

курсу 1,0 долл. = 30,0 руб. и ценах на металлы за 2003 год). При этом максимальные доли (%) доходов могут быть получены при переработке углей марок: Г(14,48); Ж(11,0); КО(9,46); СС(9,84). Таким образом, выбор технологий и выбор наиболее насыщенного ценными (токсичными) элементами сырья являются неразделимыми направлениями поискового процесса при становлении промышленности по глубокой и экономически выгодной переработке углей и других видов минерального сырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Угольная база России. Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири (Кузнецкий, Горловский, Западно-Сибирский, бассейны; месторождения Алтайского края и Республики Алтай).*- М.: ООО «Геоинформцентр», 2003.- Т. 2.
2. *Нифантов Б.Ф.* Геохимия и оценка ресурсов редкоземельных и радиоактивных элементов в кузнецких углях. Перспективы переработки / Б. Ф. Нифантов, В. П. Потапов, Н. В. Митина.- Кемерово: Институт угля и углехимии СО РАН, 2003.- 104 с.
3. *Юдович Я.Э.* Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях / Я. Э. Юдович, М. П. Кетрис.- Екатеринбург: УрО РАН, 2005.- 655 с.
4. *Юдович Я.Э.* Ценные элементы-примеси в углях / Я. Э. Юдович, М.П. Кетрис.- Екатеринбург: УрО РАН, 2006.- 538 с.
5. *Ценные и токсичные элементы в товарных углях России: Справочник* / Под ред. Ю.Н. Жаров, Е.С. Мейтов, И.Г. Шарова и др.- М.: Недра, 1996.- 238 с.
6. *Авдонин В.В.* Месторождения металлических полезных ископаемых / В. В. Авдонин, В. Е. Бойцов, В. М. Григорьев и др.- М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1998.- 269 с.
7. *Нифантов Б.Ф.* О высоких концентрациях ниобия и тантала в кузнецких углях / Б. Ф. Нифантов, А. Н. Заостровский // Вестник КузГТУ.- 2007.- № 5.- С. 68-72.
8. *Экологические проблемы угледобывающих районов при закрытии шахт. Комплексное исследование экологических проблем при закрытии угольных предприятий и освоении новых угольных месторождений* / Под ред. Г. И. Грицко и др.- Кемерово: ИД «Азия», 2001.- 240 с.
9. *Nifantov B.F.* Coal Geochemistry of Kuzbass / B. F. Nifantov, V. P. Potapov // Twentieth Annual Int. Pittsburgh Coal Conf. Sept. 15-19 2003.-, Pittsburgh, Pennsylvania. Recorded in USA. ISBN 1-890977-20-9. Copyright.- 12 p. **ИД АЗ**

Коротко об авторах

Нифантов Б.Ф. – канд. геол.-минерал. наук,
Потапов В.П. – д-р техн. наук, проф.,
Институт угля и углехимии СО РАН.

© С.И. Арбузов, 2008

С.И. Арбузов

**УГЛИ СИБИРИ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК
БЛАГОРОДНЫХ И РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ**

Высокие темпы роста мировой промышленности в 20-м – начале 21 века обусловил резкое возрастание спроса на минеральное сырье. Особенно интенсивно растет потребление редких металлов, обеспечивающих развитие новейших отраслей промышленности – электроники, электротехники, авиационной и космической отраслей. Рост потребления редких металлов приводит к истощению их запасов и вовлечение в переработку низкокачественных руд. В последнее время в качестве такого потенциального сырья рассматриваются и угли.

Угли – традиционный источник промышленного получения германия. Германий из энергетических углей получают в России и Китае, из коксующихся – на Украине. В последнее время возрастает внимание и к другим ценным элементам-примесям в углях. особый интерес представляют золото, лантаноиды, скандий, иттрий, уран, цирконий и ниобий. Значительные ресурсы этих металлов установлены в Сибирском регионе.

В Сибири сосредоточено по разным оценкам от 2,8 до 70 трлн т угля. Это главный угледобывающий регион России (табл. 1). Угледобыча в Сибири превышает 75 % от общероссийской. Максимум добычи (свыше 170 млн т) приходится на Кузбасс.

Проведенные в регионе специализированные геохимические исследования показали, что здесь имеется целый ряд месторождений и отдельных угольных пластов, аномально обогащенных редкими и благородными металлами. По предварительным данным, их содержание и ресурсы в углях достаточны для промышленного извлечения. Особого внимания заслуживают Ge, Au, Sc, U, Nb, Ta, Zr, Y и редкоземельные элементы.

Германий. Германиеносность углей Сибири изучена значительно лучше, чем других редких элементов-примесей. Оценка германиеносности с разной степенью детальности

Таблица 1

*Характеристика угольных месторождений
и бассейнов Сибири*

| Бассейны, месторождения | Возраст углей | Марки углей | Общие ресурсы, млрд. т | Балансовые запасы, млрд. т | Добыча, млн. т |
|---------------------------------------|----------------|-------------|------------------------|----------------------------|----------------|
| Кузбасс | D, C-P, J | 2Б - А | 524,4 | 72,5 | 170 |
| Канско-Ачинский | J | Б, Г | 446 | 119 | 36 |
| Иркутский | J | Б - Ж | 25,7 | 12,2 | 11,5 |
| Минусинский | D, C-P | Д, Г | 26,7 | 5,3 | 9,4 |
| Улугхемский | J | Г, Ж | 19,4 | 4,9 | 0,7 |
| Горловский | C-P | А | 6,8 | 1,3 | 0,8 |
| Тунгусский | C-P | 2Б-А | 1485 | 4,5 | 0,3 |
| Таймырский | C-P, J | 2Б-А | 191,7 | 0,089 | - |
| Западно-Сибирский | T-Pg | 1Б-Г | 34500 | 1,3 | - |
| Курайское | C ₂ | Г | 0,0005 | - | - |
| Пыжинское | Г | Ж | 0,242 | 0,0431 | - |
| Талду-Дюргунское | Pg-N | Б | 0,065 | 0,0391 | - |
| Сибирь (без Западно-Сибирского) | D-Pg | 1Б-А | 2726 | 221,2 | 228,7 |
| Всего Россия (без Западно-Сибирского) | | | 4093 | 277 | 294,5 |

выполнена для подавляющего числа месторождений и бассейнов региона. Запасы металла промышленных категорий установлены в энергетических углях Черногорского месторождения Минусинского бассейна и в двух месторождениях коксующихся углей Кузбасса. Оцененные нами прогнозные ресурсы для Минусинского бассейна превышают 90 тыс. т, в том числе для Черногорского месторождения - 8895 т (табл. 2). Прогнозные ресурсы германия, подсчитанные для меловых лигнитов одного только Нижне-Касского участка восточной окраины Западно-Сибирского бассейна, составляют по сумме категорий P₂+P₃ 11 тыс.т. (Евдокимов и др., 2004). Высокогерманиеносные угли известны и в других районах Западно-Сибирского и Тунгусского бассейнов. По мнению А.Г. Еханина (1997), имеются

Таблица 2

Ресурсы ценных элементов-примесей в углях

Черногорского месторождения

| Месторождение, бассейн | Запасы (ресурсы) угля, тыс. т. | Ресурсы, т | | | | | | | Категория |
|---------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------------------------|
| | | Sc | Ge | V | Zr | Y | Au | PЗЭ | |
| Черногорское | 1620263 | 13853 | 8895 | 62850 | 93327 | 16769 | 4,81 | 63725 | P ₁ |
| В т.ч. пласт Двухаршинный | 5000 (50000) | 68,5 (685) | 25,7 (257) | 194 (1940) | 288 (2880) | 51,8 (518) | 0,015 (0,15) | 196 (1960) | P ₁ P ₂ |
| В целом по бассейну | 24862289 | 205860 | 93979 | 754073 | 1409692 | 304314 | 62,7 | 1266485 | P ₂ |

значительные предпосылки обнаружения высокогерманиеносных разностей углей и лигнитов как в известных месторождениях (Кокуйское) и углепроявлениях (Глининское, Нижнее-Тасеевское и др.), так и в новых перспективных частях северной окраины Зыряновской котловины.

Вовлечение германиеносных углей региона в комплексную переработку с целью извлечения металла ограничивается разными причинами. Получение германия из коксующихся углей Кузнецкого бассейна сдерживается отсутствием встроенной в основной технологический процесс коксования адаптированной для конкретных углей технологии его извлечения. Технология, используемая для извлечения металла из донецких углей, требует доработки в применении к углям Кузбасса (Кац и др., 1998).

Получение германия из энергетических углей марки Д Минусинского бассейна ограничено низким содержанием металла. Ресурсы германия достаточно для создания оптимального по мощности производства, но невысокие его концентрации не позволяют создать рентабельное производство, ориентируясь только на германий.

Освоение высокогерманиеносных лигнитов восточной окраины Западно-Сибирского бассейна ограничивается удаленностью объектов отработки, суровыми климатическими условиями, сезонным характером добычи, обогащения и транспортировки. Однако даже в этих условиях, по мнению красноярских специалистов, возможно рентабельное получение металла (Евдокимов и др., 2004). По их расчетам, в таких условиях себестоимость 1 т германиевого концентрата будет составлять 1223 доллара. Общие затраты на по-

лучение 1 кг Ge составят 318 долл., а рентабельность предприятия по чистой прибыли – 33,7 %.

Другие участки в юго-восточной части Западно-Сибирского бассейна с высокими, иногда с ураганскими (до 0,6 %), содержаниями германия изучены крайне слабо и поэтому в ближайшей перспективе в качестве потенциального источника его получения не рассматриваются.

Таким образом, ресурсная база и технологические возможности для попутного или самостоятельного получения германия из углей Сибири имеются, но все известные в настоящее время объекты существенно уступают в качественном отношении германий-угольным месторождениям Приморья.

Скандий. Скандий – один из наиболее перспективных элементов для рентабельного извлечения из углей Сибири. На территории региона имеется несколько угольных месторождений, пригодных для организации промышленного получения скандия.

Наибольший интерес представляют угли хорошо освоенного Черногорского месторождения Минусинского бассейна. Расчеты показывают, что в Черногорском месторождении ресурсный потенциал скандия достаточно велик. Имеющихся ресурсов металла достаточно для создания на базе углей месторождения крупного производства по попутной добыче скандия и других элементов-примесей. Один только пласт Двухаршинный способен обеспечивать современное мировое потребление этого металла в течение нескольких десятилетий (табл. 2). Такими же перспективами обладают пласты Малый, Новый, Безымянный и ряд других пластов Черногорского месторождения, а также пласты 16, 16а, 19 Бейского месторождения.

Аномальные содержания скандия характерны и для бурых углей отдельных месторождений Канско-Ачинского бассейна. Расчет прогнозных ресурсов выполнен для Бородинского, Саяно-Партизанского и Большесырского месторождений в связи с тем, что здесь выявлены возможно промышленно значимые концентрации скандия и установлены обогащенные им угольные пласты (табл. 3).

Таблица 3

Ресурсы ценных элементов-примесей в углях отдельных месторождений Канско-Ачинского бассейна, г/т

| Месторождение, бас- | Запасы | Ресурсы, т | Категор- |
|---------------------|--------|------------|----------|
|---------------------|--------|------------|----------|

| сейн | угля, млн. т. | Sc | Nb | V | Zr | Y | Au | рия |
|--|---------------|------|------|-------|-------|------|------|----------------|
| Бородинское | 1164 | 3840 | 3026 | 12801 | 57139 | 4888 | 8,3 | P ₁ |
| В т.ч. пласты Рыбинские и Профильный | 140 (12%) | 1008 | - | - | 7420 | - | 1,1 | P ₁ |
| Большесырское | 194 | 292 | 253 | 545 | 6347 | 117 | 1,2 | P ₁ |
| Саяно-Партизанское, участок Ивановский 3-4 | 263,5 | 2160 | - | - | 12120 | 5796 | 4,2 | P ₁ |
| Переясловское | 979,875 | - | - | - | - | - | 58,8 | P ₁ |

Ресурсы скандия, золота и других попутных элементов здесь можно оценить по категории P₁. На участках месторождения с некатегорийными запасами угля, ресурсы попутных металлов оценены по категории P₂.

Расчеты показывают, что в Бородинском и Саяно-Партизанском месторождениях ресурсный потенциал скандия достаточно велик. Имеющихся ресурсов металла достаточно для создания на базе углей месторождения крупного производства по попутной добыче скандия и других элементов-примесей.

Аномально высокая скандиеносность установлена и для бурых углей юрского возраста Западно-Сибирского бассейна. Здесь содержание металла в золе угля в ряде случаев превышает 0,2 %. Однако перспективы его промышленного извлечения из этих углей в ближайшей перспективе не просматриваются в связи со значительной глубиной залегания углей. Необходимо исследование районов, где угольные пласты этого возраста доступны для отработки. Возможно, такие пласты распространены в западной приуральской части бассейна.

Таким образом, исследования показывают, что скандий является одним из наиболее перспективных элементов для попутного извлечения из углей и отходов их переработки. Вовлечение этих ресурсов скандия в производство сдерживает лишь конъюнктура его рынка. Чрезвычайно высокая себестоимость получения металла, а следовательно, и его цена мешают росту спроса и не стимулируют производство.

Золото. Несмотря на то, что наличие промышленного золота в углях Кузнецкого бассейна прогнозировалось еще в начале 20 века, реальная золотоносность углей Сибири до последнего вре-

мени изучалась в очень ограниченных масштабах. Проблема заключалась в отсутствии сравнительно дешевых экспрессных аналитических методов, позволяющих надежно определять золото в угле. Активное изучение началось в связи с внедрением в практику геологоразведочных работ нейтронно-активационного анализа. До настоящего времени золотоносность углей региона все еще слабо оценена.

Перспективы извлечения золота из углей региона специально не изучались. Небольшой объем исследований, выполненный А.М. Сазоновым с коллегами, показал, что из золошлаковых отходов от сжигания бурых углей основных промышленных месторождений Канско-Ачинского бассейна гравитационными методами оно почти не извлекается (Сазонов и др., 1997).

Вместе с тем, судя по его содержанию в лабораторной золе угля, золото может попутно извлекаться из отходов сжигания углей Саяно-Партизанского, Бородинского, Переясловского и Большесырского месторождений. Особого внимания заслуживает Переясловское месторождение. По предварительным данным суммарные прогнозные ресурсы золота в месторождении по категориям P1+P2+P3 достигают 196 т. Только в поле разреза Переясловский в углях с балансовыми запасами промышленных категорий сосредоточено свыше 22 т. золота

Проблема низкой извлекаемости золота из золы бурых углей заключается в форме нахождения металла. Тонкодисперсный рассеянный характер его выделений в золошлаках не позволяет извлекать металл дешевым гравитационным способом. Органическая форма нахождения может обусловить частичный вынос золота с дымовыми газами при сжигании угля. В связи с этим необходимо изучить его поведение при разных режимах сжигания угля и при подтверждении его выноса с золой уноса организовать улавливание в системе очистки газов.

Ниобий. В Кузбассе его содержание в золе угля пласта XI достигает 2000 г/т при среднем значении 146 г/т, в Минусинском бассейне в пласте ХХХа – 220 г/т.

В каменных углях Кузнецкого бассейна аномальные концентрации ниобия фиксируются не только в тонких контактовых зонах угольных пластов, но и в более значительных по мощности интервалах и даже в целых пластах мощностью до 9 метров. Такие пласты установлены на разрезе Сибиргинском, где содержание ниобия

в пласте IV-V составляет 35 г/т (360 г/т золы). Аномальные содержания Nb в углях Сибиргинского разреза коррелируют с повышенными содержаниями Zr (до 160 г/т) и La (до 50 г/т).

Наибольшие известные в настоящее время концентрации ниобия установлены в золах углей верхней части пласта XI над рудным прослоем, где они достигают 0,2 %, что даёт в пересчёте на уголь 300 г/т без учёта потерь при озолении. Мощность резко обогащённого участка составляет в среднем 0,2 - 0,3 м, хотя относительно обогащена ниобием вся верхняя часть пласта от 1,2 до 1,5 м, а иногда и нижняя. Наряду с ниобием в углях и углистых породах пласта XI выявлены высокие концентрации лантаноидов (La до 215 г/т, Ce до 308 г/т), иттрия (до 165 г/т) и циркония (до 1950 г/т).

Повышенные концентрации ниобия, приближающиеся к возможно промышленно значимым, отмечены в отдельных угольных пластах Канско-Ачинского бассейна. Однако невысокие уровни накопления металла не позволяют рассматривать их в качестве самостоятельного сырьевого источника ниобия. Здесь его перспективы могут быть связаны только с комплексом попутных элементов.

Тантал. В отличие от относительно распространенных ниобийсодержащих угольных пластов, танталоносные угли известны лишь в Кузбассе. Детальные исследования, проведённые в пределах горных отводов шахты им. Ленина, разреза Ольжерасский показали, что повышенные концентрации тантала в разрезе пласта XI приурочены к прослою (партингу), сложенному углистыми алевролитами и алевропесчаниками мощностью 0,1-0,13 м, подстилающему верхнюю пачку ниобиеносных редкометалльных углей.

Общая мощность XI пласта составляет 1,9-2,5 м. Партинг изредка выклинивается, но в целом прослеживается по латерали с запада на восток на расстояние до 5 и более километров. Площадь его распространения по самым осторожным оценкам превышает 10 км². Среднее содержание тантала в алевролитах прослоя составляет 42 г/т, максимальное 71 г/т, что в 10-30 раз превышает фон для углевмещающих пород (2,9 г/т). В направлении с запада на восток концентрация элемента имеет тенденцию к увеличению, сначала несколько снижаясь, затем снова повышаясь, достигая максимума в пределах горного отвода шахты им. Шевякова. В соответствии с классификацией монометалльных месторождений тантала и ниобия по качеству руд, породы партинга по содержанию этих элементов представляют собой рядовые (иногда богатые) руды для экзоген-

ных месторождений и убогие (иногда бедные) руды для эндогенных месторождений тантала. Ресурсы металла предварительно оцениваются нами в размере 100 т.

Высокие концентрации тантала (10-16 г/т) и повышенные содержания большой группы элементов, характерных для аномального прослоя в XI пласте, установлены также в песчаниках кровли XX пласта, алевролитах почвы пласта XI, углистых алевролитах, слагающих прослой в верхней части пласта IV-V. Это позволяет нам прогнозировать более широкое распространение редкометалльного оруденения подобного типа в стратиграфическом разрезе усятской, кемеровской и промежуточной свит Томь-Усинского района.

Особенностью угольных пластов, содержащих “аномальные” горизонты, является наличие в углях и их золах высоких концентраций комплекса литофильных редких металлов: ниобия, циркония, иттрия, лантаноидов, тория и др.

Отчетливая приуроченность аномальных содержаний Nb, Ta и других редких элементов к определенным угольным пачкам или неугольным прослоям позволяют реализовать селективную выемку обогащенных горизонтов, обеспечив тем самым получение редкометалльной руды.

Незначительные затраты на добычу и комплексный характер руд ставит тантал-ниобиевое оруденение в углях в один ряд с известными месторождениями собственных руд этих металлов, несмотря на сравнительно невысокое содержание ниобия и тантала в аномально обогащенных им углях. Однако промышленное освоение редкометалльных Ta - Nb углей ограничивается их слабой изученностью. Не оценены запасы ценных элементов в углях, не разработаны экономически эффективные и экологически приемлемые технологические схемы получения промышленных концентратов и извлечения редких металлов.

Уран. Ураноносными в регионе являются окисленные бурые угли и лигниты. Проявления и мелкие месторождения урана известны в Канско-Ачинском, Иркутском и Западно-Сибирском бассейнах. Во всех изученных случаях урановое оруденение не сингенетично углеобразованию, а связано с наложенными процессами. Наиболее крупные проявления: Итатское, Яйское, Усманское и др, - обусловлены наложенными гипергенными процессами новейшей эпохи ураноаккумуляции. Число таких аномалий весьма велико. Они

зафиксированы на выходах угольных пластов под наносы на большинстве угольных месторождений Канско-Ачинского бассейна, на многих месторождениях Иркутского и Западно-Сибирского бассейнов. Мелкие уранопроявления известны и среди каменноугольных отложений Минусинского, Кузнецкого и Тунгусского бассейнов. Проводившаяся в 60-70 годы 20 века оценка отдельных урановых проявлений в угольных пластах свидетельствует о неперспективности их для самостоятельной отработки в качестве уранового сырья. Перспективы переработки таких углей могут быть связаны только с необходимостью утилизации окисленных углей с целью уменьшения их воздействия на окружающую среду. Однако низкое содержание металла в окисленных углях и небольшие запасы руд в рудных телах сводят вероятность освоения этих объектов к минимуму.

Появившиеся в последние годы технологии, позволяющие эффективно сжигать низкокалорийное высокосольное топливо при минимуме выбросов в окружающую среду открывает перспективы для утилизации и таких экологически опасных окисленных углей. Среди этих технологий можно выделить сжигание водноугольных суспензий и плазмокаталитическое сжигание на малогабаритных установках. Они позволяют утилизировать низкокачественное топливо, обеспечивая теплом и электроэнергией жилые здания или небольшие производственные мощности. Накапливающиеся при этом жидкие урансодержащие отходы могут рассматриваться как перспективный, хотя и незначительный по объему источник урана и других элементов-примесей.

Таким образом, в Сибирском регионе установлено несколько типов редкометалльных концентраций. Из них в качестве возможно промышленно значимых в настоящее время могут рассматриваться германиевые, скандиевые, золоторудные и Nb-Ta-Zr-Hf-Y-редкоземельные. Наиболее перспективны для освоения угли, характеризующиеся высокими уровнями накопления германия, скандия и золота. Однако для выводов о целесообразности их промышленной отработки необходимо проведение детальных технологических исследований и выполнение комплекса работ по геолого-экономической оценке перспективных объектов.

Совместное получение германия, скандия, глинозема, галлия, лантаноидов, циркония, гафния, иттрия, ниобия и золота должно обеспечить рентабельность и безотходность производства. Хотя

очевидно, что такие выводы должны предваряться детальными технико-экономическими проработками. Отечественного практического опыта извлечения комплекса редких элементов из углей не существует и, следовательно, достоверная экономическая оценка углей как источника комплексного сырья в настоящее время не представляется возможной. Единственное, что можно с полной уверенностью утверждать, учитывая опыт комплексного освоения рудных объектов в цветной металлургии, - это то, что организация попутного извлечения редких металлов и других ценных компонентов, содержащихся в рудах и вмещающих породах, во всех случаях (за редкими исключениями) должна обеспечить существенное повышение экономической эффективности разработки месторождений.

Проведенные исследования показывают, что угли Сибири характеризуются высоким редкометалльным потенциалом, в изучении которого сделаны только первые шаги. Но уже сейчас при современных технологиях на базе отдельных месторождений может быть создано рентабельное производство по извлечению этих металлов. Наиболее перспективно извлечение из углей германия, скандия, золота и комплекса литофильных редких металлов (Ta, Nb, Zr, Hf, Y, REE).

Для эффективного освоения редкометалльного потенциала углей региона необходимо проведение комплексных исследований угольных месторождений и бассейнов Сибири на основе государственной программы, для реализации которой должны быть привлечены специалисты самых разных отраслей знаний. Только при таком подходе может быть осуществлен прорыв в решении проблемы комплексного освоения угольных месторождений и получен ощутимый экономический и социальный эффект.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евдокимов А.П., Озёрский А.Ю., Еханин А.Г. Германиеносные лигниты юго-восточной окраины Западно-Сибирской плиты // Разведка и охрана недр. - 2004. - № 6. - С. 26 - 29.
2. Еханин А.Г. Проблемы германиеносности углей и лигнитов южной части Тунгусского бассейна // Сырьевые ресурсы Нижнего Приангарья. - Красноярск, 1997. - С. 49 - 51.
3. Кац А.Я., Кременецкий А.А., Подкопаев О.И. Германий - минерально-сырьевая база Российской Федерации // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. - 1998. - № 3. - С. 5 - 9.

4. Сазонов А.М., Гринев О.М., Шведов Г.И., Сотников В.И. Нетрадиционная платиноидная минерализация Средней Сибири. - Томск:Изд-во Томского политехнического университета, 1997. - 148 с. **ТИАБ**

Коротко об авторе

Арбузов С.И. – Томский политехнический университет.



© Ю.Ф. Патраков, Н.И. Федорова,
О.С. Гладкова, 2008

УДК 544. 463

Ю.Ф. Патраков, Н.И. Федорова, О.С. Гладкова

**МЕХАНОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
В УГЛЕПЕРЕРАБОТКЕ**

Твердые горючие ископаемые (торфа, угли, горючие сланцы, сапропелиты) являются альтернативным нефти и газу сырьем для переработки в разнообразную химическую продукцию и углеводородные топлива. Однако, в настоящее время только 1-2 % добываемого угля используется непосредственно химической промышленностью, 15-20 % - потребляет металлургический ком-