – №1 – 2. – С. 49 – 52.
4. Еремин И.В., Броневец Т.М. Марочный состав углей и их рациональное использование. – М.: Недра, 1994. – 254с.
5. Савчук В.С., Пожидаев С.Д., Бойко П.Г., Дмитренко Н.В. Комплексная оценка пригодности для слоевого коксования запасов углей Тягловского участка Львовско – Волынского бассейна //Металлургия и коксохимия: Респ. межвед. науч. – техн. сб. – 1986. – Вып. 91. – С. 7 – 11.
6. Савчук С.В. Природа сульфидов железа угольных месторождений // Вопросы региональной и генетической минералогии. –К.: Наук. думка,1977. – С. 67 – 74.
7. Угли Львовско – Волынского бассейна / Е.Е. Рожнова, В.М. Лифшиц, Г.П. Вырвич и др. Исследования и классификация углей. – М.: Углетехиздат,1959. – С. 53 – 106.

УДК 622.235.5

В.Н.Коновал

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ЗАБОЕК СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛИРОВАННОГО ДРОБЛЕНИЯ ПОРОД ВЗРЫВОМ

Розглянуто вплив різноманітних конструкцій і матеріалів набійки на ефективність запирання продуктів детонації в подовжених зарядах вибухової речовини

USAGE OF NEW STUFFS STEMMING BLASTHOLE CHARGES FOR A SOLUTION OF A PROBLEM OF THE REGULATED EXPLOSION ROCKS BREAKING

The influence of different designs and stuffs stemming on efficiency of detonation products choking in column charges of an explosive is considered

Анализ развития взрывного дела за последние годы показывает, что, несмотря на многообразие способов повышения эффективности взрывных работ, все они зависят в основном от рационального распределения энергии в разрушаемом массиве.

Одним из основных факторов, определяющих результаты взрыва, является