

КЛАССИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

CLASSIFICATION OF THE MINING TECHNOLOGICAL COMPLEXES IN OPEN PIT MINING

Keywords: technology of stripping and mining, direct dumping, specific, combined technological complexes, single-, two- three-component technological complexes.

Abstract. Definitions of stripping and mining technologies are given (OCM TC). Their structural elements and circuits, highlighted features of the constituent elements are given. Typification of technologies and technological complexes are proposed on the basis of these characteristics.

Technology of open cast mining is divided into cyclical, cyclic-flow and streaming by continuity processes excavation, loading and moving overburden and mineral.

According to the number of the components technological of the open pit mining is divided into single-, two- and three-component (two types of transport) and they are named by names of involved machines in the processes.

In single-component TC recess and moving rock mass is carried by single machine. In the two-component TC excavation and loading of the rock mass is produced by one machine - excavator (shovel, bucket-wheel, chain), and its haulage is done by another machine (different mode of transport). In three-component TC excavation and loading of the rock mass produced by one machine (excavator), transportation is provided by the two types of transport through the hopper feeders or transshipment point (stockpile).

The experience of efficient technological complexes of pits of Kazakhstan and Uzbekistan.

Аннотация. Даны определения технологии вскрышных и добычных (горных) работ, техно-логических комплексов открытых горных работ (ТК ОГР). Приведены их элементы и структурные схемы, выделены отличительные признаки составляющих элементов. На основе этих признаков предложены классификации технологий и технологических комплексов ОГР.

По способу перемещения вскрышных пород и полезного ископаемого к пункту назначения технология открытых горных работ подразделена на бестранспортную, транспортную, специфическую и комбинированную.

По непрерывности процессов выемки, погрузки и перемещения вскрышных пород и полезного ископаемого технология открытых горных работ подразделена на цикличную, циклично-поточную и поточную.

По числу составляющих компонентов технологические комплексы открытых горных работ подразделены на однокомпонентные, двухкомпонентные и трехкомпонентные (два вида транспорта) и именованы названием участвующих в процессах машин.

В однокомпонентных ТК выемка и перемещение горной массы осуществляется единой машиной. В двухкомпонентных ТК выемка и погрузка горной массы производится одной машиной – экскаватором (одноковшовым, роторным, цепным), а ее транспортировка осуществляется другой машиной (различным видом транспорта). В трехкомпонентных ТК выемка и погрузка горной массы производится одной машиной (экскаватором), а ее транспортировка осуществляется двумя видами транспорта через бункера-питатели или перегрузочный пункт (склад).

Описан опыт внедрения эффективных технологических комплексов на карьерах Казахстана и Узбекистана.

Ключевые слова: технология вскрышных и добычных работ, бестранспортная, транспортная, специфическая, комбинированная, технологические комплексы, одно-, двух- и трехкомпонентные.

Под технологией разработки полезных ископаемых понимается совокупность способов и приемов механизированного осуществления взаимосвязанных процессов горных работ с целью извлечения из недр Земли минерального сырья требуемого объема и заданного качества [1].

Технология вскрышных и добычных работ представляет собой совокупность способов и приемов выемки, погрузки и перемещения вскрышных пород и полезного ископаемого из забоев к пункту их назначения. Пунктами назначения (приема) грузопотоков являются внутренние,

внешние отвалы, различные внутрикарьерные и поверхностные перегрузочные склады (пункты) горных пород (руды и вскрыши).

При наличии условий для формирования внутренних отвалов перемещение вскрышных пород в выработанное карьерное пространство осуществляется мощными мехлопатами и драглайнами. При незначительном удалении пункта приема от забоя транспортировка горных пород выполняется выемочно-погрузочными машинами: скреперами и одноковшовыми погрузчиками. Во всех остальных случаях для перемещения горных пород (руды и вскрыши) используют транспортные средства.

Технология вскрышных и добычных (открытых горных) работ (ОГР) состоит из двух элементов, ее структурная схема представлена на рис.1.

Определяющими характеристиками этих элементов являются способ перемещения горных пород и непрерывность процессов выемки, погрузки и транспортирования горных пород. Их структура приведена на рис.2 Эти отличительные признаки должны быть положены в основу классификации технологий ОГР.



Рисунок-1. Элементы технологий ОГР

По способу перемещения вскрышных пород и полезного ископаемого к пункту назначения технология открытых горных работ может подразделяться на бестранспортную, транспортную, специфическую и комбинированную (табл.1.). Следует заметить, что способ транспортирования вскрышных пород на отвалы акад. Н.В. Мельниковым положен в основу классификации систем открытой разработки полезных ископаемых [2].



Рис.унок-2. Отличительные признаки элементов технологий ОГР

Бестранспортная технология вскрышных работ применяется при разработке неглубоко (до 50 м) залегающих пластовых месторождений, когда перевалка вскрышных пород в выработанное пространство реализуется мощными мехлопатами и драглайнами.

Транспортная технология ОГР нашла широкое распространение при разработке мощных пластовых, наклонных, крутых месторождений и распространяющихся на большую глубину жильных, штокообразных рудных залежей.

Специфическая технология ОГР применяется при разработке сложноструктурных многокомпонентных месторождений, россыпей, строительных горных пород.

По непрерывности процессов выемки, погрузки и перемещения вскрышных пород и полезного ископаемого технология открытых горных работ подразделяется на цикличную, циклично-поточную и поточную (см.табл.1, рис.3.).

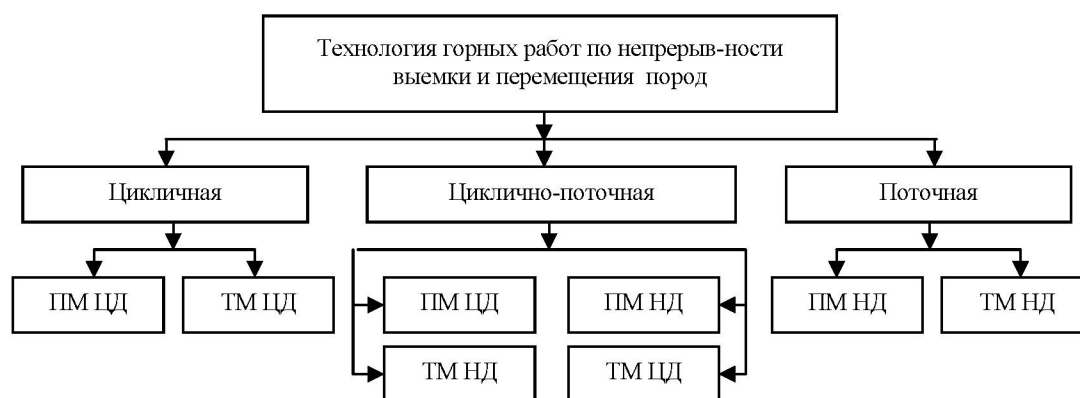
При цикличной технологии как выемочно-погрузочные, так и транспортные работы осуществляются техникой цикличного действия (ПМ ЦД и ТМ ЦД). При циклично-поточной технологии

выемочно-погрузочные работы выполняются техникой цикличного действия (ПМ ЦД), а транспортные работы – техникой непрерывного действия (ТМ НД) или выемочно погрузочные работы осуществляются техникой непрерывного действия (ПМ НД), а транспортные работы – техникой цикличного действия (ТМ ЦД) (где ПМ – выемочно погрузочные машины, ЦД – цикличного действия, ТМ – транспортные машины, НД – непрерывного действия). При поточной технологии как выемочно-погрузочные, так и транспортные работы выполняются техникой непрерывного действия (ПМ НД и ТМ НД) [3].

Таблица 1. Классификация технологий открытых горных работ

Признаки	Технология горных работ
Способ перемещения горных пород	Бестранспортная Транспортная Специфическая Комбинированная
Непрерывность процессов выемки, погрузки и перемещения горных пород	Циклическая Циклично-поточная Поточная

К наиболее высокому уровню способа производства относится поточная технология разработки полезного ископаемого и вскрышных пород, в том числе с перевалкой последних в выработанное пространство. Эта технология реализуется с использованием выемочно-погрузочной техники непрерывного действия (роторные, многочерпаковые экскаваторы, гидромониторы, драги) в сочетании с транспортными средствами аналогичного действия (конвейеры, трубопроводы). Она характеризуется выполнением всех процессов в одном темпе, неразрывностью общего процесса разработки и равномерностью его реализации.



Рисунок–3. Структура технологии открытых горных работ

Следующий уровень производства представлен циклично-поточной технологией горных работ. В этой технологии выемочно-погрузочные работы осуществляются техникой циклического действия (одноковшовые экскаваторы, карьерные погрузки, бульдозеры, скреперы), а транспортирование горной массы после ее обработки на дробильных или грохотильных установках – машинами непрерывного действия (конвейеры) или наоборот выемка и погрузка производится машинами непрерывного действия (роторный экскаватор), а транспортирование – средствами прерывного действия (ж.д. транспорт). Эта технология достаточно эффективна и более перспективна.

Распространенной является циклическая технология горных работ. Здесь выемочно-погрузочные работы выполняются оборудованием циклического действия (одноковшовые экскаваторы, карьерные погрузки, бульдозеры, скреперы), в качестве транспортных средств используются также машины циклического действия (ж.д. транспорт, автотранспорт, скипы, грузоподъемники).

Следует отметить, что технологии выемочно-погрузочных и транспортных работ и технические средства их реализации составляют единый комплекс, объединяющий способы и средства извлечения полезных ископаемых из недр Земли. В соответствии с идеей акад. В.В. Ржевского *этот комплекс, обеспечивающий безопасное, высокопроизводительное, экономичное выполнение горных работ в карьерном поле может быть назван технологическим комплексом горных (вскрышных и добычных) работ* [4]. Структура технологического комплекса открытых горных работ (ТК ОГР) представлена на рис. 4. Элементы этого комплекса: технологии выемочно-погрузочных работ, выемочно-погрузочные машины (ПМ) и технологии транспортных работ, транспортные машины (ТМ) [4].

Четыре элемента ТК ОГР объединяясь попарно по выполняемым функциям, образуют два компонента комплекса: выемочно-погрузочный и транспортный (см. рис. 4) [5].

В выемочно-погрузочном компоненте в качестве средств механизации используются как машины циклического действия: гидравлические экскаваторы, мехлопаты, драглайны, скрепера, бульдозеры, одноковшовые погрузчики, так и машины непрерывного действия: роторные и цепные экскаваторы, фрезерные машины, средства гидромеханизации – гидромониторы, плавучие землесосные снаряды, драги и т.д.

В транспортном компоненте в качестве средств механизации используются машины циклического транспорта: железнодорожный, автомобильный транспорт; дизель-троллейбусы и троллейбусы, подъемные устройства и машины непрерывного действия: конвейера, консольные ленты; транспортно-отвальные мосты; средства гравитационного и гидравлического транспорта и канатно-подвесные дороги.

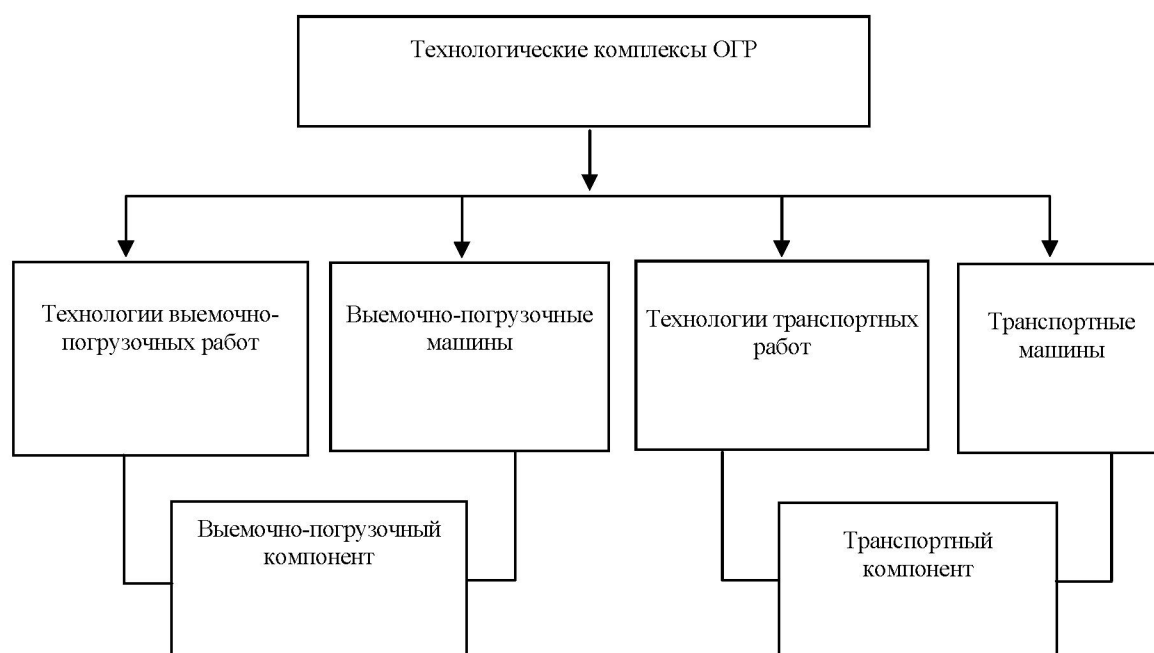


Рисунок 4—Структура технологических комплексов ОГР

По числу составляющих компонентов технологические комплексы открытых горных работ могут быть подразделены на однокомпонентные, двухкомпонентные и трехкомпонентные (два вида транспорта) и именоваться названием участвующих в процессах (компонентах) машин. С учетом этих положений составлена классификация технологических комплексов ОГР, которая приведена в табл. 2 [5].

В однокомпонентных ТК выемка и перемещение горной массы осуществляется единой машиной. Например, мощные вскрышные мехлопаты и драглайны перемещают вскрышные породы в

выработанное пространство, бульдозеры и скреперы, извлекая горную массу из забоев доставляют до места назначения. Дrajный и гидромеханизированный комплексы также объединяют процессы выемки и перемещения горной массы.

В двухкомпонентных ТК выемка и погрузка горной массы производится одной машиной – экскаватором (одноковшовым, роторным, цепным), а ее транспортировка осуществляется другой машиной (различным видом транспорта: железнодорожным, автомобильным, конвейрным и т.дт).

В трехкомпонентных ТК выемка и погрузка горной массы производится одной машиной (экскаватором), а ее транспортировка осуществляется двумя видами транспорта например, автомобильно – железнодорожным, автомобильно – конвейрным, автомобильно – скреперным и т.д. через бункера-питатели или перегрузочный пункт (склад).

В карьере одновременно может функционировать несколько ТК. По виду добываемой горной массы они подразделяются на ТК вскрышных и добычных работ.

Таблица. 2–Классификация технологических комплексов ОГР

Технологический комплекс	
по числу компонентов	по названию ведущих машин
Однокомпонентный	Экскаваторный Бульдозерный Скреперный Гидромеханизированный Дrajный
Двухкомпонентный	Экскаваторно-железнодорожный Экскаваторно-автомобильный Экскаваторно-конвейрный Экскаваторно-консольно-ленточный Экскаваторно-отвально-мостовой
Трехкомпонентный	Экскаваторно-автомобильно-железнодорожный Экскаваторно-автомобильно- конвейрный Экскаваторно-автомобильно-скиповой Экскаваторно- автомобильно-клетевой Экскаваторно-разнотипно-автомобильный

Технологические комплексы в зависимости от содержания составляющих компонентов различны по структуре. При одинаковой выемочно-погрузочной составляющей транспортный компонент может быть различным. Технологические комплексы вскрышных и добычных работ неадекватны при разработке угольных месторождений, практически не отличаются друг от друга при разработке скальных рудных месторождений. Они могут быть идентичными и при различных системах разработки.

При сплошной системе разработки получили распространение:

Экскаваторные технологические комплексы вскрышных работ :

Экскаваторно-консольно-ленточный технологический комплекс вскрышных работ:

Экскаваторно-отвально-мостовой технологический комплекс вскрышных работ:

Экскаваторно-конвейрные технологические комплексы вскрышных работ:

Экскаваторно-железнодорожные технологические комплексы вскрышных работ :

Экскаваторно-автомобильные технологические комплексы вскрышных работ :

Экскаваторно-разнотранспортные технологические комплексы вскрышных работ:

Дrajные технологические комплексы горных работ;

Гидромеханизированные технологические комплексы горных работ;

Скреперные технологические комплексы горных работ;

Бульдозерные технологические комплексы горных работ;

Технологические комплексы добычи строительных горных пород.

При углубочной системе разработки применяются :

Экскаваторно-железнодорожные технологические комплексы вскрышных и добычных работ :

Экскаваторно-автомобильные технологические комплексы вскрышных и добычных работ :

Экскаваторно-конвейерные технологические комплексы вскрышных и добычных работ :

Экскаваторно-разнотранспортные технологические комплексы вскрышных и добычных работ :

Экскаваторно-автомобильно-скиповые технологические комплексы вскрышных и добычных работ:

Технологические комплексы горных работ при комбинированной системе разработки.

При экскаваторно-железнодорожном и экскаваторно-автомобильном комплексах реализуется цикличная технология, при экскаваторно-автомобильно-конвейерном комплексе – циклично-поточная технология, а при роторноэкскаваторно-конвейерном комплексе, включая консольные ленты и транспортно-отвальные мосты, – поточная технология горных пород.

Роторноэкскаваторно-конвейерный технологический комплекс добычных работ, при котором реализуется поточная технология разработки угля, впервые в странах СНГ внедрен на разрезе «Богатырь» в Казахстане. Уникальный по производственной мощности (годовая производитель 50 млн. т) и технической оснащенности разрез является прообразом угледобывающего предприятия будущего.

Роторноэкскаваторно-конвейерный технологический комплекс добычных работ при наклонном падении угольных пластов успешно функционирует на разрезе «Восточный» Экибастузского бассейна. Выемка, транспортировка, усреднение и отгрузка угля производится комплексом в составе роторного экскаватора SRs(k)-2000, забойного и межступенного перегружателей, соединительного, подъемного и магистрального конвейеров, усреднительно-погрузочной машины и погрузочного пункта.

На этом разрезе внедрен также экскаваторно-автомобильно-конвейерный технологический комплекс вскрышных работ (ТК ВР), при котором реализуется циклично-поточная технология отработки вскрышных пород. Надежность ТК ВР обеспечивается применением двух экскаваторно-автомобильных комплексов, размещенных по флангам разреза с общим дробильно-перегрузочным пунктом.

Экскаваторно-автомобильно-конвейерный технологический комплекс добычных работ (ТК ДР) внедрен и на карьере АО «Алтынтауский ГОК». В комплексе дробильно-перегрузочная установка CJ615 обеспечивает прием и дробление рядовой рудной массы, которая затем транспортируется конвейером на золотоизвлекательную фабрику.

Циклично-поточные технологии предусмотрены также и проектами открытой разработки крупных медно-молибденовых месторождений Актогай и Бозшаколь, Качарского железорудного месторождения в Казахстане [5].

Уникальным является проект узбекских и украинских ученых и специалистов «Создание и внедрение циклично-поточного транспорта (ЦПТ) с крутонаклонным конвейером КНК-270 на карьере «Мурунтау» Навоийского горно-металлургического комбината Узбекистана.[рис . 6.] [6].

В составе ЦПТ-руда: ДПП – дробильно-перегрузочный пункт; КНК-270 – крутонаклонный конвейер; ПСК – погрузочно-складской комплекс; АСМОДУ – автоматизированная система мониторинга и оперативно-диспетчерского управления.

Разработанная конструкция крутонаклонного конвейера с прижимной лентой показала высокую работоспособность и надежность и обеспечивает устойчивый прием, подъем под углом 37 градусов на высоту 270 м и разгрузку дробленной скальной горной массы с производительностью более 3500 т/ч.

Трасса крутонаклонного конвейера расположена перпендикулярно бермам уступов под генеральным углом наклона борта карьера.

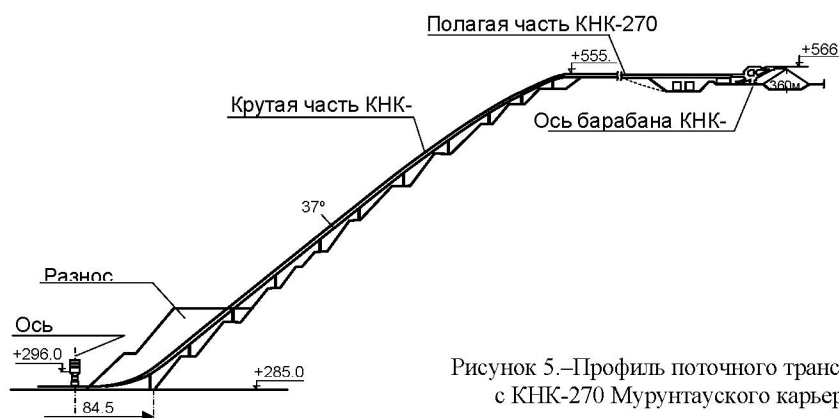


Рисунок 5.–Профиль поточного транспорта с КНК-270 Мурунтауского карьера

По мнению авторов проекта [6] комплекс КНК-270 увеличит глубину разработки карьера до 950 м.

В настоящее время на средних и крупных карьерах успешно функционируют экскаваторно-разнотипно-автомобильные технологические комплексы, при которых реализуется цикличная технология горных работ. Как показывают исследования, их конкурентоспособность может повыситься при позонном использовании по глубине карьера. Например, в глубоких карьерах ($H=480$ м) с годовым объемом перевозок до 80 млн.т целесообразно разделение карьерного пространства на две зоны по высоте. В верхней зоне высотой до 240 м необходимо использовать экскаваторы с вместимостью ковша $10-20 \text{ м}^3$ и автосамосвалы грузоподъемностью 90-200 т, в нижней зоне высотой до 240 м – экскаваторы с вместимостью ковша $5-10 \text{ м}^3$ и автосамосвалы грузоподъемностью 45-90 т.

В сверхглубоких карьерах ($H=600$ м) с годовым объемом перевозок до 100 млн.т необходимо разделение карьерного пространства на три зоны по высоте. В верхней зоне высотой до 240 м целесообразно использовать экскаваторы с вместимостью ковша $20-32 \text{ м}^3$ и автосамосвалы грузоподъемностью 200-320 т, в средней зоне высотой до 240 м – экскаваторы с вместимостью ковша $10-15 \text{ м}^3$ и автосамосвалы грузоподъемностью 90-160 т, в нижней зоне карьера высотой до 120 м экскаваторы с вместимостью ковша $5-10 \text{ м}^3$ и автосамосвалы грузоподъемностью 45-90 т.

Таким образом, трехкомпонентные технологические комплексы, при которых реализуется как цикличная, так и циклично-поточная технологии разработки являются достаточно эффективными.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Горная энциклопедия, т.4, С.301; т.1, С.439. Изд. «Советская энциклопедия». 1989.
- 2 Справочник «Открытые горные работы». – М.: Горное бюро, 1994, 590 с.
- 3 Ракишев Б.Р. Новые технологические комплексы на карьерах Казахстана. Проблемы и пути инновационного развития горнодобывающей промышленности: Материалы. Шестой междуна. науч.-практ. конф. – Алматы, 2013. С. 26-33.
- 4 Ржевский В.В. Открытые горные работы. Ч.2. М.: Недра, 1985 г. 549 с.
- 5 Ракишев Б.Р. Классификация технологических комплексов открытых горных работ. ГИАБ 2014. Отд. выпуск № 1. – С. 300-304.
- 6 Санакулов К.С., Шеметов П.А. Развитие циклично-поточной технологии на основе крутонаклонных конвейеров в глубоких карьерах. Горный журнал. № 8, 2011. С. 34-37.

Резюме

АШЫҚ КЕН ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ КЕШЕНДЕРДІҢ СЫНЫПТАМАЛАРЫ

Аршу және өндіру (тау-кен) жұмыстарының технологиясының, ашық кен жұмыстарының технологиялық кешендерінің (АКЖ ТК) анықтамалары берілген. Олардың элементтері және құрылымдық сұлбалары келтірілген, құраушы элементтерінің ерекшелігін белгілері көрсетілген. Осы белгілер негізінде АКЖ технологиясы мен технологиялық кешендерінің сыныптама-лары ұсынылған.

Аршыма жыныстар мен пайдалы қазбаны қабылдау бекетіне дейін тасымалдау тәсілі бойынша ашық кен жұмыстарының технологиясы көліксіз, көлікті, спецификалық және құрамды болып бөлінген.

Аршыма жыныстар мен пайдалы қазбаны қазып алу, тиеу және тасымалдау процесінің үздіксіздігіне байланысты ашық кен жұмыстарының технологиясы циклді, циклді-ағымды және ағымды болып бөлінген.

Құраушы компоненттерінің саны бойынша ашық кен жұмыстарының технологиялық кешендері бір компонентті, екі компонентті және үш компонентті (көліктің екі түрі) болып бөлінген және процестерге қатысушы машиналардың атымен аталған.

Бір компонентті технологиялық кешендерде тау-кен қазындысын қазып алу және тасымалдау жұмыстарын бір машина атқарады. Екі компонентті технологиялық кешендерде тау-кен қазындысы бір машинамен – экскаватормен (біршөмішті, роторлы, шынжырлы) қазып алынады да, басқа машинамен (эртүрлі көлікпен) тасымалданады. Үш компонентті технологиялық кешендерде тау-кен қазындысы бір машинамен (экскаватормен) қазып алынады да, бункер-қоректендіргіш немесе қайта тиеу бекеті (қойма) арқылы екі түрлі көлікпен тасымалданады.

Қазақстан және Өзбекстан карьерлеріндегі тиімді технологиялық кешендерді өндіру тәжірибесі сипатталған.

Түйін сөздер: аршу және өндіру жұмыстарының технологиясы, көліксіз, көлікті, спецификалық, құрамды, бір, екі және үш компонентті технологиялық кешендер.