

УДК 622.271.4

*Мендекеев Р.А.*

*д.т.н., профессор, директор НИИ СС КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызская Республика*

*Карабаева Б.К.*

*аспирант ИГОН НАН Кыргызской Республики*

### **КОМҮР КАРЬЕРЛЕРИНДЕГИ КОНВЕЙЕРЛҮҮ ЦИКЛ-АГЫМДУУ ТЕХНОЛОГИЯЛАР: АБАЛЫ ЖАНА КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНДА КОЛДОНУУНУН КЕЛЕЧЕГИ**

*Изилдөөнүн предмети - кендерди иштетүүдө конвейердик цикл-агым технологияларын дүйнөлүк тоо-кен өнөр жай практикасында колдонуу жараяны. Изилдөөнүн негизги максаты Кыргыз Республикасынын кендеринде, атап айтканда, Бел-Алма көмүр кенин иштетүүдө цикл-агым технологияларын ишке киргизүү мүмкүнчүлүктөрүн жана келечегин аныктоо болуп саналат. Маалыматтарды жалпылоо жана талдоо ыкмалары колдонулду. Цикл-агым технологияларынын тармагындагы жеткиликтүү бардык маалыматтар изилденип, аларга талдоо жүргүзүлүп, коюлган максат боюнча жыйынтыктар чыгарылды. Кыргыз Республикасында ушул убакка чейин цикл-агым технологияларын иштеп чыгуу жана карьерлерде ишке киргизүү көйгөйлөрүнө арналган изилдөөлөр болгон эмес, өзгөчө Бел-Алма сыяктуу татаал кенде. Изилдөөлөрдүн натыйжалары илимпоздор жана адистер үчүн Кыргыз Республикасынын карьерлеринде цикл-агым технологиясын иштеп чыгууда, жаратууда жана ишке киргизүүдө пайдалуу болот. Бул изилдөөлөрдү улантуу жана аларды техникалык-экономикалык негиздемени иштеп чыгууга алып келүү, андан кийин Кыргыз Республикасынын карьерлеринин биринде цикл-агым технологияларын куруу жана ишке киргизүү боюнча пилоттук иштерди жүргүзүү максатка ылайыктуу болот.*

*Негизги сөздөр:* кен байлык жайгашкан орду; Бел-Алма кени; карьер; рудник; казып алуу; пайдалуу кендер; цикл-агым технологиялары.

### **КОНВЕЙЕРНЫЕ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА УГОЛЬНЫХ КАРЬЕРАХ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ**

*Предметом исследований является процесс применения в мировой практике горнодобывающей промышленности конвейерных циклично-поточных технологий при разработке месторождений. Основная цель исследований заключается в определении возможности и перспектив внедрения циклично-поточных технологий на месторождениях Кыргызской Республики, в частности при разработке угольного месторождения Бель-Алма. Используются методы обобщения и анализа информации. Изучена вся имеющаяся в открытом доступе информация в области циклично-поточных технологий, проведен их анализ и сделаны выводы по поставленной цели. До настоящего времени в Кыргызской Республике не было исследований, посвященных к проблемам освоения и внедрения циклично-поточных технологий на карьерах, в том числе на таком сложном месторождении, как Бель-Алма. Результаты исследований будут полезны для ученых и специалистов при разработке, создании и внедрении циклично-поточной технологии на карьерах Кыргызской Республики. Целесообразно продолжить эти исследования и довести до разработки технико-экономических обоснований, а далее до опытно-промышленных работ по строительству и внедрения циклично-поточных технологий на одном из карьеров Кыргызской Республики.*

*Ключевые слова:* месторождение; месторождение Бель-Алма; карьер; рудник; добыча; полезные ископаемые; циклично-поточные технологии.

### **CONVEYOR CYCLE-FLOW TECHNOLOGIES IN COAL PITS: STATUS AND PROSPECTS OF APPLICATION IN THE KYRGYZ REPUBLIC**

*The subject of research is the application in the world practice of the mining industry of conveyor cyclic-flow technologies in the development of deposits. The main purpose of the research is to determine the possibility and prospects for the introduction of cyclic-flow technologies in the fields of the Kyrgyz Republic, in particular, in the development of the Bel-Alma coal deposit. Methods of generalization and analysis of information are used. All publicly available information in the field of the cyclic-flow technologies has been*

*studied, their analysis has been carried out and conclusions have been drawn on the set goal. Until now, there have been no studies in the Kyrgyz Republic devoted to the problems of development and implementation of the cyclic-flow technologies in quarries, incl. in such a complex field as Bel-Alma. The results of the research will be useful for scientists and specialists in the development, creation and implementation of cyclic-flow technology in the quarries of the Kyrgyz Republic. It is advisable to continue these studies and bring them to the development of a feasibility study, and then to pilot work on the construction and implementation of the cyclic-flow technologies at one of the quarries of the Kyrgyz Republic.*

**Key words:** deposit; Bel-Alma quarry; mine; mining; minerals; cyclic-flow technologies.

Угольная промышленность Кыргызской Республики является вторым, после золотодобычи, в горнодобывающем секторе по экономической значимости. В связи с этим были приняты стратегические программные документы Правительства КР [1-3], где угольная отрасль имеет большое значение.

На территории Кыргызстана (КР) имеются ок. 70 месторождений и углепроявлений [2,4]. Общие запасы и прогнозные ресурсы составляют 6,4 млрд. тонн, в т.ч. бурые угли - 5,2 млрд. т, каменные угли - 1,08 млрд. т, коксующиеся угли - 119,6 млн. т. Из общих ресурсов 90,5% являются кондиционными запасами, ок. 80% могут быть отнесены к энергетическим углям (марки БЗ, Д, Г1, 0С2, Т), а 20% - коксующимся (марки Г2, Ж, К, 0С1). Основная часть угля в КР используется в энергетике, ок. 32% - в коммунальном хозяйстве и ок. 13% - на производстве стройматериалов. По данным ГП «Кыргызкомур» в 2022 году потребность КР в угле для обеспечения отопительного периода составляет 2543,6 тыс. т, из них для ТЭЦ г.Бишкек необходимо 1050 тыс. т и для населения - 1236 тыс. т угля.

Уголь, несмотря на появление так называемой «политики декарбонизации» и тенденции некоторого снижения его потребления, которую инициировали США и высокоразвитые западные страны, остается одной из важных видов топлива и минерального сырья. В современной мировой практике уголь используется в следующих направлениях: сжигание в качестве топлива; производство жидкого и газообразного топлива, электроэнергии; металлургия (кокс); применение в химической промышленности для получения большого ассортимента продуктов и материалов (св. 300 видов), в т.ч. высокоуглеродистых углеграфитовых конструкционных материалов, пластмасс, ароматических продуктов, горного воска, азотистых кислот для удобрений и др.

Международное энергетическое агентство (МЭА - международный орган в Организации экономического сотрудничества и развития с участием 29 стран, создан в 1974г. в Париже) дает прогноз роста мирового потребления угля в 2022г. Это обусловлено восстановлением мировой экономики после коронавирусной пандемии и достижением 6%-го роста мирового потребления угля в 2021г., а также ростом цен на природный газ осенью 2021г. Вдобавок страны Евросоюза (ЕС) активно начали заменять газовую энергогенерацию вновь на угольную, из-за создавшейся геополитической ситуации, связанной с войной между Россией и Украиной, хотят максимально снизить зависимость от поставок углеводородов из России. На основе этих факторов эксперты МЭА дают прогноз роста потребления угля в ЕС на 7% в текущем году, в результате в 2022г. мировые объемы потребления угля могут повышаться на 0,7% и достичь до 8 млрд. тонн.

Это обусловлено также тем, что по данным различных экспертов, обеспеченность углем в мире колеблется от 200 до 1000 лет [5], а разведанные на данный момент запасы природного газа могут быть исчерпаны через 70 лет, нефти - через 40-50 лет. Уголь остается пока доступным энергоресурсом на всех континентах мира, который потребляется в электроэнергетике (45%), в цементной, целлюлозно-бумажной и химической промышленности (25%), в черной металлургии (20%) и в других отраслях (10%). Поэтому уголь может стать главным топливно-энергетическим ресурсом в мире, по меньшей мере такое его положение сохранится до 2030-2050гг.

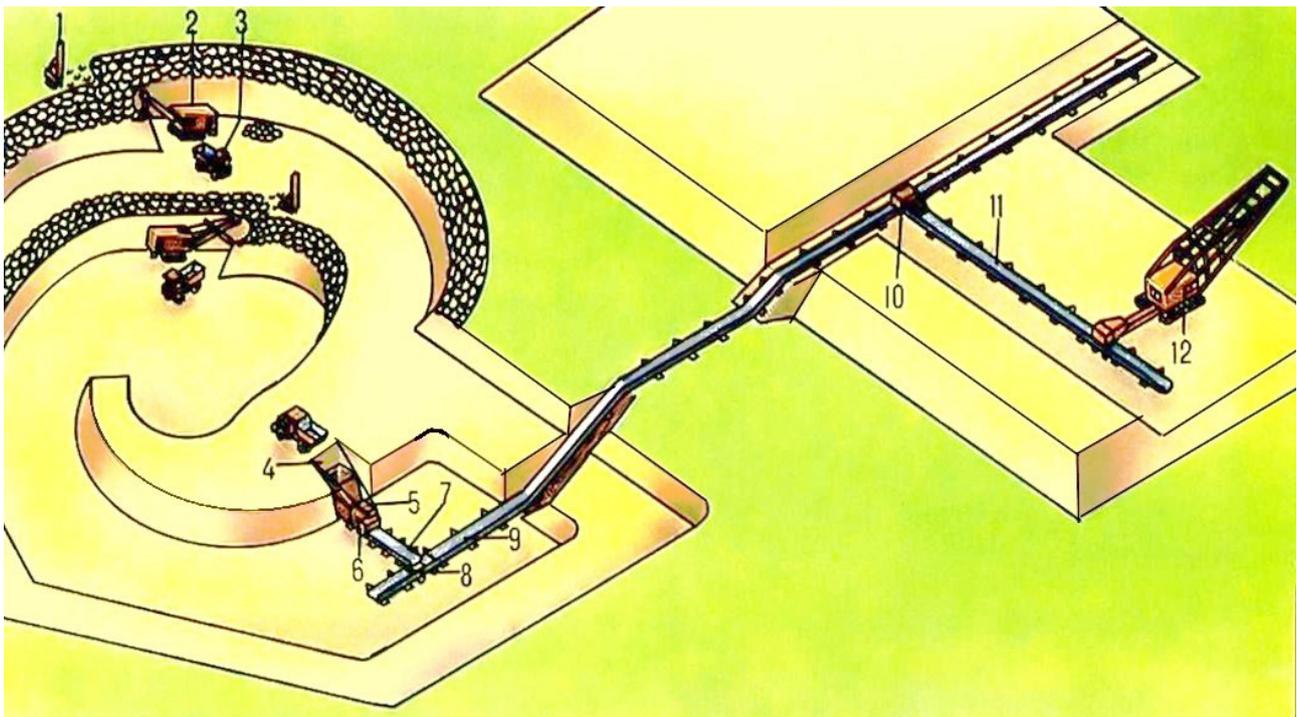
В мировой практике применяют в основном 2 способа добычи угля - подземный (шахта) и открытый (карьер, разрез), различают еще гидравлический способ (возник в 30-е годы XX в., гидромонитор, насосы). Выбор способа и технологии добычи угля зависит от многих

факторов, где основными являются глубина залегания и мощность угольных пластов, рельеф месторождения и др. Часто используется более дешевый открытый способ, который применим при глубине залегания пласта до 500 м. Глубина залегания бурых углей составляет до 300-400 м, поэтому их добывают открытым способом.

В мировой горной промышленности открытая разработка месторождений полезных ископаемых преобладает (св.55%) подземный способ. Открытая добыча широко применяется в США, Китае, Австралии, Канаде, в ряде стран Европы и СНГ. По отдельным данным, ок. 90% бурых и 20-30% каменных углей, 75% железных руд и ок. 80% руд цветных металлов, 90% других ископаемых и стройматериалов добывается на карьерах и разрезах.

Так, по отдельным данным, в мире, доля открытой добычи угля в 2011г. составила ок.70%, в 2018 г. - 75,3%, а в 2019г. – ок. 76,8%. В Австралии ок. 80%, в США – ок. 40% и в России св. 65% угля добывается на карьерах.

Одним из высокоэффективных при разработке месторождений полезных ископаемых является циклично-поточная технология добычи (ЦПТ) [6], (рисунок 1), где в едином технологическом потоке горного предприятия одни процессы выполняются в циклическом, другие - в непрерывном режимах. ЦПТ реализуется применением поточного (непрерывно действующего) конвейерного транспорта (7,9, 11) для перемещения горных пород в технологическом потоке в сочетании циклично действующими одноковшовыми экскаваторами или погрузчиками, автосамосвалами (2,3) в забое, осуществляющими выемку и погрузку взорванной горной массы на конвейер или в бункер (4) дробилки (6) или грохота (5). Приведенная схема достаточно четко отражает суть данной технологии и комплекс применяемого оборудования в ЦПТ.



1-буровой станок; 2-экскаватор; 3-автосамосвал; 4-приёмный бункер; 5-виброгрохот-питатель; 6-дробилка; 7-забойный ленточный конвейер; 8-конвейерный виброгрохот; 9-магистральный конвейер; 10-сбрасывающая тележка; 11-отвальный конвейер; 12-отвалообразователь.

Рисунок 1 – Схема циклично-поточной технологии на карьере

ЦПТ широко применяется при открытой разработке месторождений полезных ископаемых, в т.ч. угольных, также может быть использована и при подземной разработке. При открытой разработке могут быть 2 варианта: 1) использование полустационарных дробилок на

борту карьера с периодическим переносом их по мере продвижения горных работ (рис.1); 2) применение передвижных дробилок или грохотов, перемещаемых вместе с экскаваторами по фронту работ. В первом случае, как видно из схемы, к дробилкам горную массу доставляют автосамосвалы, а при малой производительности потока и небольшом расстоянии используют также автопогрузчики.

Начало появления ЦПТ относится к концу 1930-х гг., в частности, на железорудных карьерах Сен-Поль (в 1936 г.) и Спрус (в 1937 г.) США впервые начали использовать ЦПТ с автомобильно-конвейерным транспортом [7].

Развитие применения ЦПТ с автомобильно-конвейерным транспортом (АКТ) сводят (М.В.Васильев, В.Л.Яковлев, Г.Д.Кармаев и др.) на 4 этапа: 1945-60 гг.; 1961-70 гг.; 1971-2000 гг. и после 2000 г.

В настоящее время ЦПТ с конвейерным транспортом широко применяется на карьерах железо-, медно- и золоторудных месторождений, на алмазных, фосфатных и угольных месторождениях, на карьерах по добыче нерудных полезных ископаемых в ряде стран Европы, Азии, Африки, Америки и Австралии. Среди бывших республик СССР ЦПТ применяется в России, Узбекистане, Казахстане и на Украине. В СНГ ЦПТ нашла широкое применение в России на рудных карьерах Ново-Криворожский, Северный, Ингулецкий, Южный и Центральный Кривбасса, на карьерах Полтавского, Стойленского, Качканарского, Ковдорского, Оленегорского ГОКов, на карьере Мурунтау Навоийского ГКМ (Узбекистан), на угольных разрезах «Богатырь» и «Восточный» Экибастузского угольного бассейна, на карьере золотодобывающей компании «*Altyntau Kokshetau*» Казахстана.

Если на первых этапах развития ЦПТ имели стационарные и полустационарные дробильно-перегрузочные пункты (ДПП), то в современной практике наиболее широко применяются ЦПТ, оснащенные с самоходными дробильными агрегатами (СДА) и передвижными дробильно-перегрузочными комплексами (ПДПК), имеющие модульное конструктивное исполнение.

По ряду причин, в т.ч. по объективным факторам, в Кыргызстане пока нет ни одного горнодобывающего предприятия, включая крупнейших карьера «Кара-Кече» и рудника «Кумтор», применяющего эту передовую технологию, не было даже каких-либо серьезных научных исследований и проектов по внедрению ЦПТ. Во всех карьерах, разрезах и рудниках Кыргызстана, где ведется добыча полезных ископаемых (золото, уголь и др.) главным и основным транспортным средством остается автосамосвалы (см. рисунок 2).



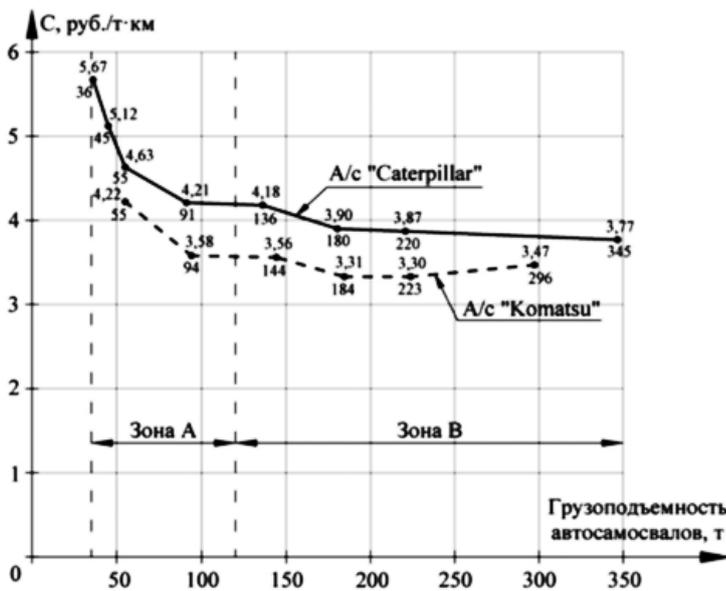
Рисунок 2 – Экскаватор и автосамосвалы – основная техника на карьерах КР:  
а - рудник «Кумтор»; б - карьер «Кара-Кече»

Автотранспорт, имея некоторые преимущества, уступает конвейерному, которое видно из следующего анализа [9]. Автосамосвал расходует 60% дизтоплива на свое перемещение и только 40% служит на доставку полезного груза, а в ленточном конвейере аналогичное соот-

ношение по расходу электроэнергии составляет 20% к 80% в пользу транспортируемого груза. Для подъема 100 т груза на высоту 10 м автосамосвал затрачивает 2 л топлива по цене 0,9 долл. за 1 литр, а конвейер – 3 кВт·ч электроэнергии по цене 0,225 долл. за 1 кВт·ч (цены сейчас более дорогие). Отсюда следует, что конвейер в 4 раза эффективнее автотранспорта. На горизонтальных участках автосамосвал на 1 км доставки 100 т груза может израсходовать 8 л топлива, а конвейер – 12 кВт·ч энергии, что также подтверждает эффективность последнего.

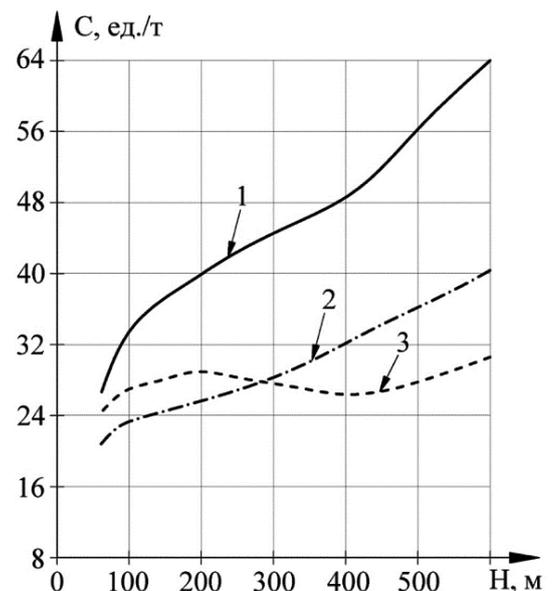
Автотранспорт, в общем случае, сравнительно дешев, чем конвейерный транспорт, но из-за высоких расходов на эксплуатацию, затраты уравниваются в течение 4-5 лет. При разработке глубоких карьеров (св. 200 м) капиталовложения на обе виды транспорта будут примерно равны, следовательно, ЦПТ будет иметь явные преимущества благодаря большой производительности.

Исследования крупных угольных и рудных карьеров показали, что на себестоимость 1 м<sup>3</sup> вскрышных работ в большей степени влияют глубина горных работ, мощность вскрыши и физико-механические свойства горных пород. При разработке экскаваторно-автомобильными комплексами увеличение глубины карьера приводит к неизменному росту затрат транспортирование 1 м<sup>3</sup> горной массы и может составлять 60% общих затрат [10]. К сожалению, увеличение грузоподъемности автосамосвалов не дает существенного эффекта и проблематично, что видно из приведенного графика (рисунок 3 и 4). Исследования были выполнены для случая увеличения грузоподъемности автосамосвалов фирм «Катерпиллер» и «Коматцу», применяемых на угольном разрезе ЗАО «Черниговец» (Кемеровская обл., Россия).



Автосамосвалы фирм «Катерпиллер» и «Коматцу»  
 Зона А – от 40 до 110–130 т (заметное снижение)  
 Зона В - от 120 до 350 т (несущест. снижение)

Рисунок 3 – Изменение себестоимости 1 т·км транспортировки горной массы



1 - автотранспорт; 2 – ж/д транспорт; 3 - автомобильно-конвейерный транспорт

Рисунок 4 – Зависимость себестоимости от глубины карьера

Поэтому кардинальным решением данной проблемы может быть освоение и внедрение ЦПТ, что наглядно видно из графика (см. рис.4) зависимости себестоимости ( $C$ , ед./т) транспортировки горной массы от глубины карьера (Н, м) тремя видами транспорта. Создание ЦПТ на карьере требует больших капитальных затрат, однако общие расходы применения конвейерного транспорта будут на 20-30% ниже.

Следует отметить, что по различным данным в странах СНГ уровень применения ЦПТ в горнодобывающей промышленности может составлять всего 10%, а в зарубежных странах (США, Канада, Австралия и др.) – более 50% от общего объема добычи и переработки ми-

нерального сырья. Это обусловлено тем, что в СССР, а затем и в странах СНГ комплексы ЦПТ на карьерах были оснащены стационарными дробильными корпусами, которые нуждались все еще в использовании автотранспорта и после многолетней эксплуатации, в некоторых случаях, стали тормозить развитие карьера, в результате резко снижалась экономическая эффективность ЦПТ. Примерами являются полная остановка ЦПТ в 2000г. в Стойленском ГОКе (Россия) из-за прекращения работы корпуса крупного дробления. Поэтому в новых проектах ЦПТ начали использовать, как на зарубежных карьерах, полустационарные и передвижные дробильные установки.

Каждое горное предприятие (карьер, разрез, рудник), где осуществлен переход или вновь создан и внедрен комплекс ЦПТ по своему уникально и отличается от остальных своими особенностями, видом и составом оборудования, их технологическими параметрами и режимами работы.

Анализ научных исследований и опытно-конструкторских работ (НИР, ОКР) показывает, что дальнейшее развитие широкого внедрения ЦПТ на горных предприятиях связано с созданием и применением нового горнотранспортного оборудования. К ним можно отнести: крутонаклонные конвейеры (КНК) с углом наклона св.  $30^\circ$ , модульные перегрузочные пункты (ПП), мобильные ПП, созданные на базе экскаватора и самоходного грохотильно-дробильного оборудования, конвейерные поезда и др. Например, различные виды КНК применяют св. 50 предприятий мира, которые позволяют транспортировать сыпучие материалы под углом  $50-60^\circ$  и более, сокращать объемы горно-капитальных работ до минимума.



Рисунок 5 – Общий вид карьера «Мурунтау» с крутонаклонным конвейером

*Эффективность перехода на ЦПТ* доказана успешной работой и экономическими показателями многих горных предприятий, где она уже действует не первый год. Одним из таких является *рудник (карьер) «Мурунтау»* АО «Навоийский Горно-металлургический комбинат» (ГМК) Узбекистана (рисунок 5), *самый большой золотодобывающий карьер в мире*, где добыча ведется с 1967г. Это - уникальное месторождение и карьер, где одним из первых в мировой практике (в 2010г.) был введен в эксплуатацию крутонаклонный ( $37^\circ$ ) конвейер КНК-270 с производительностью 3500 т/ч ( $2000\text{м}^3/\text{ч}$ ) с высотой подъема 270 м [11]. На карьере «Мурун-

тау» строительство первой очереди ЦПТ было начато еще в 1979г., которая включала в себя дробильно-перегрузочные узлы, наклонные и магистральные конвейеры и отвалообразователи. К настоящему моменту глубина карьера составляет св. 560 м, ширина 2,7 км, длина 3,5 км, при дальнейшем развитии разработки месторождения планируется увеличить глубину карьера до 1000 м. Внедрение КНК-270 сократило дальность транспортировки руды на 4,5 км, высоту подъема – на 285 м, экономический эффект от его применения составил 101 млрд. сумов РУз (ок. 9,2 млн. долл. США). Конвейер КНК-270 имеет длину 1802 м, позволяет транспортировать 14 млн. т руды в год на высоту 285 м. В состав ЦПТ карьера входят дробильно-перегрузочный пункт (ДПП), крутонаклонный конвейер КНК-270, погрузочно-складской комплекс (ПСК), АСУ «ЦПТ-руда» (система контроля, управления и мониторинга). На данный момент общая протяженность конвейерных линий на руднике «Мурунтау» составляет 6811 м. Комплекс «ЦПТ-руда» повысил производительность автосамосвалов на 30%, сократил их годовой пробег на 30,4%, количество автосамосвалов, водителей и ремонтников – на 27,2%, расход горюче-смазочных материалов – на 37%.



Рисунок 6 – Фрагмент схематической геологической карты месторождения «Бель-Алма»

*Буроугольное месторождение Бель-Алма* [12] расположено в верховьях реки Кичик-Алай - правого притока реки Исфайрам, в нижнем течении ее правых притоков Бель-Алма, и приурочены к бортам пологопадающей синклинали складки Бель-Алма, выделенной на юго-западном крыле. *Месторождение состоит из 1 пласта угля*, строение пласта простое, однородное, вблизи кровли и подошвы сложены единичные линзы и прослой углистых алевролитов мощностью от 0,1 до 1,0 м. Пласт имеет общее северо-восточное падение (20-40°), угол падения колеблется от 20° до 70°, в среднем составляет 30-40°. Мощность пласта на отдельных пересечениях достигает от 30 до 75 м, в среднем составляет 45 м (см.рис.6). *Следует отметить*, что несмотря на то, что месторождение было открыто в 1983г. и работы частных компаний по его разработке идут с 2010г., *оно слабо изучено*, имеются только данные геологической съёмки и поисков масштаба 1:50000, карта масштаба 1:10000 и определены прогнозные запасы угля по категории  $P_1$  (до глубины 300 м от поверхности земли) в объеме 80 млн. т. По этим предварительным исследованиям угли «Бель-Алма» имеют следующие показатели качества: зольность (А) от 4 до 40%, в среднем -11,8%; выход летучих веществ ( $V_{\text{dai}}$ ) - от 27 до 40%; массовая доля серы ( $S_{\text{ud}}$ ) - 0,28%; удельная теплота сгорания по калориметрической бомбе - от

6500 до 7150 ккал/кг (27,21 - 29,93 ккал/кг МДж/кг). На основе данных по выходу летучих веществ уголь месторождения Бель-Алма условно можно отнести к бурым углям марки ЗБ, которых можно использовать для топки в бытовых печах и в коммунальных котельных, также в теплоэнергетике, на электростанциях и в химической промышленности.

Месторождение «Бел-Алма» (рисунок 7) находится на территории села Майдан Кадамжайского района Баткенской обл. В 2015г. фирма «Беш-Арча» выиграла на аукционе и получила лицензию Госгеолоагентства КР на разведку и разработку месторождения. Она провела геологоразведочные работы и поставила на госбаланс часть взятого участка месторождения (на 1071,22 га) с залежами угля в 2 млн. т, построила дорогу к разрезу и начала добычу. В 2017-2020гг. получила лицензию на добычу угля ещё на 122 га до 2039г.



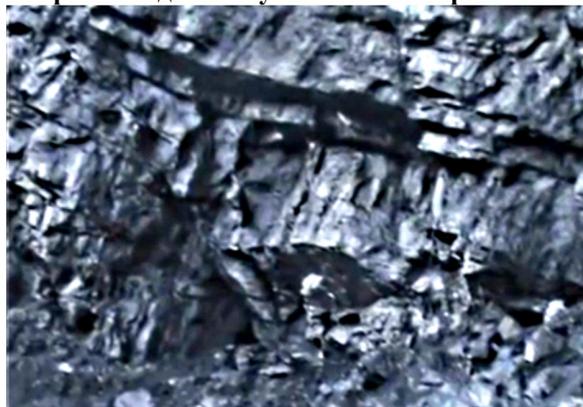
**Вид участка угольного разреза «Бель-Алма»**



**Вскрыша и добыча угля экскаватором**



**Погрузка угля, отвалообразование погрузчиком**



**Вид вскрытого угольного пласта**



**Вывоз угля из разреза автосамосвалом (зима)**



**Автосамосвалы в очереди за погрузкой (лето)**

**Рисунок 7 – Разработка месторождения «Бель-Алма», основные техпроцессы**

Отметим, что до этого лицензию получали и другие фирмы, были и сейчас имеются претензии к деятельности фирмы «Беш-Арча» некоторых госорганов и местных жителей, но пока только она разрабатывает месторождение.

*Добыча угля на разрезе «Бель-Алма»* ведется по простой циклической технологии: вскры-

шу и выемку угля из пласта, погрузку выполняют в основном экскаваторы, используют также бульдозеров и погрузчиков, а вывоз горной массы в отвал и доставку угля осуществляют автосамосвалы (рис.7), т.е. можно назвать как традиционный экскаваторно-автомобильный комплекс (ЭАК). Как видно из приведенных иллюстраций, месторождение «Бель-Алма» расположено на высокогорье, на абсолютных высотах 3400-4100 м над уровнем моря, в районе с резко континентальным климатом со значительными колебаниями температуры (до 25°C), с холодной зимой и теплым летом. К востоку от месторождения, на высоте 2800 м, среднегодовая температура составляет +5,5°C, бывает в пределах от -20°C до +15°C, уровень осадков за год составляет 222-255 мм (по данным метеопоста «Кичик-Алай»). На высоте 2500 м и выше в конце ноября могут быть снегопады и образование устойчивого снегового покрова до конца апреля.

Основными орографическими элементами в районе месторождения являются Алайский хребет и боковые отроги. Рельеф площади интенсивно и глубоко расчленен с перепадами высот до 2000 м (в устье р. Кичик-Алай), широко развиты скалистые гребни, ущелья и ледники.

Непосредственно, возле месторождения не имеются населенные пункты, ближайшее село Кашка-Суу расположено в 15 км северо-восточнее месторождения, до железнодорожной станции «Кызыл-Кыя» - 70 км. Месторождение находится в слабо развитом районе, не имеет специально построенную шоссейную автодорогу, связывающую с населенными пунктами и станциями. Оно административно относится к Кадамджайскому району Баткенской области.

На основе проведенных исследований можно отметить, что на данном угольном месторождении «Бель-Алма» технически возможно строительство комплексов и внедрение циклично-поточной технологии. Эти работы нужно начать с разработки проекта, проведения необходимых расчетов технико-экономического обоснования (ТЭО проекта). При этом необходимо принять во внимание следующие факторы [7 - 11], сильно влияющие на выбор автомобильной или ЦП технологии: с увеличением перепада высот между добычными горизонтами и углепогрузочным пунктом, т.е. общего угла наклона грузовой трассы эффективность ЦПТ возрастает; ЦПТ эффективна при глубине карьера 200 м и выше, при росте объема выемки горной массы; ЦПТ может быть наиболее эффективной, если длина (плечо) откатки (расстояние транспортировки породы на отвал) превышает 4 км; автомобильная технология вскрыши эффективна при плече откатки не более 2–2,5 км.

Общая проектная глубина карьера «Бель-Алма» на основе предварительных геологических исследований [12] может быть 300-400 м, возможно и до 600 м, т.к. его прогнозные ресурсы совместно с углепроявлением Западный Кашкасу составляет, до глубины 600 м, 1153 млн. т по категории  $P_2$ . Пласт простирается на длину 2,5 км и более, при ширине 500-600 м, средней толщине 45 м. Одни лишь верхние отложения на месторождении (см. рис.6) имеют мощность до 80-100 м. Эти и другие параметры служат исходными данными, которые дают представление о большом объеме предстоящих вскрышных работ для полного извлечения содержимого угольного пласта. Поэтому, учитывая сравнительно большие запасы угля (св.80 млн. т), еще большие возможные объемы вскрыши и глубину разработки (до 600 м), можно предположить об эффективности перехода на ЦПТ при добыче угля.

Работы по внедрению ЦПТ на угольном разрезе «Бель-Алма», на наш взгляд, можно осуществить постепенно и последовательно, совмещая с текущими горными работами по добыче угля традиционной технологией с ЭАК. Только при этом нужно выбрать наиболее технологичную и экономически целесообразную систему разработки карьера для перехода на ЦПТ. Для наших условий, скорее всего, целесообразно применять ЦПТ в комбинации авто-самосвалов с конвейерным транспортом (ЦПТ АКТ), переход на которую требует выполнения целого комплекса работ: подготовка горизонтов и устройство внутрикарьерного перегрузочного пункта и автодорог к ним; проходка траншей, монтаж оборудования конвейеров, дробильно-перегрузочных пунктов (ДПП) и перегрузочного пункта на поверхности карьера для осуществления перегрузки горной массы, в т.ч. угля, с конвейерной линии на склад и на другие транспортные средства; другие необходимые работы.

На наш взгляд, целесообразно изучить и использовать опыт работы на разрезах «Восточный» и «Богатырь» Экибастузского угольного бассейна Казахстана, где впервые в мировой

практике были внедрены ЦПТ при различном падении пластов. Горно-геологические условия этих месторождений имеют определенные сходства с условиями месторождения «Бель-Алма».

### Выводы:

1. На современном этапе развития мировой горнодобывающей промышленности во многих странах, в т.ч. в странах СНГ, широко используется циклично-поточная технология добычи при открытой, а также в подземной разработке месторождений полезных ископаемых (руда, уголь и др.);

2. На карьерах Кыргызстана, включая даже такие крупнейшие карьеры, как «Кумтор» и «Кара-Кече», применяется пока традиционная экскаваторно-автомобильная технология, которая, особенно с углублением карьера, во многом проигрывает циклично-поточной технологии;

3. Выявлена техническая возможность внедрения циклично-поточной технологии на угольном месторождении «Бель-Алма», для чего необходимо привлечь инвестиции и разработать технико-экономическое обоснование с соответствующим проектом перехода на эту технологию.

### Список литературы:

1. **Стратегия устойчивого развития промышленности Кыргызской Республики на 2019-2023 годы** [Текст]. Приложение 1 к пост. Прав. КР от 27 сентября 2019 года № 502) / Минюст КР, Централиз. банк данных правовой инф. – URL: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/157190> (дата обр.: 12.08.2022).
2. **Национальная энергетическая программа Кыргызской Республики на 2008-2010 годы и Стратегия развития топливно-энергетического комплекса до 2025 года** [Текст]. Одобрена пост. Правительства КР от 13 февраля 2008 года №47 / Минюст КР, Централиз. банк данных правовой инф. – URL: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/58883?cleru-ru> (дата обр.: 12.08.2022).
3. **Среднесрочная и долгосрочная стратегия развития горнодобывающей промышленности Кыргызской Республики** [Текст] / Министерство экономики КР. Проект. Подготовлен консорциумом экспертов. – Бишкек, 2014. – 225 с. – URL: [https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/Medium-term and long-term Strategy for the Development of Mining Industry in the Republic of Kyrgyzstan.pdf](https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/Medium-term%20and%20long-term%20Strategy%20for%20the%20Development%20of%20Mining%20Industry%20in%20the%20Republic%20of%20Kyrgyzstan.pdf) (дата обр.: 12.08.2022).
4. **Мендекеев, Р. А.** Современные безвзрывные технологии для совершенствования добычи угля на месторождении Кара-Кече [Текст] / Р.А. Мендекеев, Д.К. Тажибаев // Известия ОшТУ. – Ош: ОшТУ, 2021. - № 2. – С. 179-187.
5. **Воронина, Н. В.** Мировой рынок угля: современные тенденции развития [Текст] / Н. В. Воронина // Дайджест-финансы. – 2007, № 12. – С. 19-28. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mirovoy-gynok-uglya-sovremennye-tendentsii-razvitiya> (дата обр.: 10.09.2022).
6. **Анистрапов, Ю. И.** Циклично-поточная технология [Текст] / Ю. И. Анистрапов // Горная энциклопедия. – URL: [https://gufo.me/dict/mining\\_encyclopedia/Циклично-поточная\\_технология?ysclid=6tkth9ffo485956799](https://gufo.me/dict/mining_encyclopedia/Циклично-поточная_технология?ysclid=6tkth9ffo485956799) (дата обр.: 14.08.2022).
7. **Кармаев, Г. Д.** Выбор горно-транспортного оборудования циклично-поточной технологии карьеров [Текст] / Г. Д. Кармаев и др. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2012. – 296 с.
8. **Васильев, М. В.** Комбинированный транспорт на карьерах [Текст] / М. В. Васильев. – М.: Недра, 1975. – 308 с.
9. **Бабец, Е. К.** Оценка эксплуатационного состояния технологического оборудования дробильно-перегрузочных пунктов комплексов циклично-поточной технологии карьеров Кривбасса [Текст] / Е. К. Бабец и др. // Форум гірників – 2016: мате-ріали МНПК, 5 - 8 жовтня 2016 р. – Дніпро, 2016. – Т. 2.
10. **Супрун, В. И.** Проблемы и перспективы использования циклично-поточной технологии для отработки крупных угольных и рудных месторождений [Текст] / В. И. Супрун и др. // ГИАБ. – 2014, № S1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prob-lemy-i-perspektivy-ispolzovaniya-tsiklichno-potochnoy-tehnologii-dlya-otra-bot-ki-krupnyh-ugolnyh-i-rudnyh-mestorozhdeniy> (дата обр.: 26.08.2022).
11. **Санакулов, К. С.** Снижение затрат в глубоких карьерах на основе применения крутонаклонного конвейерного подъема в составе ЦПТ [Текст] / К. С. Санакулов, П. А. Шеметов // Горный Вестник Узбекистана. – 2012. - №2 (49). – С. 3-7.
12. **Солпуев, Т. С.** Угольные месторождения Кыргызской Республики [Текст]: Справочник / Т.С. Солпуев. – Бишкек: Насти (МинГео КР), 1996. – 511 с.

DOI:10.54834/16945220\_2022\_3\_5

Поступила в редакцию 05.09.2022 г.