

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ МОЩНЫХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИ ВЕЕРНОЙ СИСТЕМЕ

В.Е. Кисляков, Т.А. Веретенова, П.В. Катышев

Приведены технологические параметры разработки угольных месторождений горизонтального и пологого залеганий при использовании веерной системы разработки, а также приводится динамика изменения площади выемочных блоков от угла поворота фронта горных работ, позволяющая повысить эффективность выемки запасов полезного ископаемого.

Ключевые слова: *веерное перемещение, фронт горных работ, ширина рабочей площадки, угольные месторождения, план развития карьерного поля.*

Эффективность экономики страны определяется состоянием ее промышленности, которая, в свою очередь, зависит от степени развития сырьевых и энергетических отраслей. В этой связи повышение конкурентоспособности топливно–энергетических ресурсов приобретает практическое значение, как на внутреннем, так и на международном рынках.

Основными источниками производимой в мире энергии являются геологические топливно-энергетические ресурсы: нефть, уголь, газ, горючие сланцы, торф, уран и т.д. На их долю приходится до 93% производимой энергии. Оставшиеся 7% возмещаются использованием возобновляемых источников энергии, т.е. воды, солнца, ветра, биомассы и геотерметики [1].

Угольная промышленность играет значительную роль не только в экономике России, но и в мировом производстве этого вида топлива. Достаточно сказать, что по объемам добычи угля Россия занимает 3 место после Китая и Соединенных Штатов Америки и располагает пятой частью мировых запасов угля, таким образом, является одним из признанных мировых лидеров в отрасли. В этих условиях развитие мировой энергетики, ее динамика и конъюнктура в значительной мере зависит от процессов освоения человечеством геологических топливно-энергетических ресурсов, угля.

Вышеизложенное ставит перед угольной промышленностью вопросы по решению задач модернизации предприятий и развитию новых технологий добычи угля обеспечивающих снижение издержек и повышение эффективности в производстве. Основная стратегия определения оптимальных схем развития горных работ должна заключаться в установлении управляющих факторов прямо влияющих на выбор системы разработки, определяющих, прежде всего, положение фронта работ и, следовательно, эффективность отработки месторождений.

Перспективной является разработка месторождений горизонтального и пологого залеганий при использовании веерного перемещения фронта горных работ, причем к достоинствам данного способа подвигания можно

отнести исключение необходимости постоянного наращивания транспортных коммуникаций, стабилизация расстояния транспортировки полезного ископаемого. А стационарный поворотный пункт транспортных коммуникаций позволяет благоприятно планировать расположение промышленных сооружений [2].

Перемещение фронта работ по вееру предполагает отработку выемочных блоков переменной ширины в форме треугольника или трапеции – клиновидно эксплуатационный блок (КЭБ), площадь которого определяется из следующей зависимости:

$$S = \frac{\pi \cdot L_{\phi}^2 \cdot \alpha_{\phi}}{360}, \text{ м}^2, \quad (1)$$

где L_{ϕ} – длина фронта горных работ, м; α_{ϕ} – угол поворота фронта горных работ, град.

Угол поворота фронта горных работ выбирают из условия наибольшей возможной площади карьерного поля, обрабатываемой без переукладки забойных транспортных коммуникаций, зависит от типа выемочно-погрузочного оборудования, максимальной ширины экскаваторной заходки (B_{max}) при отработке КЭБ на участке примыкания блока с границей карьерного поля. Данный параметр существенно влияет на эффективность добычи полезного ископаемого при веерном подвигании фронта горных работ (определяет площадь и количество КЭБ, время простоя оборудования в связи с передвижкой транспортных коммуникаций к следующему блоку, и, следовательно, на производственную мощность предприятия). Угол поворота фронта горных работ определяется из следующей зависимости:

$$\alpha_{\phi} = \arccos\left(1 - \frac{B_{max}^2}{2 \cdot L_{\phi}^2}\right), \text{ град.} \quad (2)$$

Общая площадь выемки полезного ископаемого при веерной системе разработки:

$$S_{общ} = \sum_{i=1}^n S_i, \text{ м}^2, \quad (3)$$

где S_i – площадь i -го выемочного блока, м^2 .

При формировании единого поворотного пункта в месте перегрузки угля с забойного конвейера КЛЗ на магистральный конвейер КЛМ поворот добычных и вскрышных уступов будет связан с расширением рабочих площадок.

Данная особенность веерного подвигания фронта горных работ иллюстрирована на рис. 1 в виде простых геометрических построений. Увеличение ширины рабочей площадки происходит до угла поворота фронта горных работ $\alpha_{\phi}=45^{\circ}$ и составляет расстояние равное диагонали между точками поворота выше и ниже лежащих уступов. В интервале угла поворота от 45° до 90° происходит снижение ширины рабочей площадки до исходного значения.

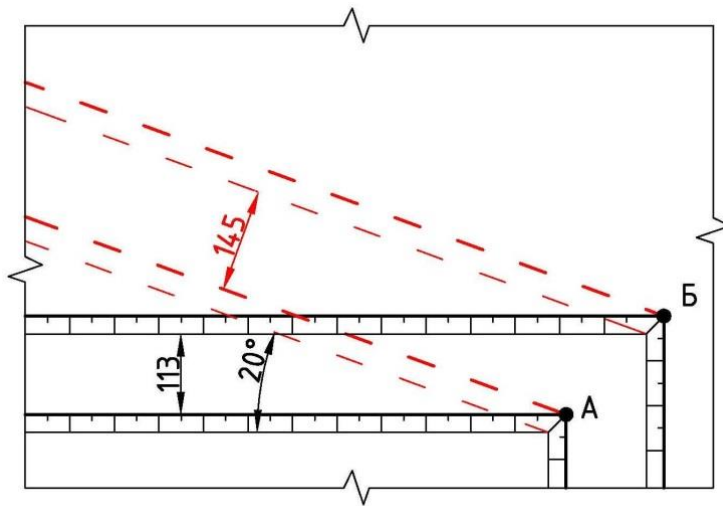


Рис. 1. Изменение ширины условной рабочей площадки при повороте фронта работ на 20°

График изменения ширины рабочей площадки при повороте фронта от 0 до 90° представлен на рис. 2.

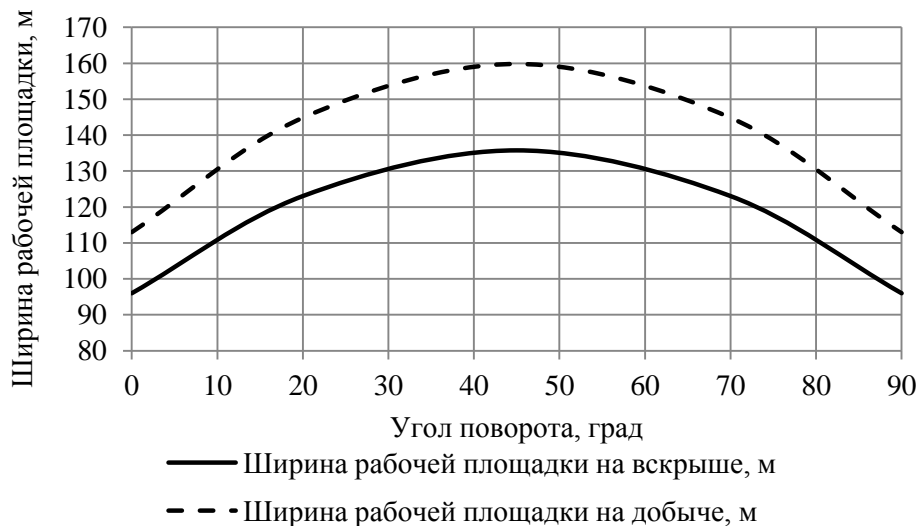


Рис. 2. График зависимости ширины рабочих площадок на вскрышных и добычных уступах от угла поворота фронта горных работ

Из данного графика видно, что по мере развития фронта горных работ в плане происходит изменение ширины рабочей площадки уступа, данный фактор усложняет процесс выемки полезного ископаемого, а именно усложняет планирование горных работ и размещение горно-транспортного оборудования на уступе.

Для решения вышеприведенной проблемы при отработке пологопадающих месторождений необходимым условием является принцип параллельности оси транспортных коммуникаций к линии фронта горных работ (рис. 4). Данное технологическое решение достигается путем смещения линии фронта горных работ по касательной к окружности с радиусом R_1 , центром которой является поворотный пункт транспортных коммуникаций [3], м:

$$R_1 = B_{\max} + l_3, \quad (4)$$

где l_3 – расстояние от забойных транспортных коммуникаций до линии фронта горных работ, м.

Смещение линии фронта горных работ по мере отработки месторождения обуславливается определенной математической зависимостью, так при параллельной системе разработки (рис. 3), уравнение изменения линии фронта работ в декартовой системе, при условии если за начало координат взять перегрузочный пункт между забойными транспортными коммуникациями будет иметь вид:

$$y_i = \left(\frac{x}{L_\phi} \cdot 0 \right) + (B_{\max} \cdot i). \quad (5)$$

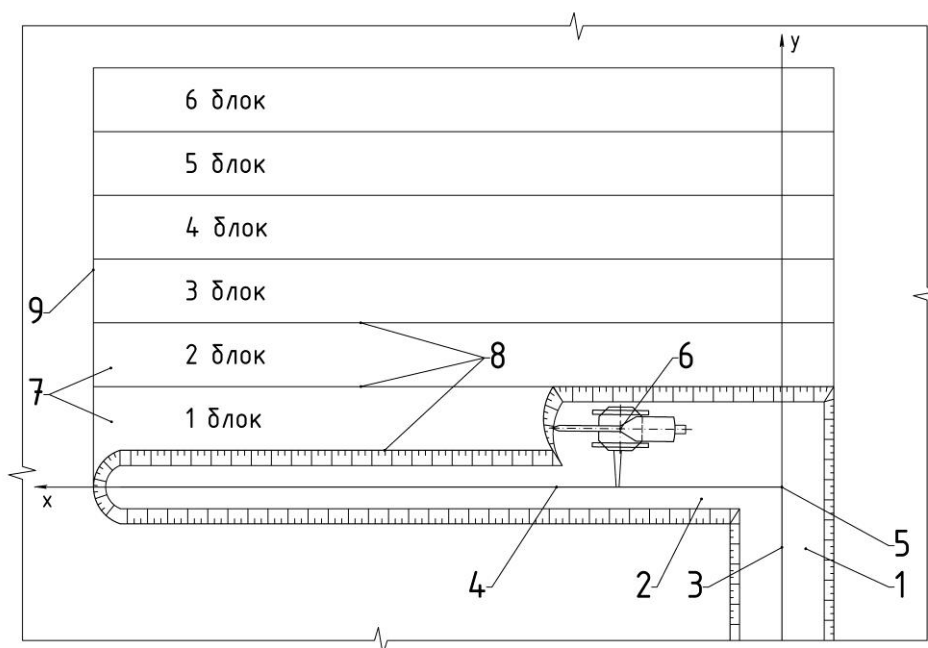


Рис. 3. Схема ведения добычных работ при параллельном подвигании фронта: 1 – капитальная траншея; 2 – разрезная траншея; 3 – магистральные транспортные коммуникации; 4 – забойные транспортные коммуникации; 5 – перегрузочный пункт; 6 – выемочно-погрузочный комплекс; 7 – выемочные блоки; 8 – линии фронта горных работ; 9 – граница карьерного поля

При веерной системе разработки уравнение перемещения линии фронта горных работ (A_i ; B_i) по мере отработки карьерного поля в декартовой системе координат будет выглядеть следующим образом:

$$y_{AiBi} = \pm tg(a \cdot (i-1)) \cdot (x - x_{Ai}) + y_{Ai}, \quad (6)$$

если $a_i = \frac{\pi}{2}$, $x = 0$.

Положительный знак в формуле характеризует изменение линии фронта работ в технологической схеме отработки месторождения с размещением транспортных коммуникаций на нижней площадке (рис. 4),

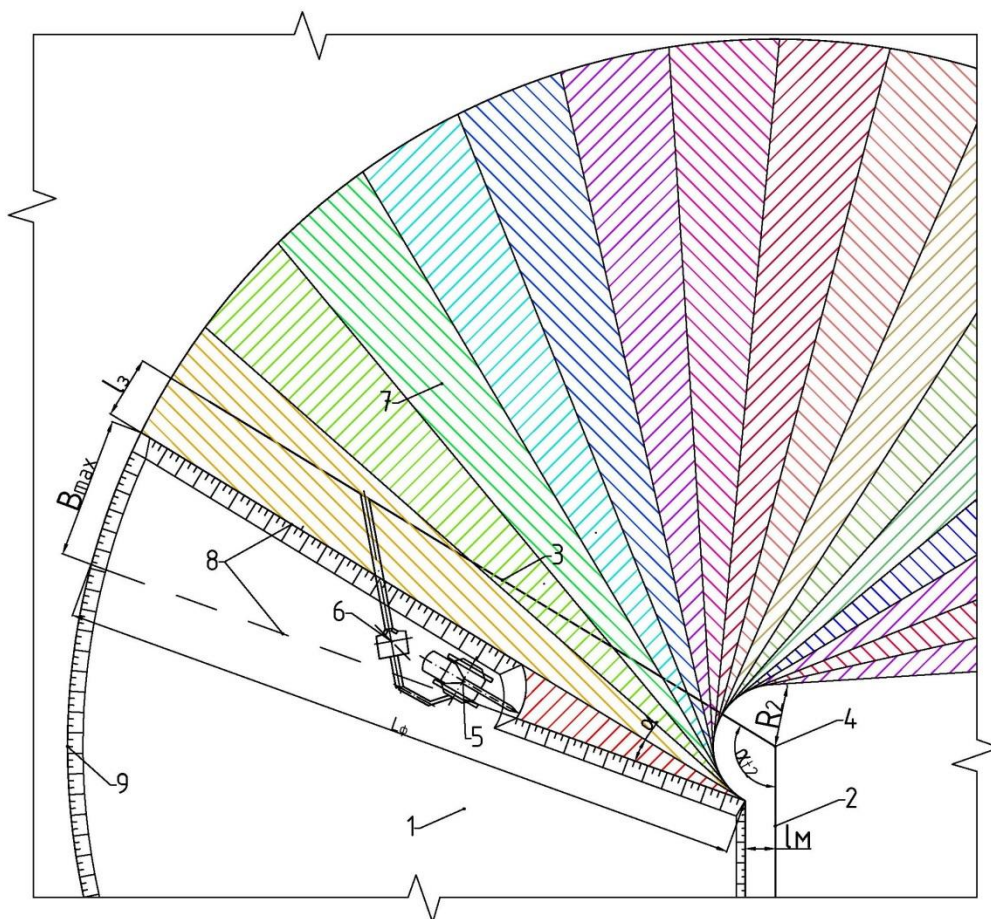


Рис. 5. Принципиальная схема ведения добычных работ при веерной системе разработки: 1 – выработанное пространство; 2 – ось магистральных транспортных коммуникаций; 3 – ось забойных транспортных коммуникаций; 4 – стационарный поворотный пункт транспортных коммуникаций; 5 – роторный комплекс; 6 – межступенный перегружатель; 7 – КЭБ; 8 – линии фронта горных работ на каждом горизонте; 9 – граница карьерного поля

Технологическая схема подразумевает установку транспортных коммуникаций на верхней площадке и работу выемочных машин с верхней погрузкой. Необходимым является планирование разворота линии транспортных коммуникаций от угла поворота фронта горных работ $a_{1,2} = a_{\phi}$ [4].

Расстояние от поворотного пункта до КЭБ при данной технологической схеме (рис. 5) определяется из следующей зависимости, м:

$$R_2 = \sqrt{(l_m^2 + l_3^2)}, \quad (7)$$

где l_m – расстояние от магистральных транспортных коммуникаций до линии фронта горных работ, м.

При отработке месторождения полезных ископаемых с помощью веерной системы необходимо стремиться к уменьшению показателей R_1 и R_2 , которые в свою очередь влияют на длину фронта горных работ и

соответственно площадь КЭБ. График изменения площади КЭБ от длины фронта горных работ представлен на (рис. 6).

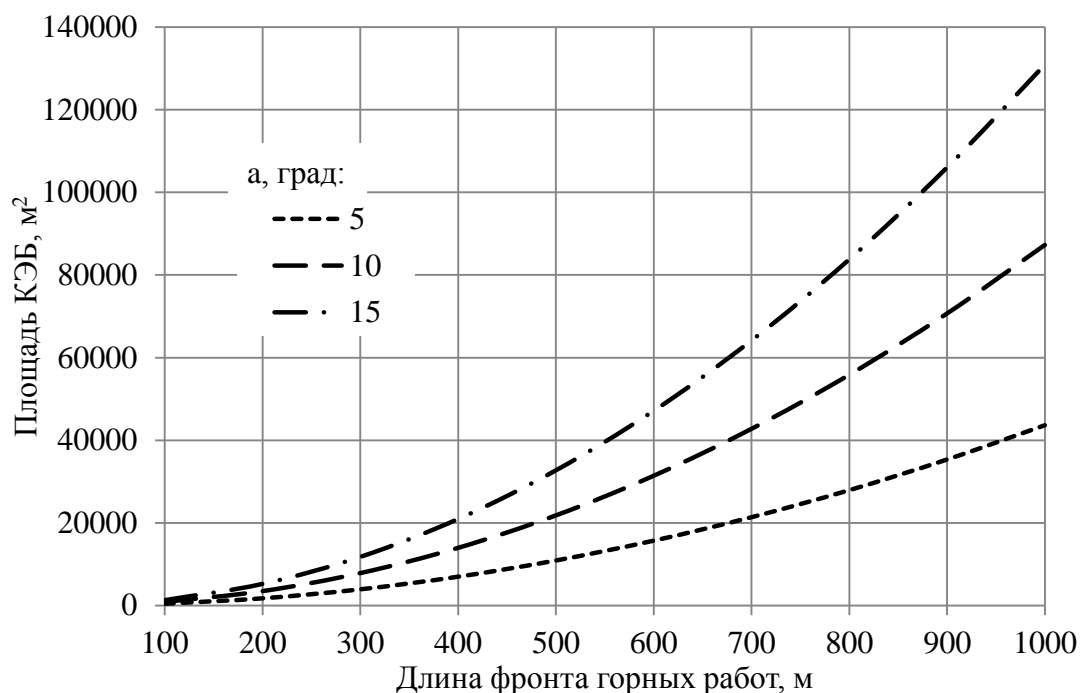


Рис. 6. Изменение площади КЭБ от длины фронта горных работ

Из графика видно, что при увеличении длины фронта горных работ возрастает площадь КЭБ, тем самым увеличивается объем извлекаемых полезных ископаемых с одной передвижки конвейерных линий.

Основной особенностью отработки горизонтальных и пологопадающих угольных месторождений при веерной системе разработки является перемещение фронта горных работ по представленной математической модели, позволяющей повысить эффективность выемки полезного ископаемого посредством: установления одинаковой ширины рабочей площадки уступа при отработке месторождения и снижения себестоимости транспортирования объемов горной массы.

Список литературы

1. Сорокин А.П. Стратегия топливно-энергетического потенциала Дальневосточного экономического района до 2020 г. / А.П. Сорокин, Г.П. Авдейко, А.В. Алексеев и др. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 112 с.
2. Кисляков В.Е. Исследование развития фронта горных работ на пологопадающих месторождениях при веерной системе разработки / В.Е. Кисляков, П.В. Катышев // Маркшейдерия и недропользование. – 2014. – Т.2. – С. 42-44.
3. Патент 2541352 РФ, МПК E21C 41/26. Способ открытой разработки месторождений полезных ископаемых / Кисляков В.Е., Катышев П.В.; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет». – №2013154629; заявл. 09.12.2013; опубл. 10.02.2015, Бюл. №4. – 6 с.
4. Катышев П.В. Обоснование параметров фронта горных работ при отработке пологопадающих угольных месторождений веерной системой / П.В. Катышев, В.Е. Кисляков // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: техника и технологии. – 2016. – Т.9. – С.166-173.
5. Шорохов В.П., Кисляков В.Е. Веерное подвигание фронта работ при разработке мощных угольных пластов. LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrucken, Germany, 2012. – 77 с.

Кисляков Виктор Евгеньевич, д-р техн. наук, проф., VKislyakov@sfu-kras.ru, Россия, Красноярск, Сибирский Федеральный Университет, институт горного дела, геологии и геотехнологий.

Веретеннова Татьяна Анатольевна, доцент по кафедре математического моделирования и управления процессов СФУ, Россия, Красноярск, Сибирский Федеральный Университет, институт горного дела, геологии и геотехнологий.

Катышев Павел Викторович, инженер кафедры «Открытые горные работы», BestPavel1989@mail.ru, Россия, Красноярск, Сибирский Федеральный Университет, институт горного дела, геологии и геотехнологий.

FEATURES OF TECHNOLOGY MINING POWER COAL FIELDS IN THE FAN SYSTEM

The technological parameters of coal mining gently dipping, using a fan system development, as well as the dynamics of change is the area of the excavation units from the angle of rotation of the front of mining operations, allowing to increase the excavation efficiency of mineral reserves.

Keywords: Fan displacement mining operations front, the width of the work area, coal deposits, mining development plan.

Kislyakov Victor Evgenyevich, doctor of engineering science, professor, VKislyakov@sfu-kras.ru, Russia, Krasnoyarsk, Siberian Federal University.

Veretenova Tatiana Anatolievna, associate professor in the department of mathematical modeling and management processes SFU, Russia, Krasnoyarsk, Siberian Federal University.

Katyshev Pavel Viktorovich, engineer of the department «Open pit mining», BestPavel1989@mail.ru, Russia, Krasnoyarsk, Siberian Federal University.