

ке и технологиях". – 1998. - № 3 (7). – С. 84-85.

5. Лопатин В.В. Структурно-функциональная схема экспресс-диагностирования динамического состояния системы «подъемный сосуд-жестая армировка» // Геотехническая механика: Межвед. науч.-техн. сб.- 2001., - Вып.29 –С. 187-189

6. Falk S. Uno. Salkind A.I. Alkaline storage batteries N-Y Wiley, 1999,p. 461-462

7. Schultz J. Elektrische meßtechnik 1000 Begriffe für den Praktiker, Berlin: Verlag Technik, 1998 678p.

8. Tooley M. Practical digital electronics handbook, PC Publishing, London, 2000, 265p.

УДК.622.271

Д-р техн. наук А.С. Пригунов,
инж. А.И. Гаврош (ИГТМ НАН Украины)

**ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ ГОРНЫХ МАШИН
В СХЕМАХ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ
НА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КАРЬЕРАХ УКРАИНЫ**

На підставі аналізу використання комплексів гірничих машин у схемах циклічно-потокової технології на залізорудних кар'єрах України встановлені перспективи їх удосконалення.

**APPLICATION OF COMPLEXES OF MINING MACHINES
IN THE SCHEME'S OF CYCLIC-TORMENTER TECHNOLOGY
ON IRON QUARRY OF UKRAINE**

Use complex's of mining machine's in the scheme's of cyclic-tormenter techhology on iron ore quarry of Ukraine

На железорудных карьерах Украины и стран СНГ широкое распространение получила циклично-поточная технология (ЦПТ), предусматривающая применение комплексов горных машин, включающих оборудование циклического и непрерывного действия [1-4]. Важнейшим звеном технологического процесса добычи железорудной массы в карьере, подъем ее на поверхность и транспортирование на поверхности – полезного ископаемого к обогатительной фабрике, вскрышных пород в отвал. Циклично-поточная технология предусматривает применение комбинированного вида транспорта и применяется на всех железорудных карьерах. Комплекс горных машин для ЦПТ включает выемочно-погрузочное оборудование циклического действия, забойных (сборочный) транспорт циклического действия, перегрузочные пункты различной конструкции, подъёмный транспорт непрерывного действия и транспорт на поверхности циклического или непрерывного вида транспорта.

Структура и состав комплексов горных машин в схемах ЦПТ существенно зависит от горнотехнических условий. На различных карьерах Украины применяются различные по составу конструкции и параметрам комплексы.

На карьере ЮГОКа введены в эксплуатацию: в 1981 г. комплекс ЦПТ комбинированного железнодорожно-конвейерного транспортирования руды на концентрационном гор. –90 м; в 1996 г. комплекс ЦПТ комбинированного железнодорожно-конвейерного транспортирования скальной вскрыши на концен-

трационном гор. –75 м. Проектная производительность каждого из комплексов ЦПТ – 20 млн.т горной массы в год [5].

Погрузка руды или скальной вскрыши в карьере производится экскаваторами в железнодорожный транспорт, подающий горную массу на соответствующие карьерные дробильно-перегрузочные пункты - пункт приема руды (гор. -90 м) или пункт приема скальной вскрыши (гор. 75 м). Каждый из дробильно-перегрузочных пунктов, созданный для комбинированного железнодорожно-конвейерного транспорта, оборудован приемным бункером, для приема горной массы из думпкаров, конусной дробилкой ККД-1500/180, пластинчатыми питателями, перегружающими дробленную горную массу на соответствующий конвейерный подъемник. Общая длина конвейерного тракта по руде и скальной вскрыше составляет $\approx 4,7$ км. Применяются конвейеры с резиновой лентой шириной 2000 мм. С 1987 г. в карьере эффективно используется автотранспорт. В карьере построено три перегрузочных пункта – на горизонтах ± 0 м, -60 м (породные), -90 м (рудный), что позволяет сократить расстояние транспортирования. Данная транспортная система обеспечивает устойчивую работу карьера с производительностью 30 – 35 млн.т в год до отметки –210 м. Намечается реконструкция транспортной системы. На гор. –210 м предложено строительство комплекса ЦПТ комбинированного автомобильно-конвейерного транспорта. Большегрузным автотранспортом с нижележащих горизонтов руда будет подаваться к комплексу ЦПТ, а пустые породы на внутрикарьерные перегрузочные пункты.

Добыча руда на карьерах СевГОК а ведется открытым способом с вывозкой вскрышных пород во внешние отвалы. Транспортирование руды и вскрыши из забоев осуществляется автомобильным, железнодорожным и комбинированным транспортом: на Первомайском карьере – автомобильно-железнодорожным; на Анновском – комплексами ЦПТ с применением автомобильно-конвейерного – для руды и автомобильно-конвейерно-железнодорожного – для скальной вскрыши [6]. На карьерах используется высокопроизводительное оборудование: экскаваторы ЭКГ-8И, ЭКГ-10, ЭКГ-12,5; автосамосвалы грузоподъемностью 110 – 170 т.

Для поддержания мощности комбината на Первомайском карьере по проекту предусматривается строительство двух комплексов ЦПТ. Работа комплекса ЦПТ, как по руде, так и по скальной вскрыше предполагается как в режиме автомобильно-конвейерно-железнодорожного транспортирования горной массы (руды на обогатительную фабрику, а скальной вскрыши – в отвалы), так и в режиме автомобильно-конвейерного (руды на склад руды, а скальной вскрыши – на склад вскрыши). Для комплексов ЦПТ предлагается применение конусных дробилок ККД-1500/180, магистральных конвейеров с лентой шириной 2000 мм.

На Анновском карьере транспортирование горной массы из карьера осуществляется: автомобильным, железнодорожным, автомобильно-железнодорожным транспортом, комплексами ЦПТ: комбинированного авто-

мобильно-конвейерного транспорта – для руды; автомобильно-конвейерно-железнодорожного – для скальной вскрыши.

Дробильно-перегрузочный пункт для руды в карьере оборудован приемным бункером, с двухсторонней разгрузкой автосамосвалов; конусной дробилкой ККД-1500/180 с двумя параллельно расположенными пластинчатыми питателями, подающими руду на два конвейерных подъемника. Дробильно-перегрузочный пункт для породы в карьере также оборудован дробилкой ККД-1500/180, заменившей ранее установленную дробилку КВКД-1200/200. Дробленая порода подается питателем на породный конвейерный-подъемник и далее породной конвейерной системой транспортируется на борт карьера и грузится непосредственно в железнодорожный транспорт.

Конвейерными трактами можно транспортировать следующие грузопотоки:

- подача руды с концентрационных горизонтов Анновского карьера любой конвейерной линией непосредственно на обогатительную фабрику;

- подача скальной вскрыши с тех же концентрационных горизонтов по породной линии на склад скальной вскрыши или в железнодорожные думпкары, перевозящие вскрышу на отвалы. Длина конвейерного тракта подающего руду на обогатительную фабрику, составляет $\approx 2,9$ км, а длина конвейерного тракта по скальной вскрыше – 2,4 км. Ширина конвейерной ленты 2000 мм. Суммарная мощность комплексов ЦПТ на Анновском карьере составляет 36 млн.т горной массы в год. С целью снижения затрат на транспортировку вскрыши из карьеров и сокращения отчуждения земельных угодий под отвалы на Анновском карьере намечен к реализации проект частичного внутрикарьерного складирования вскрыши. Подобный проект разрабатывается и для Первомайского карьера [7].

По проекту Южгипроруды, выполненному с участием ИГТМ АН УССР, в 1971 г в карьере №1 НГОКа был построен и сдан в эксплуатацию опытно-промышленный участок ЦПТ с применением автомобильно-конвейерного транспорта. Внутрикарьерный грохотильно-перегрузочный пункт, состоял из двух секций, каждая из которых была оборудована неприводным колосниковым грохотом с консольно-защемленными колосниками, бункером для подгрохотного продукта, пластинчатым питателем, складом для надгрохотного продукта. Руда из забоев автосамосвалами транспортировалась к грохотильно-перегрузочному пункту. Подгрохотный продукт через бункер питателями подавался на конвейерный подъемник, с помощью которого руда доставлялась на склад руды, расположенный на поверхности карьера.

В дальнейшем грохотильно-перегрузочный пункт был реконструирован. Одна из двух секций была оборудована неподвижными подпружиненными грохотами конструкции ИГТМ АН УССР и конусно-валковой дробилкой КВКД-900/180 изготовленной НКМЗ. Подгрохотный материал на данной секции из бункера пластинчатым питателем подавался во вновь установленную дробилку, размещенную непосредственно над конвейерным подъемником. На данном опытно-промышленном участке была осуществлена проверка работоспособно-

сти: различных конструкций грохотов, опытного образца дробилки КВКД-900/180, податливых роlikоопор конструкции ИГТМ, установленных на наклонном подъемнике. Опыт эксплуатации конвейерного подъемника показал надежность и эффективность работы податливых роlikоопор вместо жестко установленных. Были выявлены основные требования и параметры, которым должна удовлетворять конструкция неподвижного колосникового грохота для скальных пород (угол установки, подвижность колосников, веерообразность, форма поперечного сечения колосников, их длина и схема оперения и прочее). Положительные результаты испытаний дробилки КВКД-900/180 послужили основанием для выпуска НКМЗ более мощной дробилки КВКД-1200/200 производительностью 2000 м³/ч, установленной на самоходном дробильно-перегрузочном агрегате ДПА-2000.

На карьере №2-бис автомобильно-конвейерный комплекс ЦПТ с дробильно-перегрузочным пунктом в карьере оборудован двумя конусными дробилками ККД-1200/180 и двумя конвейерными подъемниками (по руде и вскрыше) производительностью 10 млн.т в год каждый. Руда (вскрыша) доставляется из забоев автосамосвалами до дробильно-перегрузочного пункта, где осуществляется их разгрузка в бункеры, а затем из-под дробилки дробленый материал пластинчатым питателем подается соответственно на рудный или породный конвейерные подъемники, транспортирующие горную массу на поверхность, где посредством последующих конвейеров осуществляется прямая перегрузка ее в железнодорожный транспорт или соответствующий склад руд или вскрыши. Рудный и породный контейнерные тракты взаимозаменяемы, при остановке рудного тракта руду можно транспортировать породным и наоборот. Длина каждого конвейерного тракта $\approx 0,78$ км, угол подъема $\approx 12,5^\circ$, ширина конвейерной ленты 1600 мм.

Для доставки руды из карьера №2 предусмотрен автомобильно-конвейерный комплекс ЦПТ с дробильно-перегрузочным пунктом в карьере, оборудованным конусной дробилкой ККД-1500/180, пластинчатыми питателями, конвейерным подъемником и последующей конвейерной системой. Длина конвейерного тракта на настоящий период $\approx 1,1$ км, ширина ленты 2000 мм, скорость движения 3,15 м/с. Годовая производительность комплекса по сырой руде 22 млн.т. Руда доставляется из забоев автосамосвалами до внутрикарьерного дробильно-перегрузочного пункта, где после дробления конвейерным трактом подается на поверхность и перегружается непосредственно в железнодорожный транспорт.

По мере углубки карьера возможна установка еще двух дробильно-перегрузочных пунктов на нижележащих горизонтах. Соответственно увеличится и длина конвейерного тракта.

По мере увеличения глубины карьера и объема выемки горной массы дальнейшее применение только автомобильно-железнодорожного транспорта становилось неэффективным и сдерживало производственную мощность карьера. По проекту расширения в настоящее время в карьере №1 введена в эксплуата-

цию первая очередь комплекса ЦПТ с применением автомобильно-конвейерно-железнодорожного транспорта по доставке руды с нижележащих горизонтов на борт карьера.

Дробильно-перегрузочный пункт ЦПТ в карьере №1 ЦГОКа (на отм. -140 м) оборудован: приемным бункером для двухсторонней разгрузки автосамосвалов; конусной дробилкой ККД-1500/180 с пластинчатыми питателями; приемным ленточным конвейером в штольне и последующей конвейерной системой – конвейерным подъемником в наклонном стволе и конвейерами, доставляющими руду на борт карьера для непосредственной загрузки ее в железнодорожный транспорт [8]. Общая длина конвейерного тракта первой очереди составляет $\approx 1,5$ км, ширина ленты 1600 мм, годовая производительность комплекса ЦПТ – 16 млн.т по руде. Комплекс машин используется для транспортирования и вскрыши. С увеличением глубины карьера дробильно-перегрузочный пункт переносится на нижележащий горизонт: по проекту второй очереди на отм. -194 м; по проекту третьей очереди на отм. -290 м. При этом соответственно для каждой последующей очереди должны быть пройдены в карьере новые выработки: камера для дробильно-перегрузочного пункта и конвейерная штольня; камеры для перегрузочных узлов в конвейерной штольне и наклонном отвале; удлинение наклонного ствола.

Карьер №1 ЦГОКа послужил полигоном для опытно-промышленных испытаний ЦПТ [9]. Строительство опытно-промышленного участка было закончено в конце 1982 г. На первом этапе опытно-промышленных испытаний были использованы новые машины и оборудование для ЦПТ: экскаватор ЭКГ-20; самоходный дробильно-перегрузочный агрегат ДПА-2000; система ленточных конвейеров - забойные, торцовый, магистральные и отвальный; отвалообразователь ОШС-2000/60. На втором этапе намечалось использовать вместо ЭКГ-20 и ДПА-2000 соответственно экскаватор непрерывного действия ЭРГС-4600 и дробилку-перегрузатель ПГС-2000 конструкции ИГТМ АН УССР, что давало возможность освоить в опытно-промышленных условиях поточную технологию вскрышных работ по скальным породам.

При испытаниях комплекса выявилось несоответствие оптимальной высоты разгрузки у экскаватора ЭКГ-20 и верхней кромки приемного бункера ДПА-2000, из-за чего производительность комплекса снижалась на 15 - 20%. У дробилки КВКД-1200/200, установленной на ДПА-2000, наблюдался усиленный износ брони, в результате разгрузочная щель у дробилки оказывалась увеличенной и, выходящие из дробилки куски, значительно большего размера чем максимально рекомендуемые, попадая на забойные и последующие конвейера, часто забутовывали течи, что приводило к повышенному износу ленты, роликоопор и снижению работоспособности комплекса.

С учетом результатов испытаний были разработаны требования для промышленного производства более совершенного оборудования для подобных комплексов ЦПТ, применительно к условиям рудных карьеров.

Опытно-промышленная проверка работы комплекса ЦПТ показала и реаль-

ность применения поточной технологии для разработки скальных пород, использование в забое экскаватора непрерывного действия типа ЭРГС с перегружателем типа ПГС конструкции ИГТМ.

Выдача руды из карьера ИнГОКа на поверхность осуществляется в основном двумя комплексами ЦПТ, «Восточным» (вторая очередь) и «Западным» (третья очередь), с проектной мощностью каждого соответственно 18 и 18,5 млн.т в год. Первоначально конвейерный тракт «Восточный» включал в себя грохотильно-дробильный пункт в карьере на концентрационном гор. -60 м; приемный ленточный конвейер расположенный в штольне; конвейерный подъемник в наклонном стволе; конвейеры в галереях на поверхности и соответствующие конвейерные перегрузочные пункты. Руда из забоев автотранспортом доставлялась на грохотильно-дробильный пункт, где осуществлялась разгрузка их на наклонные неприводные колосниковые грохоты [10]. Подгрохотный продукт поступал в бункеры и далее пластинчатыми питателями подавался на приемный конвейер, расположенный в штольне. Надгрохотный продукт из приемной воронки поступал в конусную дробилку ККД-1500/180 и после дробления пластинчатыми питателями подавался на приемный конвейер и конвейерной системой транспортировался на обогатительную фабрику.

Общая длина конвейерного тракта $\approx 1,7$ км. Применяется в основном резиновотросовая лента шириной 1600 мм на приемном конвейере в штольне и 2000 мм – на остальных. Скорость транспортирования 3,15 и 2,5 м/с.

Конвейерный тракт «Западный» включает в себя: дробильно-перегрузочный пункт в карьере на концентрационном гор. -60 м: приемный конвейер в штольне, конвейерный подъемник в наклонном стволе; конвейеры в галереях на поверхности и соответствующие конвейерные перегрузочные пункты.

Дробильно-перегрузочный пункт тракта «Западный» более компактен, в связи с отсутствием грохотов и соответственно пластинчатых питателей для подгрохотного продукта. Над дробилкой ККД-1500/180 установлен приемный бункер для двухсторонней разгрузки автосамосвалов. Руда после дробления пластинчатыми питателями подается на приемный конвейер и далее системой конвейеров транспортируется на обогатительную фабрику или на резервный склад. Данный конвейерный тракт может использоваться и для выдачи скальной вскрыши из карьера на поверхность. Общая длина конвейерного тракта $\approx 1,7$ км, ширина ленты конвейеров 2000 мм.

Как видно из проведенного обзора, циклично-поточная технология на железорудных карьерах Украины получает довольно широкое распространение. В условиях железорудных карьеров Украины преимущественное распространение получили комплексы ЦПТ с автомобильно-конвейерным и автомобильно-конвейерно-железнодорожным транспортом. Основным оборудованием для ЦПТ являются: автосамосвалы грузоподъемностью 10 – 120 т; дробильно-перегрузочные пункты со стационарными конусными дробилками ККД-1500/180; ленточные конвейеры с шириной ленты 1600 и 2000 мм; тяговые агрегаты со сцепным весом до 3600 кН; думпкары грузоподъемностью 105 и 145 т.

Конусные дробилки ККД-1500/180 могут работать под завалом без применения предварительного грохочения и обеспечивать годовую производительность $\approx 22 - 25$ млн.т по скальной горной массе. Ленточные конвейеры с жестко установленными роlikоопорами, могут транспортировать скальные породы с размером куска до 400 мм. Для транспортных схем ЦПТ с годовой производительностью до 10 млн.т применяются конвейеры с шириной ленты 1600 мм, а при производительности 10 - 20млн.т используются конвейеры с шириной ленты 2000 мм. При скорости транспортирования 2,5 и 3,15 м/с. При однобарабанном приводе применяются приводные блоки мощностью 800, 1000 и 1250 кВт, при двухбарабанном – 1500 и 1880 кВт. Натяжные станции в основном грузового типа со вспомогательными лебедками.

Типы применяемых лент, в зависимости от длины конвейера и угла подъема, в основном резинотканевые ТА-300 и ТК-400 или резинотросовые РТЛ-3150 и РТЛ-5000.

Весьма перспективным направлением совершенствования ЦПТ для разработки рудных карьеров Кривбасса является создание конструкции дробильно-перегрузочных пунктов в карьере с использованием модернизированных дробилок типа КВКД-1200/200. Эти дробилки более компактны и менее металлоемки, что позволит значительно сократить размеры дробильно-перегрузочных пунктов. Кроме того, на базе данной дробилки могут быть созданы передвижные дробильно-перегрузочные агрегаты с возможностью их перемещения на нижележащие горизонты карьера посредством специального трейлера и тягача. В основу конструкции подобного агрегата может быть заложен также принцип специальной и модульной компоновки по укрупненным транспортабельным узлам.

Опыт эксплуатации ленточных конвейеров и устройств на податливых роlikоопорах (НКГОК, ЦГОК, фабрика №12 Удачнинского ГОКа), безроlikовых ленточных питателей (ИНГОК, ЦГОК) и устройств для поддержания ленты в месте загрузки по принципу «батута» (ЦГОК и др.), позволяет рекомендовать к разработке и промышленному освоению конструкции ленточных конвейеров с применением податливых роlikоопор на линейной части груженой ветви, и устройств типа «батута» в загрузочной части.

Подобные конвейеры способны транспортировать скальные породы с максимальным размером куска до 500 мм при скорости 3,6 – 4 м/с.

В настоящее время конвейерные подъемники в наклонных стволах, в зависимости от высоты подъема, состоят из одного или двух, а при дальнейшем углублении карьера возможно и трех конвейерных ставов, что требует дополнительных затрат на сооружение подземных камер в стволах для конвейерных перегрузочных пунктов. Поэтому весьма актуален вопрос создания ленточных конвейеров большой протяженности, обеспечивающих подъем скальных грузов на высоту до 300 м. Это могут быть схемы конвейеров с двумя или тремя прямолинейными промежуточными приводами или крутонаклонные конвейеры с прижимной верхней тяговой лентой. Наряду с необходимостью разработки но-

вых более совершенных и надежных комплексов горных машин и механизмов для ЦПТ рудных карьеров, важное значение имеет и наличие вспомогательного оборудования для обеспечения эксплуатационной надежности, технического обслуживания и ремонта основного оборудования. Например, необходимы надежные механизмы и устройства для разгрузки просыпи, замены роlikоопор, стыковки ленты, замены ленты.

В заключение следует отметить, что эффективность ЦПТ на рудных карьерах во многом зависит от создания и применения комплекса машин взаимосвязанных между собой, как по технологическому процессу разработки скальных пород так и конструктивно, с соответствующей заданной производительностью по каждому виду оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пригунов А.С., Бро С.М., Гуменик И.Л. Современное состояние и перспективы применения ЦПТ и ПТ открытой разработки в Кривбассе // Горный журнал. - 2003. №4 - 5. С. 62 - 65.
2. Васильев М.В., Штукатуров К.М., Ткачев А.Ф. Железорудные карьеры. - М.: Недра, 1982.
3. Симкин Б.А., Дихтяр А.А., Зиборов А.П. и др. Комплексная механизация процессов циклично-поточной технологии на карьерах М.: Недра, 1985.
4. Васильев М.В. Транспорт глубоких карьеров. - М.: Недра, 1983.
5. Танай В.П. Южный горно-обогатительный комбинат // Горный журнал. - 2000 г. - №5.
6. Колесник Н.О., Романенко А.В. Северный горно-обогатительный комбинат // Горный журнал. - 2000 г. - №6.
7. Дядечкин А.А. Романенко А.В. и др. Эффективность внутреннего отвалообразования на карьерах ОАО «СевГОК» // Горный журнал. - 2000 г. - №8.
8. Храпко О.И. Развитие и совершенствование производства на комбинате. // Горный журнал. - 1988 г. - №10.
9. Котяшев А.А., Ефремов Э.И. и др. Опытнo-промышленные испытания циклично-поточной технологии на ЦГОКе и их результаты // Горный журнал. - 1987 г. - №10.
10. Станков А.П. ИнГОК – итоги работы и пути повышения эффективности производства. // Горный журнал. - 1986 г. - №4.