

Рис. 3. Скриншот блок диаграммы разработанного генератора шума

Виртуальный генератор шума созданный с помощью пакета LabVIEW предназначен для моделирования систем радиосвязи при производстве систем защиты связи.

Список литературы:

1. Блюм П. LabVIEW: стиль программирования, ДМК-Пресс, 2010.
2. Федосов В.П. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW, ДМК Пресс, 2013.
3. Лупов С.Ю., С.И. Муякшин, В.В. Шарков, LabVIEW в примерах и задачах, Нижний Новгород 2007.

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ УГЛЯ ПРИ КАМЕРНО-СТОЛБОВОЙ ОТРАБОТКЕ ПЛАСТОВ

С.А. Прокопенко¹, д.т.н., проф., В.В. Семенов², к.т.н., заведующий лабораторией

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
634050, г. Томск пр. Ленина 30, тел. (3822)-12-34-56; E-mail: sibgp@mail.ru

²АО «НЦ ВостНИИ»; 650003, Кемерово, ул.Институтская, 3,
тел (3842) 65-73-45; E-mail: v.sementsov@nc-vostnii.ru

Аннотация: В статье на примере российской угольной шахты описана технология камерно-столбовой отработки (КСО) пласта, включающая добычу угля из проводимых выработок и последующую отработку целиков. Показан высокий уровень потерь полезного ископаемого при используемой технологии угледобычи. Предложена конструкция пневматического держателя кровли, отличающаяся простотой изготовления, безопасностью и низкой стоимостью в сравнении с импортными аналогами. Предлагаемое решение позволяет шахтам отрабатывать запасы угля с уровнем извлечения более 90 % и низкими издержками.

Abstract: In the article on the example of the Russian coal mine describes the technology of chamber-pillar mining (CSR) layer, including coal mining from the workings and the subsequent development of Tselikov. The high level of losses of mineral at the used technology of coal mining is shown. The design of the pneumatic roof holder, characterized by ease of manufacture, safety and low cost in comparison with imported analogues. The proposed solution allows mines to develop coal reserves with a recovery rate of more than 90% and low costs.

Ключевые слова: шахта, пласт, потери угля, камерно-столбовая отработка, целик, извлечение, конструкция, держатель кровли, пневмобаллон.

Keyword: mine, layer, loss, chamber-pillar mining, pillar, extraction, design, holder of the roof, the balloon.

Применяемая технология камерно-столбовой отработки пласта

Шахта угольной компании «Межегейуголь» обрабатывает пласт 2 (Улуг) коксующегося угля марки Ж с запасами 213 млн. т в 40 км от города Кызыл Республики Тыва. В пределах шахтного поля пласт характеризуется в основном простым строением, его вынимаемая мощность составляет 3,4 м. Угол падения пласта изменяется в пределах 4-8°. Максимальная глубина залегания пласта от земной поверхности достигает 320 м. Предел прочности угля на одноосное сжатие составляет 7,6-8,9 МПа. Кровля пласта 2 представлена крепкими песчаниками, иногда алевролитами. Предел прочности песчаников изменяется от 45,3 до 206,6 МПа при среднем значении 102,5 МПа. В почве залегают в основном алевролиты и углистые аргиллиты, реже песчаники.

Исходя из горно-геологических, горно-технических и экономических условий в шахте принята камерно-столбовая отработка (КСО) пласта со средней нагрузкой на очистной забой 40-55 тыс. т в месяц. Темпы проходки выработок при КСО согласно проекта составляют 550-580 м в месяц [1].

Для разработки пласта предварительно осуществляется подготовка выемочных столбов (участков), последовательно нарезаемых по падению пласта. Вскрытие пласта на участке КСО-1 осуществлено тремя наклонными стволами: вентиляционным, конвейерным и транспортным. Подготовка выемочного столба первого участка выполнена транспортным, конвейерным и вентиляционным штреками, имеющими ширину 6 м и высоту 3,4 м. Размеры столба по простиранию пласта составляют 1100 м, а по падению 230 м. Добычу угля ведут из промежуточных печей шириной 7 м и высотой 3,4 м, нарезаемых по направлению от конвейерного к транспортному штреку по восстанию пласта. Всего в блоке предусмотрена проходка 27 печей длиной 200 м через 30 м. Выемку угля осуществляют проходческими комбайнами типа «Continuous miner» фирмы «Caterpillar» в количестве 3 штук. На перевозке угля к бункерам-перегрузателям применяют шесть самоходных вагонов фирмы «Phillips». Крепление кровли ведут с использованием трех анкероустановочных машин «Fletcher».

По завершении проходки печей на всю длину выемочного столба параллельно штрекам в очередности снизу-вверх через каждые 12 м, начиная от конвейерного штрека, проводят выемочные камеры. Общее количество выемочных камер в первом столбе составляет 13 штук. Такое проведение выработок приводит к фрагментации единого выемочного столба пласта на отдельные целикостолбы длиной 30 м и шириной 12 м. Этим завершается первый этап отработки выемочного столба – этап добычи угля из проходческих выработок.

На втором этапе приступают к отработке целиков-столбов, образовавшихся между печами и камерами. Целики обрабатывают в отступающем порядке с фланга столба к вскрывающим стволам. Добычу угля из целика ведут заходками, нарезаая их последовательно сначала с одной стороны массива, а затем с другой. Ширина заходок составляет 6 м. С целью поддержания кровли между заходками оставляют целики шириной 2 м. Дистанционное управление комбайном позволяет машинисту находиться вне опасной зоны в закрепленном пространстве камеры. Такая схема отработки целика позволяет извлечь до 60-70 % его запасов. Остаточные – подзавальные - целики представляют собой двукрылые массивы с длиной крыла 8,5 м и шириной 2 м.

В целом применяемая в шахте технология КСО характеризуется коэффициентом извлечения угля на уровне 60-70 %, при этом значительная часть угля теряется безвозвратно в подзавальных целиках. Отработанные участки пласта последовательно изолируют от рабочего пространства взрывостойчивыми перемычками. С целью снижения вероятности самовозгорания остатков угля в выработанное пространство приходится подавать азот, ингибирующий процесс самонагревания массива. Извлечение угля из целиков ведет к накоплению напряжений в них и впоследствии к неконтролируемому обрушению налегающей породной толщи. Устранение описанных недостатков требует разработки технико-технологических решений, повышающих эффективность угледобычи.

Зарубежные мобильные держатели кровли

Повышение эффективности камерно-столбовой отработки угольных пластов осуществляется по различным направлениям: совершенствование горно-транспортного оборудования [2,3], развитие технологии и организации отбойки угля при проведении выработок [4,5], применение надежного крепления кровли камер [6,7]. Важнейшим направлением совершенствования подземной угледобычи, и в частности КСО, является повышение ресурсоэффективности при освоении отведенных участков недр [8-10]. Изучение литературных источников позволило выявить в качестве перспективного

решения для повышения степени извлечения угля при КСО предлагаемую американской компанией «J.H.Fletcher & Co. Huntington, WV» и рядом других компаний технологию отработки целиков угля в шахтах [11-13]. Основу предлагаемой технологии составляет разработанная, испытанная и применяемая в ряде стран машина, называемая «Mobile Roof Support» (MRS), что можно перевести как «мобильный держатель кровли» или «мобильная крепь». Конструктивно машина представляет собой гусеничную тележку с гидростойками, поднимающими металлический козырек для удержания кровли выработки (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид самоходной крепи «Mobile Roof Support»

Выпускаемые фирмой крепи имеют диапазон раздвижки 1,6-5,0 м. Их удерживающая способность изменяется в зависимости от конструкции от 545 т до 727 т. Для условий шахты УК «Межегейуголь» наиболее приемлема крепь с диапазоном раздвижки 1,6-3,86 м. Удерживающая способность ее составляет порядка 600 т.

Технология отработки целиков с удержанием кровли

Использование самоходных крепей позволяет применять различные схемы отработки целиков: с односторонней выемкой, с двусторонней выемкой, с двумя крепями под линией обрушения, с тремя крепями... Прогрессивная технология позволяет повысить долю вынимаемого из целиков угля с 60 до 85-90 % и более [14,15]. На начальном этапе для шахты «Межегейуголь» целесообразно освоение технологической схемы с односторонней отработкой целиков. При такой выемке остаточных массивов угля две секции MRS устанавливаются в начальное положение в выработке рядом друг с другом и в непосредственной близости к заходке, проводимой комбайном. Удаленная от вынимаемой заходки секция выдвигается на 50 % длины корпуса по отношению к ближней секции. Такое размещение MRS позволяет комбайну отработать заходки, не попадая в зону обрушения кровли. Затем комбайн переезжает к следующей заходке, а секции оператором передвигаются по выработке. Для этого на ближней к комбайну секции опускают козырек, передвигают тележку вперед на расстояние, равное длине корпуса, и снова подпирают козырьком кровлю. Затем такой же маневр проводят со второй секцией под защитой первой.

Целик угля обрабатывают за 7-8 заходов. При этом секции перемещают по камере последовательно несколько раз после чего их выводят в перпендикулярную выработку и устанавливают для поддержания ее кровли. В такой последовательности обрабатывают все целики первой выемочной панели. Поэтапная отработка целика под защитой MRS и обнажение кровли сопровождаются периодическим ее обрушением в отработанной зоне. Этим обеспечивается процесс управляемого обрушения породы участками, предотвращающий масштабные деформации недр.

Анализ предлагаемой технологии показывает, что для ее применения требуется четыре MRS, каждая из которых стоит около 900 тыс. долл. США. Стоимость всего комплекта составляет более 3,5 млн. долл. США. Высокая стоимость MRS обусловлена установкой в этой машине электродвигателя, маслостанции, радиоаппаратуры дистанционного управления... Машина требует непрерывного соединения с электросистемой шахты и расхода электроэнергии. Поставка оборудования из США влечет высокие транспортные и таможенные расходы. При этом секции используются для прямолинейного передвижения по выработке и последовательного поддержания участков кровли камеры вблизи заходки, извлекаемой проходческим комбайном.

Конструкция пневматического держателя кровли

С целью снижения производственных затрат шахты УК «Межегейуголь» авторами статьи было проведено исследование и выполнена разработка конструкции пневматического держателя кровли (ПНЕДЕК), отличающаяся большей простотой, надежностью и меньшей стоимостью. Установка

представляет собой металлическую раму 1, сваренную на полозьях 2, и каркас 3, усиленный укосинами 4 (рис. 4). Внутри рамы вертикально закреплены две стойки-трубы 5 диаметром порядка 200 мм, в которые подвижно установлены две стойки 6 меньшего диаметра 190 мм. Эти стойки 6 соединены с козырьком 7 и имеют возможность перемещаться внутри стоек 5, поднимая и опуская его. Козырек представляет собой металлическую пластину толщиной 30-40 мм со свесами по краям.

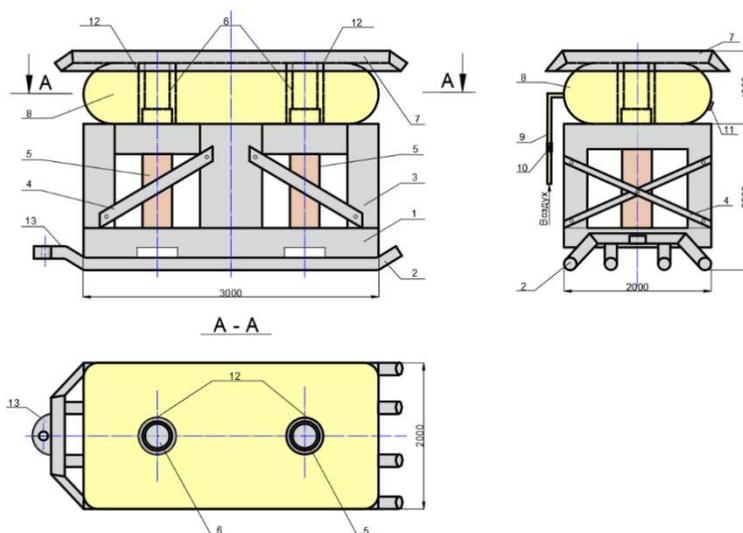


Рис. 2. Конструкция пневматического держателя кровли

Сверху на раме под козырьком 7 размещен пневмобаллон 8 подушкообразной формы, подключенный шлангом 9 к пневмосети шахты (или отдельному компрессору) и оснащенный запорным вентилем 10. Для сброса лишнего давления предусмотрен предохранительный клапан 11. Баллон выполнен из многослойной резинокордовой ткани, рассчитанной на высокое давление воздуха. В баллоне имеются отверстия 12 диаметром около 300 мм через которые проходят стойки 5 и 6. Полозья ПНЕДЕК на одной из сторон соединены между собой и оснащены проушиной 13 для транспортировки.

Пневмобаллоны ранее применялись в шахтах СССР для крепления выработок и зарекомендовали себя с положительной стороны при использовании в шахтах производственных объединений «Артем-уголь» и «Орджоникидзеуголь» [16]. Экспериментальные образцы пневмокрепей были успешно испытаны и переданы в серийное производство. Горловским ремонтно-механическим заводом ПО «Артем-уголь» серийно выпускались резинокордовые многополостные пневмокостры трех типоразмеров 6ПМ2, 6ПМ3, 6ПМ4 рассчитанные на рабочее давление сжатого воздуха 0,3-0,5 МПа. При использовании пневмокостра 6ПМ4 на пласте мощностью 1,2 м предельное расчетное давление в оболочке требовалось держать на уровне 1,2 МПа. Жесткость пневмокостра, измеренная на стенде, была равна 0,4-0,8 МН/м (тс/см), а на завершающем этапе сжатия жесткость возросла до 10-16 МН/м (тс/см) [17].

Как пишет В. С. Рахутин «начальный распор, создаваемый оболочкой, определяется произведением площади контакта оболочки с боковыми породами и внутреннего давления сжатого воздуха в ней. При среднем давлении воздуха 0,4 МПа и площади контакта 0,5 м² начальный распор составляет 200 кН, что примерно в 10 раз больше распора деревянного костра» [18]. Далее автор отмечает, что согласно расчету оболочка из 4 слоев корда выдерживает внутреннее давление до 4,77 МПа, что обеспечивает десятикратный запас прочности по сравнению с нормальными условиями. Среди преимуществ пневмокрепи перед металлической В. С. Рахутиным приводятся следующие: трехкратный коэффициент раздвижности; простота конструкции и невысокая стоимость; низкая трудоемкость монтажно-демонтажных работ; отсутствие «топтанья» кровли и сохранение ее устойчивости.

Таким образом, использование опыта горняков прежних поколений по применению пневмокрепей в современных шахтах, модифицированного под актуальные горно-технические условия, является вполне оправданным и может принести эффекты при решении нынешних производственных задач [19,20].

Предлагается разработанные конструкции ПНЕДЕК использовать в шахте «Межегейуголь» при камерно-столбовой отработке пласта. Установки размещают в камере на месте секций MRS. Раздвиж-

ность ПНЕДЕК до 3,5 м соответствует вынимаемой мощности пласта 3,4 м. При ширине установки равной 2 м в камере размещают две секции с промежутками между ними и боками камеры по 1 м.

Работают такие установки по вышеописанной технологии. Подъем козырька производят с помощью пневмобаллона. Перемещение ПНЕДЕК по выработке осуществляют комбайном, соединяя их цепью.

Преимуществами такой схемы ведения работ по извлечению угля из целиков являются:

- снижение производственных затрат на закупку и эксплуатацию оборудования;
- снижение риска потери дорогостоящего оборудования в случае завала;
- удаление из опасной зоны электрооборудования и электрокоммуникаций.

По предварительным оценкам стоимость одного ПНЕДЕК составит порядка 3-5 млн. р. Комплект из четырех установок обойдется шахте в 12-20 млн. р. Экономия на закупках составит: $200 - 20 = 180$ млн. р. Описанные преимущества предлагаемого технического решения определяют перспективу его реализации.

Список литературы:

1. Техническое перевооружение шахты угольной на период строительства угледобывающего комплекса ООО "УК "Межегейуголь". 1 очередь. Пусковой комплекс. Дополнение №2. Пояснительная записка/ЗАО «Промуглепроект». – Новокузнецк. 2016. – 162 с.
2. Булгаков Е.С., Вормсбехер С.А., Дьячук В.Н., Хажиев В.А. Совершенствование системы эксплуатации и ремонта горношахтного оборудования// Уголь. 2016. №2. С.83-85.
3. Прокопенко С.А., Лудзиш В.С. Применение инновационных комбайновых резцов в шахтах//Горная промышленность. 2012. - №1. С.56-60.
4. Баскаков В.П., Розенбаум М.А., Калинин С.И., Семенов В.В., Добровольский М.С. Отработка мощных угольных пластов, опасных по газодинамическим явлениям, системой коротких забоев// Уголь, 2015. №11. С.17-20.
5. Семенов В.В., Добровольский М.С., Нифанов Е.В., Шабалин М.П. Применение системы коротких забоев при отработке угольных пластов, склонных к динамическим явлениям// Вестник НЦ ВостНИИ. 2017. №2. С.27-31.
6. Лушников В.Н., Еременко В.А., Сэнди М.П., Косырева М.А. Выбор анкерной крепи для выработок, склонных к горным ударам//ФТПРПИ. 2017. №3. С.86-96.
7. Позолотин А.С., Гречишкин П.В., Опрук Г.Ю., Зяятдинов Д.Ф., Чугайнов С.С. Совершенствование конструкции опорных элементов анкерной крепи// Уголь. 2016. № 5. С.68-71.
8. Корнилков С. В., Яковлев В. Л. О методологическом подходе к исследованиям в области освоения недр на основе системности, комплексности, междисциплинарности и инновационной направленности// Горный журнал. 2015. №1. С.4-9.
9. Прокопенко С.А. Альтернативный источник энергии при работе очистных механизированных комплексов в угольных шахтах// С.А. Прокопенко, В.С.Лудзиш, И.А.Курзина, А.В.Сушко /Горный журнал. 2015. № 11. С. 75-77. doi:10.17580/gzh.2015.11.15.
10. Prokopenko S. A. , Sushko A. V. , Kurzina I. A. New design of cutters for coal mining machines // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2015 - Vol. 91, Article number 012058. - p. 1-8. doi:10.1088/1757-899X/91/1/012058.
11. Howe L., 1998. A Decade of Mobile Roof Support Application in the United States. Paper in Proceedings, 17th International Conference on Ground Control in Mining, ed. by S. S. Peng (Morgantown, WV, Aug. 4-6, 1998). Dept. of Mining Engineering, WV Univ., pp 187-201.
12. Lind G.H. Key success elements of coal pillar extraction in New South Wales. The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy 2002 199-205.
13. K. McTyer and T. Sutherland. The Duncan Method of Partial Pillar Extraction at Tasman Mine, 11th Underground Coal Operators' Conference, University of Wollongong & the Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 2011, 8-15.
14. Howe L. Two Decades of Mobile Roof Support Applications// <http://www.jhfletcher.com/articles/TwoDecadesOfMobileRoofSupports.pdf> Дата обращения 17.11.2017г.
15. Maleki, H., Owens, J., & Endicott, M. (2001). Field evaluation of mobile roof support technologies (pp. 67–77). Paper presented at the 20th international conference on ground control in mining, Morgantown, WV. West Virginia University// <https://www.cdc.gov/niosh/mining/UserFiles/works/pdfs/feomr.pdf> Дата обращения 03.12.2017г.
16. Степанович Г.Я. Шахтные пневматические крепи. – К.: Техника, 1981. 158 с.

17. Розенталь М.Б. Опыт создания оболочек пневматических шахтных крепей: Экспресс-информ./ЦНИЭИуголь. – М., 1990. – 32 с.
18. Рахутин В.С. Пневматические конструкции в горном деле. Киев; Донецк: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 152 с.
19. Патент 2119584 РФ, МКП E21D 23/04. Секция пневмобалонной крепи [Текст]. Г.А.Ситников, С.А.Шахурдин, Н.С.Буйный. – №96118587/03; Заявл. 18.09.1996. Опубл. 27.09.1998.
20. Костюк С.Г., Ситников Г.А., Бедарев Н.Т. Моделирование горных процессов для обоснования параметров разработки безлюдной выемки угля с применением пневмобалонной крепи// // Разработка родовищ. – 2013. – № 2013. - С. 153-158.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИВОДА ОТБОРА МОЩНОСТИ

Г.В. Редреев, канд. техн наук, доцент, А.Н. Сорокин, канд. техн наук, доцент,

А.А. Лучинович, аспирант

Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина

644008, г. Омск, Институтская пл. д.1, тел. (3812)-65-11-72

E-mail: weerwg@mail.ru

Аннотация: В агропромышленном комплексе одним из наиболее распространенных энергетических средств являются тракторы производства Минского тракторного завода [1]. Привод отбора мощности в этих тракторах осуществляется за счет планетарного механизма. Регулирование механизма управления регулировочными винтами осуществляется несвоевременно, вследствие этого долговечность лент оказывается очень низкой. Для повышения долговечности и эффективности привода отбора мощности предлагается конструкция включения привода за счет электромагнитов.

Abstract: In the agro-industrial complex, one of the most common power tools are tractors manufactured by the Minsk Tractor Plant. The drive of power take-off in these tractors is carried out at the expense of the planetary mechanism. Regulation of the control mechanism of adjusting screws is carried out untimely, as a result, the durability of the tapes is very low. To improve the durability and efficiency of the power take-off drive, a drive-on design is proposed by electromagnets.

Ключевые слова: отбор мощности, планетарный механизм, механизм управления, электрическое устройство

Keywords: power take-off, planetary mechanism, control mechanism, electric device.

Тракторы МТЗ широко используются при возделывании сельскохозяйственных культур в составе агрегатов с машинами с активными рабочими органами. Технологический процесс реализуется за счет энергии, подводимой от вала отбора мощности (ВОМ) трактора.

Для изменения крутящего момента используется планетарный механизм. Включение и выключение привода ВОМ осуществляется двумя ленточными тормозами. Шкив одного из тормозов соединен с водилом планетарного механизма; шкив другого – с солнечной шестерней (Рис. 1).

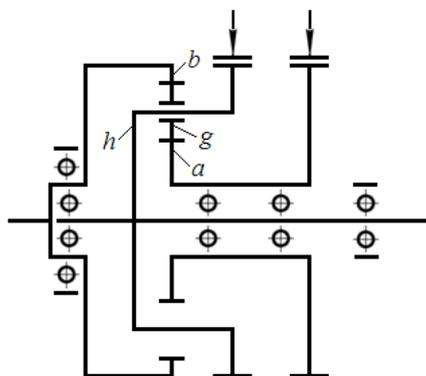


Рис. 1. Кинематическая схема ВОМ

a – солнечная шестерня, b – коронная шестерня, g – сателлит, h – водило

Наиболее нагруженной в ВОМ является тормозная лента барабана включения, соединенного с солнечной шестерней. Ввиду того, что периодическая регулировка механизма управления ВОМ