

УДК 662.764; 536.7

Пинчук В.А. – канд. техн. наук, доц., НМетАУ

Потапов Б.Б. – канд. техн. наук, проф., НМетАУ

Шарабура Т.А. – студентка, НМетАУ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК УГЛЕЙ

Для оценки энергетической ценности углей Украины и выбора рационального направления их применения определена энтальпия образования углей различных марок и месторождений Украины. Установлено влияние влажности и зольности угля на энтальпию его образования. Рассчитаны адиабатические температуры процессов сжигания, воздушной и кислородной газификации.

Введение

В условиях дефицита топливно-энергетических ресурсов и истощения мировых природных запасов нефти и газа ведущая роль в экономике Украины принадлежит углю как одному из главных энергоносителей в ближайшем и отдаленном будущем. Сегодня предприятия черной металлургии традиционно сориентированы на использование дефицитных, дорогостоящих топлив (кокса, природного газа, мазута). Использование в различных технологиях и энергетике углей и продуктов его переработки позволит решить проблему рационализации топливно-энергетического баланса отраслей промышленности [1].

Различия в вещественном составе и степени метаморфизма обусловили большую дифференциацию технологических свойств углей. Для установления направления промышленного использования угли подразделяются на марки и технологические группы [2, 3]. В настоящее время одним из распространенных параметров для оценки угля является его теплота сгорания. Для получения дополнительной информации об энергетической ценности угля и эффективности его термохимических превращений предлагается использовать такую характеристику как энтальпия образования, позволяющая оценить в отличие от теплоты сгорания весь исходный термодинамический потенциал угля, а не только теплоту, выделяющуюся при его горении [4].

Постановка задачи и результаты исследований

Для оценки энергетического потенциала углей Украины и выбора рационального направления их применения проведено исследование энтальпии образования углей различных месторождений. Исследуемые марки углей охватывают широкий диапазон изменения содержания горючих компонентов, внешнего и внутреннего балласта.

В результате исследований определена энтальпия образования различных марок углей Украины от бурых до антрацитов. Результаты расчета энтальпии образования на примере газового угля различных шахт Донецкого бассейна представлены на рис. 1. Аналогичные зависимости получены и для остальных марок угля.

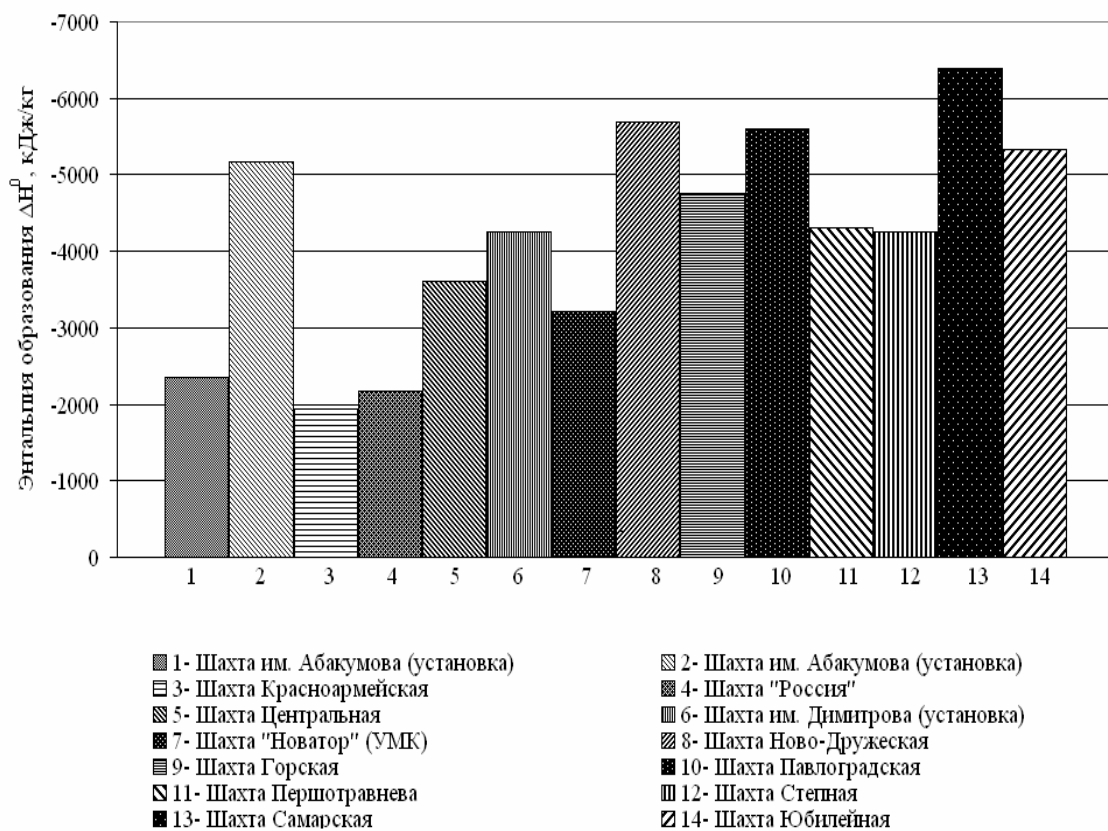


Рис. 1. Энтальпии образования газового угля Донецкого бассейна различных шахт

Как показали исследования, энтальпия образования угля изменяется в широких пределах от (-1904) до (-9705) кДж/кг. Из полученных данных видно, что отличия в составе углей различных марок и шахт отражается и на их исходном энергетическом потенциале. По результатам полученных данных было проведено усреднение энтальпий образования для каждой марки угля, результаты которого представлены на рис. 2.

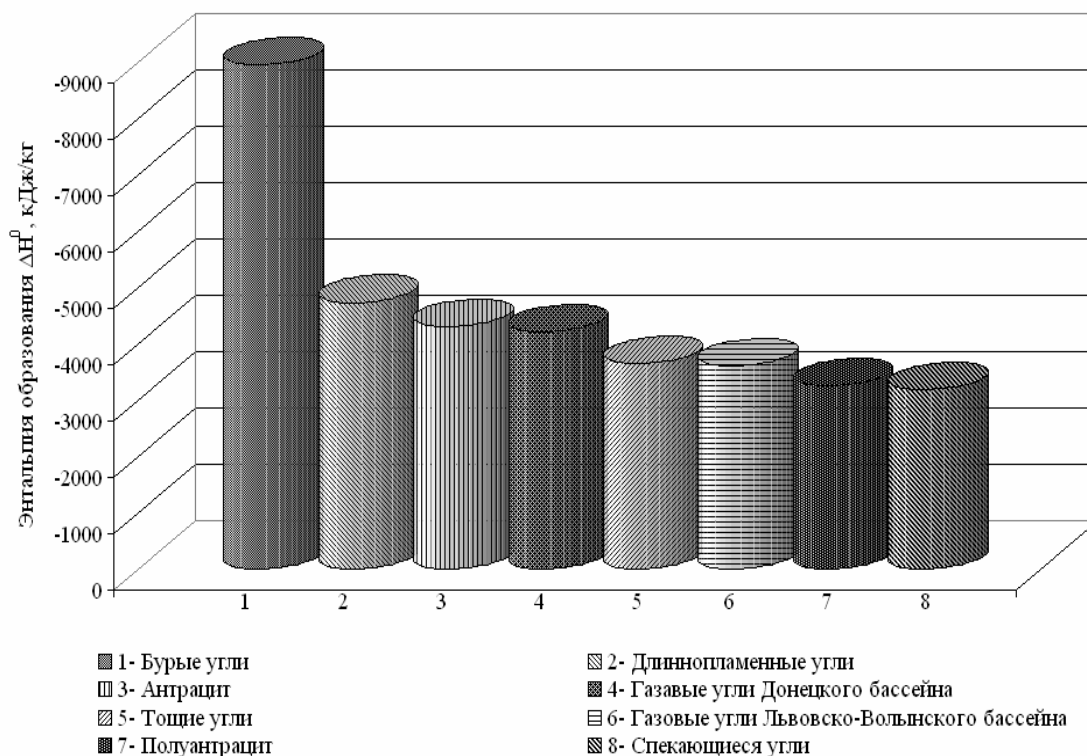


Рис. 2. Среднее значение энтальпии образования различных марок углей Украины

Из полученных данных видно, что наименьшее значение энтальпии образования наблюдается у бурого угля, которое составляет (-8955) кДж/кг, а наибольшее у спекающегося угля, которое составляет (-3179) кДж/кг.

По полученным значениям энтальпии образования можно оценить пригодность конкретной марки угля для определенной технологии использования. Так, бурые угли, обладающие наименьшей энтальпией образования, а соответственно и наименьшим энергетическим потенциалом наиболее пригодны для химической переработки. Длиннопламенные угли и антрациты в соответствии с нормами качества углей наиболее пригодны для различных способов сжигания (слоевого, пылевидного), что подтверждается относительно низкой энтальпией образования и не высоким энергетическим потенциалом. Газовые угли обладают достаточно большим выходом летучих и, благодаря этому, наиболее пригодны для газификации, что подтверждается величиной их энергетического потенциала. Наибольшей энтальпией образования и соответственно наибольшим энергетическим по-

тенциалом обладают спекающиеся угли, которые пригодны для производства кокса.

Одним из существенных факторов влияющих на энтальпию образования угля является его влажность. Уголь при его термической переработке может использоваться как в исходном состоянии, так и в подсушенном, что отражается на составе топлива, а, следовательно, на энтальпии образования. Для оценки влияния влажности угля на его энтальпию образования были проведены исследования влияния количества общей влаги, содержащейся в топливе на энтальпию образования. Результаты исследований представлены в виде графической зависимости энтальпии образования от влажности угля на рис. 3.

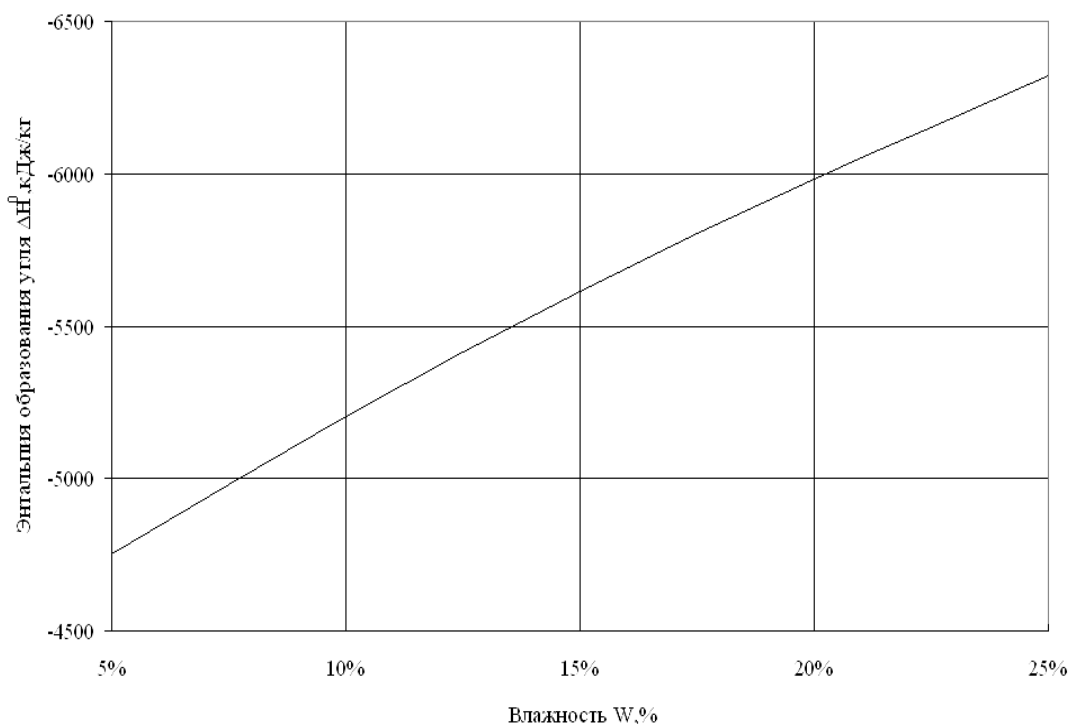


Рис. 3. Влияние влажности угля на энтальпию его образования

Как видно из полученных данных увеличение влажности приводит к уменьшению энтальпии образования. При этом при увеличении влажности на 5 % энтальпия образования уменьшается в среднем на 7,4 %, что соответствует 390 кДж/кг.

Важным фактором, влияющим на энтальпию образования угля, является его зольность. При термической переработки углей происходит нагрев минеральной массы до высоких температур, в результате чего вещества минеральной массы претерпевают превращения, включая процессы разложения и образования новых веществ при различных взаимодействиях.

В результате исследований получены зависимости изменения энтальпии образования угля от изменения содержания золы в угле в пределах от 5 до 45 %. Полученная графическая зависимость представлена на рис. 4, из которой видно, что при увеличении зольности на каждые 5 % энтальпия образования в среднем уменьшается на 8 – 12 %, что соответствует 400 – 480 кДж/кг.

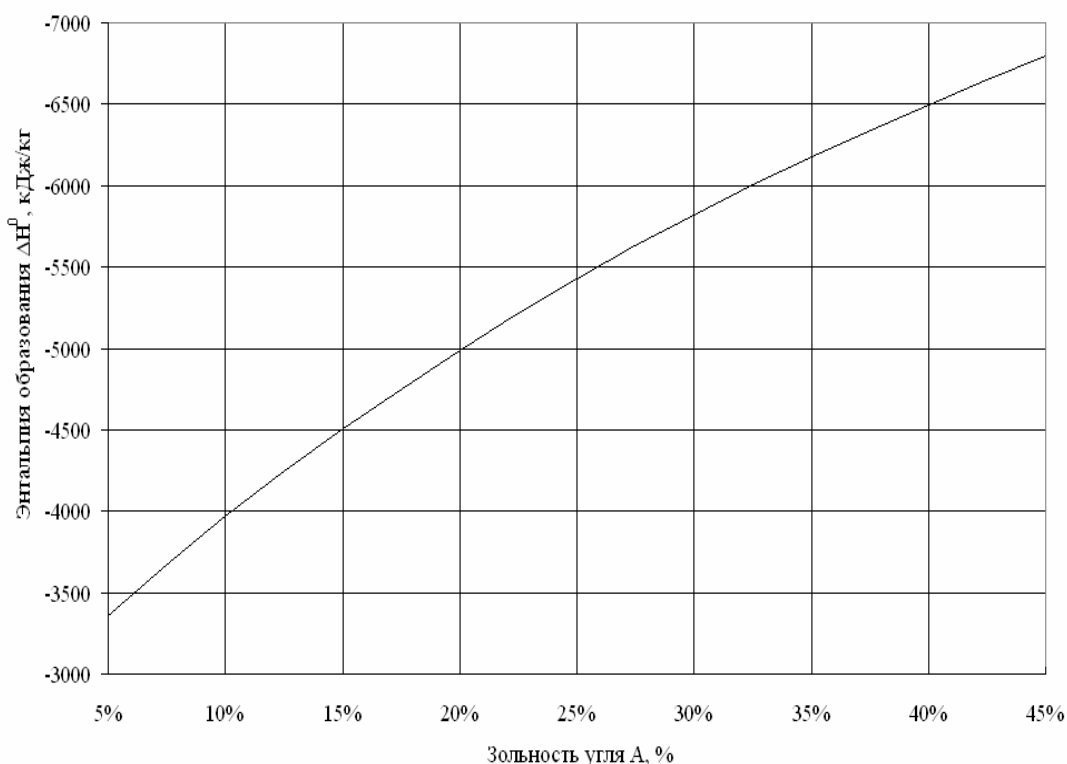


Рис. 4. Влияние зольности угля на энтальпию его образования

При термодинамических расчетах важно учитывать не только общее содержание минеральных примесей в угле, но и их химический состав. Проведен анализ влияния основных компонентов золы углей на суммарную энтальпию образования золы угля, который показал, что наименьшая энтальпия образования наблюдается у Al_2O_3 , которая составляет -16434 кДж/кг, у SiO_2 , которая составляет (-15156) кДж/кг, у MgO , которая составляет (-14923) кДж/кг. Поскольку в золе большей части углей Украины в наибольшем количестве содержится SiO_2 , то этот компонент и оказывает наибольшее влияние на суммарную энтальпию образования зольной части угля. Значение энтальпии образования зольной части различных марок углей представлено на рис. 5.

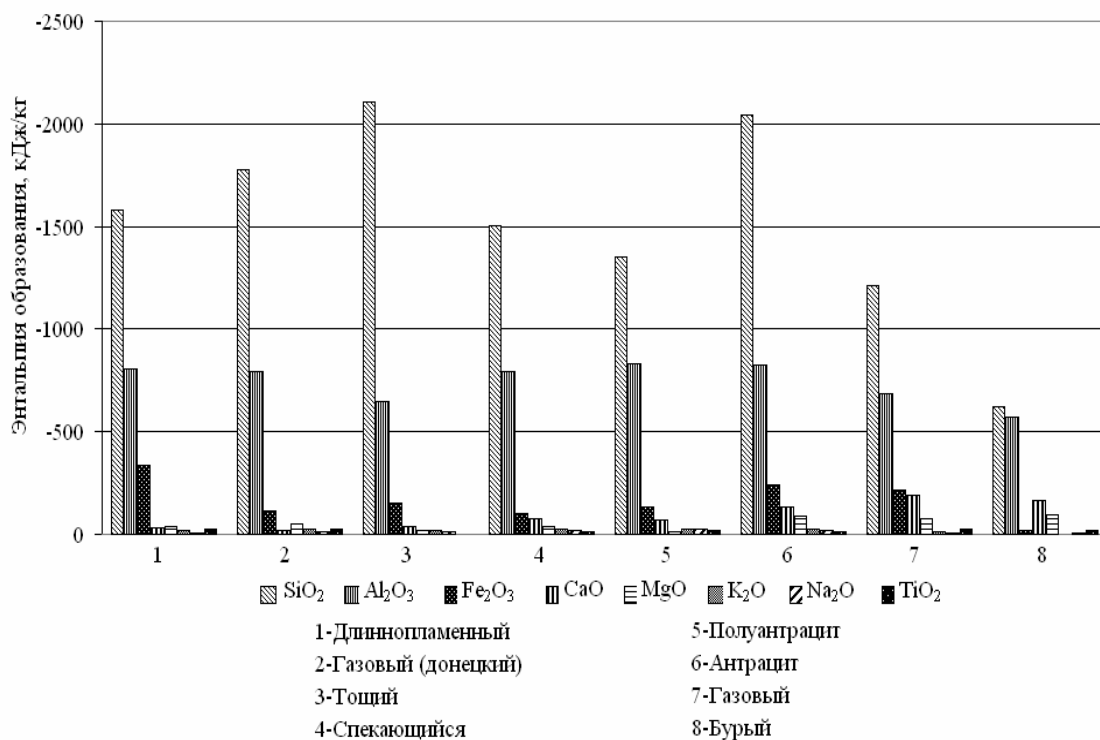


Рис. 5. Энтальпия образования зольной части различных марок угля

Энтальпия образования углей при расчетах их термической переработки необходима, в частности для определения адиабатической температуры процесса, а, следовательно, для свойств и состава продуктов переработки. Результаты расчета адиабатической температуры процессов сжигания и газификации угля представлены на рис. 6.

По полученным значениям энтальпии образования угля можно оценить температурный уровень протекания процесса термической переработки угля, а также определить необходимую марку угля и тип окислителя для удовлетворения требований по температуре процесса. Поскольку установлено количественное соотношение влияния зольности и влажности на значение энтальпии образования угля, становится возможным оценить изменение адиабатической температуры процесса при изменении этих характеристик угля без дополнительных пересчетов.

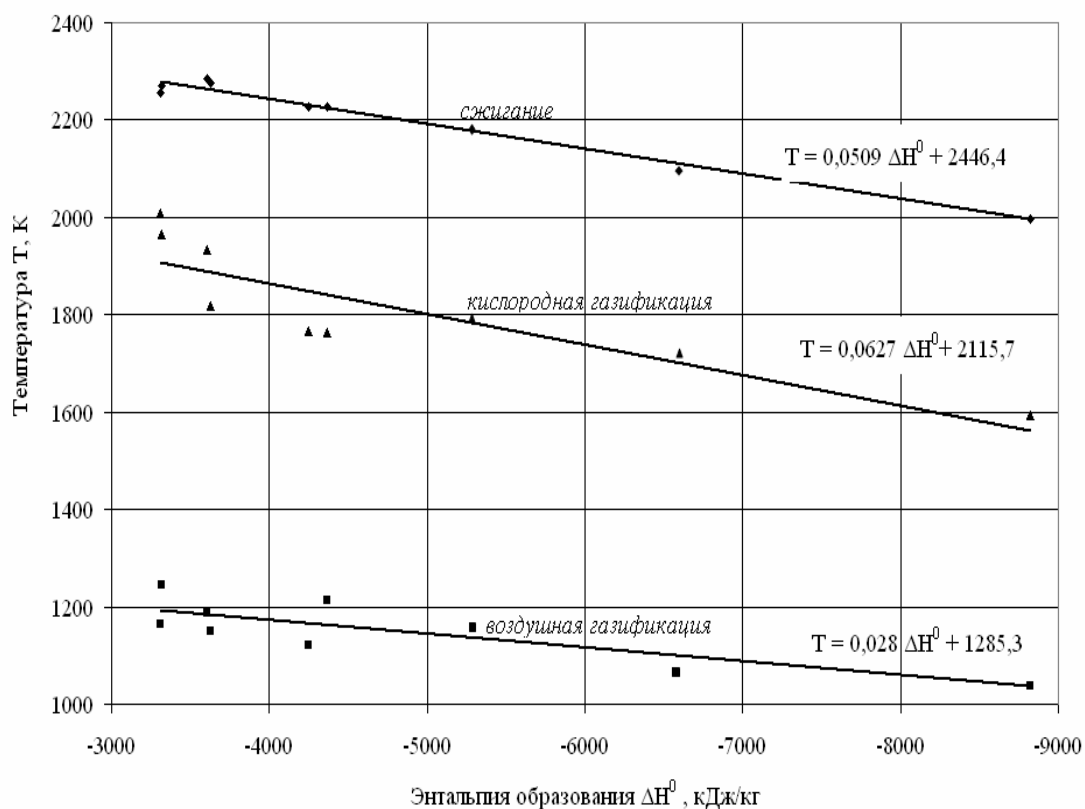


Рис. 6. Зависимость адиабатической температуры термической переработки от энтальпии образования угля

Используя полученные значения энтальпии образования угля, можно определить возможный тип газификации (низкотемпературная или высокотемпературная), а, следовательно, способ ведения процесса (в плотном, кипящем слое или в потоке), а также установить возможность осуществления автотермического процесса. Исследованиями установлены зависимости теплоты сгорания и выхода генераторного газа от энтальпии образования угля, что позволяет провести предварительную энергетическую и экономическую оценку газификации различных марок углей.

Выводы

1. Современное положение топливно-энергетического баланса Украины указывает на необходимость использования различных марок углей в соответствии с наиболее рациональным способом их переработки в различных отраслях промышленности. Поскольку наблюдается существенное различие в технологических свойствах углей, то для установления рационального направления промышленного использования углей в той или иной отрасли необходимо проводить оценку их энергетического потенциала.

2. Для оценки энергетической ценности угля и эффективности его термохимических превращений предлагается использовать энтальпию его образования, которая позволит оценить температурный уровень и способ протекания процесса, а также необходимую марку угля и тип окислителя. Расчетными исследованиями определена энтальпия образования углей различных марок и месторождений. Установлено, что эта характеристика угля изменяется в широких пределах от (-1904) до (-9705) кДж/кг.

3. Оценены влияния влажности и зольности угля на энтальпию его образования. Как показали исследования, при увеличении общей влажности на 5 % энтальпия образования уменьшается в среднем на 7,4 %, что соответствует 390 кДж/кг. При увеличении зольности на каждые 5 % энтальпия образования в среднем уменьшается на 8 – 12 %, что соответствует 400 – 480 кДж/кг. Определены значения энтальпии образования основных компонентов зольной части угля и оценено влияние каждого компонента на общее значение энтальпии образования зольной части.

4. Рассчитаны адиабатические температуры процессов сжигания, воздушной и кислородной газификации различных марок углей Украины. Полученные данные позволяют провести предварительную энергетическую и экономическую оценку газификации различных марок углей.

Список литературы

1. Потапов Б.Б., Пинчук В.А. Проблемы и перспективы использования в металлургии углей и продуктов их переработки // Інтегровані технології та енергозбереження. – 2006. – № 2. – С. 122 – 125.

2. Энергетическое топливо СССР (Ископаемые угли, горючие сланцы, торф, мазут и горючий природный газ) / Справочник. В.С. Вдовченко, М.И. Мартынова, Н. В. Новицкий и др. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 184 с.

3. Еремин И.В., Броневец Т.М. Марочный состав углей и их рациональное использование. – М.: Недра, 1994. – 255 с.

4. Потапов Б.Б., Пинчук В.А. Оценка термодинамического потенциала углей Украины // Металлургическая теплотехника. Сборник научных трудов Национальной металлургической академии Украины. – Днепропетровск: «ПП Грек О.С.». – 2006. – С. 278 – 284.

Рукопись поступила 25.05.2008 г.