

УДК 622.33:553.04:349.028:622

**КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ  
КУЗНЕЦКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА**

**С. В. Шаклеин, М. В. Писаренко**

*Институт угля СО РАН,  
Ленинградский проспект, 10, 650065, г. Кемерово*

Анализ сырьевой базы Кузнецкого угольного бассейна по разрабатываемым, подготовленным к освоению и новым участкам показал, что использование существующего комплекса технологий угледобычи, ориентированного на достаточно узкий спектр горно-геологических условий, ведет к исчерпанию разведанных высокотехнологичных запасов. Представляется, что стратегия освоения месторождений бассейна, находящегося на стадии исчерпания высокотехнологичных запасов, должна заключаться в постепенном отказе от поиска участков с заданными горно-геологическими условиями и переходе к поиску и разработке технологий добычи и обогащения, обеспечивающих вовлечение в оборот ранее не востребуемых запасов. Такой путь развития минерально-сырьевой базы Кузбасса, существенно расширяя ее, стимулирует развитие горной науки и техники, а также позволяет более полно использовать имеющийся промышленный потенциал, инфраструктуру и трудовые кадры.

*Запасы и ресурсы углей, разработка угольных месторождений, горно-геологические условия, недропользование*

Кузбасс является одним из самых крупных угольных бассейнов мира. По современным оценкам прогнозные ресурсы углей бассейна до глубины 600 м (горизонт – 300 м) оцениваются в 218.5 млрд т, до глубины 300 м (горизонт  $\pm 0$  м) — в 100.4 млрд т [1]. Балансовые запасы угля, подсчитанные до глубины 600 м от поверхности, по категориям А + В + С<sub>1</sub> + С<sub>2</sub> составляют на 01.01.2011 67.1 млрд т, в том числе для открытых работ 17.6 млрд т (26 %). В бассейне присутствуют угли от бурых до антрацитов, но ведущее место занимают высококачественные каменные угли, являющиеся основным объектом промышленной разработки. Марочный состав представлен всеми марками каменных углей, выделяемых государственным стандартом (рис. 1). На долю коксующихся углей приходится более половины балансовых запасов (54 %), в том числе углей наиболее ценных марок ГЖ, Ж, КЖ, К, ОС — 25 %.

По состоянию на 01.01.2011 на полях, разрабатываемых и подготовленных к освоению участков находится около 30 млрд т балансовых запасов (около 45 % от общих). Промышленные запасы на полях действующих и строящихся шахт и разрезов составляют 7.8 млрд т, из них на разрезах — 3 млрд т (табл. 1) [2]. По итогам работы 2013 г. в Кузбассе добыто 203 млн т угля, из них на разрезах — 123 млн т.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 13-05-98049- р\_сибирь\_а) “Обоснование концепции развития минерально-сырьевой базы Кузнецкого угольного бассейна”.

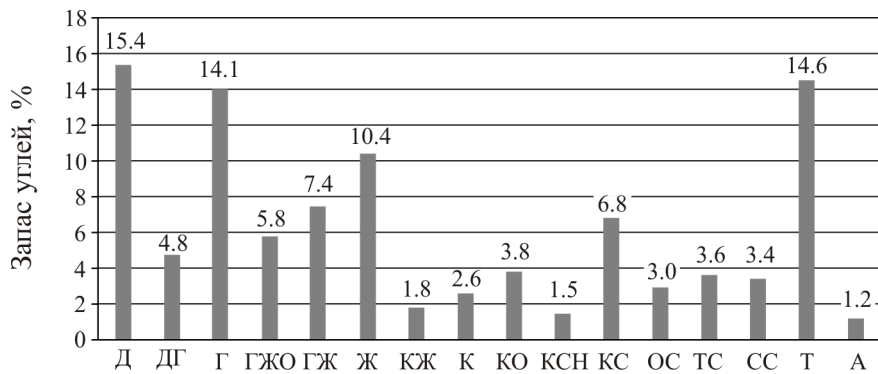


Рис. 1. Гистограмма марочного состава балансовых запасов углей

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что вновь вводимые в Кузбассе предприятия в основном ориентируются уже не на открытую, а на подземную добычу угля. При сохранении наблюдаемой тенденции постоянного относительного роста объемов открытой добычи, без существенного прироста ориентированных на нее запасов, истощение запасов, пригодных для открытой разработки, может произойти уже через 15 – 18 лет.

ТАБЛИЦА 1. Обеспеченность запасами действующих предприятий и подготовленных к освоению участков по состоянию на 01.01.2011

| Предприятия и участки                       | Запасы, млрд т  |              | Производственные мощности, млн т | Технические единицы, шт. |
|---|---|--------------|----------------------------------|--------------------------|
|   | балансовые, категорий А + В + С <sub>1</sub> + С <sub>2</sub> | промышленные |                                  |                          |
| Разрабатываемые и подготовленные к освоению | 29.7  | 7.8          | 455.5                            | 302                      |
| В том числе: действующие:                   | 11.3  | 6.8          | 255.0                            | 127                      |
| шахты                                       | 8.3   | 4.3          | 123.7                            | 69                       |
| разрезы                                     | 3.0   | 2.5          | 131.3                            | 58                       |
| строящиеся:                                 | 2.95  | 1.0          | 69.9                             | 56                       |
| шахты                                       | 2.2   | 0.5          | 49.4                             | 35                       |
| разрезы                                     | 0.75  | 0.5          | 20.5                             | 21                       |

Горно-геологические условия залегания угольных пластов бассейна характеризуются очень широким спектром, фактически вобравшим в себя весь возможный диапазон их изменения: мощность пластов от 0.5 до 60 м, углы падения от 0 до 90°, дизъюнктивная нарушенность от 0 до 300 м/га, глубины залегания пластов от первых метров до 2 км [3].

Около половины запасов и ресурсов углей сосредоточено в пологих пластах мощностью от 1.31 до 5 м, около 20% приходится на маломощные и 17% — на мощные пласты.

Несмотря на многообразие горно-геологических условий, до настоящего времени минерально-сырьевая база бассейна развивалась экстенсивным путем, состоящим в разведке и передаче в промышленное освоение новых участков угольных месторождений и в разработке наиболее благоприятных запасов ресурсозатратными технологиями [3].

Проведенный анализ показал, что на разрезах реализуется автотранспортная система разработки для вывоза угля и вскрышных пород (более 93% добычи угля открытым способом), пригодная для всего диапазона горно-геологических условий, но наиболее затратная.

На шахтах бассейна преобладает длинностолбовая система разработки с оснащением длинных очистных забоев высокопроизводительными механизированными комплексами. На долю этой системы приходится около 84 % всей добычи угля подземным способом в Кузбассе. Для эффективной работы таких шахт необходимо поддерживать стабильно высокие нагрузки на очистной забой (более 4 тыс. т/сут), что возможно только в благоприятных горно-геологических условиях: мощность пластов более 1.8 м, их выдержанность, углы падения до 25°, отсутствие геологических нарушений в пределах достаточно больших участков 300×3000 м, природная газоносность менее 10 м<sup>3</sup>/т. В Кузбассе около 64 % механизированных лав находятся в условиях природной газоносности свыше 10 м<sup>3</sup>/т. В условиях опасных по горным ударам работают около 82 % очистных забоев, а 79 % очистных забоев ведут добычу в условиях опасных по самовозгоранию угля. Обеспечение безопасной работы в таких случаях требует применения специальных мероприятий, направленных на предотвращение опасных явлений. Это способствует увеличению и без того растущих эксплуатационных затрат. Кроме того, осложнение ведения горных работ дизъюнктивными нарушениями, увеличение глубины работ и т. д. приводят к списанию части промышленных запасов [4–7].

Таким образом, широкое использование единственной технологии, которую практически невозможно адаптировать к конкретным горно-геологическим условиям, и объясняет то, почему средняя производительность рабочего по добыче составляет на шахтах и разрезах 142 и 292 т/мес соответственно (табл. 2), что ниже технически возможной в 4–5 раз и более, а затраты на производство, несмотря на рост производительности труда (6.8 % в год), постоянно растут со средним темпом 18 % в год, существенно превышающим темпы инфляции (рис. 2) [8].

ТАБЛИЦА 2. Производительность труда в Кузбассе, т/мес

| Производительность | 1989 г. | 2012 г. |
|--------------------|---------|---------|
| Средняя по отрасли | 100.4   | 205.9   |
| Шахты              | 51.3    | 141.9   |
| Разрезы            | 292.2   | 389.8   |

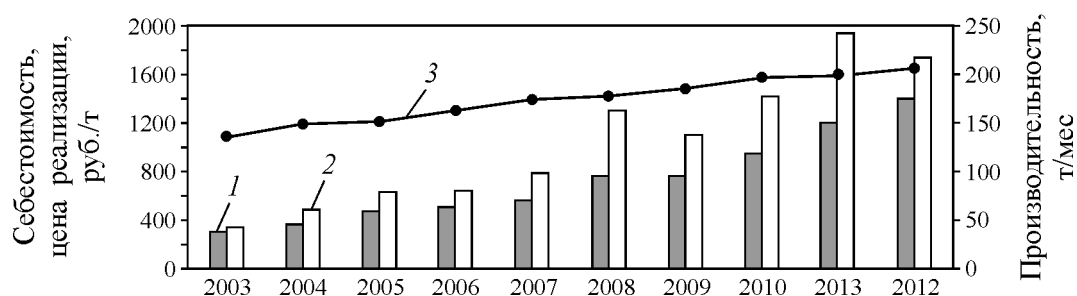


Рис. 2. Динамика производительности труда, себестоимости и цены реализации угля: 1 — себестоимость, руб./т; 2 — цена, руб./т; 3 — производительность, т/мес

Главным инструментом снижения издержек производства является рост производительности труда. Известно, что между производительностью труда и себестоимостью добычи угля существует тесная обратная нелинейная зависимость (рис. 3). Несмотря на то что средняя производительность труда по отрасли выросла по сравнению с 2000 г. почти в 2 раза, в Кузбассе значительная доля предприятий имеет низкую производительность (на шахтах 17–30, а на разрезах 70–80 т/мес) [8]. Они представлены предприятиями, обрабатывающими запасы наиболее

востребованных коксующихся марок углей, имеющих самую высокую цену реализации. К наименее производительным шахтам бассейна (производительность труда ниже 50 т/мес) относятся шахты Прокопьевско-Киселевского района, обрабатывающие запасы крутых угольных пластов в сложных горно-геологических условиях (3-й и 2-й группы сложности геологического строения по классификации Минприроды России), себестоимость добычи которых выше цены реализации. Следствием этого явилось решение о закрытии семи убыточных шахт в Кузбассе до 2018 г., шесть из которых находятся в Прокопьевско-Киселевском районе. В дальнейшем планируется закрыть все шахты этого района, на которых числятся около 1.5 млрд т высокодефицитных коксующихся марок углей.

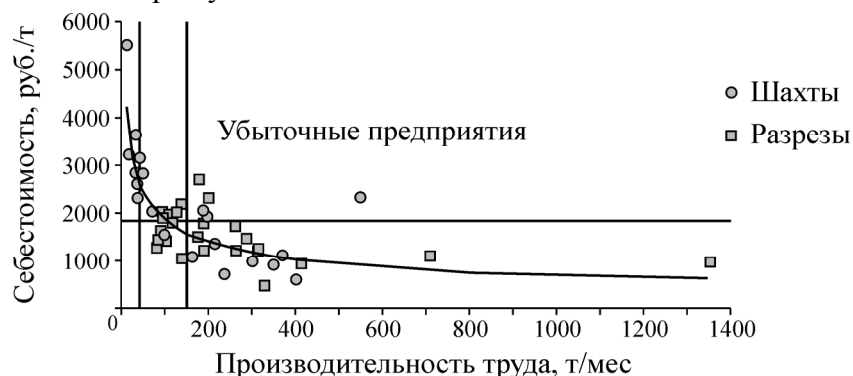


Рис. 3. Зависимость между себестоимостью добычи (в текущих ценах) и производительностью труда на предприятиях Кузбасса по данным 2012 г.

Кроме того, можно выделить группу низкопроизводительных шахт (с производительностью от 50 до 150 т/мес), преимущественно обрабатывающих участки наиболее сложной части месторождений коксующихся углей 2-й группы сложности, которые вследствие низкой рентабельности также могут быть в перспективе закрыты [9].

Тенденция движения (изменения) количества балансовых запасов категорий  $A + B + C_1$  указывает на то, что в Кузбассе с 1983 г. прекратился устойчивый рост разведанных запасов и началось их активное сокращение. Уже сейчас специалисты угольной отрасли оценивают подлежащие извлечению запасы действующих предприятий примерно на 30–40 % ниже, чем это указывается в отчетной документации. Результатом такой технологической политики явилось снижение количества разведанных запасов на 15 млрд т с 1983 по 2011 г. при добыче около 5 млрд т (т. е. при добыче 1 т угля 3 т разведанных запасов списываются с баланса) [7].

Сложившиеся опасные диспропорции в запасах, степени освоения и добычи углей различных марок. Например, темпы истощения разведанных запасов наиболее прибыльной в настоящее время энергетической марки СС существенно превышают среднебассейновые. В то время как каждая пятая тонна добываемого в Кузбассе угля относится к этой марке, ее разведанные запасы составляют менее 4 %. Обращает на себя внимание и тот факт, что промышленностью фактически уже освоены разведанные запасы углей КЖ (32 %) и СС (36 %). Сложившиеся диспропорции в соотношениях объемов разведанных и освоенных запасов, а также в добыче углей различных коксующихся марок не обеспечивают формирования на коксохимических заводах необходимых объемов качественной шихты только из кузнецких углей.

Если тенденцию движения запасов не удастся переломить, то разведанные технологичные запасы угольного Кузбасса могут быть полностью исчерпаны в зависимости от марок уже через 20–40 лет.

В 1995–2013 гг. по итогам конкурсов и аукционов недропользователям предоставлено право добычи угля на 187 новых участках угольных месторождений Кузнецкого угольного бассейна. Получение права пользования этими участками осуществлялось как в целях строительства на них новых угледобывающих предприятий (для новых предприятий), так и в целях развития и поддержания мощностей уже действующих шахт и разрезов (участки-“прирезки”) [10].

В период до 2008 г. недропользователи преимущественно ориентировались на участки нового строительства, а в последние 5 лет — на участки-“прирезки” (рис. 4). Причем многие работающие в Кузбассе крупные угольные компании переместили новое шахтное строительство в Республики Саха (Якутия) и Тыва, а также в другие субъекты РФ Дальневосточного региона, которые явно проигрывают Кузбассу в инфраструктурном обеспечении.

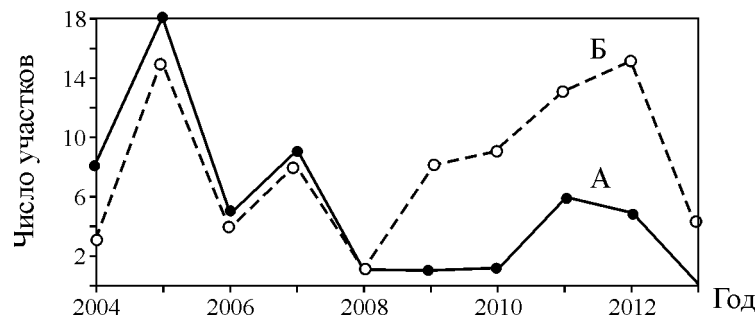


Рис. 4. Динамика числа лицензий на право пользования недрами, выданных в Кузбассе для строительства новых предприятий (А) и в качестве “прирезок” к действующим предприятиям (Б)

За период 2008–2013 гг. в бассейне лицензировано 63 новых участка недр с общими запасами и ресурсами углей в объеме 4073 млрд т. В результате этого количество запасов в распределенном фонде недр возросло в сравнении с 2008 г. на 31 %. Для строительства новых предприятий отведено 14 участков с общими запасами и ресурсами 838 млн т (из них для подземной добычи — 349 млн т, для открытой — 489 млн т). Основная часть запасов участков, предназначенных для нового строительства (73 %), недостаточно разведана и требует проведения геологоразведочных работ (буровые работы). И это в условиях, когда запасы разведанных резервных участков, предназначенных для строительства новых предприятий (резерв подгруппы А) и для реконструкции и продления сроков службы уже действующих (резерв подгруппы Б), превышают 14 млрд т. Большинство числящихся на балансе резервных участков не востребовано промышленностью в связи с низкой технологичностью их запасов.

Запасы основной части лицензионных участков-“прирезок” (50 участков) содержат 3238 млн т угля (из них для подземной добычи — 2 050 млн т, для открытой — 1 188 млн т). Это свидетельствует о масштабной переориентации собственников бизнеса со строительства новых на продление сроков службы действующих предприятий, которые в связи с ростом нагрузок начали ускоренными темпами терять свой ресурсный потенциал. Главное следствие такого подхода — весьма ограниченные возможности изменения технологии добычи, сформировавшейся на действующих предприятиях.

В настоящее время 66 % объема добычи угля в бассейне обеспечивается открытыми горными работами. Однако запасы новых лицензионных участков, которые могут быть отработаны этим способом, составляют лишь 41 %, что говорит о невозможности сохранения лидирующего положения данного способа добычи в долгосрочной перспективе. Кроме того, произошедшее в 2013 г. в Кузбассе самое мощное в истории человечества техногенное землетрясение в горно-

добывающем районе внесло коррективы в оценку влияния открытых горных работ на сейсмическую обстановку. Сегодня уже серьезно рассматривается необходимость ограничения глубины ведения открытых работ для снижения техногенного воздействия на среду обитания.

Эффективность, а порой и сама возможность использования тех или иных технологий добычи определяется геологическими особенностями месторождений, одной из основных характеристик которой является сложность геологического строения объекта освоения. В соответствии с требованиями “Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых” все угольные месторождения по выдержанности мощности, строению, сложности залегания угольных (сланцевых) пластов и горно-геологическим условиям разработки разделяются на три группы геологической сложности.

К 1-й группе относятся месторождения с пологим ненарушенным или слабонарушенным залеганием пластов, а также приуроченные к простым складчатым или крупноблоковым структурам с выдержанными элементами залегания продуктивных отложений и преобладанием в их разрезе выдержанных и относительно выдержанных угольных пластов с простыми горно-геологическими условиями разработки (например, Ленинский, Беловский, Ерунаковский районы, на которых расположены шахты Котинская, Кыргайская и др.). Ко 2-й группе относятся месторождения с относительно простыми горно-геологическими условиями разработки с относительно выдержанными и невыдержанными пластами с пологим ненарушенным или слабонарушенным залеганием, с преобладанием в разрезе выдержанных рабочих пластов, приуроченных к простым складчатым или крупноблоковым структурам, а также с преобладанием выдержанных и относительно выдержанных пластов в разрезе продуктивных толщ, слагающих сложно-складчатые и осложненные разрывными нарушениями структуры (например, большая часть месторождений Томь-Усинского, Кондомского районов, на которых расположены шахты Распадская, Абашевская, Алардинская и др.). К 3-й группе, самой сложной, относятся месторождения с преобладанием невыдержанных пластов, а также выдержанных и относительно выдержанных пластов, но при очень сложных условиях их залегания вследствие интенсивного проявления мелкой складчатости или разрывных нарушений, создающих мелкоблоковые структуры и сложных горно-геологических условиях разработки (месторождения Бачатского, части Прокопьевско-Киселевского районов).

В ряде случаев принадлежность месторождения (участка) к определенной группе зависит от намечаемого способа вскрытия и разработки запасов.

Востребованные недропользователями месторождения на лицензионных участках для ведения открытых горных работ относятся ко всем трем группам сложности геологического строения. Объекты с наивысшей сложностью (3-я группа) интересуют недропользователей только в случае наличия на них коксующихся углей и высоколиквидных энергетических углей марок Т и СС.

Недропользователи, осуществляющие добычу угля подземным способом, проявляют интерес только к участкам месторождений 1-й и 2-й групп сложности. Причем восполнение запасов действующего шахтного фонда и строительство новых шахт, ориентированных на добычу низкометаморфизованных энергетических углей марок Д, ДГ и Г, осуществляется только на месторождениях 1-й группы сложности. Это вполне естественно в связи с относительно низкой стоимостью углей этих марок, предполагающих и низкие эксплуатационные затраты, которые трудно обеспечить на более сложных месторождениях. Учитывая, что доля запасов данных марок углей по месторождениям 2-й группы сложности нераспределенного фонда недр составляет более 49 %, подобный подход кратко уменьшает их сырьевое обеспечение.

Отсутствие эффективных технологий обработки сложных месторождений снижает и сырьевой потенциал предприятий по добыче коксующихся углей. Так, 61 % разведанных запасов углей остродефицитной марки КО находится в пределах месторождений 3-й группы и в не востребованной для шахтной обработки, осложненной части месторождений 2-й группы. На таких же месторождениях находится, в частности, 28 % разведанных запасов углей марки К и 27 % — марки СС.

В целом можно утверждать, что использование существующего комплекса технологий угледобычи, ориентированного на достаточно узкий спектр горно-геологических условий, негативно сказывается на ресурсном потенциале Кузбасса. Представляется, что стратегия освоения месторождений бассейна, находящегося на стадии исчерпания высокотехнологичных запасов, должна заключаться в постепенном отказе от поиска участков с заданными горно-геологическими условиями с переходом к поиску и разработке технологий добычи и обогащения, обеспечивающих вовлечение в оборот ранее не востребованных запасов.

Для условий Кузбасса это означает необходимость перехода от реализуемого ныне экстенсивного пути развития, состоящего в наращивании и восполнении количества запасов за счет поиска, разведки и освоения новых месторождений, к интенсивному пути, состоящему прежде всего в развитии ресурсного потенциала путем увеличения количества пригодных к эксплуатации запасов на полях уже действующих предприятий и на пригодных для освоения не востребованных в современной технологической среде участках месторождений с увязкой с технологиями первичной их переработки и получением конечного продукта повышенной потребительской стоимостью.

Как показывает анализ литературы [11–17], на сегодняшний день уже предложены, а частично разработаны и опробованы в промышленных условиях более десяти нетрадиционных для Кузбасса технологий добычи — это струговая и бурошнековая выемка, обработка пологих и наклонных угольных пластов короткими лавами, разработка мощных угольных механизированными комплексами с выпуском угля из подкровельной части, подземная газификация угля, скважинная гидродобыча, гидравлический способ добычи и т. д., а также имеется и ряд технических предложений по безлюдной выемке пластов.

Это создает объективные предпосылки к переходу на интенсивный путь развития минерально-сырьевой базы, который представляется наиболее эффективным именно в освоенных промышленностью районах, к которым относится и Кузбасс. Он позволит с большей эффективностью использовать уже имеющийся промышленный потенциал, инфраструктуру, трудовые ресурсы. Кроме того, интенсивный путь развития минерально-сырьевой базы стимулирует развитие горной науки и техники. “Догнать” ведущих производителей горно-шахтного оборудования достаточно сложно, альтернативой может служить разработка оборудования, ориентированного на совершенно новые технологии добычи, пригодные для обработки сложных месторождений. Эта “ниша” оборудования и технологий сейчас свободна, причем такие технологии и оборудование могут являться предметом экспорта.

## **ВЫВОДЫ**

Несмотря на формально декларируемый огромный ресурсный потенциал Кузнецкого угольного бассейна, стратегические возможности создания нового шахтного и карьерного фонда начали неуклонно снижаться в результате все более явно проявляющегося несоответствия имеющегося парка технологий добычи горно-геологическим условиям участков нераспределенного фонда недр.

Дальнейшее развитие, а в перспективе и само поддержание достигнутых объемов угледобычи возможно только на основе перехода на интенсивный путь развития минерально-сырьевой базы угольной отрасли, который заключается в отказе от поиска новых объектов освое-

ния, отвечающих требованиям существующих технологий угледобычи, к разработке и внедрению новых технологий, позволяющих вовлечь в эффективную отработку не востребованные в настоящее время запасы, что как минимум в 2 раза позволит расширить минерально-сырьевую базу и соответственно повысить стоимостную оценку государственной собственности — недр Российской Федерации.

В качестве приоритетного направления развития технологий добычи и горно-шахтного и горнотранспортного оборудования следует признать направление, обеспечивающее возможность вовлечения в отработку запасов, освоение которых в настоящее время является нерентабельным или промышленно опасным.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Угольная база России.** Угольные бассейны и месторождения западной Сибири (Кузнецкий, Горловский, Западно-Сибирский бассейны: месторождения Алтайского края и Республика Алтай). Т. II. — М.: ООО «Геоинформцентр», 2003.
2. **Баланс запасов углей каменных и бурых Кемеровской области по состоянию на 01.01.2011.** — Новокузнецк, 2011.
3. **Баловнев В. П., Шаклеин С. В., Ярков В. О.** Состояние минерально-сырьевой базы угольной промышленности Кузбасса // Горн. пром-ть. — 2000. — № 2.
4. **Писаренко М. В.** Горно-технологическая оценка сырьевой базы угольных месторождений Кузбасса // Недропользование XXI в. — 2010. — № 6.
5. **Шаклеин С. В., Писаренко М. В.** Подходы к обоснованию концепции развития минерально-сырьевой базы Кузнецкого угольного бассейна // Рациональное освоение недр. — 2012. — № 2.
6. **Шаклеин С. В., Писаренко М. В.** Нетрадиционные технологии добычи угля — основа интенсивного освоения минерально-сырьевой базы Кузбасса // Горн. пром-ть. — 2010. — № 4.
7. **Шаклеин С. В., Писаренко М. В.** Обоснование необходимости перехода на интенсивный путь развития угольной базы Кузнецкого бассейна // ГИАБ. Отдельный вып. — 2013. — № ОВ 6.
8. **Писаренко М. В., Шаклеин С. В., Рогова Т. Б.** Недропользование в Кузбассе: уроки мирового финансово-экономического кризиса // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2010. — № 4.
9. **Писаренко М. В.** Состояние и основные тенденции развития угольной отрасли Кузбасс // Горн. пром-ть. — 2008. — № 4.
10. **Шаклеин С. В., Писаренко М. В.** Об интенсивном развитии сырьевой базы угольной промышленности Кузбасса // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2013. — № 6.
11. **Артемьев В. Б.** Перспективы струговой выемки угля // Уголь. — 2004. — № 3.
12. **Шрайбер А. А., Редькин В. Б.** Современные и перспективные технологии добычи угля // Проблемы общей энергетики. — 2008. — № 17.
13. **Крейнин Е. В.** Еще раз о реанимации подземной газификации угля в России // Уголь. — 2006. — № 7.
14. **Литвинский Г. Г.** Шахта XXI века // Уголь. — 2006. — № 1.
15. **Пучков Л. А., Михеев О. В., Атрушкевич В. А., Атрушкевич О. А.** Интегрированные технологии добычи угля на основе гидромеханизации. — М.: МГГУ, 2000.
16. **Клишин В. И., Клишин С. В., Опрук Г. Ю.** Моделирование процесса выпуска угля при механизированной отработке мощных крутопадающих пластов // ФТПРПИ. — 2013. — № 6.
17. **Клишин В. И.** Обоснование технологий разработки мощных пологих и крутых угольных пластов с выпуском // ГИАБ. — 2013. — № ОВ 6.