

5. Сдвигание горных пород и земной поверхности при подземных работах. / Под ред. Букринского В.А., Орлова Г.В. - М.: Недра, 1984. – 247 с.

Рукопис подано до редакції 19.03.13

УДК 622.25.062.5.004.163

П.И. ФЕДОРЕНКО, д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «Криворожский национальный университет»
С.И. ЛЯШ, В.И. ЧЕПУРНОЙ, З.С. ДОБРОВОЛЬСКАЯ,
НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

О ВОЗМОЖНОСТЯХ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БЛОКОВ К ОЧИСТНОЙ ВЫЕМКЕ ЗА СЧЕТ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОХОДКИ ВОССТАЮЩИХ ВЫРАБОТОК

Показано, что рациональное сочетание затрат механической энергии и энергии взрыва при проходке восстающих выработок позволяет снизить энергоемкость как отдельных операций, так и всего технологического процесса подготовки блоков к очистной выемке.

Проблема и ее связь с практическими задачами. Наиболее несовершенным звеном технологического процесса добычи железных руд подземным способом является подготовка блоков к очистной выемке.

Проходка восстающих выработок является одним из наиболее энергозатратных видов горных работ при подготовке блоков.

Разработка энергосберегающих технологий проходки восстающих - современное и актуальное направление снижения энергетических затрат при подготовке блоков к очистной выемке.

Анализ исследований и публикаций. Широкое применение технологии проходки восстающих с мелкошпуровым способом разрушения породного массива отрицательно влияет на энергоемкость и стоимость как подготовки блоков, так и на себестоимость добываемой руды.

При расчете затрат энергии на проходку восстающей выработки буровзрывным способом учитывается энергия, затрачиваемая на буровые работы, взрывное разрушение и вентиляцию. При проходке комбайнами учитывается установочная мощность комбайна и чистое время бурения одного метра восстающей выработки. Поиском эффективных методов снижения энергетических затрат при проходке восстающих выработок посвящены работы Л.А. Галяса, А.Н. Москалева, Н.Я. Трохимца, В.А. Коваленка, а также других исследователей.

Нерешенные части проблемы, которым посвящена данная статья. Применительно к проходке восстающих выработок оптимальный способ проходки по энергоёмкости разрушения породного массива в достаточной мере не отработан.

Постановка задачи. Снижение энергетических затрат при подготовке блоков к очистной выемке возможно путем оптимизации энергоемкости буровзрывных работ при проходке восстающих выработок.

Изложение материала исследований и полученные результаты. Одним из основных, наиболее энергоемких производственных процессов при добыче железных руд подземным способом является подготовка блоков к очистной выемке. Удельный объем энергетических затрат на эти работы составляет 40-50 % общих затрат энергии на добычу руды.

Широкое развитие систем разработки, особенно мощных рудных тел, привело к появлению серии выработок малого сечения, составляющих основу конструктивного оформления систем.

При этих системах для подготовки блоков к очистной выемке проходят восстающие выработки различного назначения. Энергетические затраты на проходку восстающих достигают в отдельных случаях почти половины общих энергетических затрат на подготовку блоков к очистной выемке [1].

В настоящее время в Криворожском бассейне при подготовке блоков к очистной выемке, вскрытии новых месторождений и горизонтов ежегодно проходят порядка 27 тыс. м восстающих выработок. Восстающие выработки проходят по породам и рудам с коэффициентом кре-

пости f от 3-6 до 16-18, преобладающий объем (72,8 %) проходят в горном массиве с коэффициентом крепости f равном 5-9.

В зависимости от назначения восстающие выработки проходят площадью поперечного сечения от 1,44 до 4,0 м², при этом преобладающая площадь составляет 2,25 м² (73 %). Высота выработок изменяется от 10 до 80 м, при этом преобладают выработки высотой 10-40 м (62,3 %). На долю нарезных выработок, задействованных в подготовке блоков к очистной выемке, приходится 90,5 % от общего объема проходки. Подавляющее большинство выработок (96,7 %) проходят буровзрывным способом. По характеру взрывного разрушения массива они разделяются на проходку с шпуровой отбойкой и с отбойкой зарядами глубоких скважин.

На шахтах бассейна 3,3 % от общей протяженности восстающих выработок проходят машинным (комбайновым) способом. Исследования о возможности проведения в Кривбассе восстающих машинным способом в 50-х годах XX столетия выполнены НИГРИ. В дальнейшем в Кривбассе было разработано и изготовлялось несколько типов машин для бурения восстающих - это комбайны 1КВ, 1КВ1 и 2КВ. В 80-х годах XX столетия на шахтах бассейна работало 10 комбайнов, из них 3-1КВ, и 7-2КВ. В настоящее время на проходке восстающих задействовано 2 комбайна типа Рино-400 производства фирмы «Сандвик» (Швеция) [2,3].

Чтобы разрушить породный массив при проходке восстающих выработок буровзрывным или машинным способами необходимо затратить энергию.

Авторами разработаны математические алгоритмы, позволяющие определить значения затрат энергии буровых работ, ВВ, сжатого воздуха на вентиляцию, продолжительность вентилирования, чистое время буровых работ комбайнами, необходимое для разрушения массива при проходке 1 м восстающих выработок буровзрывным и комбайновым способами.

Выполненные исследования показали, что все способы проходки восстающих имеют высокую энергоемкость. Так, например, средние затраты энергии на разрушение массива с коэффициентом крепости $f=4-6$ при проходке 1 м восстающей выработки высотой до 40 м составляют:

при проходке мелкошпуровым способом - 936 МДж;

при проходке секционном взрыванием глубоких скважин, выбуренных станком НКР-100М с электроприводом - 206 МДж, с пневмоприводом - 346 МДж;

при проходке комбайнами типа 1КВ1 - 389 МДж, типа 2КВ - 290 МДж.

Но по отдельным элементам затраты энергии разные. Применительно к вышеназванным условиям при проходке секционным взрыванием глубоких скважин выбуренных станком НКР-100М с электроприводом, на буровзрывные работы затрачивается 206 МДж, при этом 45 МДж затрачивается на образование врубовой полости занимающей 12-19 % выемочного массива и 161 МДж затрачивается на разрушение основной части (85-80 %) выемочного массива. При проходке восстающих мелкошпуровым способом на буровзрывные работы закачивается 72 МДж, при этом 32 МДж затрачивается на образование врубовой полости занимающей 10-12 % выемочного массива, 40 МДж затрачивается на разрушение основной части (88-90 %) выемочного массива и 864 МДж затрачивается на вентиляцию. Следовательно, при комбайновом способе проходки на образование врубовой полости занимающей 10-12 % выемочного массива необходимо затратить 10-12 % общей энергии, что составляет 30-31 МДж, а для разрушения основной части (88-90 %) выемочного массива потребуется 239-260 МДж.

На основании изложенного представляется логичным создание комбинированной технологии, рационально сочетающей машинный и буровзрывной способы разрушения, т.е. технологии, при которой 10-12 % объема восстающего по всей высоте разрушается машинным способом, а остальной объем (88-90 %) - буровзрывным за один прием взрывания, при этом вентилирование проводимой и примыкающих выработок осуществляется за счет общешахтной системы проветривания. Исходя из этих положений есть основания предполагать, что при комбинированной технологии, полезно сочетающей достоинства комбайнового и буровзрывного способов, становится возможным уменьшить затраты энергии на проходку восстающих выработок, что является важным фактором снижения энергоемкости технологического процесса подготовки блоков к очистной выемке.

Рассмотрим основные способы разрушения массива при проходке восстающих, которые могут применяться на железорудных шахтах: буровзрывной, комбайновый и комбинированный.

Для сравнения относительной эффективности различных способов разрушения горных пород при проходке восстающих выработок по единому критериальному показателю введем коэффициент энергетической эффективности проходческих работ K , представляющего отноше-

ние удельного расхода энергии к сопротивлению сжатию разрушаемых пород.

Определив значения коэффициента K , характерные для различных способов и средств разрушения массива при проходке восстающих выработок в различных горнотехнических условиях становится возможным провести сравнение относительной эффективности различных способов разрушения горных пород при проходке восстающих, например, площадью поперечного сечения $1,8-2,25 \text{ м}^2$ в породах и рудах крепостью $f=4-6$.

Восстающие высотой 10 м. Наибольшие затраты энергии будут при проходке мелкошпуровым способом. В сравнении с данным способом проходки затраты энергии будут меньше:

при проходке секционным взрыванием глубоких скважин, выбуренных станком НКР-100М с пневматическим приводом в 1,6 раза, с электрическим в 2,9 раза;

при проходке комбайнами типа 1КВ1 - в 1,3 раза, 2КВ - в 1,8 раза;

при проходке комбинированным способом - в 5,4-6,9 раза.

Восстающие высотой 20-40 м. Восстающие выработки данной протяженности можно проводить мелкошпуровым способом, секционным взрыванием глубоких скважин, комбайнами и комбинированным способом.

Наибольшие затраты энергии будут при проходке мелкошпуровым способом, а для других способов они снижаются: для секционного взрывания глубоких скважин, выбуренных станком с пневматическим приводом - в 3,3 раза; с электрическим - в 6,1 раза; для комбайнов 1КВ - в 2,9 раза, 2КВ - 3,9 раза; для комбинированного способа в 11,6-14,8 раза.

Восстающие высотой 50-80 м. Восстающие выработки такой протяженности можно проводить всеми способами, перечисленными в предыдущей группе.

Наибольшие затраты энергии будут при проходке мелкошпуровым способом, а для других способов проходки они будут меньше:

при проходке секционным взрыванием глубоких скважин, выбуренных станком НКР-100М с электроприводом в 6,8 раза, с пневмоприводом в 3,6 раза;

при проходке комбайнами типа 1КВ1 - в 2,4 раза, 2КВ - в 3,2 раза;

при проходке комбинированным способом в 13,3-16,0 раз.

При проходке восстающих выработок с различной площадью поперечного сечения в породах и рудах с различным коэффициентом крепости, отмеченные выше соотношения изменяются как в меньшую, так и в большую сторону, сохраняя основные закономерности их изменения.

Таким образом, из всех способов проходки восстающих выработок наименьшие затраты энергии характерны для комбинированного способа и включающего разрушение 10-12 % объема восстающего механическим способом с последующим разрушением остального объема энергией взрыва. Данная технология позволяет снизить энергетические затраты при проходке восстающих в сравнении с мелкошпуровым способом в 12-14 раз, секционным взрыванием глубоких скважин - 2,1-3,9 раза, комбайновым - 3,8-4,1 раза.

Выводы и направления дальнейших исследований. Выполненные исследования показывают, что минимальные затраты энергии, а следовательно и улучшение других технико-экономических показателей как при проходке восстающих выработок, так и подготовке блоков к очистной выемке может быть достигнуто при комбинированном способе проходки восстающих с учетом образования компенсационной полости механической энергией, а разрушения основного выемочного массива энергией взрыва. Поэтому необходимо более детально исследовать и определить минимально необходимое и достаточное число взрывных зарядов, их диаметров, расположение относительно компенсационной полости и друг к другу, линейные размеры компенсационной полости.

Список литературы

1. Чирков Ю.И., Черненко А.Р. Подземная разработка мощных железорудных месторождений. -М., Недра, 1985.-239 с.
2. Барон Л.И., Овчинников М.И. Механизация проходки восстающих. М., Недра, 1973.-192 с.
3. Алексеев Г.М., Кунин И.К., Воюта Л.Ф. Перспективы развития техники и технологии проходки восстающих выработок. Горный журнал, 1979, №8, с.31-33.

Рукопис подано до редакції 19.03.13