

СОСТАВ И КАЧЕСТВО УГЛЕЙ МОСКОВСКОГО ЯРУСА СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ КРАСНОАРМЕЙСКОГО ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА

В.С. Савчук, Д.В. Приходченко, Национальный горный университет

Обобщены материалы по составу и качеству углей московского яруса северной части Красноармейского геолого-промышленного района. Выявлены особенности петрографического состава и химико-технологических свойств углей района в сравнении с ресурсами Лозовского и Старобельского угленосных районов. Определена марочная принадлежность рабочих угольных пластов, обоснованы направления их комплексного использования с учетом петрографических и технологических особенностей.

Несмотря на постепенное изменение топливно-энергетического баланса Украины за счет увеличения в нем участие природного газа и нефти, по-прежнему одно из ведущих мест будет занимать уголь [1]. Принимая во внимание политико-экономические аспекты настоящего, перспективными ресурсами для энергетики могут быть слабоуглифицированные угли северной части Красноармейского угленосного района Донбасса, где запасы угля достигают десятков миллиардов тонн [2]. В северной части района условно относятся 8 действующих шахт и 5 перспективных участков. Проблема рационального использования угля этого района, оптимизация сырьевых баз обогатительных шахт, определения взаимозаменяемости угля в различных технологических процессах, быстрое реагирование на запросы потребителей требуют более детального изучения его петрографического состава и качества.

Угли различных месторождений и геолого-промышленных районов Донбасса формировались в неодинаковых условиях, что способствовало образованию угля со специфическими свойствами и качеством, отличным от угля бассейна в целом. Такие свойства принято называть «провинциальными». Выявление таких особенностей угля имеет не только научное, но и большое практическое значение [3].

Целью исследований является комплексная оценка петрографического состава и качества углей северной части Красноармейского геолого-промышленного района Донбасса, выявления провинциальных особенностей их состава и качества путем сравнения основных показателей качества угля с углем северных окраин Донбасса: Старобельского и Лозовского района и Донбасса в целом.

В северной части Красноармейского района высокая угленосность приурочена к отложениям среднего и верхнего карбона. Наиболее угленосные свиты московского яруса: C_2^7 , C_2^6 , C_2^5 . В отложениях башкирского яруса (свиты, C_2^4 , C_2^3 , C_2^2 , C_2^1) промышленная угленосность значительно снижается. Основными угольными пластами являются: m_5^1 , m_5^{1B} , m_4^2 , m_4^0 , m_2 , l_8 , l_7^B , l_3 , l_2^1 , l_1 , k_8 , k_7^2 . Эти пласты сохраняют рабочую мощность на значительной площади района и являются объектами разработок. Все перечисленные пласты на площадях с балансовыми запасами средние мощности 0,6 м и выше. Пласты имеют разную степень выдержанности - от выдержанного в невыдержанного, строение - простое и сложное, двух-трехпачечное. Характеристика угленосности свит московского яруса приведена в таблице 1.

Рассмотрим детальную характеристику петрографического состава и качества основных угольных пластов московского яруса северной части Красноармейского геолого-промышленного района.

Свита C_2^7 . Макроскопически уголь пласта m_4^0 - блестящий, полублестящий и полуматовый, штриховатый и тонкополосчатый, реже однородной текстуры, плотный, легко рассланцовывается на тонкие пластинки. Иногда хрупкий, трещиноватый, по стенкам трещин – налёты кальцита и глинистого материала. По наслоению - фюзенизированные растительные остатки, тонкие налёты глинистого материала и отпечатки корковой ткани. Излом неровный, иногда ступенчатый. Эндогенные трещины через 0,5-2 см, на стенках трещин и по фюзенизированным фрагментам присутствуют пленки пирита.

Петрографический состав угля пласта в целом характеризуется большим распространением кларена, дюрена и дюрено-кларена с прослоями кларено-дюрена, с красно-бурым достаточно

однородным гелифицированным веществом, иногда с полосками структурного витрена, которые сохраняет структуру растительных тканей. Пустоты клеток витрена часто темно-коричневого цвета. В аншлифе уголь сложен гелифицированным атритом растительных тканей, численными микроспорами и их обрывками и заметным количеством микринита и мелких фрагментов ксилено-фюзена. Основная гелифицированная масса кларена неравномерно насыщена мелкими обрывками фюзенизированных тканей, микроспорами и минеральными включениями, глиной и пиритом.

Таблица 1 - Характеристика угленосности свит московского яруса

Свита		C ₂ ⁷	C ₂ ⁶	C ₂ ⁵
Средняя мощность ,м		439	225	329
Количество угольных пластов и пропластков	общая	29	26	26
	рабочей мощности	14	15	5
Суммарная мощность пластов, м	общая	30,47	36,12	22,83
	рабочая	21,46	23,47	8,81
Коэффициент угленосности, %	общий	6,94	16,05	6,94
	промышленный	4,89	10,43	2,3

Содержание группы витринита колеблется от 52 до 95 %. В гелифицированном веществе широкие полосы витрена, в основном, сохраняют структуру растительных тканей, мелкие корковые фрагменты наблюдаются в отдельных скважинах. Пустоты клеток витрена чаще темно-коричневого цвета. В большом количестве наблюдаются овально-удлиненные тела витренового характера разных размеров. Мелкие тела нередко создают небольшие фрагменты, оконтуренные тонкими кутикулами. Встречаются линзы ксиловитрена.

Группа инертенита, содержание которой составляет 2-10 %, представлена сравнительно небольшим количеством атрита, линзами ксиленовитрено-фюзена и семикиленовитрено-фюзена, нередко между ними наблюдается постепенный переход. Преобладают линзы семикиленовитрено-фюзена. В пластах с двухпачечным строением в верхних частях пласта наблюдается повышенное содержание липоидных и фюзенизированных компонентов. Группа липтинита представлена сравнительно небольшой частью микроспор, макроспор и кутикул. Микроспоры мелкие с тонкой и утолщенной экзиной с зубчиками, макроспоры толстые, чаще в обрывках, в небольшом количестве встречаются маленькие макроспоры и микросорусы. Кутикулы в основном тонкие, окантуривают линзы ксиловитрена и фрагменты с мелких овальных тел. Липоидные компоненты составляют 1-9 %. Цвет компонентов желто-оранжевый и оранжевый.

Минеральные примеси достаточно разнообразны. Пустоты клеток фюзенизированных фрагментов заполнены мелкоагрегатным каолинитом, а трещины в гетерогенных прослоях – кальцитом. Пирит в угле представлен небольшим количеством мелкоагрегатных вкрапленников, которые встречаются во всех компонентах; иногда создают скопления мелких вкрапленников, сцементированных мелкоагрегатным каолинитом. В виде тонких штрихов наблюдается глинистый сланец, иногда – мелкие включения кварца, больших зерен и сферолитов карбонатов.

По степени восстановленности пласт маловосстановленный и переходной на участках Ново-Бахметьевский, Самарский-Капитальный-2 и на поле гидрошахты «Пионер», маловосстановленный (тип «о-оа») на участке Добропольская-Капитальная, маловосстановленный (тип «а») на полях шахт «Белозерская», «Алмазная» и «Добропольская». Степень метаморфизма угля пласта изменяется в пределах групп: 2Г, 3Г и 4Ж [5,6].

По площади распространения пласта значения показателей химико-технологических свойств изменяются в широком диапазоне. Содержание серы в угле изменяется в значительных пределах (1,4-3,7%), на площади балансовых запасов колеблется в пределах от 1,4 до 3,6%, на площади забалансовых запасов – от 1,4 до 3,7%. По содержанию серы уголь пласта относится к мало-, средне- и многозольному. Очень сернистый уголь пласта (более 4,5 %) отмечен на центральной площади участка Самарский-Капитальный 1-2, который примыкает к большому эпигенетическому размыву пласта. Сера представлена пиритной, органической и сульфатной разновидностью большей частью с пиритной составляющей – от 45 до 79% общей сернистости, в связи с чем в зольном остатке угля повышенное содержание Fe_2O_3 (до 43,74 %). В составе золы угля имеют преимущество $Al_2O_3+SiO_2$ – от 42 до 82 % над содержанием оксидов $Fe_2O_3+CaO+MgO$ – от 12 до 42%, что характерно для маловосстановленного угля. Характер распределения зольности - относительно выдержанный. С учетом засорения внутрипластовых прослоев уголь является мало- и среднезольным, реже многозольным.

Повышение зольности в центральной части поля шахты Самарская-Капитальная 1-2 и в центральной части участка Самарский-Капитальный-2 до 16-24 % связано с распространением на этой территории сапропелевого угля (кенеля). Увеличение зольности на локальных территориях участков Самарский-Капитальный 1-2 и Ново-Бахметьевского до величин более 24% обусловлено появлением в грунте пласта прослоя углистого сланца. Зольность гумусового угля значительно ниже. На других территориях уголь пласта средне- и малозольный. Среднее содержание фосфора составляет от 0,001 до 0,06 %. Уголь пласта малофосфористый.

Величина, отражения витринита (R^0) колеблется в пределах 0,66-0,97 %. Выход летучих веществ (V^{daf}) изменяется в широком диапазоне: 29,5 - 60,6 % (60,6 % на участке Самарский-Капитальный 1-2 (такой выход летучих веществ характерен для сапропелевого угля). Толщина пластичного слоя (Y) 0-20 мм, с преобладающими значениями 6-10 мм.

По марочному составу уголь пласта в соответствии с ДСТУ 3472:2015 [4] относится к маркам Д, ДГ, Г, ГЖО. С учетом степени восстановленности и данных химико-технологического анализа по разведываемым участкам уголь пласта можно отнести к: длиннопламенному на участках Самарский-Капитальный 1-2, самарской-Капитальной-2, Ново-Бахметьевской и гидрошахте «Пионер»; длиннопламенному газовому на участках Ново-Бахметьевском-Глубоком, Самарский-Капитальный 1-2, Самарской-Капитальной 2, и на полях шахт «Белозерская», «Пионер», «Алмазная» и «Добропольская», «Красноармейская» и «Новодонецкая»; газовому на полях шахт «Добропольская-Капитальная» и «Добропольская», частично на поле шахты «Алмазная».

Свита С₂⁶. Макроскопически, уголь пласта **Из** полублестящий, разнополосчатый: среднеполосчатый (с полосками витрена 2-4 мм) и штриховатый, с большим количеством линз и прослоями фюзена. Редко встречается полуматовый уголь, в основном, за счет значительных примесей глинистого минерала. Эндотрещины развиты через 1-2 см, на стенках – пленки кальцита и пирита. Уголь средней крепости, тонко расслаивается по выпукло-выгнутым поверхностям. Поверхности трещин зеркально гладкие, а на площадях наслаивания иногда наблюдаются матовые поверхности с бороздами скольжения. Излом неровный.

По петрографическому составу уголь пласта клареновый с прослоями спорового кларена, реже дюрено-кларена и кларено-дюрена, реже встречаются прослои смешанного дюрена. Эти микролитотипы переслаиваются с малочисленными широкими полосками витрена. В отдельных больших линзах наблюдается постепенный переход от структурного витрена через ксиловитрен и ксиловитрено-фюзен. В гетерогенной части преобладает атрит гелифицированных тканей, среди которых присутствует большое количество мелких

фрагментов с грудковатой структурой, неравномерно расположенных в массе угля. Цвет гелифицированного вещества преимущественно красно-бурый.

Компоненты группы витринита составляет 40-95 %. Витрен представлен в виде полос разной ширины со слабо проявленной клетчатой структурой и линз с неровными и относительно нечеткими контурами.

Группа инертнина немногочисленна (1-15%). Она встречается, в основном, на участках дюрена и кларено-дюрена, и представлены микринитом и небольшими фрагментами ксилено-фюзена, ксиловитрено-фюзена и семиксилловитрено-фюзена.

Липоидные компоненты составляют 1-15 % и представлены макро- и микроспорами, спорангиями и липоидоатритом. Цвет липоидных компонентов меняется от желтого до желтовато-оранжевого. Встречаются обрывки кутикулы с утолщенной экзиной, обрывками микроспор, которые иногда обрамляют фрагменты витрена. Достаточно много микросорусов и мегаспорангиев хорошей степени сохранности.

Значительно развита эндогенная трещиноватость, трещины располагаются через 0,5-1,5 см. Минеральные примеси в угле разнообразны и представлены пиритом, каолинитом, глинистым материалом и кварцем. Пирит наблюдается в виде мелких, рассеянных вкрапленников, пленок и налетов на поверхности наложения, неравномерно распределенный по мощности пласта. Пирит наблюдается в виде мелких рассеянных вкрапленников, приуроченных к витрену, структурных витренизированных фрагментов и овальных тел, липоидных компонентов (толстыми кутикулами и макроспорами), иногда заполняет пустоты клеток фюзенизированных фрагментов и трещин вместе с карбонатом и мелкоагрегатным каолинитом.

По степени воостановленности – уголь пласта маловосстановленный (тип «а» - «оа»), на отдельных участках переходный (тип «б») и близкий к восстановленному. Значение показателя отражения витринита изменяется в пределах 0,76-1,05%. Степень метаморфизма угля изменяется в пределах групп метаморфизма: 1Д, 2Г, 3Г и 4Ж.

Химико-технологические показатели углей пласта также колеблются в больших пределах. Повышенное содержание серы в угле от 3,0 до 4,5 % отмечено практически на всей территории участка Ново-Бахметьевский, на юго-восточной части участка Самарский-Капитальный 1-2 и на большей части поля шахты «Добропольская-Капитальная». На отдельных локальных участках содержание серы в угле более чем 4,5 %. Малосернистый уголь присутствует на полях шахт «Новодонецкая», «Алмазная», «Белозерская» и «Добропольская». На остальной территории уголь среднесернистый. Уголь пласта мало-, средне- и высокозольное (1,5-47,9 %). На площади балансовых запасов оно мало-, средне- и высокозольное (1,5-44,7 %). Пластовая зольность изменяется в широких пределах: от 5,5 до 46,2 %.

Повышение зольности, которое наблюдается на отдельных участках северо-западной части оцениваемой площади, до 16-24 % (на Ново-Бахметьевском участке, в центральной и восточной частях поля шахты «Добропольская-Капитальная»); там где угленакопление пласта характеризуется наличием больших сингенетических размывов, оно связано с появлением в подошве пласта углистого сланца, или же с наличием породного прослоя. Непосредственно на территории, которая огибает сингенетический размыв (поле шахты «Добропольская-Капитальная»), отмечается повышение зольности более чем на 24 %. Площади с малозольным углем распространены в южной части участка Новобахметьевский-Глубокий, а так же в северной и южной частях участка Самарский-Капитальный-2 и почти на всей территории полей шахт «Красноармейская», «Новодонецкая» и гидрошахты «Пионер», центральной и юго-западной частях поля шахты «Алмазная». На остальной территории уголь малозольный. По химическому составу в золе угля преобладают окислы кремнезема и глинозема ($Al_2O_3 + SiO_2$ от 33,7 до 95,07%) над содержанием $Fe_2O_3 + CaO + MgO$ от 4,61 до 63,53%, что характерно для маловосстановленного угля.

Величина показателя отражения витринита (R^o) изменяется в пределах 0,76-1,05 %. выход летучих веществ V^{daf} (27,6 - 46,2 %) исследуемый уголь по ДСТУ 3472:2015 относится к маркам Д, ДГ, Г, ГЖО.

Свита С₂⁵. Макроскопически уголь пласта **к8** полублестящий, тонкополосчатый и

штриховатый. По поверхности наслоения встречаются большие обрывки фюзенизированных тканей и тонкие пленки кальцита, а также примазки глинистого материала. Уголь имеет значительную вязкость, неровный излом и очень интенсивную эндогенную трещиноватость. Расстояния между трещинами изменяются в пределах 0,5-2 см, стенки трещин нередко покрыты пленками кальцита.

По петрографическому составу уголь пласта в целом клареновый и кларено-дюреновый с прослоями кларено-дюрена, с частыми фрагментами стебlistого витрена, который в большинстве случаев сохраняет клеточное строение растительных тканей с достаточно однородным гелифицированным веществом красновато-бурого цвета, изредка встречаются микропрослоифюзенито-спорового кларено-дюрена и фрагменты кsilовитрена. Часто встречается постепенный переход витрена в кsilовитрен. Фрагменты витрена имеют форму полосок шириной от 1,5 см и меньше. Уголь представлен чередованием слоев кларена, реже дюрено-кларена и полос витрена. В гетерогенной части преобладает атрит гелифицированных тканей, среди которого встречается много небольших фрагментов и мелких обрывков грудковатых оранжево-желтых тканей. Цвет гелифицированного вещества преимущественно буро-красный. Липоидные компоненты представлены значительным количеством микроспор, обрывками микроспор, иногда с остатками мегаспорангиев и микросорусов. Цвет компонентов желтый и желто-оранжевый.

Минеральные примеси в угле очень разнообразны и представлены главным образом пиритом. Пирит содержится в большом количестве практически во всех шлифах. Находится он преимущественно в гелифицированной массе в виде точек размером от 0,01 до 0,05-1 мм, редко создавая скопления. Сингенетический пирит распределен в угле относительно равномерно. Из других минералов в отдельных шлифах по стенкам присутствует кальцит, каолин в клеточных пустотах.

По степени восстановленности уголь пласта колеблется от маловосстановленного и переходного (тип «б») – участок Самарский-Капитальный -2 до восстановленного и очень восстановленного (тип «в-вв») – участок Самарский-Капитальный-1-2. Степень метаморфизма угля пласта изменяется в пределах групп метаморфизма: 1Д, 2Г, 3Г, 4Ж.

Характер распределения серы по площади изменчивый, уголь пласта от мало- до высоко сернистого. Содержание серы в угле пласта подчиняется такой закономерности: пониженная сернистость наблюдается в тех частях района, где уголь маловосстановленный (кровля – глинистый сланец). На другой площади, где уголь восстановленный (в кровле залегает известняк) содержание серы в угле пласта высокое (3,0-6,8%). На основной части площади преобладает уголь с содержанием серы до 1,5% и 1,5-3%.

Зольность угля изменяется незакономерно и колеблется в значительных пределах (от 5,5 до 42,1%), и является изменчивой по всему району. Повышенную зольность (16-24 %, на небольшом участке – до 32,8 %) уголь пласта имеет на площади, ограниченной Ново-Бахметьевским и Самарским надвигами, а также на локальном участке в северо-восточной части поля шахты «Добропольская-Капитальная». В составе золы угля преобладают окислы кремнезема и глинозема ($Al_2O_3+SiO_2$) - от 42,62 до 92,47 % над содержанием основных оксидов ($Fe_2O_3+CaO+MgO$) – от 5,08 до 63,32 %, что характерно для маловосстановленного угля. С учетом засорения угля внутрипластовыми прослоями, уголь является мало-, средне- и высокозольным.

По результатам химико-технологического анализа выход летучих веществ V^{daf} составляет 27,5-49,8 % и изменяется в двух направлениях – уменьшается по падению пласта и в северо-западном направлении, где пласт маловосстановленный. Толщина пластичного слоя «У» - 0-25 мм. Значение показателя отражения витринита колеблется от 0,83 до 1,26%.

По марочному составу уголь пласта по ДСТУ 3472:2015 относится к маркам Д, ДГ, Г, Ж, ГЖ, ГЖО, К (группа К1). Уголь пласта пригоден для коксования (поля шахт «Алмазная», «Добропольская», «Белозерская») и для энергетических целей (поля шахт «Новодонецкая» и «Красноармейская»).

Особенности состава и качества углей. Для выявления провинциальных особенностей изучаемых углей северной части Красноармейского района было проведено сравнение их основных показателей состава и качества с углями Лозовского и Старобельского угленосных

районов. Обе эти площади обрамляют Донецкий бассейн с севера. Установлено, что по петрографическому составу угли северной части Красноармейского геолого-промышленного района отличаются по содержанию основных мацеральных групп от других рассматриваемых углей. Для них характерно повышенное количество мацеральной группы витринита и семивитринита и пониженное содержание мацеральных групп инертинита и липтинита

По сравнению с усредненным петрографическим составом Старобельского района они характеризуются несколько пониженным количеством группы инертинита и пониженным содержанием группы липтинита, при повышенном количестве группы витринита. По петрографическому составу угли северной части Красноармейского района наиболее близки к обобщенному петрографическому составу Донецкого бассейна в целом.

Отличаются угли рассматриваемых участков и по содержанию серы. Угли северной части Красноармейского района наименее сернистые и относятся, в основном, к группам сернистых, высокосернистых и повышено сернистых. Выявлена четкая закономерность изменения сернистости в стратиграфическом разрезе. От нижних пластов к верхним содержание серы уменьшается (Табл. 2).

Угли сравниваемых площадей по содержанию минеральных примесей все относятся к группе среднезольных, но отличаются по химическому составу. Химический состав золы углей северной части Красноармейского района практически совпадают с составом золы углей Донецкого бассейна. Зола углей Старобельской и Лозовской площади характеризуется повышенным содержанием оксидов кальция, натрия, триоксида серы и пониженным содержанием оксидов алюминия и кремния (Табл. 3).

Полученные данные позволяют сделать вывод, что угли северной части Красноармейского района по петрографическому составу, содержанию серы и химическому составу золы углей существенно отличается от углей Лозовской и Старобельской площади. По значениям этих показателей они наиболее близки к углям Донбасса в целом.

Таблица 2 - Содержание серы по сравниваемым площадям

Район	Средние содержания серы (%) по свитам		
	C ₂ ⁵	C ₂ ⁶	C ₂ ⁷
Северная часть Красноармейского района	3,43	2,98	1,97
Лозовской район	3,97	2,98	3,0
Старобельский район	3,2	4,3	4,6

Таблица 3 - Средневзвешенный состав золы углей

Район	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	P ₂ O ₅
Старобельский район	32,1	23,5	0,4	15,8	10,3	1,8	1,2	3,3	11,4	0,17
Лозовской район	32,10	23,50	0,40	15,80	10,3	1,80	1,20	3,30	11,40	0,29
северная часть Красноармейск. района	40,35	29,39	0,68	19,92	3,1	2,06	1,61	0,72	1,76	0,33
Донбасс в целом	40	25,8	0	19,6	5,2	1,5	1,7	1,2	4,6	0,4

Выводы. В результате проведенных работ были получены следующие результаты:

1. Пласты в угленосной толще северной части Красноармейского геолого-промышленного района распространены весьма неравномерно. К наиболее продуктивным относятся свиты C_2^5 , C_2^6 и C_2^7 .
2. Согласно ДСТУ 3472:2015 в районе распространен уголь таких марок: пласты m_4^0 , l_3 , k_8 – марки Д, ДГ и Г, ГЖО и частично К (группа К1);
3. Подтверждены ранее установленные закономерности изменения марочного состава соответственно с изменением степени метаморфизма угля, которая увеличивается по каждому пласту в юго-восточном направлении соответственно с увеличением мощности угленосной толщи (региональная составляющая); каждый залегающий ниже пласт всегда более метаморфизованный, чем залегающий выше (стратиграфическая составляющая), и при других равных условий вдоль изолиний мощностей свит более метаморфизованные пласты на более глубоких горизонтах (вертикальная составляющая).
4. В соответствии со значениями средней зольности чистых угольных пачек, принятых к подсчетам запасов к мало-, средне- и многозольному был отнесен уголь пластов m_4^0 , l_3 , k_8 ;
5. По массовой доле содержания серы общей к мало-, средне- и многосернистотому был отнесен уголь пластов m_4^0 , l_3 , уголь пласта k_8 – мало-, средне-, высокосернистый и много сернистый;
6. По массовой доле содержания фосфора уголь пластов m_4^0 , l_3 , k_8 – малофосфористый,
7. По петрографическому составу, химическому составу золы углей и содержанию серы изученные угли соответствуют средним значениям по бассейну, но отличаются от углей Лозовского и Старобельского угленосных районов;
8. К «провинциальным» особенностям углей следует отнести малую степень восстановленности и низкие значения толщины пластического слоя Y;
9. Полученные результаты показывают, что значительные запасы каменных углей низкой стадии метаморфизма расположенные на северных окраинах Донецкого бассейна являются ценным сырьем для комплексной энерготехнологической переработки. Перспективным направлением использования углей района является коксохимическая промышленность.

Список литературы

1. Нова енергетична стратегія України до 2035 року: «безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Проект. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=245213112>.
2. Zhykaliak M., Lukinov V. 2016. Improve state regulation of sustainable development of energy resources Ukraine. Mining of Mineral Deposits, 10(2), 97-105. <https://doi.org/10.15407/mining10.02.097>.
3. Savchuk V. Complex use of coal of Northern part of Donbsss / V. Savchyk, V. Prykhodcheko, V. Buzlylo, D. Prykhodcheko, V. Tykhonenko // Mining of mineral deposits. – 2013. P. 181-183.
4. ДСТУ 3472:2015. Вугілля буре, кам'яне та антрацит. Класифікація. – К., 2015. – 7 с.
5. Еремін І. В. Петрографія і фізическіє свойства углей /І. В. Еремін, В. В. Лебедев, Д. А. Цикарев // – М., Недра, 1980. – 263 с.
6. Ерёмин И.В., Броновец Т.М. Марочный состав углей и их рациональное использование: Справочник. – М.: Недра, 1994.-254 с.:ил.