

2. Гринберг Г.А., Бахарев А.Г., Гамянин Г.Н. и др. Гранитоиды Южного Верхоянья. — М.: Наука, 1970. — 216 с.
3. Елисеев Н.А. Структурная петрология. — Л.: изд-во ЛГУ, 1953. — 309 с.
4. Лугов С.Ф., Макеев Б.В., Потапова Т.И. Закономерности формирования и размещения оловорудных месторождений Северо-Востока СССР. — М.:Недра, 1972, — 360 с.
5. Морковкина В.Ф. К вопросу о роли контаминации и ассимиляции в образовании гранитоидов. // Сб. «Геология и геохимия гранитных пород». — М.: Наука, 1965. — С.158–189.

© Воеводин В.Н., 2001

УДК 553.04.(470:477.61/62): 547.211

КУЩ О.А., КЕССАРИЙСКАЯ И.Ю. (ДонНТУ), КИРЮКОВ В.В. (СПбГГИ(ТУ), С.-Петербург)

## ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДОНБАССА

*В статье рассмотрены геологические методы обеспечения устойчивого развития угледобывающей отрасли Донбасса, как на действующих шахтах, так и за счёт освоения резервных разведанных участков, подлежащих переоценке; предложены новые подходы к оценке ресурсов угольного метана путём выделения метановых залежей; дана характеристика геологических и геолого-промышленных проблем развития Донбасса на ближнюю до 5 и дальнюю до 10–15 лет перспективы.*

В развитии основной энергетической базы Украины и Европейской части России — Донецкого каменноугольного бассейна возникли ряд крупных геологических, геолого-промышленных и геолого-экологических проблем. Наибольшую остроту имеют проблемы: повышения эффективности работы угледобывающей отрасли геологическими методами, использования угольного метана, как важного и пока недостаточно освоенного ресурса топлива. Геолого-экологические проблемы Донбасса, как весьма сложные и жизнеобеспечивающие крупный регион, необходимо рассматривать специально [4–6, 8].

### 1. Общая характеристика энергетических ресурсов Донбасса

Общая особенность угленосных площадей Донбасса — относительно низкая эффективность угольных пластов и малая перспективность шахтных полей при достаточных геологических ресурсах. Ресурсы углей Донецкого бассейна являются надёжной базой его развития, но разведаны неравномерно и по подготовленности к отработке современным требованиям угольной отрасли не отвечают. В этом несколько причин — большая, до 1200 м глубина разработки, преобладание (до двух третей) запасов в тонких неэффективных пластах, невысокая достоверность определения ресурсов угольного метана, как в угольных пластах, так и в породах угленосной толщи, недостаточная изученность горно-геологических параметров, в т.ч. малоамплитудной нарушенности. Проводимая с 1997 г реструктуризация saniровала шахтный фонд, но она мало коснулась состояния резерва разведанных участков. Общую оценку ресурсов углей Донбасса проводим на 1.01.2000 г.[4], а сравнительные сопоставления на начало широкомасштабной реструктуризации т.е. на 1.01.1997г.

Ресурсы углей Донецкого бассейна на 1.01.2000 г. составляли 101,2 млрд. т; балансовые запасы — 52,7 млрд. т, в том числе коксующиеся — 16,8 млрд. т (31,5%) и антрациты — 8,3 млрд. т (15,7%). Распределение балансовых запасов по мощности

угольных пластов на полях действующих шахт, в среднем по бассейну: в неэффективных пластах до 0,8 м — 42,5%, условно-эффективных более 0,8 м — 57,5%, в том числе эффективных более 1,0 м — 34,2%, или высоко эффективных более 1,2 м — 16,4% [4].

На 1.01.2000г. в бассейне работала 221 шахта, добыча угля в 1999 г. составила 50,4 млн. т. Резерв под новое строительство (группа «а») составляет 47 разведанных участков на мощность 94,9 млн. т в год, из них 22 коксующихся углей на 38,2 млн. т и 7 антрацитов на 12,9 млн. т и 63 участка для реконструкции действующих шахт (резерв группы «б»). Подсчет запасов проводился до глубин 1200–1500 м, а на отдельных площадях до 1600–1800 м [4].

Фонд разведанных участков «а» не соответствует требованиям к современным шахтам, так как рассчитан на шахты-гиганты со сроком службы 60–100 лет и вовлечение в отработку неэффективных угольных пластов, а фонд «б» привязан к действовавшим шахтам без учета их перспективности. Ресурсы углеводородных газов в угольных пластах и углевмещающей толще Донбасса, согласно усредненной оценки ВНИГРИ уголь, составляют 645,3 млрд. м<sup>3</sup>, из них в пределах шахт 292,7 млрд. м<sup>3</sup>. Основным недостатком системы учёта ресурсов угольного метана является их распределение по шахтопластам в пределах газовой зональности и невозможность дифференциации ресурсов по извлекаемости с учетом действия природных геологических факторов — формы нахождения, типа флюидов, нормальных давлений и АВПД, типов миграции, экранирования, типов ловушек угольного метана.

Геологические основания и параметры к переоценке запасов (ресурсов).

При проведении переоценки запасов необходим учёт пересмотренных требований угольной промышленности к геолого-промышленным параметрам угленосности и газоносности и изменение показателей предполагаемых модульных шахт и групповых глубоких стволов [4, 6, 9]. Роль геолого-промышленных параметров в геологических способах повышения эффективности угледобычи определяется незначительным числом показателей, использование которых вызывает определённые сложности.

Параметры, относящиеся непосредственно к углю — характеризуются неравнозначностью, несопоставимостью, изменениями, связанными с конкретными условиями. Особое внимание уделяется соответствию качества углей по данным геологоразведочных работ, шахтного опробования добываемой угольной массы и товарных углей путем аттестации и аккредитации лабораторий, состояния опробования, использованию данных скважинной геофизики. Снижение качества (засорение) углей при добыче прогнозируется, регулируется и контролируется методами горно-геологических наблюдений и горно-технологическими.

Параметры, относящиеся непосредственно к угольному пласту — мощность, строение пласта в разрезе и на площади выемочного участка, связи с вмещающей толщей определяют его производительность и нагрузку на забой. Параметры, характеризующие технологичность и эффективность угольного пласта ещё не разработаны. Господствующее представление о кондициях, как жёстком нормативе, заранее определяемом при геологоразведочных работах и проектировании, оказалось неприемлемым в практике угледобычи. Усиливается мнение о придании кондициям ограниченных функций условного характера - контрольных за эффективностью пользования недрами и акцизных, как основы платы за недра. Пласты по предполагаемой эффективной мощности подразделяются на группы: менее 0,8 м — неэффективные; более 0,8 м — условно эффективные; более 1,0 м — эффективные; более 1,2 м — высоко эффективные. По участию эффективных угольных пластов в запасах горно-

промышленных районов различают районы: с высокой (до 45%) долей запасов в эффективных пластах — Красноармейский район; умеренно-высокой (37,8%) — Донецко-Макеевский район; и низкой (до 18%) — Павлоградский, Краснодонский, Должанско-Ровенский и др. районы.

Горно-геологические и геолого-экономические требования к угледобывающим предприятиям. Требования к новым модульным шахтам умеренной и большой мощности: схема «шахта-пласт»; срок службы предприятия не более 15 лет, основная нагрузка на один-два мощных очистных забоя более 2–3 тыс. т/сутки; увеличение скорости продвижения и уменьшение длины лавы. Работам по добыче углей должно предшествовать систематическое, заблаговременное извлечение угольного метана скважинами с поверхности и предварительное — шахтное, с опережением на 2–5 лет.

Геологическое обеспечение создания прибыльной шахты. Прибыльное угольное производство может быть создано следующими путями: предпочтительной отработкой эффективных пластов; опережающей отработкой полей и участков с наиболее благоприятными ГГУ; улучшением качества углей и подготовкой из них новых видов топлива (суспензионного и др.); использованием горной массы, минерализованных вод; извлечением и использованием угольного метана.

## II. Задачи геологических исследований и геологоразведочных работ, связанные с реструктуризацией и дальнейшим развитием угольной промышленности Донбасса

К текущим задачам развития угледобычи относится геологическое обоснование ранжирования угледобывающих предприятий с целью закрытия неперспективных; геологическое обеспечение увеличения угледобычи из эффективных угольных пластов с наименьшими экологическими и геологическими (в т.ч. по ресурсам) вредными последствиями. Частично выполнена задача ближайшей перспективы — геолого-промышленная оценка малых участков до 100–150 тыс. т в год под шахты неглубокого до 300 м заложения [2].

Задача дальней перспективы на период до 2015–2017 гг. — подготовка шахт из резерва разведанных участков. Участки с энергетическими углями расположены на неосвоенных площадях северо-западного и западного Донбасса, а для технологических углей в освоенных районах на больших глубинах. Геологическими задачами являются: прогноз мест заложения глубоких групповых стволов со вскрытием нескольких модулей участков с максимальной концентрацией запасов.

К частным задачам геологоразведочных и оценочных работ относятся:

1. Совершенствование структуры запасов на действующих шахтах с выделением эффективных угольных пластов и выемочных участков для первоочередной отработки; обоснование новых методических подходов в расчетах кондиций, в учете ресурсов при консервации запасов в неэффективных угольных пластах. Требуется повышение уровня информационно-геологической обеспеченности высокопроизводительных лав - выбор пластов и участков, картирование малоамплитудной нарушенности, прогнозирование горно-геологических условий. Ведущее значение придается прогнозу газоносности и управлению процессами извлечения угольного метана; прогнозу геодинамических явлений (внезапных выбросов угля и газа) и контролю профилактических мероприятий.

2. Обеспечение эколого-геологической безопасности площадей разрабатываемых шахтных полей и отработанного пространства. Требуется создание новой методики учета оставленных, безвозвратно потерянных и временно законсервированных

ресурсов с обеспечением мониторинга гидродинамических и газодинамических, инженерно-геологических и горно-геологических явлений.

### III. Задачи освоения углегазовых и газугольных месторождений

Метано-угольные месторождения и залежи угольного метана по своим горно-промышленным условиям подразделяются на объекты: за пределами контура горных работ (в неразгруженном горном массиве), в пределах проводимых горных работ и в пределах отработанного горного пространства [3, 5, 7].

Особенности сырьевой базы месторождений определяются масштабами углеобразования, зональностью газогенерации и изменений коллекторских свойств пород при литогенезе. Газоплотность в разрезе и по площади изменяется в пределах 0,4–10–20 млн. м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup> и в соответствии с изменением газогенерации и коллекторских свойств при катагенезе.

Пористость газомещающих пород колеблется в пределах 15–7%. Запасы угольного метана на начальной и умеренной стадии катагенеза, при проницаемости 200–50 мД, составляют 45% общих ресурсов; на средней при проницаемости 20–10 мД — 30% ресурсов; на высокой стадии катагенеза, при проницаемости менее 10 мД — 16% ресурсов. Минимальный предел дегазации каменных углей составляет 10 м<sup>3</sup>/т, для антрацитов — 17–20 м<sup>3</sup>/т.

Форма нахождения газов имеет существенное значение в оценке извлекаемых ресурсов: свободный метан в поровых коллекторах составляет до 40%, в трещинных и послойно-трещинных коллекторах составляет 5–10% общих ресурсов, сорбированный метан — более 40%, химически не связанный — от 5 до 20–30%.

Геологические особенности углегазовых проявлений и процессов накопления в угольных пластах и слоях пород угленосной толщи, существенно различаясь по формальным признакам, объединяются единством происхождения и геологической истории.

Наиболее высокую пористость имеют баровые и аллювиальные песчаники, различаясь по стадиям катагенеза: начальной (Богдановские участки) — максимальная 34,9%; средняя 21%; умеренной (Красноармейский, Южно-Донбасский, Лисичанский р-ны) — от 18 до 7%. Проницаемость поровых коллекторов достигает максимума в песчаниках — до 250 мД. Проницаемость трещинных коллекторов максимальная по простиранию трещин. Основные ловушки — брахиантиклинальные складки в северной части Донбасса; купольные, сводовые и флексурные в Лисичанско-Кременском, Алмазно-Марьевском и Донецко-Макеевском районах; пологие изгибы незначительной структурной высоты в других районах ограничивают одно- и много-горизонтальные газовые залежи с запасами от нескольких десятков до сотен млн. м<sup>3</sup>.

Метаноносность изменяется в разрезе и на площади неодинаково, например: трансгрессивные литоциклы характеризуются устойчивой метаноносностью, регрессивные — изменчивой и часто дегазированы. Метаноносность изменяется в разрезе от минимума на стадии 2Г до максимума 9–10А при резком спаде на стадии 11А (зона газовой конверсии). Встречаются локальные участки угольного пласта (микрозалежи, очаги) с большими ресурсами метана. Ведущим признаком прогноза являются находящиеся выше угольного пласта песчаники или межпластовые внутриформационные размывы.

В Донбассе залежи метана представлены распространёнными на обширных площадях метано-угольными пластами со стабильной соответствующей стадии метаморфизма метаноносностью, включающими отдельные микрозалежи (до многих сотен м в поперечнике и до десятков метров в высоту) с повышенным содержанием метана.

Давление газа угольных пластов и пород толщи имеют большое значение в оценке ресурсов, особо проявляются аномально-высокие пластовые давления АВПД на глубинах более 600–700 м. Величина АВПД многократно (в десятки и сотни раз) превышает средние давления на соответствующих глубинах. АВПД определяет резкое повышение удельных запасов газов в микрозалежах метана и их эффективное использование [1, 5]. Соотношение форм нахождения газа определяется величиной парциального давления.

Состояние добычи и утилизации газовых ресурсов Донбасса надо признать неудовлетворительным из-за низкой производительности и дороговизны бурения скважин на газ, отсутствия эффективной подготовки горного массива и добычных забоев к извлечению.

Количество метана, извлеченного при предварительной дегазации неразгруженных угольных пластов и угленосной толщи достигает 2–5 м<sup>3</sup>/т добытого угля (20% общего количества). Количество метана извлеченного при передовой дегазации компенсирует недостаточность извлечения при предварительной. Общее количество извлеченного метана колеблется от 5–30% до 60–70% от исходного, достигая максимума в зонах пластических и упругих деформаций и в случаях применения методов искусственного повышения газоотдачи.

Метан из разгруженной части угленосной толщи (зоны обрушения и др.) прогнозируется и извлекается особыми способами. Дегазация подработанного горного массива проводится скважинами в зоны (купола) обрушения.

Ещё недостаточно разработаны методы отбора метана из пересечений метаноугольных залежей и дегазующих скважин. Используемые методы свободного истечения метана с применением раскрытия пор и трещин насыщением водой, а также методы принудительного извлечения — вакуумирования, использование метода гидроразрыва и др. недостаточно эффективны и лишь краткосрочно повышают дебит скважины. В этом направлении необходимо проводить специальные работы.

#### IV. Общие задачи повышения эффективности геологических исследований и геологического обеспечения дальнейшего развития Донецкого бассейна

1. Фундаментальные исследования углей охватывают классификацию и структуру ископаемых углей в связи с их газогенерацией и направлениями использования. До сих пор слабо увязаны классификации генетическая (по восстановленности), промышленные и кодовые, остается нерешенным вопрос о карбоновых, бурых углях в Донбассе, о фазовых переходах в углефикационных рядах, о единой или разных классификациях углей нижнего и средне-верхнего карбона. Изучение закономерностей структурообразования углей и газогенерации требует фундаментальных исследований особенностей формирования твердых растворов метана в углях, возникновения и локализации газодинамических явлений, формы проявлений закономерных структурно-фазовых изменений. Формы серы в углях и геологическое прогнозирование обогатимости углей по сере требуют специальных, целенаправленных исследований. Остаются неэффективными схемы шихтования углей при различных методах коксования. Не получила распространения схема снижения поступлений серы в атмосферу при сжигании на ТЭС определенных шихт углей с щелочноземельными золами и при сжигании угля — известковых шихт. Отброшена на этап назад технология извлечения из углей элементов-примесей, полиметаллов и др.

2. Изучение угленосной формации, в широком плане, включает литологические, тектонические направления и системный подход. Изучение метаморфизма в связи с развитием системного подхода получило новый импульс в закономерностях распространения антрацитов в юго-восточной части Донбасса. Системный подход раскрывает новые возможности в выделении региональных и локальных углегазовых объектов, в прогнозе АВПД, аномалий метаморфизма и др.

3. Гидрогеологические и экологические проблемы возникают в связи с новыми формами катастрофических нагрузок на окружающую среду как в целом Донбасса так и его отдельных районов и площадей.

#### Выводы:

1. Геологическое обеспечение развития угледобывающей отрасли Донбасса должно быть направлено на сохранение и увеличение уровня угледобычи за счёт преимущественной отработки отдельных блоков-модулей с высокоэффективными угольными пластами; повышения нагрузки на очистные забои. В отдельных случаях рекомендуется отработка высокоэффективных пластов малыми шахтами неглубокого до 300 м заложения. Параллельно с этим должна вестись интенсивная работа по созданию выемочной техники для высокопроизводительной работы на тонких пластах.

2. Резерв разведанных участков требует переоценки в направлении соответствия современным требованиям угледобывающей отрасли: сокращения срока службы шахт, преимущественной отработки эффективных пластов и блоков шахтацимодулями и вскрытия глубоких горизонтов групповыми стволами.

3. Успешное до 60–70% извлечение угольного метана из угольных пластов Донбасса возможно при прогнозировании микрозалежей и очагов АВПД, на основе детального изучения зонального и локального изменения морфоструктуры угольного пласта, его гипсометрии, трещиноватости и разрывных нарушений и геодинамики (по РЭМ витринита, данным тороновой съемки и др.)

4. Для ведения эффективной добычи угольных газов необходима организация совместных предприятий — «углегазовых промыслов-угольных шахт».

#### Библиографический список.

1. Айруни А.Т. Прогнозирование и предотвращение газодинамических явлений в угольных шахтах. — М.:Наука, 1987. — 310 с.
2. Брижанёв А.М., Кирюков В.В., Куш О.А., Назаренко А.М. Геологическое обеспечение добычи углей малыми шахтами и углеразами в условиях рыночной экономики. Сб. «Геология угольных месторождений» — Екат.: Изд. Ур.ГГА. 1995. — Вып.5. — С.229–236.
3. Газобильность угольных шахт СССР. Комплексное освоение газоносных угольных месторождений./ А.Т.Айруни, Р.А.Галазов, И.В.Сергеев и др. // Ред. Г.Д.Лидин. — М. Наука, 1990. — 216 с.
4. Державний баланс запасів корисних копалин України на 1.01.2000. Випуск 22. Вугілля., в 2 книгах. — Київ. Вид. Держгеоінформ, 2000. — С.10–65.
5. Кирюков В.В., Куш О.А. Геологическое обоснование эффективной добычи угольного метана на метаногольных месторождениях Донецкого бассейна. Сб. «Геология угольных месторождений» — Вып.8. — Эк. Изд. УГГА, 1998. — С.243–253.
6. Минерально-сырьевая база угольной промышленности России. В 2-х томах./ Гл. ред. А.Е.Евтушенко, Ю.Н.Малышев. — М., Изд. МГГУ, 1999. — Т.1 — 648 с. — Т.2 — 448 с.
7. Проблемы разработки метаноносных пластов в Кузнецком угольном бассейне. // Ю. Н. Малышев, Ю. Л. Худин, М. П. Васильчук, А.Т.Айруни, И.В.Сергеев, В.С.Забурдяев. — М.: Изд. АГН, 1997. — 463 с.
8. Угольная промышленность Дона. — М., Изд. МГГА, 1995. — 249 с.