



УДК 622.33:622.8:622.014.1:622.232:553

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КУЗБАССА

Шаклеин С.В.¹, Писаренко М.В.¹, Рогова Т.Б.²

¹ Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН

² Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева



Информация о статье

Поступила:

19 января 2024 г.

Рецензирование:

28 февраля 2024 г.

Принята к печати:

25 марта 2024 г.

Ключевые слова:

уголь, минерально-сырьевая база, балансовые запасы, Государственный баланс запасов угля, требования к технологиям добычи, трудноизвлекаемые запасы

Аннотация.

Приводится современная оценка состояния мировых запасов, добычи, потребления и торговли углем, непосредственно определяющих стратегию развития отечественной угледобычи. Представлены результаты анализа изменения состояния минерально-сырьевой базы угольной отрасли России и Кузбасса, показывающие, что сохранение достигнутых объемов добычи коксующегося угля в перспективе может быть обеспечено только за счет использования подземного способа добычи. Отмечено, что качество сырьевой базы Кузбасса не отвечает существующим технологическим требованиям отрасли. Указано на неизбежность перехода к интенсивному пути угольной отрасли, состоящему в разработке новых горных технологий, позволяющих вовлекать в эксплуатацию ранее не востребуемые промышленностью запасы. Переход к новой парадигме развития предполагает признание угля в пластах с определенной морфологией в качестве трудноизвлекаемых запасов.

Для цитирования: Шаклеин С.В., Писаренко М.В., Рогова Т.Б. Тенденции развития минерально-сырьевой базы угольной промышленности Кузбасса // Техника и технология горного дела. – 2024. – № 1(24). – С. 4-22. – DOI: 10.26730/2618-7434-2024-1-4-22, EDN: DQLFGI

Введение

Уголь на протяжении более 150 лет является одним из ключевых источников первичной энергии в мире. Обеспеченность мирового хозяйства этим видом топлива является основным аргументом в пользу его использования. По последним данным около 36% вырабатываемой в мире электроэнергии приходится именно на уголь.

Исследованиями последних лет установлено, что потенциальные ресурсы каменного угля в мировом масштабе оцениваются примерно в 12 000 млрд т.

Разведанные запасы по данным *BP Statistical Review of World Energy* в 2023 году составили 1074 млрд т и на 223 млрд т превышают оценку 2017 года. Прирост мировых запасов произошел в основном за счет их роста в Индонезии, Австралии, Китае и Индии. Около 70% мировых разведанных запасов угля приходятся на каменный уголь и антрацит, остальное – на бурый уголь.

Несмотря на широкую распространенность угольных месторождений, мировые запасы углей распределены крайне неравномерно. Около 75% всех разведанных запасов сосредоточено в 5 странах: США, России, Австралии, Китае и Индии (Рис. 1).

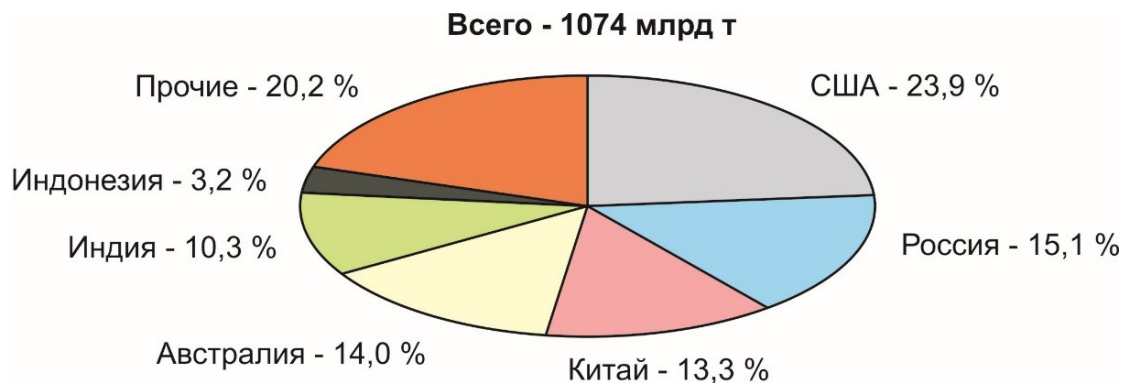


Рис. 1. Доля разведанных запасов угля стран в его мировых запасах (на 01.01.2022 год) [1]
Fig. 1. Share of explored coal resources of countries in its world resources (as of 01.01.2022) [1]

Реальные темпы формирования углеродной нейтральности энергопотребления и реализация программ глобального энергоперехода к возобновляемым источникам энергии предопределяют сохранение энергетической значимости угля в средне- и даже в долгосрочной перспективе. В программах ООН по охране окружающей среды предполагается, что объем добычи угля в мире по крайней мере до 2030 года будет расти, в основном за счет увеличения потребления угля в развивающихся странах Юго-Восточной Азии и Индии. В странах Европы и Америки на фоне ослабления спроса на электроэнергию и расширения использования безуглеродных источников энергии спад спроса на уголь сохранится. В связи с этим переориентировку российского угольного экспорта на азиатское направление следует рассматривать в качестве долгосрочной стратегии его развития.

Добыча и потребление угля в мире

Согласно данным Международного энергетического агентства, мировое производство и потребление угля в 2023 году впервые превзошло все исторические рекорды и составило около 8,7 млрд т и 8,5 млрд т соответственно. Рекордный рост производства обеспечили три крупнейшие страны – Китай, на который приходится более половины мировой добычи (50,7%), Индия (11,7%) и Индонезия (8,2%) – Рис. 2. Вклад остальных стран значительно ниже – менее 6% [2-3].

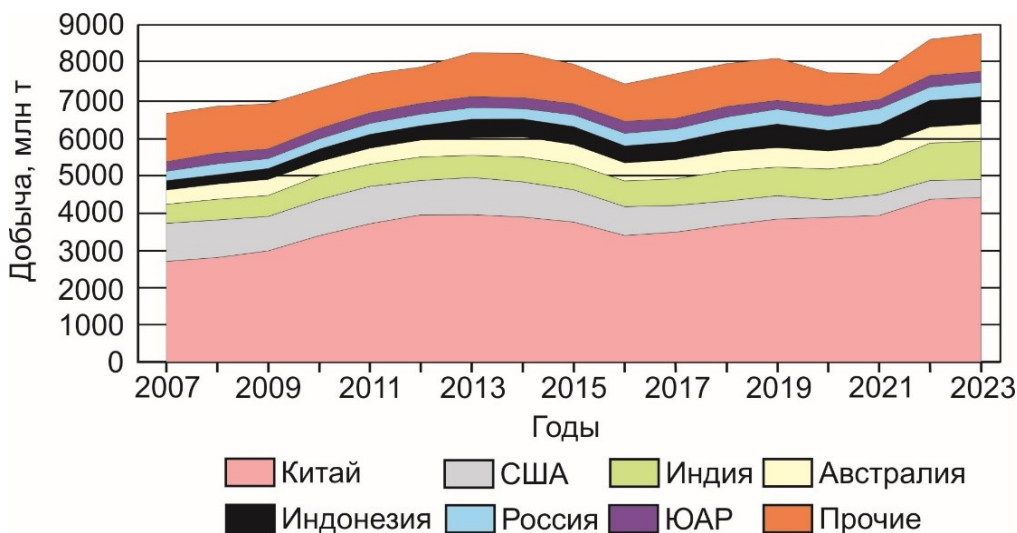


Рис. 2. Динамика мировой добычи угля [2, 3]
Fig. 2. Dynamics of the global coal production [2, 3]



Добыча коксующегося угля в 2023 году находилась на уровне 1,1 млрд т, что на 1,8% выше, чем годом ранее. Главными производителями этого вида угля в мире являются Китай с долей 58,3%, Австралия – 14% и Россия – 10,9%.

Наиболее интенсивно используют свою минерально-сырьевую базу (МСБ) Китай (13% мировых доказанных запасов, 50,7% мировой добычи угля) и Индонезия (соответственно 3% и 7,5%), а наименее – США (23% и 6,4%) и Россия (15% и 5%).

Объем мировой торговли угля по итогам 2023 года оценивается в 1468 млн т (Рис. 3), в том числе коксующегося угля – 352 млн т, что также выше ранее зафиксированных исторических рекордов. Основными экспортёрами угля являются: Индонезия (доля в 2023 году – 34%), Австралия (24%) и Россия (15%), а основными импортёрами – КНР (доля в 2023 году – 30,7%), Индия (16,4%), Япония (11,5%) и Южная Корея (8,1%) [1–2].



Рис. 3. Динамика развития мирового рынка угля
Fig. 3. The global coal market dynamics

Основные страны-производители и потребители угля

Лидером в производстве и потреблении угля на протяжении довольно длительного периода является Китай. Угольная стратегия Китая предусматривает увеличение внутреннего производства угля. Однако значимый рост добычи угля в стране с 2,7 млрд т в 2017 году до 4,4 млрд т в 2023 году, в том числе коксующихся углей до 649 млн т, не покрывает потребности его растущей экономики, потребности которой в 2023 году оценивались в 4,7 млрд т угля, в том числе коксующегося – 738 млн т. Недостаток угля компенсируется этой страной за счет внешних поставок, и ныне Китай является самым крупным мировым импортёром как энергетического (351 млн т в 2023 году), так и коксующегося угля (100 млн т). Основными поставщиками угля в КНР являются Индонезия, Австралия, Россия и Монголия [2].

Индия занимает второе место в списке стран-лидеров производителей и импортёров угля. По сравнению с 2007 годом страна уже нарастила собственную добычу угля более чем в 2 раза, добыв в 2023 году более 1 млрд т угля. Хотя общие разведанные запасы угля и достаточно велики, но они представлены в основном энергетическими каменными углями, запасы коксующихся углей страны незначительны. Поэтому Индия вынуждена удовлетворять около 86% своих растущих потребностей в коксующихся углях, составивших в 2023 году около 81 млн т, за счет импорта. Государственная политика страны в области добычи угля направлена на увеличение внутреннего производства. Для достижения поставленных целей разработана государственная программа, но в настоящее время страна вынуждена продолжать увеличивать импорт угля, величина которого в 2023 году оценена в 241 млн т, из которых 78 млн т приходится на коксующийся уголь.



Замыкает тройку мировых лидеров производителей угля Индонезия, которая нарастила объемы добычи с 2007 года почти в 3 раза (с 217 до 725 млн т в 2023 году). Основная часть (86%) разведанных запасов углей страны приходится на каменные энергетические угли низкого качества и на бурые угли. Тем не менее низкая себестоимость добычи и благоприятная конъюнктура рынка угля обеспечивали конкурентность индонезийского угля на мировом рынке, и страна стала лидером по поставкам угля, которые в 2023 году составили 500 млн т (почти 70% общего объема добычи) и были направлены преимущественно в Китай и Индию.

США на протяжении длительного времени демонстрируют устойчивую тенденцию сокращения объемов добычи угля. Если в 2007 году объем добычи превышал 1124 млн т, то в 2023 году он снизился до 484 млн т (в том числе до 56 млн т коксующегося). Естественно, что в стране также уменьшилось и потребление угля – до 360 млн т в 2023 году. Особенно значимо в США снизилось потребление коксующегося угля (до 14 млн т), основная часть которого имеет национальное происхождение. В 2023 году угольный экспорт США составил около 84 млн т, из которых 44 млн т приходится на коксующийся уголь.

Ресурсный потенциал России

Россия, добывая 457 млн т, занимает пятое место в рейтинге стран-производителей угля и третье место по его потреблению с объемом 258 млн т, а по коксующимся углям третье место по производству с объемом 121 млн т и по потреблению – 70 млн т. Около половины добываемого угля (221 млн т) поставляется на внешний рынок. По этому показателю страна занимает третье место в мире, а по экспорту коксующегося угля с объемом 51 млн т – второе место.

По состоянию на 1 января 2022 года на Государственном балансе России числится 195,9 млрд т запасов угля по чистым угольным пачкам по категориям А+В+С₁ и 78,4 млрд т – по категории С₂. Однако 53% из них приходится на долю бурых углей, 44% – каменных и 3% – антрацита. Около 41% каменных углей России пригодно для коксования. Еще 55,8 млрд т угля заключено в забалансовых запасах, из которых 31% приходится на бурый, 60% – на каменный уголь и 9% – на антрацит.



Рис. 4. Изменение запасов по основным составляющим движения запасов категорий А, В, С₁ угольной минерально-сырьевой базы России

Fig. 4. Changes in the coal resources by main components of changes in the number of resources of categories A, B, C₁ of the Russian mineral resource base

В 2021 году добыча угля в России по чистым угольным пачкам составила 396,6 млн т, валовая (с учетом засорения при добыче) – 438,4 млн т. По итогам работы в 2021 году балансовые запасы угля в стране в результате их добычи (396,6 млн т) и переоценки промышленной значимости (389,1 млн т) снизились на 785,7 млн т, что было частично компенсировано их приростом за счет разведки (346,8 млн т) [4]. Добыча угля в 2022 году несколько выросла – до 443,6 млн т, а в 2023 году – 438 млн т.



В последние годы при относительно постоянных объемах добычи происходит устойчивое снижение результативности геологоразведочных работ и возрастает объем списания запасов, вызванных переосмыслением их промышленной значимости (Рис. 4). В целом по России по итогам работы в 2021 году добыча каждой тонны угля сопровождалась списанием с баланса примерно двух с половиной тонн угля (с учетом потерь при добыче). Это не может не вызывать серьезной озабоченности.

Резервом для пополнения ресурсной базы балансовых запасов служат прогнозные ресурсы. Общее количество апробированных прогнозных ресурсов угля страны категорий $P_1+P_2+P_3$ составляет 1528,9 млрд т [4].

Ресурсный потенциал Кузбасса, динамика и тенденции его развития

Основным и наиболее интенсивно осваиваемым угольным регионом страны является Кемеровская область-Кузбасс, на которую приходится более 50% российской добычи угля при 25% доле балансовых запасов региона в общих запасах России. Как и в России в целом, балансовые запасы Кузбасса изменяются не только в результате добычи и сопровождающих ее потерь, разведки и доразведки месторождений, но и в результате переосмысления промышленной значимости запасов, уже числящихся на учете. Причем в Кузбассе последний фактор проявляется более активно, чем в России, что во многом связано с различной долей бурых углей в минерально-сырьевой базе (в России – 53%, а в Кузбассе они практически отсутствуют – 0,06%), которые изначально ставились на учет только при условии низкой сложности геологического строения содержащих их участков недр.

Представленная на Рис. 5 динамика изменения балансовых запасов Кузбасса трех основных категорий запасов показывает, что начиная с 80-х годов прошлого века их количество неуклонно уменьшалось. Данная тенденция изменилась только с началом массового лицензирования новых участков недр, в результате которого недропользователи стали разведывать и ставить на учет ранее оцененные запасы категории C_2 и прогнозные ресурсы категорий P_1, P_2 , а также запасы отдельных разведанных участков недр, материалы по которым ранее государственную экспертизу не проходили и Госбалансом не учитывались.

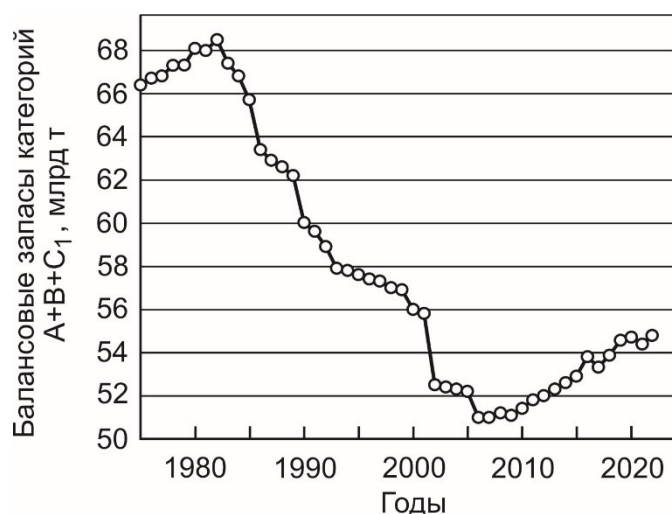


Рис. 5. Динамика изменений балансовых запасов Кузбасса в соответствии с государственным балансом угольных запасов, в котором учитывается только уголь, находящийся в чистых угольных пачках

Fig. 5. Dynamics of changes in Kuzbass coal resources in accordance with the State balance sheet of coal resources, which takes into account only coal in clean plys

За период с 1982 по 2006 годы из недр Кузбасса было извлечено порядка 3,1 млрд т угля (по чистым угольным пачкам). За это же время балансовые запасы категорий А, В, C_1 , несмотря на проводимые в этот период геологоразведочные работы, сократились на 18,1 млрд т – с 68,5 до



50,4 млрд т. Средние темпы сокращения составили 724 млн т в год. Основной причиной столь высоких темпов погашения уже разведанных запасов была так называемая «расчистка баланса», состоящая в снятии с учета запасов, не обеспечивающих их эффективную добычу существующими технологиями. Подобные «расчистки» происходили и ранее. Наиболее массовая «расчистка» баланса произошла в СССР в 1971 году, когда перспективные разведанные запасы угля страны одномоментно были снижены почти в два раза – на 51% [5]. Необходимость «расчистки запасов» была вызвана массовым переходом к использованию в промышленности механизированных комплексов добычи угля, эффективность применения которых достигалась только в достаточно узком диапазоне горно-геологических условий. Этот пример ярко показывает зависимость состояния минерально-сырьевой базы от технологического состояния добывающей отрасли. Эта зависимость, о которой порой забывают, вытекает из самого содержания понятия запасов. Под запасами (ресурсами – по зарубежной терминологии) в мире [6, 7] понимается не любое скопление твердого минерального вещества в земной коре или на ее поверхности, а лишь такое скопление, достоверность изучения которого, количество, качество, состав, формы и условия залегания которого обеспечивают реальные перспективы его экономически эффективного промышленного освоения в обозримой (балансовые запасы) и в отдаленной (забалансовые запасы) перспективе. В целом высокие темпы переоценки запасов явно свидетельствуют о несоответствии технологических возможностей существующих технологий добычи угля горно-геологическим условиям объектов бассейна.

Источником данных о состоянии ресурсного обеспечения отрасли является Государственный баланс запасов, содержащий сведения о количестве запасов в чистых угольных пачках, их достоверности и движении, а также их промышленной значимости и марочном составе. Получить определенное представление о тенденциях изменения балансовых запасов угля Кузбасса промышленных категорий А, В, С₁ можно по двум временным срезам: настоящего времени и данным 2004 года, когда в бассейне только развернулось массовое лицензирование новых участков недр.

Обеспеченность угольной промышленности Кузбасса запасами угля промышленных категорий формально выглядит вполне удовлетворительной (Таблица 1).

Таблица 1. Общие балансовые запасы каменного угля и антрацита в Кузбассе

Table 1. The total balance resource of hard coals and anthracite in Kuzbass

Год	Запасы по состоянию на 1 января, млрд т					
	Каменный уголь и антрацит		Коксующийся уголь		Особо ценные марки коксующегося угля*	
	всего	из них для подземной добычи	всего	из них для подземной добычи	всего	из них для подземной добычи
Запасы категорий А+В+С₁						
2004	52,419	42,031 (80 %)	28,548	26,059 (91 %)	12,271	12,096 (99 %)
2020	55,471	42,900 (77 %)	28,572	25,620 (90 %)	13,749	13,337 (94 %)
2021	54,696	42,008 (77 %)	28,515	25,491 (89 %)	13,773	13,313 (97 %)
2022	54,387	41,465 (76 %)	27,972	25,201 (90 %)	13,606	13,144 (97 %)
Запасы категории С₂						
2004	15,635	8,129 (52 %)	4,901	3,568 (73 %)	1,784	1,781 (0,2 %)
2020	14,032	7,864 (56 %)	4,358	3,191 (73 %)	1,713	1,696 (99 %)
2021	13,957	7,671 (54 %)	4,338	3,169 (72 %)	1,709	1,691 (99 %)
2022	13,972	7,581 (54 %)	4,370	3,155 (72 %)	1,726	1,706 (99 %)

*нормативно к ним относятся коксующиеся угли марок КЖ, К, Ж, ГЖ, ОС

Именно наличие столь мощной ресурсной базы всех марок каменного угля и антрацита (Рис. 6) предопределило высокие темпы освоения Кузнецкого угольного бассейна, ставшего в



настоящее время основным поставщиком российских каменных углей на внутренний и внешний рынки. По итогам работы в 2021 году угольная промышленность области обеспечила добычу угля по чистым угольным пачкам в количестве 210,4 млн т угля при валовой добыче в 243,1 млн т (Таблица 2).

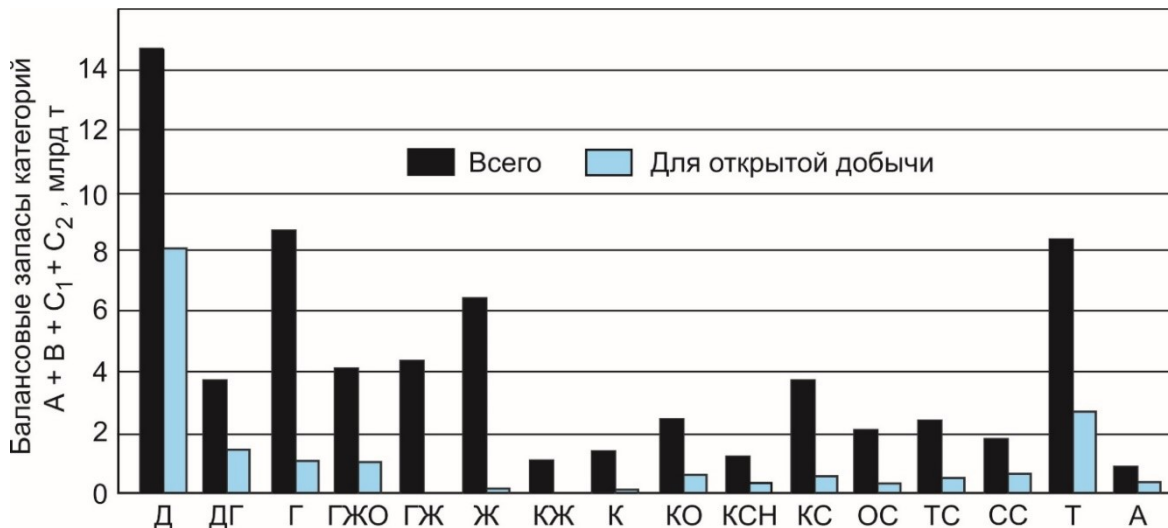


Рис. 6. Марочная структура балансовых запасов угля Кузбасса
Fig. 6. Rank structure of coal balance resources of Kuzbass

Таблица 2. Добыча угля в Кузбассе по чистым угольным пачкам в 2021 году
Table 2. Kuzbass coal production from of the clean plys in 2021

Уголь	Добыча по чистым угольным пачкам, млн т				
	Всего	Подземный способ		Открытый способ	
		добыча	при потерях*	добыча	при потерях*
Каменный и антрацит	210,354	62,594 (30 %)	36 %	147,760 (70 %)	6 %
Коксующийся	70,686	32,443 (46 %)	28 %	38,243 (54 %)	6 %
Особо ценные марки коксующегося угля	31,084	23,531 (76 %)	25 %	7,553 (24 %)	7 %

* суммарно все виды потерь угля в недрах

Сравнивая данные Таблиц 1 и 2, следует обратить внимание на огромный дисбаланс между объемами добычи и ресурсной базой двух основных способов добычи угля в Кузбассе – подземного и открытого, что наглядно демонстрирует Рис. 7. Данный дисбаланс не может не учитываться при оценке перспектив развития региона.

Официальным резервом для поддержания мощностей действующих и строительства новых предприятий (в том числе, и после проведения дополнительных геологоразведочных работ на перспективных участках) являются участки недр нераспределенного фонда недр. По состоянию на 1 января 2022 года учтенные Государственным балансом запасы нераспределенного фонда составляют 34 млрд т категорий А, В и С₁ и 13 млрд т категории С₂ (Таблица 3). Из таблицы следует, что фонд обеспечивает возможность преимущественного развития подземной добычи угля.

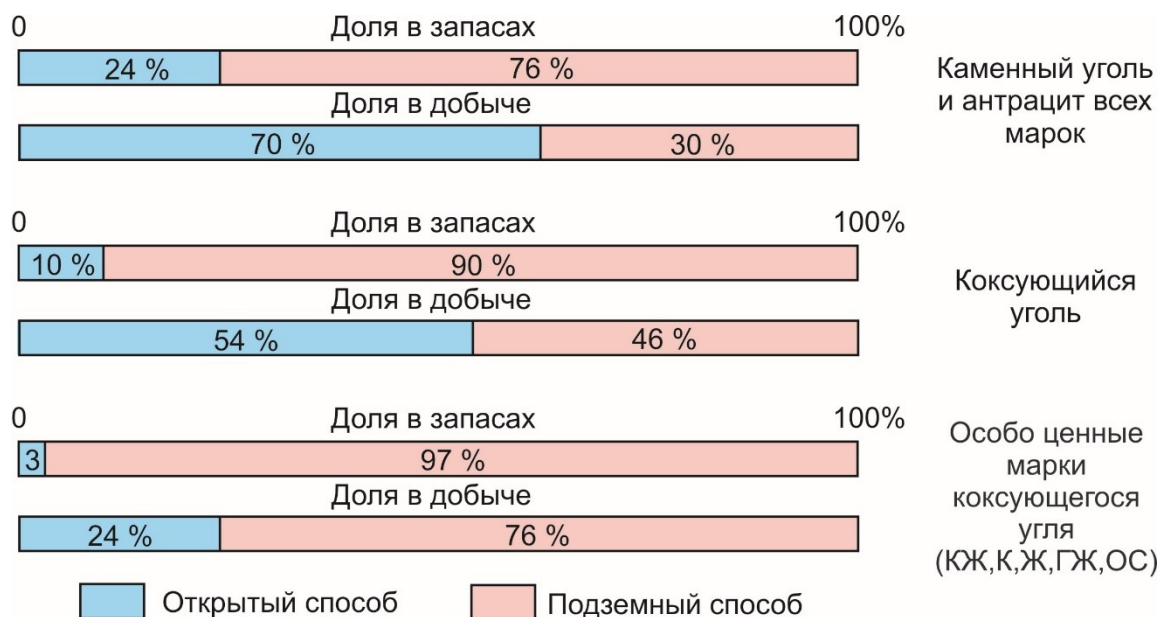


Рис. 7. Долевое участие углей в запасах и в добыче для открытого и подземного способов добычи в Кузбассе

Fig. 7. Share of coal in resources and production for open and underground mining in Kuzbass

Таблица 3. Балансовые запасы каменного угля и антрацита нераспределенного фонда недр Кузбасса по состоянию на 01.01.2022 г.

Table 3. Balance resources of hard coal and anthracite of the undistributed Kuzbass subsoil fund as at 01.01.2022 г.

Балансовые запасы, млрд т					
Каменный уголь и антрацит		Коксующийся уголь		Особо ценные марки коксующегося угля	
всего	из них для подземной добычи	всего	из них для подземной добычи	всего	из них для подземной добычи
категорий А+В+С ₁					
33,633	28,979 (83 %)	17,490	16,441 (94 %)	7,907	7,852 (99 %)
категории С ₂					
12,969	7,402 (57 %)	4,034	3,008 (76 %)	1,608	1,603 (99,7 %)

Формально при перспективной валовой годовой добыче угля в Кузбассе в 2030 году на уровне 295 млн т (соответствующей добыче 260 млн т угля из угольных пачек) и при сложившемся соотношении объемов добычи и погашения запасов размер нераспределенного фонда недр способен обеспечить промышленность запасами на протяжении порядка 70-80 лет.

Помимо балансовых запасов, Классификация запасов выделяет группу забалансовых запасов, анализу состояния которых обычно не уделяют должного внимания. Это запасы, вовлечение которых в эксплуатацию на момент проведения экспертизы экономически нецелесообразно или технически и технологически невозможно, но освоение которых в ближайшем будущем становится экономически возможным при изменении цен на полезные ископаемые или при появлении новых технологий добычи. Количество забалансовых запасов каменного угля и антрацита в Кузбассе постоянно увеличивается и составляет на 01.01.2022 г. 10,3 млрд т (19% от всех и 21% от балансовых запасов для подземной добычи) – Таблица 4.

Таблица 4. Забалансовые запасы каменного угля и антрацитов Кузбасса



Table 4. Off-balance resources of hard coal and anthracite of Kuzbass

Год	Забалансовые запасы по состоянию на 1 января, млрд т					
	Каменный уголь и антрацит		Коксующийся уголь		Особо ценные марки коксующегося угля	
	всего	из них для подземной добычи	всего	из них для подземной добычи	всего	из них для подземной добычи
2004	7,203	7,094 (98 %)	3,454	3,394 (98 %)	2,609	2,591 (99 %)
2020	9,470	8,261 (87 %)	3,768	3,644 (97 %)	2,451	2,407 (98 %)
2021	9,928	8,597 (87 %)	4,038	3,912 (97 %)	2,578	2,534 (98 %)
2022	10,298	8,837 (86 %)	4,147	3,991 (96 %)	2,599	2,555 (98 %)

Следует обратить внимание, что по направлению коксующихся углей, в первую очередь их особо ценных марок, потенциал фонда забалансовых запасов превышает потенциал части нераспределенного фонда недр, подлежащей дальнейшей разведке (запасы категории С₂). Однако вовлечение забалансовых запасов в хозяйственный оборот возможно только при условии разработки новых технологий добычи угля.

Резервом для развития фонда запасов являются прогнозные ресурсы угля бассейна, которые могут трансформироваться в запасы после проведения геологоразведочных работ. По официальным данным Минприроды РФ [4] прогнозные ресурсы Кузбасса оцениваются ныне в 304,2 млрд т (для сравнения – по подсчету 1968 года прогнозные ресурсы Кузбасса составляли 569 млрд т [5]). Из общего количества прогнозных ресурсов 221,8 млрд т оцениваются по категории Р₁, а 82,4 млрд т – по категории Р₂. При использовании методики Минприроды РФ по оценочному порядку пересчета прогнозных ресурсов в запасы указанное количество прогнозных ресурсов соответствует 121 млрд т запасов категории С₂. При этом следует иметь в виду, что оценка прогнозных ресурсов производится в России, как и в мире, до глубин 1800 м, т.е. до глубин, недоступных не только для открытой, но и для подземной технологий добычи.

Близкие по значениям предельные глубины оценки ресурсов используются и за рубежом, например: в США – до 1800 м (6000 футов) [8], Китае – 1200 м [9]. Отметим, что в некоторых странах при оценке национального угольного потенциала в целях государственного планирования используется дифференциация направлений возможного использования ресурсов угля по глубинам их залегания. Например, при оценке ресурсов угля Великобритании [10] предполагается, что до глубин 600 м ресурсы могут быть непосредственно извлечены из недр, в диапазоне глубин от 600 до 1200 м они предназначены для подземной газификации, а в диапазоне 1200 – 1800 м – для связывания СО₂, в процессе которого происходит вытеснение из угля метана, что обеспечивает возможность повышения извлечения газа и роста его добычи.

Состояние минерально-сырьевой базы коксующихся углей Кузбасса

При оценке состояния минерально-сырьевой базы коксующихся углей дополнительно необходимо учитывать и структуру их марочного состава, поскольку в технологических процессах коксования используется коксовая шихта, формируемая из углей различных марок.

По технологическим свойствам коксующиеся угли принято объединять в три основные группы:

- группа спекающихся углей, к которой относят уголь марок ГЖ (газовый жирный) и Ж (жирный);
- группа углей коксовой присадки, включающая марки К (коксовый), КО (коксовый отощенный) и ОС (отощенный спекающийся);
- группа углей отошающей присадки с марками углей КС (коксовый слабоспекающийся) и КСН (коксовый слабоспекающийся низкометаморфизованный).

Остальные марки углей относят к отдельной малоценной слабоспекающейся группе. При определенных значениях характеристик качества часть углей марок ДГ, Г, СС, ТС числится на балансе в качестве угля, пригодного для использования в процессах коксования.



Соотношение углей трех указанных технологических групп в составе коксовой шихты определяет качество получаемого кокса. Состав смеси, на основе которой может быть получен кокс наилучшего качества, с условной долей идеализации, принято именовать «оптимальной» угольной шихтой, формируемой при следующем соотношении трех групп углей: спекающихся – 45% (ГЖ – 20% + Ж – 25%); коксовых – 37% (К+КЖ – 16%, КО – 7% + ОС – 14%) и отошающей присадки – 18% (КС – 18%) [11].

Марочная структура общих балансовых запасов коксующихся углей, представленная на Рис. 8, показывает, что около трети этих запасов приходится на угли, не имеющие особой ценности для коксохимической промышленности (ДГ+ТС+СС – 11,2% и Г+ГЖО – 21,8%). Доля особо ценных коксующихся углей (ГЖ, Ж, КЖ, К и ОС) составляет 48% (15,4 млрд т), в том числе марок К+КЖ, оптимальное количество которой в составе коксовой шихты позволяет получать наиболее прочный кокс – 8%.

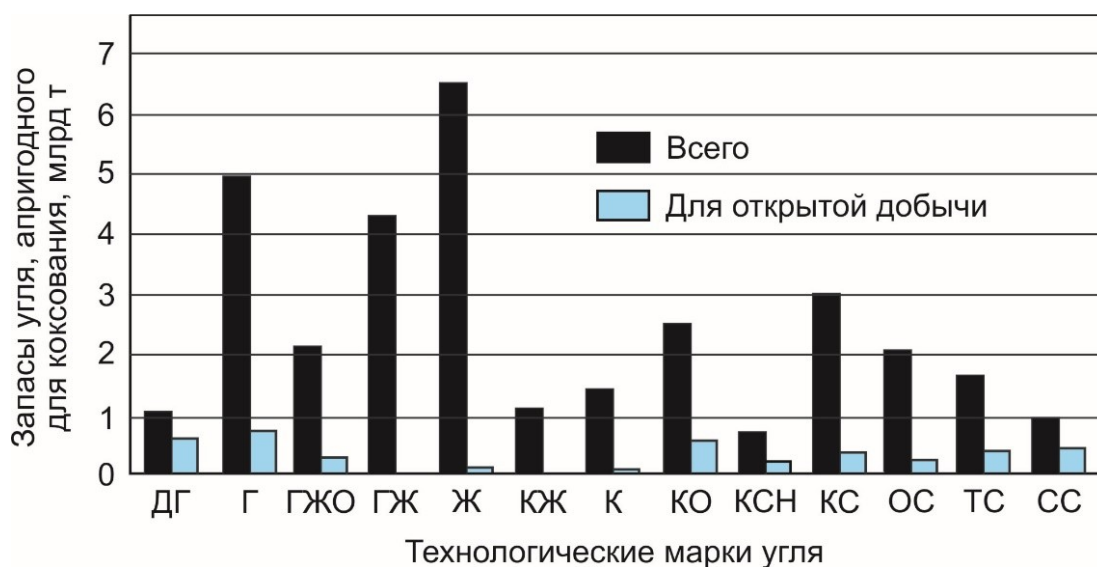


Рис. 8. Марочная структура балансовых запасов углей Кузбасса, пригодных для использования в коксовании

Fig. 8. Rank structure of coking coal balance resources of Kuzbass

В распределенном фонде недр сосредоточена треть всех балансовых запасов коксующихся углей Кузбасса. Марочная структура этого фонда характеризуется тем, что около 27% его запасов представлено углями, не входящими в состав оптимальной коксовой шихты и не представляющими особой ценности для коксохимической промышленности.

Распределение запасов марок углей, формирующих «оптимальную» коксовую шихту (Таблица 5), таково, что более их половины (56%) приходится на спекающуюся группу (ГЖ+Ж), около 33% – на коксовую группу, в которой наблюдается нехватка особо ценных углей (К, КЖ и ОС), и 11% – на группу отошающей присадки (КС).

Приведенные в Таблице 5 коэффициенты D , указывающие на долю запасов марки угля, при которой достигается формирование максимального количества «оптимальной» шихты, можно рассматривать в качестве характеристик ресурсной значимости различных марок углей. Чем ближе значение коэффициента D для марки к 100%, тем в большей степени количество ее запасов влияет на возможные объемы «оптимальной» шихты. Непропорционально низкое содержание в распределенном фонде запасов марок К+КЖ существенно ограничивает общее количество запасов фонда, которое может быть использовано для формирования «оптимальной» коксовой шихты, составляющий 4,1 млрд т (52% от общих запасов формирующих эту шихту углей). С этой точки зрения наибольшей ресурсной значимостью (в порядке убывания) в распределенном фонде недр имеют угли марок К+КЖ, КС и ОС.



Таблица 5. Оценка состояния марочной структуры распределенных и нераспределенных ресурсов коксующегося угля Кузбасса относительно оптимальной коксовой шихты
Table 5. Assessment of the state of the rank structure of distributed and unallocated coking coal resources of Kuzbass in relation to optimal batch composition

Технологическая марка угля	Состав оптимальной шихты, %	Распределенный фонд, %			Нераспределенный фонд, %		
		факт	(+/-) к оптимальной	<i>D</i>	факт	(+/-) к оптимальной	<i>D</i>
ГЖ	20	26,1	+6,1	39,5	17,1	-2,9	81,5
Ж	25	29,8	+4,8	43,3	31,9	+6,9	54,7
Итого	45	55,9	+10,9		49,0	+4,0	
К+КЖ	16	8,3	-7,7	100,0	14,5	-1,5	77,3
КО	7	14,6	+7,6	24,7	10,3	+3,3	47,4
ОС	14	10,0	-4,0	72,0	9,8	-4,2	100,0
Итого	37	32,9	-4,1		34,6	-2,4	
КС	18	11,2	-6,8	92,4	16,4	-1,6	77,0
Всего, %	100	100,0			100,0		
Всего, млрд т		7,9		4,1	13,0		9,1

D – доля в имеющихся запасах рассматриваемой марки угля, которая обеспечивает формирование максимально возможного количества «оптимальной» коксовой шихты

В нераспределенном (резервном) фонде недр сосредоточена основная часть (67%) всех балансовых запасов коксующихся углей. В его марочной структуре около 40% приходится на угли, относящиеся к отдельной слабоспекающейся группе, которые не представляют особой ценности для коксовой промышленности (марки ДГ, Г, ГЖО, ТС и СС). Оценка сырьевой базы нераспределенного фонда с позиции возможности формирования максимального количества «оптимальной» угольной шихты показывает (Таблица 5), что количество запасов, которое может использоваться в этих целях, составляет 9,1 млрд т (70% от общих запасов, формирующих эту шихту). Наиболее ресурсно значимыми (в порядке убывания) в нераспределенном фонде недр также являются угли марок ОС, К+КЖ, КС.

Следует отметить, что разведанные запасы коксующихся углей марок КО, ОС и КС имеются только в Кузбассе, что повышает значимость запасов этих марок для угольной промышленности России.

Использованный при проведении анализа состояния ресурсной базы коксующихся углей подход несколько схематичен, но, тем не менее, позволяет вскрыть общую картину ее состояния и развития.

К сожалению, расширение сырьевой базы распределенного фонда по маркам К+КЖ, ОС и КС, по которым имеет место стратегический дефицит, за счет вовлечения в хозяйственный оборот разведанных запасов резервного (нераспределенного) фонда недр весьма ограничено ввиду возможности их отработки практически только подземным способом в достаточно сложных горно-геологических условиях. В силу этого предлагаемые решения по закрытию опасных угольных шахт Кузбасса и по ограничению предоставления права пользования недрами новых участков недр с коксующимися углями для подземной добычи, в целом, ошибочны, так как в перспективе могут привести к необходимости импорта коксующихся углей, т.е. к утрате сырьевого суверенитета национальной коксохимической промышленности. Отсюда следует целесообразность государственного регулирования темпов вовлечения запасов отдельных марок коксующихся углей в обработку, а, возможно, и ограничение их экспорта.

Представительность данных Государственного баланса угля Кузбасса



Формально, судя по содержанию Государственного баланса углей, открытая, а особенно подземная добыча угля обеспечена сырьевыми ресурсами на многие годы вперед.

Как известно, к балансовым запасам относятся запасы, разработка которых на момент оценки экономически эффективна при использовании технологических приемов добычи и переработки, проверенных в промышленных или полупромышленных условиях, обеспечивающих соблюдение требований по рациональному использованию недр и охране окружающей среды [12]. Балансовая значимость запасов оценивается по результатам их государственной экспертизы, осуществляемой по требованиям действующей в момент оценки Классификации запасов и используемых технологий извлечения угля. Естественно, что классификационные и технологические требования непостоянны и изменяются во времени. Однако ныне их изменение не предполагает пересмотра данных Государственного баланса в части оценки разведанности и промышленной значимости запасов. В силу этого в настоящее время большинство (порядка 60%) из числящихся на Государственном балансе бассейна 625 объектов учета обладают запасами, утвержденными в период действия устаревших Классификаций запасов 1933, 1941, 1953, 1960, 1981, 1997 годов (Рис. 9), не отвечающих современным подходам к классификации запасов [13]. В реалиях количество объектов, оцененных по уже устаревшим Классификациям, несколько выше, что связано с отсутствием Методических рекомендаций по применению действующей Классификации запасов 2006 года.



Рис. 9. Распределение объектов государственного учета Кузбасса по годам действия различных Классификаций запасов твердых полезных ископаемых

Fig. 9. Distribution of the state accounting objects of Kuzbass by years of the different Classifications of solid mineral resources

Представительность данных Государственного баланса может быть реально оценена на основе анализа востребованности промышленностью учтенных им запасов. Анализ результатов конкурсов и аукционов показывает, что применительно к ведению подземных горных работ участки с запасами низкометаморфизованных энергетических углей интересуют недропользователей только в случае, если по сложности геологического строения они относятся к первой, наиболее простой группе. Участки недр для подземной добычи второй группы сложности интересуют собственников только тогда, когда в их пределах имеются запасы коксующихся и высокометаморфизованных энергетических углей. Наиболее вероятной причиной этого выборочного интереса является то, что традиционно применяемые технологии подземной добычи не в состоянии обеспечить необходимую эффективность бизнеса в более сложных горно-геологических условиях. Участки недр третьей группы сложности геологического строения вызывают интерес только при возможности ведения открытых горных работ.

За период активного лицензирования новых участков недр с 2004 по 2023 годы в Кузбассе было проведено более 200 аукционов и конкурсов на получение права пользования недрами, по



условиям которых недропользователям было предоставлено право пользования 20,91 млрд т запасов и прогнозных ресурсов, из которых только 10,72 млрд т на момент проведения аукционов и конкурсов числились на Государственном балансе. Казалось бы, недропользователи для повышения своего ресурсного обеспечения должны наращивать его преимущественно за счет уже разведанных запасов нераспределенного фонда недр, сокращая тем самым затраты на выполнение геологоразведочных работ и сроки ввода объектов в эксплуатацию, а также снижая геологический риск принятия решений по освоению участков недр. Однако приведенные выше данные показывают, что на практике нераспределенный фонд недр смог лишь наполовину (на 49%) удовлетворить потребности недропользователей.

На Рис. 10 приведен график изменения доли запасов нераспределенного фонда недр, выставляемых на конкурсы и аукционы в суммарных запасах и прогнозных ресурсах. Он показывает, что начиная с 2008 года интерес недропользователей к запасам нераспределенного фонда начал неуклонно и закономерно снижаться. Для контроля представительности оценок этой доли по отдельным годам на Рис. 10 дополнительно приведено и количество выставленных на аукционы и конкурсы запасов и прогнозных ресурсов.

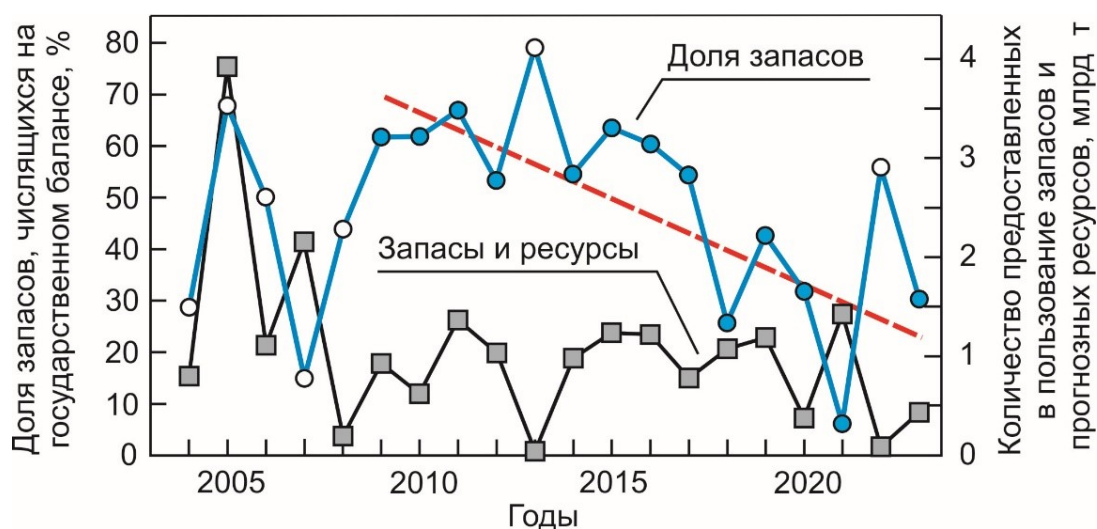


Рис. 10. Востребованность промышленностью в период с 2004 по 2022 годы запасов Кузбасса, числящихся на Государственном балансе

Fig. 10. Demand of the coal industry in the period 2004-2022 of Kuzbass resources taken into the State balance sheet

Данные Рис. 10 свидетельствуют о наличии тесной зависимости (коэффициент корреляции 0,8) между востребованной на аукционах и конкурсах долей запасов нераспределенного фонда недр по годам их проведения, указывающей на средние темпы ее уменьшения на 3,3% в год (пунктирная линия на Рис. 10). Данная зависимость получена при исключении из рассмотрения данных за 2013 и 2022 годы, которые являются малопредставительными (в 2013 году было проведено три аукциона по мелким участкам-прирезкам с суммарными запасами 33 млн т, а в 2022 году – один аукцион на прирезку с запасами 82 млн т). Однако даже при включении в выборку сведений по этим двум годам высокая теснота связи сохраняется (коэффициент корреляции снижается до 0,7), а темп снижения рассматриваемой доли запасов составляет 3,0%.

Таким образом, ранее предполагаемая продолжительность использования запасов нераспределенного фонда недр с учетом низкой их востребованности промышленностью явно завышена и даже по оптимистическому варианту может составить лишь 35-40 лет.

Очевидно, что невостребованность промышленностью значительной части числящихся в настоящее время на балансе запасов угля Кузбасса обусловлена их низкой технологичностью, т.е. отсутствием эффективных технологий извлечения таких запасов.



Основная часть балансовых запасов угля Кузбасса была выделена по параметрам кондиций, установленных Протоколом № 331 от 13.07.1960 комиссии Госплана СССР по утверждению кондиций на рудо-минеральное сырье, который действовал более 60 лет и опирался на ныне устаревшие представления о промышленной значимости запасов. В настоящее время параметры кондиций устанавливаются индивидуально для каждого объекта, но по большинству объектов они также соответствуют требованиям 1960 года. Такие важные для подземной технологии добычи параметры, как углы падения пластов и степень их дизъюнктивной нарушенности, ныне предусмотрено использовать в явном виде только при разработке эксплуатационных кондиций, краткосрочно используемых в период резкого изменения рыночной конъюнктуры. Подобные эксплуатационные кондиции ни одно из угольных предприятий области никогда не разрабатывало.

Задачи технологического развития отрасли, вытекающие из тенденций развития сырьевой базы Кузбасса

Текущее состояние минерально-сырьевой базы Кузбасса явно указывает на то, что бассейн уже прошел стадию своего экстенсивного развития, в основе которой лежал поиск участков недр, пригодных к эффективному освоению существующими горными технологиями. Наступает новый этап развития Кузбасса – этап интенсивного развития минерально-сырьевой базы, в основе которого лежит не поиск запасов под уже существующие технологии, а поиск (разработка) горных технологий под существующие запасы.

В целом на основе представленных выше материалов можно утверждать, что дальнейшее развитие, а в перспективе и даже само существование угольной отрасли Кузбасса предполагает необходимость разработки новых технологий подземной добычи, обеспечивающих отработку ныне не востребуемых запасов, объем которых сопоставим с запасами действующего фонда горнодобывающих предприятий. Такие запасы следует классифицировать как трудноизвлекаемые. К ним объективно должны быть отнесены запасы всех (начиная с тонких) круто-наклонных и крутых пластов (с углами падения более 35°), а также дизъюнктивно нарушенные пласты при коэффициенте нарушенности А.С. Забродина (отношение суммарной длины дизъюнктивных нарушений к площади оцениваемого контура) свыше 25 м/га при любых углах их падения. По результатам отработки 308 млн т запасов 26 шахтами Кузбасса было установлено [14], что в настоящее время пласты с нарушенностью более 25 м/га в эксплуатацию не вовлекаются. Отметим, что еще 20 лет назад в качестве предельной возможной степени нарушенности рассматривалась величина в 50 м/га, а 45 лет назад – 150 м/га.

Кроме того, к трудноизвлекаемым запасам следовало бы отнести запасы особо ценных углей, залегающих в горизонтальных, пологих и наклонных пластах (с углами падения менее 35°), подземная добыча которых механизированными комплексами в один слой невозможна.

Таким образом, состояние МСБ угольной отрасли России предполагает необходимость разработки новых технологий подземной добычи как главной стратегической задачи технологического развития отрасли. Решение этой задачи невозможно без выполнения натурных экспериментов, опытно-промышленных работ и испытаний в шахтных условиях, поскольку возможность проведения их на действующих предприятиях ограничена нормативными требованиями к проектированию и эксплуатации угольных шахт, а отечественные и иностранные [15] недропользователи относятся к использованию новых концепций, оборудования и технологий как к операциям, обладающим высокой степенью риска.

В мае 2020 года вступили в силу поправки к Закону РФ «О недрах», устанавливающие новый вид пользования недрами: «для разработки технологий геологического изучения, разведки и добычи трудноизвлекаемых полезных ископаемых». Он может использоваться как для вновь предоставляемых участков недр, так и для ранее уже переданных в освоение (в том числе и по фрагментам горных отводов уже действующих шахт). Законом определено, что виды трудноизвлекаемых полезных ископаемых, в отношении которых данный вид пользования может использоваться, устанавливаются Правительством РФ. В настоящее время постановлениями Правительства РФ от 19 сентября 2020 года № 1499 и от 12 февраля 2022 года № 153 к трудноизвлекаемым полезным ископаемым отнесены сверхвязкая нефть и нефть из ряда



конкретных залежей углеводородного сырья. Однако в пояснительной записке Минприроды РФ, официально сопровождавшей текст проекта первого указанного Постановления, содержалось указание: «В дальнейшем, по мере анализа предложений заинтересованных компаний-недропользователей, этот перечень может быть расширен». Уже действующий «Порядок выделения участка недр, содержащего трудноизвлекаемые полезные ископаемые, для разработки технологий геологического изучения, разведки и добычи...», утвержденный приказом Минприроды России от 06 ноября 2020 года № 894, прямо указывает на возможность применения данного норматива и к твердым полезным ископаемым.

Из этого следует, что действующие законодательные подходы не препятствуют признанию угля в качестве трудноизвлекаемого полезного ископаемого для условий его подземной добычи при определенных условиях залегания угольных пластов.

Несомненно, такое признание будет стимулировать недропользователей к участию в финансировании и в разработке новых технологий добычи. Во-первых, уже сейчас в перечень научных исследований и опытно-конструкторских разработок, на которые расходы налогоплательщика включаются в состав прочих расходов с коэффициентом 1,5, входит «разработка технологий геологического изучения и освоения месторождений трудноизвлекаемых и нетрадиционных источников минерального сырья». А во-вторых, Минприроды России уже признало целесообразным введение понижающих коэффициентов к ставке НДС для трудноизвлекаемых запасов и приступило к продвижению этой идеи. Кроме того, в п. 4 «Правил проведения государственной экспертизы запасов полезных ископаемых и подземных вод, геологической информации о предоставляемых в пользование участках недр, определения размера и порядка взимания платы за ее проведение», утвержденных Постановлением Правительства РФ от 01.03.2023, говорится о том, что «добыча трудноизвлекаемых полезных ископаемых в процессе разработки технологий, геологического изучения, разведки и добычи трудноизвлекаемых полезных ископаемых может осуществляться без проведения государственной экспертизы их запасов».

Придание залегающим в определенных условиях пластам угля статуса трудноизвлекаемого полезного ископаемого обеспечит правовую возможность проведения опытно-промышленных испытаний новых технологий угледобычи в шахтных условиях.

Следует отметить, что вовлечение в освоение трудноизвлекаемых запасов уже действующих предприятий позволит продлить срок их службы и тем самым снизит остроту проблем, которые неизбежно возникнут при ликвидации градообразующих горных предприятий.

Выводы и рекомендации

Из результатов выполненного анализа вытекают следующие практические выводы и рекомендации:

– предполагаемое решение по закрытию наиболее опасных угольных шахт представляется допустимым только в отношении их части, осуществляющей добычу низкометаморфизованных энергетических каменных углей марок ДГ, Д и Г;

– прекращение или ограничение предоставления права пользования недрами новых участков недр для подземной добычи дефицитных коксующихся марок угля в перспективе может привести к необходимости их импорта и, как следствие, к утрате сырьевого суверенитета отечественной коксохимической промышленности;

– высокие темпы отработки запасов наиболее востребованных марок коксующихся углей в среднесрочной перспективе приведут к ускоренному исчерпанию балансовых запасов этих углей, что предполагает необходимость регулирования темпов их освоения для сохранения сырьевого суверенитета коксохимической промышленности;

– в качестве стратегического направления технологического развития угольной отрасли следует признать разработку технологий и горно-шахтного оборудования, ориентированных на обеспечение возможности эффективной и безопасной отработки подземным способом угольных месторождений со сложными горно-геологическими условиями;

– в целях создания условий для разработки и апробации новых технических решений по добыче трудноизвлекаемого угля на основе применения нового вида пользования недрами «для



разработки технологий геологического изучения, разведки и добычи трудноизвлекаемых полезных ископаемых», необходимо ходатайствовать перед Правительством Российской Федерации о принятии решения по отнесению каменного угля и антрацита, невозможного к извлечению открытым способом, к трудноизвлекаемым полезным ископаемым при условии его залегания:

- в крутонаклонных и крутых пластах (с углами падения более 35°);
- в пластах при коэффициенте их дизъюнктивной нарушенности свыше 25 м/га;
- в мощных пологих и наклонных пластах (с углами падения менее 35°), содержащих особо ценные марки углей, подземная добыча которых механизированными комплексами в один слой невозможна.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук» проект FWEZ-2024-0024 «Разработка эффективных технологий добычи угля роботизированными горнодобывающими комплексами без постоянного присутствия людей в зонах ведения горных работ, систем управления и методов оценки технического состояния и диагностики их ресурса и обоснование обеспечения воспроизводства минерально-сырьевой базы. 2024-2025 гг.» (рег. № 1022041500010-0-1.5.1; 2.7.5).

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© 2024 Авторы. Издательство Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Информация об авторах

Шаклеин Сергей Васильевич, доктор технических наук, главный научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук»

e-mail: svsl950@mail.ru

Писаренко Марина Владимировна, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук»

e-mail: iu.kemsc@mail.ru

Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук

650000, Российская Федерация, г. Кемерово, пр. Советский, 18

Рогова Тамара Борисовна, доктор технических наук, профессор кафедры маркшейдерского дела и геологии, ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

e-mail: rogtb@mail.ru

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева
650000, Российская Федерация, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

Список литературы

1. BP Statistical Review of World Energy June 2022. 70th edition. 2023. – 65 p.
2. Coal 2023. Analysis and forecast to 2026// International Energy Agency Website. 2023. –128 p.
3. Statistics report Key World Energy Statistics. International Energy Agency Statistics, OECD/IEA. 2022. September. – 80 p.
4. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2021 году. Москва: Федеральное агентство по недропользованию, 2022. Режим доступа: <https://www.rosnedra.gov.ru/data/Files/File/8762.pdf>



5. Геологическое строение месторождений углей и горючих сланцев СССР, разведанные запасы и перспективы развития добычи. Москва: Министерство угольной промышленности СССР. Геологическое управление, 1971. – 111 с.
6. Российский Кодекс публичной отчетности о результатах геологоразведочных работ, ресурсах, запасах твердых полезных ископаемых (Кодекс НАЭН). М.: Национальная ассоциация пользователей недр. 2014. – 107 с.
7. The International Template for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves: Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards – ICMM (International Council on Mining and Metals), October 2019. – 78 p.
8. Coal resource classification system of the US Geological Survey: Geological survey circular 891. Denver: US Department of the Interior, Geological Survey, Second printing, 1992. – 65 p.
9. DZ/T 0215-2020 Mineral Geological Exploration Specification for Coal: National Technical Committee for Standardization of Natural Resources and Territorial Spatial Planning: = Specifications for coal exploration. Implementation date: April 30, 2020. issued by the Ministry of Natural Resources of the People's Republic of China, 2020. - 27 pages. (in Chinese)
10. UK Coal Resource for New Exploitation Technologies Final Report CR/04/015N. Keyworth–Nottingham: British Geological Survey, 2004. Available at: <https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/509526/1/CR04015N.pdf>
11. Zolotukhin Yu. A. Evaluating coking resources 3. Optimal rank composition of batch // *Coke and Chemistry*. – 2008. – № 12. – P. 467-473. <https://doi.org/10.3103/S1068364X08120016>
12. Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых: утв. приказом Минприроды РФ от 11.12.2006 № 278: (зарегистрирован в Минюсте России от 25.12.2006 рег. № 8667) // *Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти*. – 2007. – Вып. 5.
13. Рогова Т. Б., Шаклеин С. В. О взаимосвязи между современными и ранее существовавшими оценками категорий запасов твердых полезных ископаемых // *Минеральные ресурсы России. Экономика и управление*. – 2022. – № 1. – С. 35-44.
14. Шаклеин С.В., Рогова Т. Б., Писаренко М. В. О неопределенности (достоверности) геологических материалов, обеспечивающей реализуемость проекта освоения угольного месторождения // *Рациональное освоение недр*. – 2022. – № 3. – С. 26-37. DOI: 10.26121/RON.2023.60.71.002
15. Laird A. M. How to Develop a Project. Mineral resources and ore reserve estimation — the AusIMM guide to good practice. //Melbourne: The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 2001. P. 21-28.



TRENDS IN THE MINERAL RESOURCE BASE DEVELOPMENT OF THE KUZBASS COAL INDUSTRY

Sergey V. Shaklein¹, Marina V. Pisarenko¹, Tamara B. Rogova²

¹ Federal State Budget Scientific Centre «The Federal Research Center of Coal and Coal-Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences»

² T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University



Article info

Received:
19 January 2024

Revised:
28 February 2024

Accepted:
25 March 2024

Keywords: coal, mineral resource base, balance resources, State balance sheet of coal resources, mining technology requirements, hard-to-recover resources

Abstract.

Modern assessment of the state of the world coal resources, production, consumption and trading are provided. These parameters directly determine the development strategy for the domestic coal production. The article presents the results of the evolution analysis of the mineral resource base of the Russia and Kuzbass coal industry, and shows that the preservation of the current production rates of coking coal in the future can be only achieved through the underground mining method. It is noted that the quality of the mineral resource base of Kuzbass does not meet the existing technological requirements of the industry. Inevitable transition to an intensive path of the coal industry, which is consist in the development of new mining technologies allowing the exploitation of previously unclaimed resources, is pointed out. The transition to the new development paradigm implies the recognition of the coal seams with specific morphology as the hard-to-recover mineral resources.

For citation Shaklein S.V., Pisarenko M.V., Rogova T.B. (2024) Trends in the mineral resource base development of the Kuzbass coal industry, *Journal of mining and geotechnical engineering*, 1(24):4. DOI: 10.26730/2618-7434-2024-1-4-22, EDN: DQLFGI

The work was performed within the framework of the state assignment of the Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, : Project FWEZ-2024-0024 «Development of efficient technologies of coal mining by robotic mining complexes operating without permanent presence of personnel in mining zones, design of control systems and methods to assess their technical condition and operating life as well as justification of the mineral resource base reproduction. 2024-2025» (Reg. No. 1022041500010-0-1.5.1;2.7.5).

References

1. BP Statistical Review of World Energy June 2022.70thedition. 2023. – 65 p.
2. Coal 2023. Analysis and forecast to 2026// International Energy Agency Website. 2023. –128 r.
3. Statistics report Key World Energy Statistics. International Energy Agency Statistics, OECD/IEA. 2022. September. – 80 p.
4. Gosudarstvennyy doklad o sostoyanii i ispol'zovanii mineral'no-syr'evykh resursov Rossiyskoy Federatsii v 2021 godu. Moskva: Federal'noe agentstvo po nedropol'zovaniyu, 2022. Rezhim dostupa: <https://www.rosnedra.gov.ru/data/Files/File/8762.pdf>
5. Geologicheskoe stroenie mestorozhdeniy ugley i goryuchikh slantsev SSSR, razvedannye zapasy i perspektivy razvitiya dobychi. Moskva: Ministerstvo ugol'noy promyshlennosti SSSR. Geologicheskoe upravlenie, 1971. – 111 s.
6. Rossiyskiy Kodeks publichnoy otchetnosti o rezul'tatakh geologorazvedochnykh работ, resursakh, zapasakh tverdykh poleznykh iskopaemykh (Kodeks NAEN). M.: Natsional'naya assotsiatsiya pol'zovateley nedr. 2014. – 107 s.



7. The International Template for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves: Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards – ICMM (International Council on Mining and Metals), October 2019. – 78 r.
8. Coal resource classification system of the US Geological Survey: Geological survey circular 891. Denver: US Department of the Interior, Geological Survey, Second printing, 1992. – 65 p.
9. DZ/T 0215-2020 Mineral Geological Exploration Specification for Coal: National Technical Committee for Standardization of Natural Resources and Territorial Spatial Planning: = Specifications for coal exploration. Implementation date: April 30, 2020. issued by the Ministry of Natural Resources of the People's Republic of China, 2020. - 27 pages. (in Chinese)
10. UK Coal Resource for New Exploitation Technologies Final Report CR/04/015N. Keyworth–Nottingham: British Geological Survey, 2004. Available at: <https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/509526/1/CR04015N.pdf>
11. Zolotukhin Yu. A. Evaluating coking resources 3. Optimal rank composition of batch // Coke and Chemistry. – 2008. – № 12. – P. 467-473. <https://doi.org/10.3103/S1068364X08120016>
12. Klassifikatsiya zapasov i prognoznykh resursov tverdykh poleznykh iskopaemykh: utv. prikazom Minprirody RF ot 11.12.2006 № 278: (zaregistrovan v Minyuste Rossii ot 25.12.2006 reg. № 8667) // Byulleten' normativnykh aktov federal'nykh organov ispolnitel'noy vlasti. – 2007. – Vyp. 5.
13. Rogova T. B., Shaklein S. V. O vzaimosvyazi mezhdru sovremennymi i ranee sushchestvovavshimi otsenkami kategoriy zapasov tverdykh poleznykh iskopaemykh // Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie. – 2022. – № 1. – S. 35-44.
14. Shaklein S.V., Rogova T. B, Pisarenko M. V. O neopredelennosti (dostovernosti) geologicheskikh materialov, obespechivayushchey realizuemos' proekta osvoeniya ugol'nogo mestorozhdeniya // Ratsional'noe osvoenie nedr. – 2022. – № 3. – S. 26-37. DOI: 10.26121/RON.2023.60.71.002
15. Laird A. M. How to Develop a Project. Mineral resources and ore reserve estimation — the AusIMM guide to good practice. //Melbourne: The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 2001. P. 21-28.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

© 2024 The Authors. Published by T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Information about the authors

Sergey V. Shaklein, Dr. Sc. (Eng.), Chief Researcher of the Federal Research Center of Coal and Coal-Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
e-mail: svs1950@mail.ru

Marina V. Pisarenko, Dr. Sc. (Eng.), Leading Researcher of the Federal Research Center of Coal and Coal-Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
e-mail: iu.kemsc@mail.ru

Federal Research Center of Coal and Coal-Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences 18 Sovetskiy Ave., Kemerovo, 650000, Russian Federation.

Tamara B. Rogova – Dr. Sc. (Eng.), Professor of the Department of Surveying and Geology of T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University
e-mail: rogtb@mail.ru

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 Vesennaya St., Kemerovo, 650000, Russian Federation.

