

УДК 622:273.25-274.3



**П.Ю. ФИЛАТОВ**  
заведующий лабораторией  
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово  
e-mail: p.filatov@nc-vostnii.ru



**К.В. ФЕДИН**  
главный инженер проектов  
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово  
e-mail: k.fedin@nc-vostnii.ru



**М.А. ДМИТРИЕВ**  
научный сотрудник  
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово  
e-mail: maxcum1@yandex.ru



**С.В. АНДРАХАНОВ**  
технолог  
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово  
e-mail: s.andrahanov@nc-vostnii.ru



**С.А. КУЗНЕЦОВ**  
главный технолог  
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово  
e-mail: s.kuznetsov@nc-vostnii.ru



**Р.Г. СОСНИН**  
зам. ген. директора по общим вопросам  
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово  
e-mail: r.sosnin@nc-vostnii.ru

## ТЕХНОЛОГИЯ «ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ ОТРАБОТКИ» УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЛЕКСА ГЛУБОКОЙ РАЗРАБОТКИ ПЛАСТОВ

*При выемке полезных ископаемых в первую очередь возникает вопрос об экономической целесообразности их добычи. Малая мощность угольных пластов, ведение работ на больших глубинах, высокий коэффициент вскрыши, пласты, требующие селективной выемки, могут сделать добычу угля экономически нецелесообразной. Для решения ряда подобных вопросов, а*

также повышения экономической эффективности и объёмов добычи может быть использована технология «опережающей отработки». Эта технология предусматривает первоначальное выбуривание пластов комплексом КГРП с открытой горной выработкой. При этом уголь, остающийся в межкамерных целиках во время работы КГРП, в последующем дорабатывается открытыми горными работами, поэтому данные целики не относят к потерям.

Ключевые слова: КГРП, ТЕХНОЛОГИЯ «ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ ОТРАБОТКИ», БЕЗЛЮДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, ОТКРЫТАЯ ДОБЫЧА, РАЗРАБОТКА ПЛАСТОВ

Для улучшения финансовых показателей предприятия в начальный период работы применяется «опережающая отработка» по угольным пластам с применением безлюдной технологии КГРП, с последующей отработкой оставшихся межкамерных и межблочных це-

ликов открытым способом.

Для «опережающей отработки» угольных пластов применяется технология добычи угля с использованием КГРП компании SUPERIOR HIGHWALL MINERS, LP (рисунок 1).



Рисунок 1 – Общий вид КГРП со стороны механического погрузчика секций (МПС)

Отработка угольных пластов осуществляется комбинированной системой. Верхний слой отрабатывается комплексом глубокой разработки пластов (КГРП), а оставшиеся части пластов дорабатываются открытыми горными работами.

Система разработки с применением комплекса КГРП без присутствия людей в очистном забое по существу является одной из разновидностей камерно-столбовой системы разработки (КСО), нашедшей ограниченное применение при подземной отработке угольных пластов [1].

В отличие от традиционных подходов она

требует предварительной подготовки фронта работ путём вскрытия пласта траншеей. Фактически открытые горные работы обеспечивают доступ к угольному пласту исполнительного органа выемочной техники, осуществляющего подземную выемку угля. При этом пульт управления, силовые агрегаты, гидравлика и другие механизмы комплекса КГРП остаются на поверхности (рисунок 2). То есть глубокое выбуривание пласта позволяет технологически комбинировать наземные и подземные разработки, что приводит к максимальному увеличению объёмов и эффективности добычи угля.



Рисунок 2 – Комплексы КГРП на разрезе «Распадский» производства Superior Highwall Miners (SHM)

Технология с использованием комплекса глубокой разработки пластов (КГРП) компании SUPERIOR HIGHWALL MINERS, LP является полностью автономной, высоко производительной и экономичной угледобывающей системой, позволяющей осуществлять полностью механизированную подземную разработку угольных пластов. Оборудование КГРП устанавливается на открытой площадке после

ведения ОГР (ОГР осуществляется подготовка фронта работ к КГРП). Технические характеристики оборудования КГРП представлены в таблице 1. По мере врезания режущего органа в пласт по направлению его падения осуществляется извлечение запасов до границ выемочного участка, но не превышая технические параметры комплекса [2].

Таблица 1 – Технические характеристики КГРП

Показатели КГРП	Значение
Общая установленная мощность, кВт	1200
Длина машины, м	16,81
Ширина машины в режиме добычи, м	10,2
Максимальный угол подачи в забое, град	25
Максимальное понижение отработки пласта (0-25 град), м	0-11
Диаметр барабана режущего органа, мм	910
Длина рабочего органа, мм	3400
Высота реза, мм:	
минимальная	1100
максимальная	4800
Длина камеры отработки пласта, м	300
Сила давления режущей головки, кг/см <sup>2</sup> :	
в среднем	400
максимальная, для отдельных вкраплений	700
Уровень автоматического срабатывания датчиков метана, %	2

При использовании КГРП не требуется установка на открытой площадке, ко- присутствия людей в очистном забое. КГРП торая образуется в результате извлечения

вскрышных пород и угля по контуру блока, предполагаемого к отработке с помощью данной системы (рисунок 3). Минимально необходимая ширина рабочей площадки составляет при разных элементах системы разработки от 45 до 50 м. В исключительных случаях, в особо

стесненных по горнотехническим условиям, допускается ширина площадки 35 м с установкой КГРП не перпендикулярно площадке (вне призмы обрушения) с соблюдением технических параметров комплекса [3].



Рисунок 3 – Безлюдная выемка пласта с использованием КГРП, межкамерные целики

В зависимости от модуля режущей головки КГРП позволяет отрабатывать угольные пласты мощностью от 1,1 м до 4,8 м с максимальным углом падения и поворота пласта до 25° и пласты мощностью от 4,5 м с углами падения 50-90°. Режущая головка комплекса врезается вглубь пласта до 300 м. Пологие и наклонные пласты отрабатываются вкрест простирания (по падению). Работы осуществляются по кромке выхода пласта на поверхность с оставлением межкамерных целиков, предназначенных для предотвращения преждевременного обрушения кровли в период очистной выемки в рабочем и в смежном с ним столбе [4]. Необходимо строго выдерживать направление камер. В случае несоблюдения этого условия камеры могут расположиться веерообразно, что приведет к их преждевременному разрушению и возникновению аварийной ситуации, а также к увеличению потерь угля [5].

При подготовке к работе, машина, передвигающаяся на четырех гидравлически управляемых гусеничных тележках, устанавливается перпендикулярно очистному забою

(или под углом до 28° к перпендикуляру).

Уголь рубится специально адаптированным электроприводным комбайном «Джой» 14СМ15 (рисунок 4). Комбайн присоединен к узлу толкателя, расположенному в центре машины, где два гидравлических цилиндра сообщают толкателю усилие, обеспечивая подвигание комбайна в угольный забой [2].

Режущая головка комбайна представляет собой цилиндрический барабан с рабочими зубьями, который, вращаясь, рубит уголь. Срубленный уголь падает на приемный поддон, на котором установлены две механические подбирающие лапы, которые подбирают уголь и продвигают его в основание поддона, где он подхватывается скребковым (цепным) конвейером. Затем уголь разгружается на пару горизонтальных шнеков, которые перемещают его по остальной длине комбайна. На соединении комбайна с коробчатой шнеково-транспортной секцией (корпус которой также передает напорное усилие от толкателя главной машины на комбайн) оба шнека комбайна соединены со шнеками секции.



Рисунок 4 – Режущий барабан КГРП

Каждый из шнеков секции (рисунок 5) приводится во вращение от электромоторов мощностью 350 л.с. (260 кВт), расположенных в задней части толкателя главной машины.

Конструкция торцов муфты соединения шнеков такова, что усилие вращения от шнеков секции передается на шнеки комбайна.



Рисунок 5 – Шнеково-транспортные секции

Способы разгрузки угля:

- Вертикальный шнек: достигнув конца последней секции, уголь подхватывается вертикально расположенным шнеком и разгружается на ленточный конвейер, который в свою очередь разгружает уголь в конус (штабель) прямо на грунт (рисунок 6).

- Система разгрузки установлена на задней части несущей рамы (рисунок 7). Отгрузка осуществляется перемещением угля, доставленного горизонтальными шнеками, цепным конвейером (1,22 м), находящимся в центре

несущей рамы под толкателем. Затем уголь перемещается к хвостовому конвейеру (отвалообразователю), где он может быть погружен в грузовик или складирован. Цепной конвейер приводится в действие электромотором 995 В, 60 Гц, 59 кВт (100 л.с.) с редуктором Falk. Хвостовой конвейер имеет гидропривод. При необходимости хвостовой конвейер (отвалообразователь) может быть демонтирован. В этом случае складирование угля осуществляется непосредственно с цепного конвейера.



Рисунок 6 – Уголь разгружается в конус (штабель) прямо на грунт

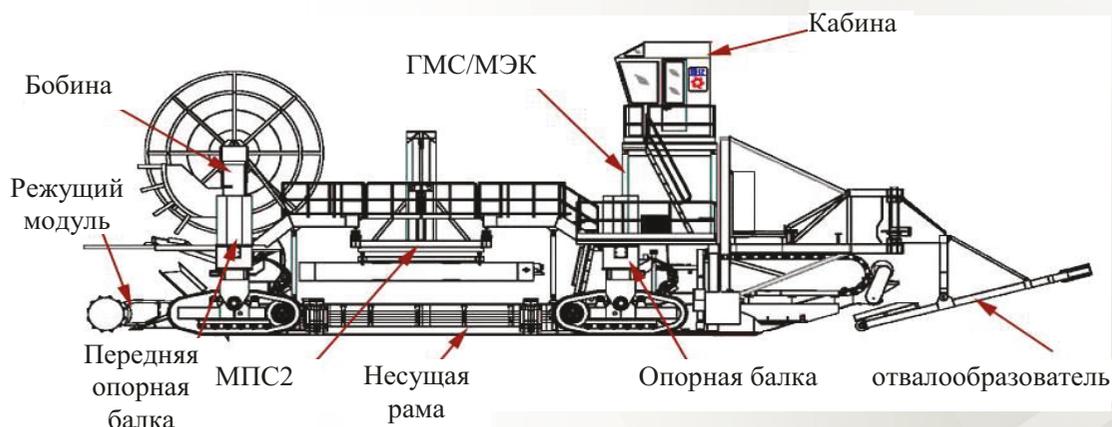


Рисунок 7 – Схема конструкции КРП

Цикл резания комбайна с электроприводом контролируется оператором машины при помощи приборной панели (рисунок 8) и в основном состоит из движений по заглубле-

нию (вруба) и скалыванию (подъем и опускание стрелы комбайна так, чтобы срубить уголь на всю мощность пласта).



Рисунок 8 – Приборная панель

На протяжении цикла режущая головка комбайна постепенно заглубляется в угольный пласт на длину секции, после этого происходит автоматическое отключение режущей головки, и цилиндры толкателя втягивают головку обратно к комбайну. В это время гидравлически управляемый механический «стол» автоматически вставляет коробчатую транспорт-

но-толкающую секцию в центральной части машины между толкателем и комбайном.

Внутри секции по всей длине установлены два шнека, которые при небольшом перемещении толкателя вперед, соединяются со шнеками предыдущей секции. Рабочий цикл затем опять повторяется. Работа продолжается до максимально возможной глубины. После

этого начинается обратный процесс - вытягивается цепочка секций и сам комбайн из выработки. В результате заходки, выработка получается четырехугольного сечения, шириной 3,5 м, высотой до 4,8 м и глубиной до 300 м. После завершения операции извлечения става из выработки, режущий барабан осматривается на предмет износа зубьев и смазывается. Затем главная машина перемещается и устанавливается для прохождения следующей выработки.

Так как цепочка секций не жестко связана с секциями толкателей в горизонтальной плоскости, машина может быть вертикально направлена в соответствии с неровностями залегания угольного пласта, что позволяет более полно извлекать уголь по мощности пласта. Горизонтальное изменение направления невозможно, так как цепочка секций жесткая в боковых направлениях.

Все необходимые электрокабели, так же как и линии гидравлики, телевизионный кабель, кабель датчика метана и вспомогательные водяные патрубки расположены внутри корпуса машины и намотаны на узел кабельного (шлангового) барабана. Во время работы машины в забое кабели и шланги подаются туда от барабана, который автоматически разматывает их, и прокладываются в специальных каналах в верхней части каждой транспортно-толкающей секции. В период обратного вытягивания става барабан автоматически наматывает на себя все кабели и шланги, находящиеся в специальном цепном шланге.

Вся установка обслуживается командой, состоящей из 4-х человек: оператор машины, техник, разнорабочий и машинист погрузчика. Оператор находится в кабине управления, расположенной на высоте приблизительно 6 м от земли, откуда он имеет полный обзор всего происходящего вокруг машины. Управляющий центр машины состоит из компьютеризированного контроллера модели «Siemens 545» с монитором, который позволяет оператору вывести на экран любое изображение. Используя сенсорный монитор, оператор осуществляет контроль над работой режущего органа и величиной необходимого усилия для вытаскивания става с режущим органом из выработки.

Оператор имеет возможность корректировать траекторию движения режущего органа в вертикальной плоскости. Управляющий центр предупредит его о возможных неполадках в системе. Для специальных мер безопасности на комбайне установлены датчики наличия метана в забое.

При содержании метана в забое комбайна в объеме 1% включается предупреждение, в случае если содержание метана в забое превысит допустимые нормы (2%), производится автоматическое отключение подачи электроэнергии на режущую головку.

Принимая во внимание, что после отработки запасов комплексом КГРП оставшиеся межкамерные и межблочные целики, межслоевые, а также целики в почве и кровле пласта будут обрабатываться открытым способом, то потери, образуемые в межкамерных целиках, в межблоковых целиках, в межкамерных (слоевых) перемычках при двухрядном расположении камер, потери углей в кровле и почве пласта, потери в просыпях на днище камеры (потери при выбуривании) будут оставаться балансовыми запасами для отработки открытым способом. Фактическими эксплуатационными потерями при применении «опережающей отработки» с применением КГРП будут потери при погрузке и транспортировании.

## Вывод

Технология «опережающей отработки» комплексом КГРП может эффективно использоваться на этапе горно-капитальных работ или расконсервации запасов. «Опережающая отработка» КГРП позволяет на начальном этапе разработки месторождения производить выбуривание угольных пластов одновременно с подготовкой фронта для открытых горных работ. Использование данного метода ведет к снижению текущего коэффициента вскрыши, себестоимости добычи, а также «выравниванию» коэффициента вскрыши по времени эксплуатации, что позволяет работать предприятию более планомерно с точки зрения текущих эксплуатационных затрат.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нецветаев А.Г. Обоснование геомеханических параметров выемки угля с применением комплексов глубокой разработки пластов (КГРП) // Уголь. – 2005. – № 5. – С. 66–68.
2. Рекомендации по обеспечению геомеханической безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых комплексом глубокой разработки пластов (КГРП). – Екатеринбург–Кемерово, 2005.
3. Технический проект разработки Караканского каменноугольного месторождения. Отработка запасов угля участков «Евтенский» и «Евтенский новый» / ООО «ИГТ Проект». – Прокопьевск, 2016.
4. Трумбачев В.Ф., Мельников Е.А. Распределение напряжений в междукammerных целиках. – М., Госгортехиздат, 1961.
5. Расчет и экспериментальная оценка напряжений в целиках и краевых частях пласта. Методические указания. – Л.: ВНИМИ, 1973.

### **P.Yu. Filatov**

laboratory head  
JSC «NC VostNII», Kemerovo  
e-mail: p.filatov@nc-vostnii.ru

### **K.V. Fedin**

Chief project engineer  
JSC «NC VostNII», Kemerovo  
e-mail: k.fedin@nc-vostnii.ru

### **M.A. Dmitriev**

Scientific worker  
JSC «NC VostNII», Kemerovo  
e-mail: maxcum1@yandex.ru

### **S.V. Andrakhanov**

Technologist  
JSC «NC VostNII», Kemerovo  
e-mail: s.andrahanov@nc-vostnii.ru

### **S.A. Kuznetsov**

Chief technologist  
JSC «NC VostNII», Kemerovo  
e-mail: s.kuznetsov@nc-vostnii.ru

### **R.G. Sosnin**

Deputy general director at large  
JSC «NC VostNII», Kemerovo  
e-mail: r.sosnin@nc-vostnii.ru

## ADVANCED MINING TECHNOLOGY OF COAL SEAMS WITH THE USE OF HIGHWALL MINING SYSTEM

*Primarily the economic efficiency question is rising during the mineral extraction. Low thickness of coal seams, deep mining, higher stripping ratio requiring selected extraction can make coal mining economically impractical. The advanced mining technology could be used to solve a number of similar issues, increase economic efficiency and production volumes. This technology provides for the initial drilling of the coal seams using the highwall mining system complex from a pit opening. At the same time, the coal left in room pillars during operations of the highwall mining is further developed by open-pit extraction, so these pillars are not classified as losses.*

*Key words:* HIGHWALL MINING SYSTEM, ADVANCED MINING TECHNOLOGY, UNMANNED MINE, OPEN-PIT MINING, SEAMS EXTRACTION

## REFERENCES

1. Necvetaev A.G. Obosnovanie geomechanicheskikh parametrov vyemki uglja s primeneniem kompleksov glubokoj razrabotki plastov (KGRP) (Substantiation of geomechanical parameters of coal extraction with the use of the highwall mining system complexes (KGRP) // Ugol. 2005. № 5. pp. 66–68.
2. Rekomendacii po obespecheniju geomechanicheskoi bezopasnosti pri razrabotke mestorozhdenij poleznyh iskopaemykh kompleksom glubokoj razrabotki plastov (KGRP) (Recommendations on geomechanical safety during the development of mineral deposits with the use of the highwall mining system complexes (KGRP). Ekaterinburg–Kemerovo, 2005.
3. Tehnicheskij projekt razrabotki Karakanskogo kamennougolnogo mestorozhdenija. Otrabotka zapasov uglja uchastkov «Evtenskij» i «Evtenskij novyj» (Technical design of the Karakan coal deposit. The development of coal reserves of the «Evtensky» and «Yevtensky Novyj» sections) / ООО «ИГТ Проект». – Прокопьевск, 2016.
4. Trumbachev V.F., Melnikov E.A. Raspredelenie naprjazhenij v mezhdukamernyh celikah (Stress distribution in the interchamber pillars). M., Gosgortehizdat, 1961.
5. Raschet i jeksperimentalnaja ocenka naprjazhenij v celikah i kraevyh chastjah plasta. Metodicheskie ukazanija (Calculation and experimental evaluation of stress in the pillars and selvedge of coal seams). Methodical instructions). L.: VNIIMI, 1973.