

УДК 552.57; 553.96; 622 (03; 03.118) (575.2) (04)

## К ОБОСНОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ ВЫСОКОГОРНОГО УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРА-КЕЧЕ.

### Часть I. ГОРНОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.А. Коваленко – канд. техн. наук

Приведена горногеологическая характеристика самого крупного в Центральной Азии высокогорного месторождения бурого угля для включения в техническое задание на строительство карьера производительностью по добыче от 1 до 3 млн. т угля в год.

*Ключевые слова:* угольное месторождение Кара-Кече, глубокие карьеры, стратиграфия, тектоника, особенности залегания угольных пластов, запасы, качество и свойства углей.

Известно, что в Кыргызской Республике нет крупных месторождений нефти и газа<sup>1</sup>. Такое положение наряду с неудовлетворительным состоянием угольной промышленности поставило топливно-энергетическую безопасность страны в зависимость от импорта энергоносителей, что делает актуальным поиск положительного решения проблемы.

Одно из решений – значительное увеличение добычи высококачественного бурого угля на месторождении Кара-Кече, пригодного для снабжения тепловых электрических станций, а также получения полукокса, моторного топлива и других продуктов углехимии. Сведения о месторождении приведены в работах [1–7]. Вместе с тем, сложные условия разработки месторождения, удаленность от железных дорог и отсутствие средств на приобретение горнотранспортного оборудования сдерживают строительство крупного, высокорентабельного карьера.

Цель статьи – показать горногеологические, гидрогеологические и климатические особенности высокогорного угольного месторождения Кара-Кече, чтобы в техническом задании на строительство большого карьера предложить безопасную, производительную, малозатратную и экологически чистую технологию разработки месторождения с поэтапным ростом производственной мощности будущего карьера по добыче угля до 3 млн. т в год.

<sup>1</sup> Национальная энергетическая программа Кыргызской Республики на 2008–2010 годы и стратегия развития топливно-энергетического комплекса до 2025 года. [http://www.government.gov.kg/index2.php?option=com\\_cont...](http://www.government.gov.kg/index2.php?option=com_cont...)

**Общие сведения о месторождении.** Угольное месторождение Кара-Кече [1–4] расположено в Жумгалском районе Нарынской области Кыргызской Республики в межгорной впадине, ограниченной с запада и востока реками Токсон-Теке и Кара-Кече, с севера – выходами палеозойских отложений, с юга – выходами таких же отложений у подножья хребта Молдо-Тоо.

Поверхность района месторождения – от урочища Кара-Аларча до сая Безымянного – высокогорная, резко расчлененная, сформированная водной эрозией с хорошо выработанными долинами рек. В северной части площади преобладают пологие формы и отмечается общее понижение с востока на запад; рельеф участка на юге крутой, скалистый (рис. 1, 2).

Основные водные артерии – р. Кара-Кече, Бозайгыр, Токсон-Теке, Кара-Аларча, берущие начало на северных склонах хребта Молдо-Тоо. Наиболее полноводными реки бывают во время таяния снега – с начала июня до конца июля и после дождей. Максимальный расход воды в реке Кара-Кече составляет 3,5 м<sup>3</sup>/с, минимальный – 8,8 л/с, в реке Токсон-Теке максимум достигает 12 м<sup>3</sup>/с, минимум – 42,4 л/с. Сход снежных лавин не наблюдается.

Климат района континентальный, среднегодовая температура изменяется от +1,3°С до +7,4°С. Самые теплые месяцы – июль, август; в это время температура повышается до +15°С – +25°С. Одна из особенностей климата – постоянный ветер, скорость которого колеблется от 1,5 до 3,0 м/с.

Долины рек Кара-Кече, Токсон-Теке, Бозайгыр, Кара-Аларча и Кукурт-Сай покрыты узкими

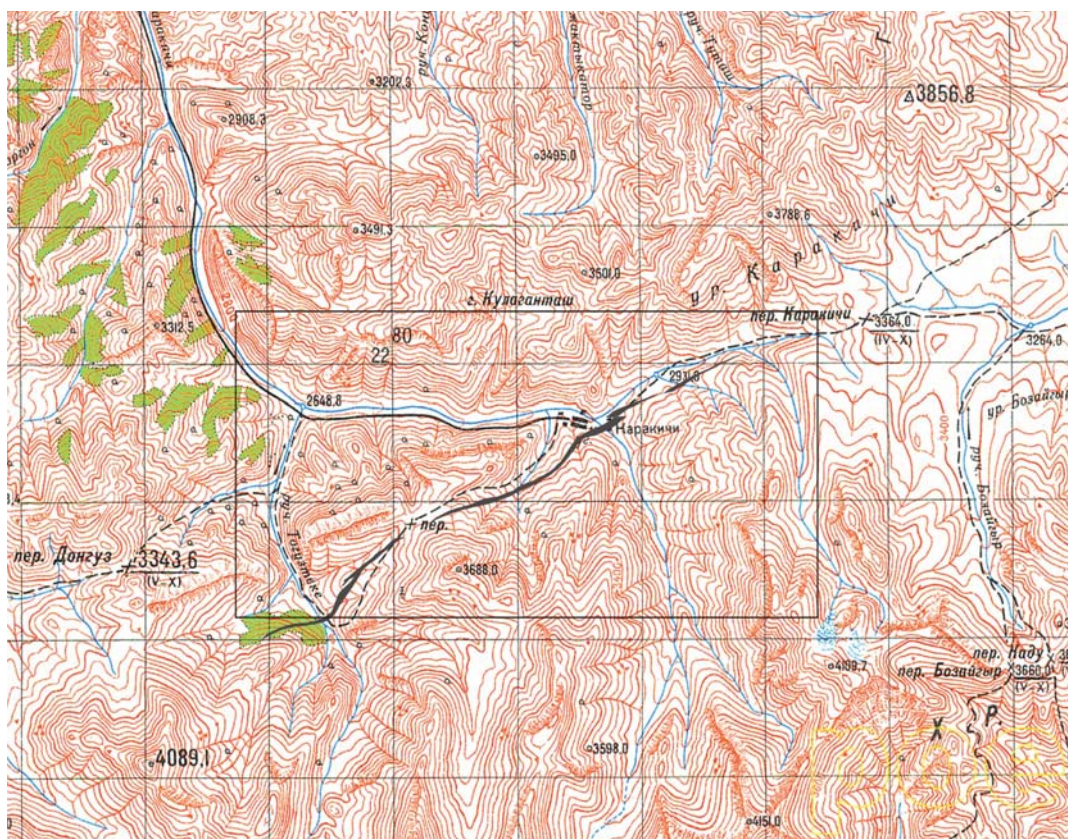


Рис. 1. Общий вид дневной поверхности месторождения Кара-Кече с выходами угольного пласта и контурами совмещенной фотографии, показанной на рис. 2 по данным аэрофотосъемки.



Рис. 2. Общий вид поверхности месторождения Кара-Кече в районе выходов угольного пласта по данным аэрофотосъемки.



полосами пойменных лесов из зарослей тянь-шаньской ели, березы и кустарников – барбариса, шиповника, боярышника. Северные склоны до высоты 2500 м покрыты островными лесами тянь-шаньской ели, южные склоны – арчевником, кустарниками эфедры. Выше 2500 м располагаются альпийские луга.

Месторождение удалено от железнодорожной станции Балыкчи на 230 км, с которой соединено асфальтированной и гравийной дорогами. От районного центра Чаек к месторождению проведена высоковольтная линия напряжением 10 кВ.

**Стратиграфия.** Почва, кровля и боковые отложения месторождения Кара-Кече представлены породами палеозоя, мезозоя и кайнозоя.

Каменноугольные отложения обрамляют мезо-кайнозойские образования впадины с севера и юга. Нижний карбон представлен известняками, сланцами, алевролитами, песчаниками, конгломератами, линзами аргиллитов и гипсов. Общая мощность нижнего карбона достигает 110 м. Средний карбон сложен тремя пачками: нижняя – конгломератовая, средняя – гравелито-песчаниковая, верхняя пачка – алевролитовая. Общая мощность яруса изменяется от 500 до 1000 м.

Средне-, верхнекаменноугольные отложения залегают в восточной части месторождения и представлены конгломератами, песчаниками, алевролитами, сланцами и известняками. Мощность отложений превышает 300 м.

Юрские отложения совместно с покровом неогена образуют синклинальную структуру шириной около 2 км. С севера и юга эта структура ограничена сбросо-взбросовыми разломами большой амплитуды. Юрские отложения Кара-Кечинской впадины разделены на две пачки: нижнюю угленосную и верхнюю – надугольную. Обе пачки прослеживаются по всей длине полосы юрских отложений.

Угленосная пачка с западного фланга до реки Бозайгыр и на 1 км восточнее расположена на коре выветривания андезитовых порфиров и туфов белетукской свиты и далее на восток залегают на конгломератах и песчаниках башкирского яруса или соприкасается по разлому с конгломератами неогена. Нижняя пачка включает 4 стратиграфо-литологических горизонта, два пласта угля и два пакета терригенных пород. Подугольный горизонт включает сероцветные песчаники, гравелиты, алевролиты и глины. Второй горизонт – угольный пласт “Основной”. В межугольном горизонте залегают алевролиты и глины с линзами песчаников. Четвертый

горизонт – угольный пласт “Сложный”. Суммарная мощность нижней пачки составляет 280 м. Верхняя надугольная пачка представлена грубозернистыми песчаниками и гравелитами серой и розовато-серой окраски, содержащими прослои глин, алевролитов и песчаников.

Граница между угленосной и надугольной пачками проходит по кровле пласта “Сложный”. Мощность пачки достигает 260 м. Окраска пород серая, светло-серая, темно-серая и пестроцветная (желтая, зеленовато-серая, бурая, коричневая, кирпично-красная).

Коктурпакская свита залегает в северном крыле мезо-кайнозойской синклинали в междуречье Токсон-Теке-Кукурт и сложена темно-серыми мелко- и тонкокристаллическими базальтами, илдинситами, анамезитами и долеритами.

Неогеновые отложения расположены в северном крыле синклинали структурно согласно с размывом на палеогеновые и юрские образования, в южном крыле по тектоническому контакту соприкасаются с породами карбона. Отложения неогена включают валунно-галечные конгломераты, содержащие подчиненные прослои песчаников и глин. Конгломераты неогена отличаются от сходных конгломератов карбона более прочной цементацией и литификацией, однообразной галькой, на 80–90% состоящей из обломков известняка, отсутствием красноцветной “железистой” окраски. В прослоях, линзах, карманах и в цементе конгломератов залегают легко размокающие глины и крупные валунники до 1 м в поперечнике. Мощность неогеновых отложений превышает 1070 м.

Четвертичные отложения представлены среднечетвертичными ледниковыми накоплениями, позднечетвертичными моренами, аллювиальными отложениями и оползнями. Морены сложены щебенчато-валунными суглинками, аллюво-пролювий включает плохо отсортированный угловатокатанный материал.

**Тектоника.** Кара-Кечинское месторождение расположено в мезо-кайнозойской тектонической впадине, структура которой представляет неотектоническую грабен-синклиналь, ограниченную с севера и юга горст-антиклинальными поднятиями.

Протяженность синклинали превышает 10 км, ширина – 2 км. Длинная ось ориентирована в северо-восточном направлении. Ось складки проходит ближе к южному крылу, вследствие чего синклиналь имеет ассиметричный профиль и в поперечном сечении напоминает

цилиндрический лоток с пологим дном—мульдой и более крутыми, частично запрокинутыми крыльями. На большем протяжении залежи северное крыло синклинали наклонено по азимуту 155–170° под углами 50–30°, а южное – по азимуту 340–0° под углами 80–60°. Лишь восточнее реки Бозайгыр северное крыло падает под углами 85–60°, а южное – наклонено на 80–70°.

Синклираль сложена породами юры, палеогена и неогена, южное крыло срезано крупным южным разломом, северное ограничено сбросом и включает несколько второстепенных складок, которые проявляются в отложениях неогена.

Складки отражения встречаются в верховьях реки Кукурт и представлены Кукуртскими антиклиналью и синклиналью. Приразломные складки расположены в западной части месторождения на правом берегу реки Токсон-Теке.

Северный сброс ограничивает синклираль с севера и простирается вдоль всей площади месторождения от перевала Кара-Аларча до перевала Кара-Кече.

Южная ветвь разлома прослеживается по почве пласта “Основной” и выражена перемытыми и рассланцованными глинами, раздробленными конгломератами.

**Угленосность.** Угольные пласты месторождения Кара-Кече приурочены к нижней части юрских отложений. Выделено два пласта: нижний “Основной” и залегающий выше “Сложный”.

Оба пласта расположены под углом от 30 до 80° и на всем протяжении выходят на дневную поверхность. Участки выходов имеют сравнительно пологий рельеф и практически повсеместно перекрыты современными рыхлыми делювиальными отложениями мощностью от нескольких до 50 м (рис. 3).

Ширина разведанной части угольного пласта изменяется от 100 до 1600 м. На западном фланге южная часть залежи по падению срезана крупным разломом, где глубина распространения пласта уменьшается до 300-500 м.

Промышленная мощность пласта “Основной” распространена на площади месторождения практически непрерывно. Резкое выклинивание отмечается лишь на границе участков Западный и Центральный. Снижение мощности до забалансовых значений установлено в приповерхностной части на ограниченной площади. В выходах пласта “Основной” на поверхности на небольших участках отмечается выгорание угля. Мощность пласта на западном участке изменяется от 1,15 до 94,22 м, на Центральном – от 3,2 до 80,8 м, на Восточном колеблется в пределах 1,8 – 44,3 м; отмечается общее уменьшение мощности с глубиной в направлении к восточному флангу месторождения. В отдельных сечениях пласт состоит из нескольких пачек и разделен породными прослойками от 0,15 до 6,0 м.

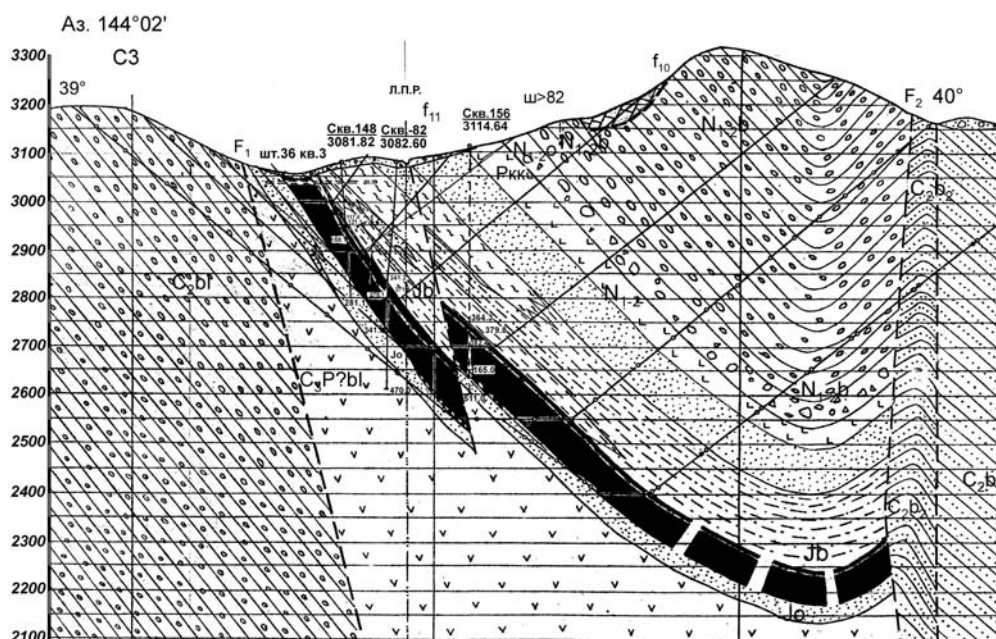


Рис. 3. Геологический разрез месторождения Кара-Кече по профилейной линии 11.

Мощность и строение пласта “Основной” относительно выдержаны.

Угольный пласт “Сложный” содержит 9% от общих запасов месторождения, представлен на Западном и Центральном участках. Общая протяженность пласта с учетом разрывов и выклиниваний достигает 7,7 км, длина поля с промышленными запасами не превышает 4,5 км.

Мощность пласта “Сложный” на Западном участке изменяется от 0,53 до 36,40 м, на участке Центральном – от 0,3 м до 13,0 м. Количество угольных пачек изменяется от 1 до 7.

**Гидрогеологические условия месторождения.** Наиболее крупные водотоки на месторождении – реки Кара-Кече, Бозайгыр, Донгуз, Кукурт и Токсон-Теке. Максимальное количество воды в реках отмечается в весенне-летние месяцы, превышая среднегодовой расход в несколько раз.

Установлены высокие фильтрационные свойства аллювия – коэффициент фильтрации достигает 345 м/сут. Значительно менее обводнены юрские отложения, расходы источников из пласта “Основной” колеблются от 0,01 до 3,16 л/с. В зонах выгорания приток увеличивается до 9–7 л/с. Наибольший коэффициент фильтрации, полученный при откачке воды из угольного пласта, составляет 0,8 м/сут. Другие породы месторождения имеют слабую обводненность.

Учитывая огромную площадь прилегающих к границам будущего карьера высокогорных территорий, потоки воды во время таяния снега и особенно ливневых дождей и селей будут представлять серьезную опасность для людей и оборудования в карьере.

**Запасы.** Запасы угля месторождения Кара-Кече утверждены ГКЗ СССР (протокол № 1702-к от 28.05.82 г.) с учетом требований: минимальная рабочая мощность пласта 2,0 м; максимальная зольность – 30% с учетом 100% засорения угля породой из прослоек. Угольные прослойки с зольностью до 40% включены в расчетную мощность пластов при сохранении кондиционной пластовой зольности. Прослойки пустых пород мощностью более 2,0 м относятся к внутренней вскрыше.

Общие балансовые запасы угля по месторождению по состоянию на 01.01.1996 г. составляют 437814 тыс. т, включая 243588 тыс. т, выделенных для карьера I очереди.

**Качество и технологические свойства углей.** В соответствии с ГОСТ 25543–88 угли пластов “Основной” и “Сложный” относятся к классу 04, категории 7, типу 20, подтипу 05,

марке Б (бурый), группе ЗБ (третий бурый), подгруппе ЗБФ (третий бурый фюзенитовый) с кодовым номером 0472005.

Угли черного цвета, средней плотности и крепости. По внешнему виду и микроструктуре представлены четырьмя петрографическими типами:

- 1) полуматовый кларено-дюреновый неоднородный, слагает главным образом пласт “Основной”;
- 2) блестящий клареновый однородный и полосчатый, залегает в границах пласта “Сложный”;
- 3) матовый фюзено-ксиленовый тонко-штриховатый, горизонтально слоистый, не имеет широкого распространения;
- 4) дюреновый однородный, полуматовый, серовато-черный, массивный, с раковистым изломом, вязкий, тяжелый; слагает большую часть пласта “Основной” (табл. 1).

Глубина зоны физического выветривания угля для пластов “Основной” и “Сложный” составляет 5–10 м, химического – 30–40 м.

Химико-технологические испытания свойств углей (табл. 2–4) выполнены во ВНИИПС в Ленинграде в 1958 г. и ИОХ АН Киргизской ССР в 1982 г. [5–7].

Выход продуктов полукоксования по данным исследований ИОХ АН Киргизской ССР [7] показан в табл. 3.

Химико-технологические исследования угля пласта “Основной” (табл. 4), выполненные в Ленинграде в 1958 г. ВНИИПСом, показали, что при сжигании в заводских условиях 500 т угля в газогенераторах пробами по 10 т при парокислородном дутье могут быть получены следующие продукты:

- 1) газ, очищенный от углекислого газа, в объеме 600 тыс. м<sup>3</sup>; из 400 тыс. м<sup>3</sup> такого газа может быть извлечено 70 т жидкого топлива, 200 тыс. м<sup>3</sup> метана в качестве побочного продукта с теплотворной способностью 4700 больших калорий, который может использоваться в качестве бытового топлива;

- 2) подсмольная вода в объеме 300 м<sup>3</sup> (выход из 1 т угля составил 0,6 м<sup>3</sup>); в 300 м<sup>3</sup> подсмольной воды содержится: пирокатехина – 840 кг, фенолов – 400 кг, сульфата аммония – 400 кг, ацетона – 50 кг, уксусной кислоты – 500 кг.

По данным теплоэнергетической лаборатории Института ВЭ АН Киргизской ССР, выход продуктов термической переработки каракечинских углей составляет: полукокса 67–85%, жидких продуктов 3–12% и газа 10–20%.

Таблица 1

Характеристика углей месторождения Кара-Кече [5]

Пласт	Технические показатели качества						Низшая теплота сгорания, ккал/кг	Элементный состав, %	
	влага рабочая, $W_r, \%$	влага аналит., $W_a, \%$	зольность, $A^d, \%$	выход летучих в-в, $V^{daf}, \%$	мас-совая доля серы, $S_{12}^d, \%$	удельная теплота сгорания, $Q^{daf},$ ккал/кг		углерод, $C_t^d$	водород, $H_t^d$
“Основной”	26,30-26,90	9,50-13,90	6,40-20,0	28,81-44,27	0,45-1,72	6000-7250	4450-4650	70,80-78,64	3,70-4,54
“Сложный”	–	9,25-13,07	10,28-24,08	35,34-49,07	0,75-4,14	6490-7200	–	68,70-78,74	4,04-4,92
Среднее	26,00	11,00	10,00	37,00	1,50	6800	среднее	75,70	4,20

Таблица 2

Содержание битума и гуминовых кислот в углях Кара-Кече

Пласт	Гуминовые кислоты, (НА) <sup>d</sup>	Битум, В <sup>d</sup>	Примечание
“Основной”	<u>4,69-53,91</u> 27,74 (43)	<u>0,16-1,14</u> 0,55 (43)	По определен. ИОХ АН Киргизской ССР (1982 г. [7])
“Основной”	<u>6,96-81,18</u> 49,98 (79)	–	Содержание гуминовых кислот в окисленных углях (Аметбаев А., 1964 г.).
“Сложный”	<u>8,42-55,22</u> 34,27 (6)	<u>0,06-0,26</u> 0,13 (6)	Пробы отобраны по скв. № 112 в интервале 42,9 - 183,8 м.

Содержание от-до в числителе %, средние содержания (количество анализов) – в знаменателе.

Таблица 3

Выход продуктов полукоксования, %

Пласт	Выход смолы полукоксования, $T_{sk}^{daf}$	На воздушно-сухое вещество		Газ-потери
		полукокс, (SK) <sup>d</sup>	пирогенетическая вода, $W_{sk}^d$	
“Основной” [5]	1,12-3,28	75,40-80,30	2,20-9,10	9,20-18,20
“Основной” [7]	<u>1,40-3,17</u> 2,24 (5)	<u>74,35-77,40</u> 76,02 (5)	<u>2,11-2,55</u> 2,32 (5)	<u>7,00-10,80</u> 9,26 (5)
“Сложный” [5]	0,96-3,39	74,80-77,10	6,40-13,40	8,30-15,90

Таблица 4

Состав первичного газа углей Кара-Кече в объемных процентах [7]

Пласт	$CO_2+H_2S$	$C_nH_m$	CO	$H_2$	$C_nH_{2n+2}$	N+потери
“Основной”	<u>48,6-53,5</u> 50,9 (4)	<u>0,9-1,1</u> 1,0 (4)	<u>13,0-17,6</u> 16,1 (4)	<u>3,4-6,8</u> 4,8 (4)	<u>8,0-10,9</u> 9,2 (4)	<u>14,8-21,3</u> 18,1 (4)



Угли месторождения могут служить сырьем для производства генераторного газа, органических кислот, активированного угля, в качестве энергетического топлива для пылевидного и слоевого сжигания в котельных установках, в сельском хозяйстве, для бытовых нужд, производства строительных материалов – извести, кирпича, цемента. Зола каракечинских углей пригодна в виде исходного материала для производства алюминия, цемента и стекла. Выветрелые гуминовые угли могут быть использованы в сельском хозяйстве как удобрение.

Выполненные исследования позволяют заключить, что крупнейшее месторождение высококачественных бурых углей в Центральной Азии, в границах которого только для открытой разработки разведано около 240 млн. т, следует отнести к сложным и недостаточно неблагоприятным для строительства и последующей эксплуатации карьера.

Месторождение расположено на высоте более 3 тыс. м, удалено от железных дорог на расстояние 230 км, имеет резко пересеченный рельеф местности, континентальный климат, по поверхности будущего карьера протекает несколько рек.

Угольные пласты залегают под крутыми углами, вскрыша представлена породами средней крепости и крепкими, особенно в районе надвига коренных пород.

Условия для внутренних отвалов вскрышных пород отсутствуют, для размещения внешних отвалов пород мало подходящих площадей. Нет удобных подъездных путей к карьере.

Помимо указанных недостатков природного характера, существует проблема создания инфраструктуры, соответствующей масштабам будущего предприятия.

Уникальность высокогорного месторождения Кара-Кече определяет необходимость проведения исследований и разработок, направленных на создание эффективных способов и средств строительства и эксплуатации мощного современного карьера – безопасного, автоматизированного, ресурсосберегающего, экологически чистого предприятия XXI века.

#### Литература

1. Солтуев Т. Угольные месторождения Кыргызской Республики / Министерство геологии и минеральных ресурсов Кыргызской Республики. – Бишкек, 1996.
2. Ибраимов Б.И., Копылов Б.В. и др. Отчет о детальной разведке Кара-Кичинского бурого месторождения с подсчетом запасов угля по состоянию на 1 сентября 1981 г. – Фрунзе, 1981, фонды Мингео.
3. Каширин Ф.Т., Каширина З.И. и др. Геологическое описание Кавакской угольной площади и подсчет запасов энергетического угля. Отчет Чаекской партии за 1951 г. – Фрунзе, 1952, фонды Мингео.
4. Махрин Я.А., Михайлов В.В., Ковалев П.А. и др. Отчет о результатах детальной разведки участка намечаемой карьерной разработки угля и состоянии разведанности Каракечинского месторождения на 1 июля 1958 г. // Фонды Упр. геол. Кирг. ССР. 1958
5. Назарова Н.И. Качественная характеристика углей Киргизии – Фрунзе, 1970.
6. Назарова Н.Н., Алыбакова Н.К. Угли Киргизии и состав их гуминовых кислот. – Фрунзе: Илим, 1976.
7. Сарымсаков Ш.С., Афанасьев В.А. Угли месторождений Киргизии как сырье для химической промышленности. – М., 1982.