



УДК 622.271(571.17)

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ЭКСКАВАТОРНЫХ ЗАБОЕВ НА РАЗРЕЗАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО КУЗБАССА

Кацубин А.В., Макридин Е.В.

АО «СУЭК-Кузбасс»

Аннотация.

Угленасыщенная зона на разрезах представляет собой в большинстве случаев породугольный массив, включающий свиту угольных пластов простого и сложного строения с изменяющимся значением углов падения, мощности и качеством угля.

Удельный вес этой зоны в общем объеме горной массы карьерного поля достигает 80% и более. Особенностью отработки угленасыщенных зон карьерных полей является наличие сложных породугольных заходок (панелей), включающих угольные пласты простого и сложного строения, разных условий залегания, отработка которых требует применения нескольких выемочно-погрузочных машин и вспомогательного оборудования.

В угленасыщенной зоне разреза практически невозможно выделить самостоятельные заходки по породе или углю. В пределах экскаваторной заходки встречаются пласты малой мощности не только с различными углами падения, но и с различными углами встречи их относительно забоя.

Предложенная в статье классификация технологических схем экскаваторных забоев позволяет решать оперативные задачи по обеспечению снижения текущих затрат на вскрышные работы и потерь угля.

Информация о статье

Принята 22 марта 2018 г.

Ключевые слова: открытые горные работы, экскаватор, забой, технологическая схема, сложноструктурные месторождения

SYSTEMATIZATION OF THE TECHNOLOGICAL SCHEMES OF EXCAVATOR FACES AT THE CENTRAL KUZBASS OPEN PIT MINES

Alexander V. Katsubin, Eugene V. Makridin

JSC «SUEK-Kuzbass»

Abstract.

The coal-bearing zone on open pit mines is in most cases a rock-and-coal massif including strata of simple and complex coal seams with varying angles of incidence, thickness, and coal quality.

The specific weight of this zone in the total volume of the minerals and rocks in the quarry field reaches 80% and more. A feature of mining of coal-bearing zones of quarry fields is the presence of complex rock-and-coal slopes, including coal layers of simple and complex structure, different conditions of occurrence. The processing of these slopes (panels) requires the use of several excavating and loading machines and auxiliary equipment.

In the coal-bearing zone of the quarry, it is practically impossible to distinguish independent rock or coal slope. Within the excavation slope, low-strength strata are encountered, not only with different angles of incidence, but also with different angles of their crossing to the face.

The classification of excavator faces' technological schemes suggested in the article allows to solve operational problems to ensure the reduction of current costs for overburden and coal losses.

Article info

Accepted March 22, 2018

Keywords: open pit mining, excavator, face, technological scheme, complex structured deposit



1. Введение

Особенностью угольных месторождений Центрального Кузбасса (Прокопьевско-Киселевское, Бачатское, Бунгуро-Чумышское и др.) является свита пластов и породных междупластий различной мощности в продуктивной их толще. Мощность пластов угля и междупластий породы колеблется от 0,5 до 40 и более метров, причем на долю пластов с нормальной мощностью до 5 м (так называемых маломощных) приходится более трети запасов угля, предназначенных для их отработки открытым способом.

Угольные пласты образуют сложные пликативные (синклинальные и антиклинальные) структуры с углами падения крыльев от 25 до 90°, разбитые дизъюнктивными нарушениями. В связи с этими особенностями месторождения, как по простиранию, так и по глубине имеют неравномерную угленасыщенность. При достаточно высокой угленасыщенности толщи свиты коэффициент угленасыщенности изменяется между профилями и по горизонтам в значительных пределах (от 0,1 до 0,4 и более). Характерные геологические профили месторождений представлены на рис. 1 и 2.

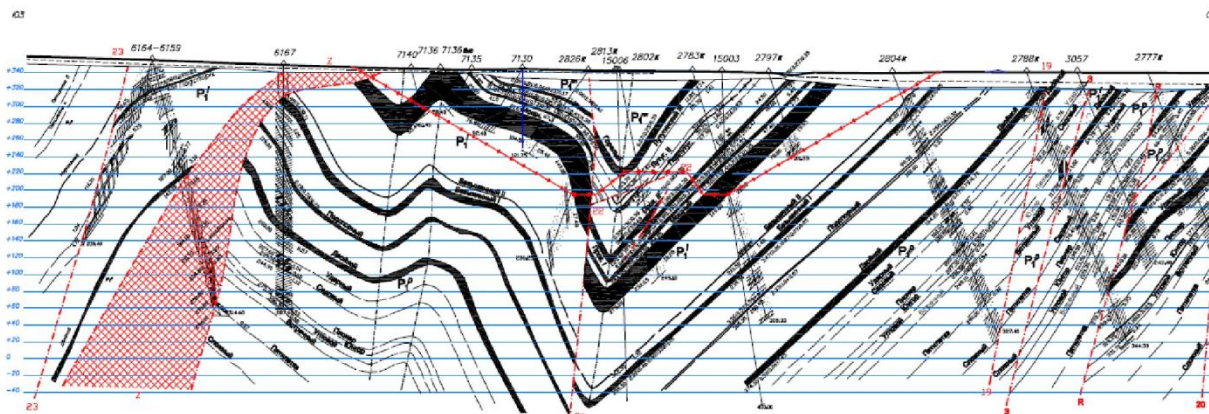


Рис. 1. Характерный геологический профиль, разрез «Прокопьевский»

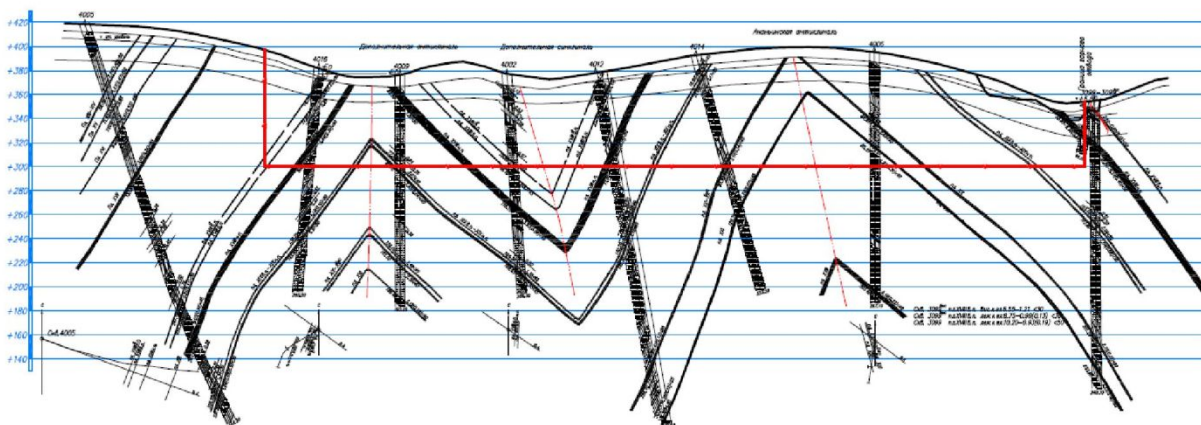


Рис. 2. Характерный геологический профиль, разрез «Спиченковский»

Материалы и методы.

Переменная угленасыщенность месторождений, применение маневренного автомобильного транспорта определяют работу экскаваторов как в однородных (угольных или породных), так и смешанных (угольно-породных) забоях. Однородные угольные забои связаны с отработкой



мощных и средней мощности пластов, по направлению падения которых производится опережающая углубка горных работ. Смешанные угольно-породные забои экскаваторов в основном находятся в бортах карьеров при одновременной, т.е. попутной с отгоном вскрышных уступов, отработке маломощных пластов. При этом выемка маломощных пластов в лежащем борту карьеров сложностей и значительных потерь угля не вызывает, так как этот борт подходит к ним со стороны их кровли. Колебания мощности между пластами и пластов, направление развития горных работ в глубину по падению наиболее мощных пластов определяют различные углы встречи забоев экскаваторов по отношению к простиранию и падению маломощных пластов в основном на висячем борту карьеров (рис. 3). Это определяет разнообразие технологических схем работы экскаваторов и их параметров в различных заходках (блоках) в пространстве карьера.

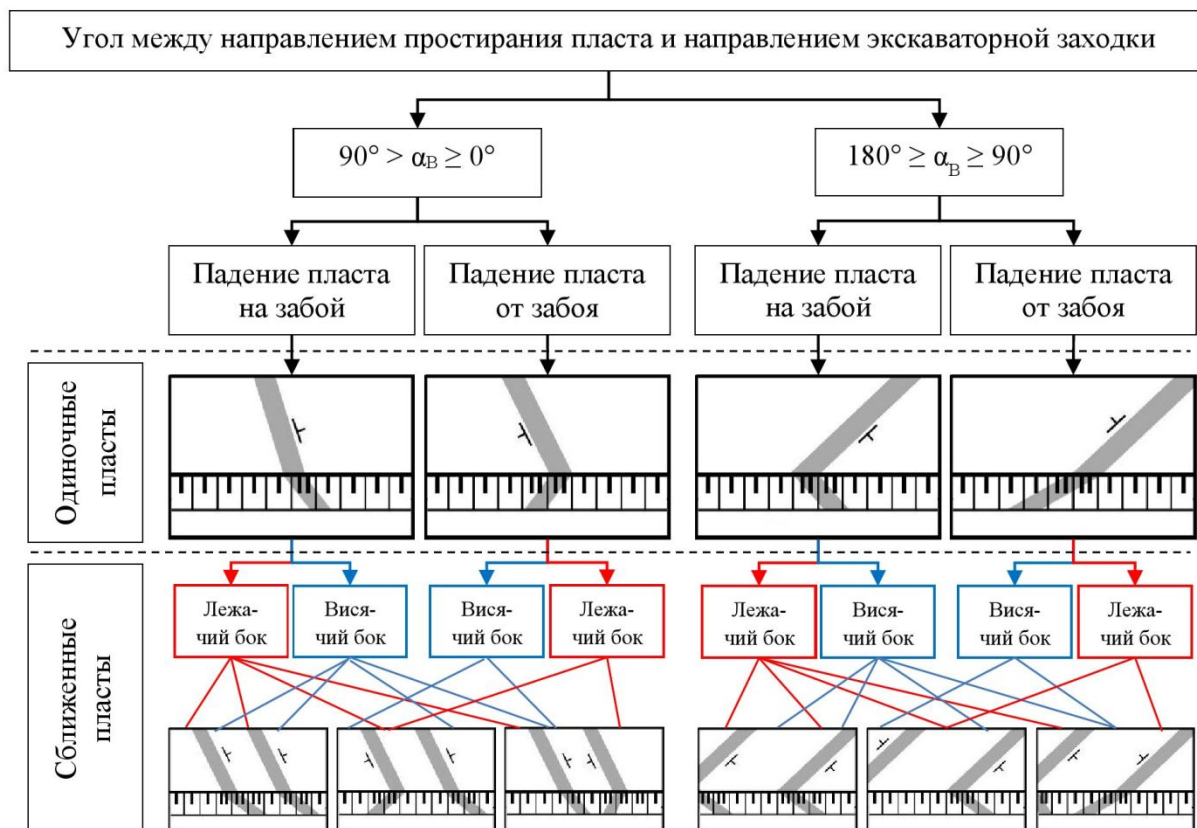


Рис. 3. Возможные варианты встречи заходок экскаватора с пластом

В процессе отработки угленасыщенной зоны месторождений, объемная доля которой по отношению к объему карьерных полей Центрального Кузбасса достигает 85% [1-3], возникает изменчивость (динамика) технологических схем работы экскаваторов во времени производства горных работ (в течение месяца, года). При этом часто осуществляются перегоны экскаваторов между заходками, как показывает анализ рабочих (выемочно-погрузочные работы) и холостых (перегоны) перемещений экскаваторов в течение года. До 25% вскрышных и до 50% добычных и смешанных экскаваторных блоков составляют в объеме до трети-четверти величины их месячной производительности. В связи с большим количеством экскаваторных блоков в процессе производства горных работ вспомогательные работы и их объемы, связанные с переходом экскаваторов от блока к блоку, определяют их заметную величину. Это работы, в основном, по перевалке пород. Например, при строительстве заездов и площадок для автосамосвалов, по врезке экскаватора в уступ, подготовке рабочей площадки к работе, строительстве очистных сооружений [5] и



т.д., в связи с разнообразием заходок (однородные, смешанные с различным положением угольных пластов в заходках как в их сечении, так и плане). При этом регулярно и довольно часто изменяется и схема внутрикарьерного вскрытия. Описанные ситуации приведены на рис. 4.

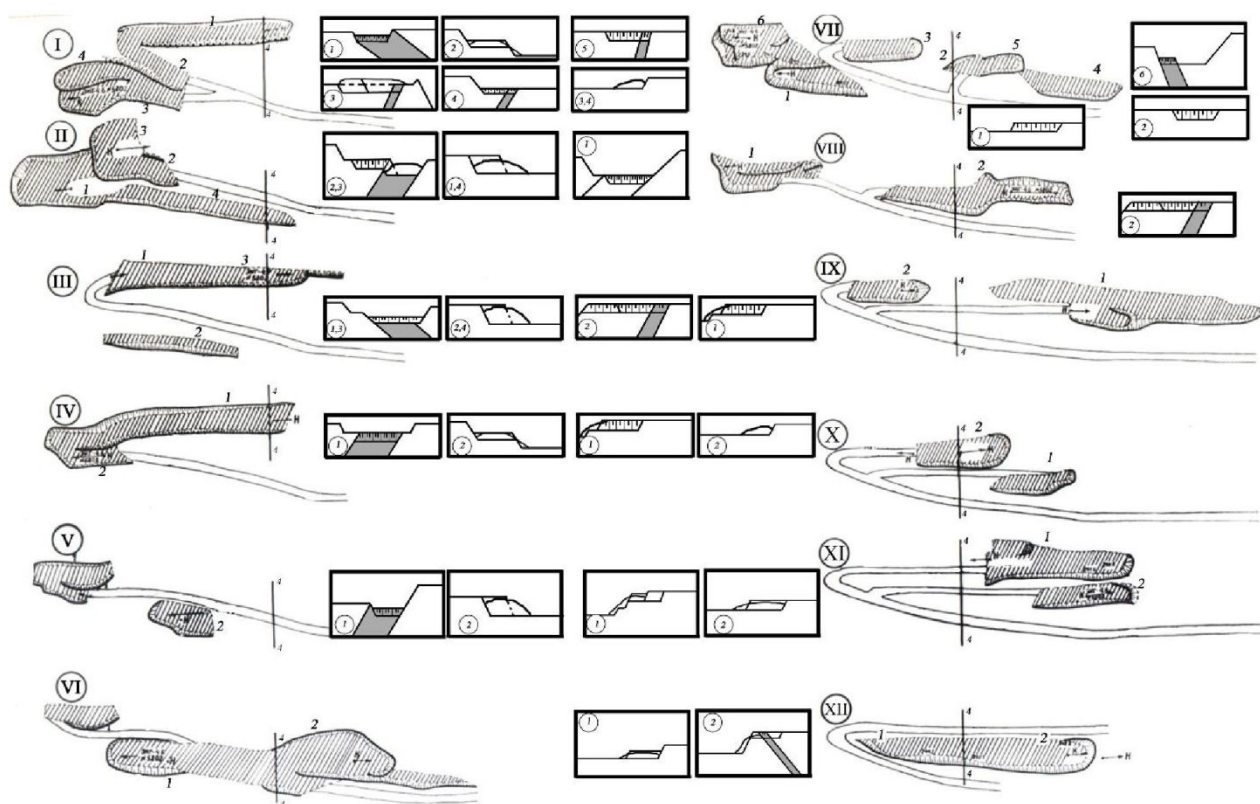


Рис. 4. Пример перемещения одного экскаватора в течение года в карьере:
I, II, III, ... XII – месяцы года; 1, 2, 3... – порядок перемещения экскаватора по заходкам в течение каждого месяца (заштрихованная часть); цифры в кружках (1, 2, 3...) – характерные сечения заходок экскаваторов

Обсуждение результатов.

Одной из особенностей отработки карьерных полей Центрального Кузбасса является изменение производственной нагрузки в зависимости изменения (увеличения или уменьшения) угленасыщенности на том или ином участке карьерного поля (рис. 5).

Другой особенностью является группирование уступов угленасыщенной зоны (рис. 6), включающих как однородные, так и смешанные (с маломощными пластами угля) заходки [4, 6], которые отрабатываются последовательно сверху вниз (крутыми слоями) с целью увеличения угла наклона рабочего борта, снижения текущего коэффициента вскрыши и затрат на разработку карьера [9].

Под условиями работы экскаваторов понимаются технологические схемы и параметры их элементов (высота, ширина, длина заходки, ширина опережения или присечки пород вскрыши понижу и глубина породной присечки в кровле или кровле и почве пласта и т.д.). Технологические схемы и параметры их элементов обычно устанавливаются на основе технических характеристик экскаваторов и автосамосвалов, характеристик горных пород и правил безопасности.

Горно-геологические условия месторождений, порядок их отработки определяют многообразие условий работы экскаваторов. Вместе с тем, большая длительность производственного процесса на карьерах Центрального Кузбасса (в среднем более 60 лет), применение в основном автомобильного транспорта и производственный опыт позволили выделить и использовать в практике определенные, достаточно типичные схемы экскаваторных забоев. Для одинаковых ви-



дов работ эти схемы остаются постоянными, а изменяются лишь параметры забоев, как показывает систематизация условий залегания пластов по углу падения, мощности и количеству пластов в забойных блоках, по способу разработки массива пород, типам забоев, видам работ и приемам увеличения полноты выемки угля.

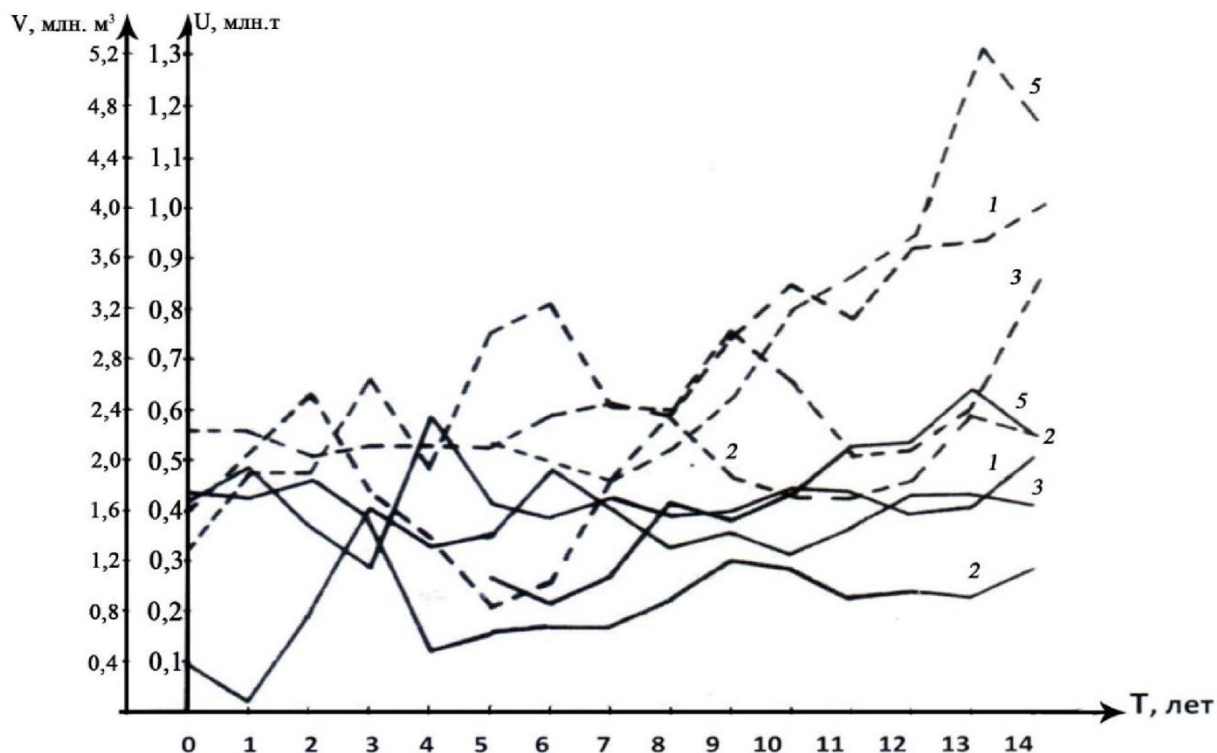


Рис. 5. Изменение объемов горных работ на горных участках разреза Бунгурский-Северный (Листвянский) по годам: сплошные линии – добыча, млн. т; прерывистые линии – вскрыша, млн. м³; 1, 2... – характерные геологические блоки горных участков разреза

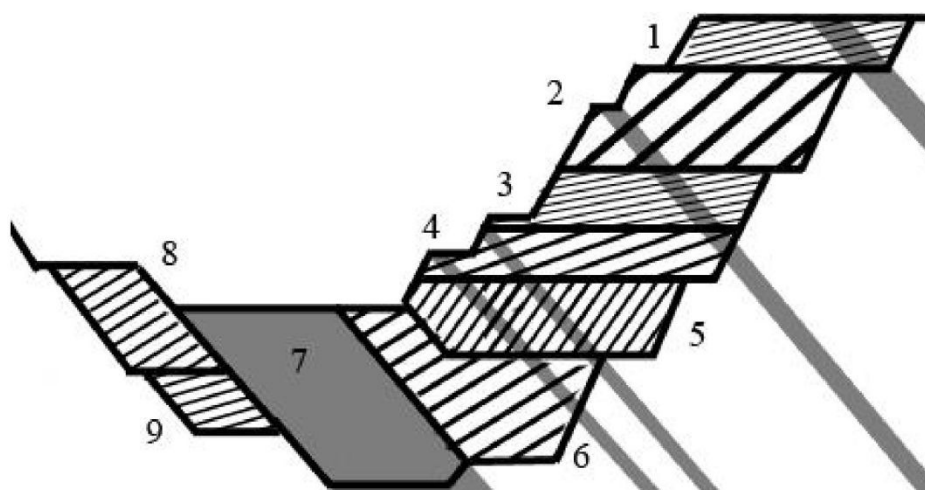


Рис. 6. Последовательность отработки уступов крутыми слоями на разрезах Центрального Кузбасса

Частота появления различных схем экскаваторных забоев рассчитывалась по формуле

$$P = N_i / N,$$



где N – количество экскаваторных забоев для одного вида работ, количества уступов, приемами увеличения полноты выемки; N_i – количество появления i -й схемы для соответствующего вида работ.

В результате расчета частоты установлены наиболее часто используемые схемы, которые представлены на рис. 7.

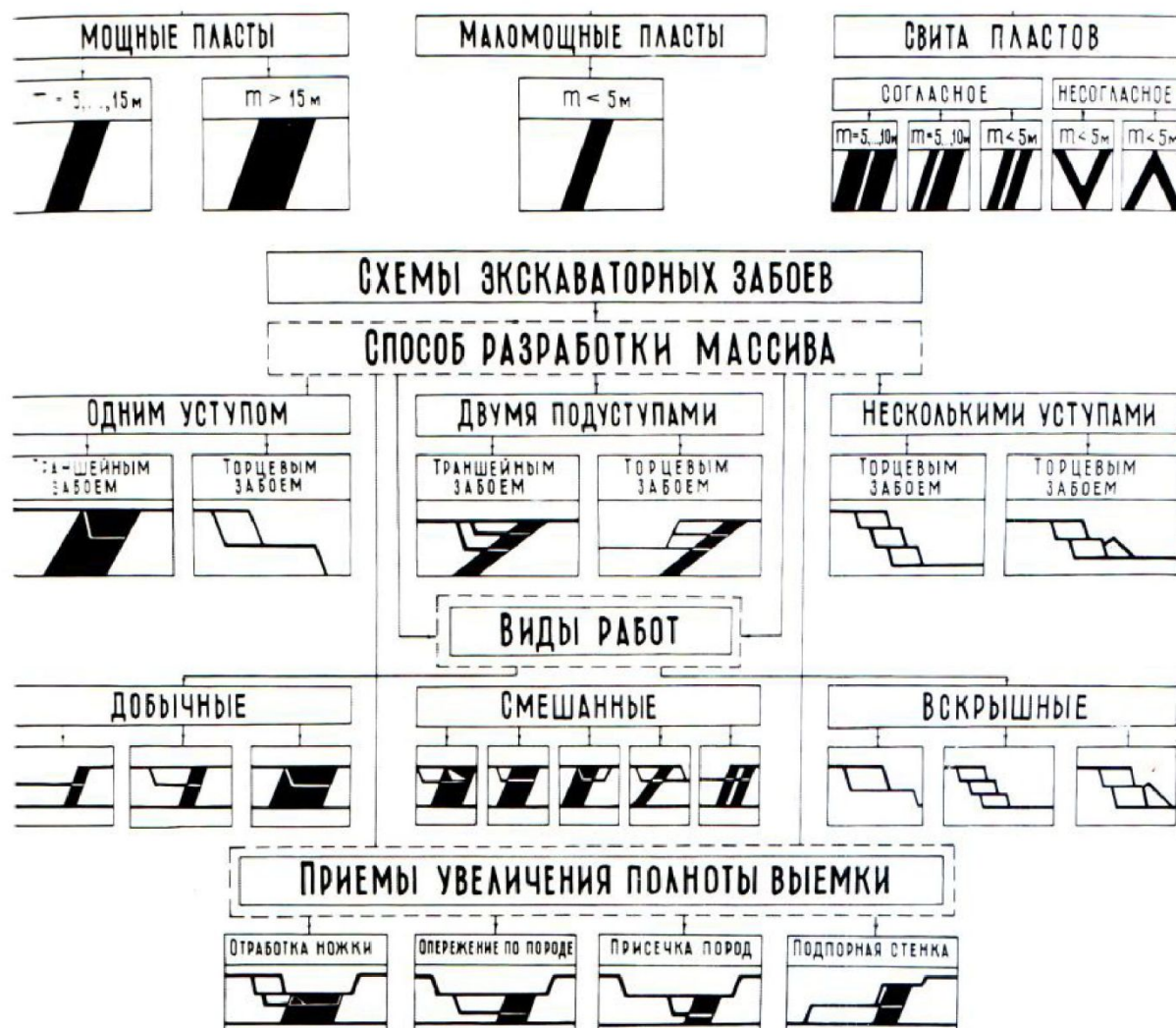


Рис. 7. Характерные условия залегания угольных пластов и схемы экскаваторных забоев

Заключение.

Применяемые в практике карьеров технологические схемы экскаваторных забоев предусматривают группирование их по высоте рабочей зоны, что позволяет увеличить угол наклона рабочего борта, интенсифицировать углубление горных работ в соответствии с ростом угленасыщенности за счет сокращения длины заходок экскаватора на одном уступе. Для увеличения полноты извлечения угля из маломощных пластов на висячем борту карьера применяются траншейные заходки, а в них специальные примы отработки смешанных забоев [7, 8]. Эти приемы включают опережение по породе с помощью разрезной траншеи на 20-30 м со стороны кровли пласта перед его выемкой, присечку пород кровли пласта на глубину 3-5 м, оставление подпорной породной стенки, толщиной 0,5-3 м при отработке слабых маломощных пластов, доработку треугольников угля («ножки») после выемки основной массы угля в траншейном забое и др.



На основе обобщения применяемых в практике разрезов технологических схем экскаваторных забоев, с учетом условий залегания пластов, особенностей порядка отработки месторождений, видов работ и минимальных потерь угля в добычных и смешанных забоях разработаны рациональные схемы, которые приведены на рис. 8.

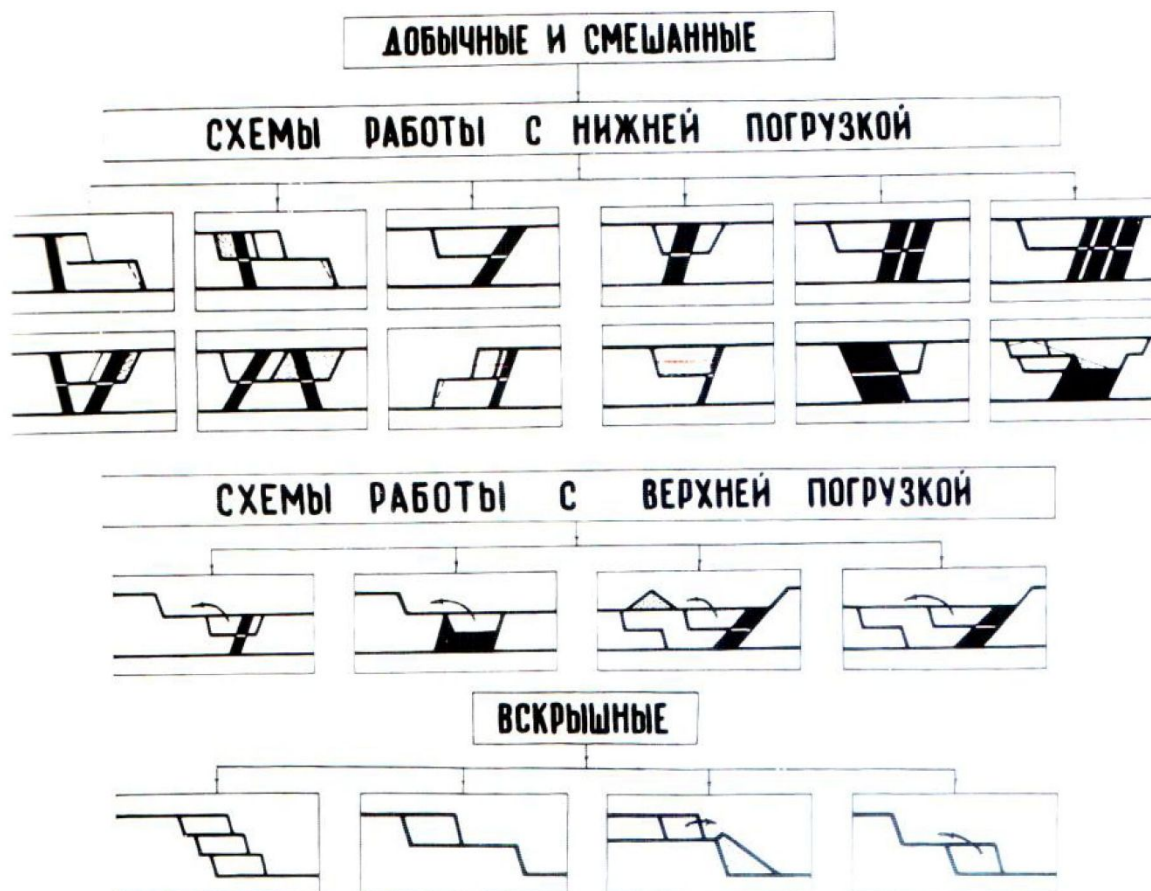


Рис. 8. Схемы экскаваторных забоев

Схемы экскаваторных забоев, приведенные на рис. 8, позволяют в сложных горно-геологических условиях Центрального Кузбасса вести разработку карьерных полей с незначительными текущими затратами на вскрышные работы и эксплуатационными потерями угля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ненашев, А.С. Технология ведения горных работ на разрезах при разработке сложноструктурных месторождений / А.С. Ненашев, В.Г. Проноза, В.С. Федотенко // Кузбассвуиздат. – Кемерово, 2010. – 247 с.
2. Kolesnikov V.F., Litvin O.I., Janočko J., Efremenkov A. Using of Wide Stopes in Coalless Zones Mined by Shovels and Backhoes / E3S Web Conf., 21 (2017), 01031. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20172101031>
3. Markov S., Martyanov V., Preis E., Abay A. Technogenic Rock Dumps Physical Properties' Prognosis via Results of the Structure Numerical Modeling / E3S Web Conf., 21 (2017), 01021. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20172101021>
4. Тюленев, М.А. Определение числа слоев при разработке породугольных панелей обратными гидравлическими лопатами / М.А. Тюленев, В.Г. Проноза, А.В. Стрельников // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – №7. – С. 112-118.
5. Tyulenev M., Lesin Yu., Tyuleneva E., Murko E. The Experience of Using Innovative Artificial Filter Arrays on South Kuzbass Open Pit: Case Study / E3S Web Conf., 15 (2017), 02003. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20171502003>
6. Литвин, О.И. Обоснование рациональных технологических параметров производства вскрышных работ обратными гидравлическими лопатами на разрезах Кузбасса / автореф. дис. ... канд. техн. наук. КузГТУ: Кемерово. – 2012. – 21 с.



7. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Технология и комплексная механизация, М., Libroком, 2014. с. 522.
8. Анистратов Ю.И. Проектирование карьеров / Ю.И. Анистратов, К.Ю. Анистратов//, М., «ГемосЛимитед», 2003. с. 173.
9. Мартыянов, В.Л. Обоснование порядка разработки участка «Апанасовский» / Фундаментальные и прикладные проблемы в горном деле: Материалы всероссийской научно-практической конференции. – Междуреченск. – 2016. – С. 29-32.

REFERENCES

1. Nenashev, A.S. Tehnologija vedenija gornyh rabot na razrezah pri razrabotke slozhnostrukturnyh mestorozhdenij / A.S. Nenashev, V.G. Pronoza, V.S. Fedotenko // Kuzbassvuzizdat. – Kemerovo, 2010. – 247 s.
2. Kolesnikov V.F., Litvin O.I., Janočko J., Efremkov A. Using of Wide Stopes in Coalless Zones Mined by Shovels and Backhoes / E3S Web Conf., 21 (2017), 01031. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20172101031>
3. Markov S., Martyanov V., Preis E., Abay A. Technogenic Rock Dumps Physical Properties' Prognosis via Results of the Structure Numerical Modeling / E3S Web Conf., 21 (2017), 01021. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20172101021>
4. Tjulenev, M.A. Opredelenie chisla sloev pri razrabotke porodougol'nyh panelej obratnymi gidravlichesimi lopatami / M.A. Tjulenev, V.G. Pronoza, A.V. Strel'nikov // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten'. – 2012. – №7. – С. 112-118.
5. Tyulenev M., Lesin Yu., Tyuleneva E., Murko E. The Experience of Using Innovative Artificial Filter Arrays on South Kuzbass Open Pit: Case Study / E3S Web Conf., 15 (2017), 02003. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20171502003>
6. Litvin, O.I. Obosnovanie racional'nyh tehnologicheskikh parametrov proizvodstva vskryshnyh rabot obratnymi gidravlichesimi lopatami na razrezah Kuzbassa / avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. KuzGTU: Kemerovo. – 2012. – 21 s.
7. Rzhetskij V.V. Otkrytye gornye raboty. Tehnologija i kompleksnaja mehanizacija, М., Librokom, 2014. с. 522.
8. Anistratov Ju.I. Proektirovanie kar'erov / Ju.I. Anistratov, K.Ju Anistratov//, М., «GemosLimited», 2003. с. 173.
9. Mart'janov, V.L. Obosnovanie porjadka razrabotki uchastka «Apanasovskij» / Fundamental'nye i prikladnye problemy v gornom dele: Materialy vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Mezhdurechensk. – 2016. – С. 29-32.

Авторы

Кацубин Александр Викторович

Директор разрезного управления АО "СУЭК-Кузбасс"

KatsubinAV@suek.ru

Макридин Евгений Владимирович

Заместитель директора технического (по перспективному развитию) разрезного управления АО "СУЭК-Кузбасс"

MakridinEV@suek.ru

Библиографическое описание статьи

Кацубин, А.В. Систематизация технологических схем экскаваторных забоев на разрезах центрального Кузбасса / А.В. Кацубин, Е.В. Макридин // Техника и технология горного дела. – 2018. – № 1(1). – С. 82-89.

Authors

Alexander V. Katsubin

Director of the Surface mining office of JSC "SUEK-Kuzbass"

KatsubinAV@suek.ru

Evgeniy V. Makridin

Deputy Technical Director (for Perspective Development) Surface mining office of JSC "SUEK-Kuzbass"

MakridinEV@suek.ru

Cite this article

Katsubin A.V., Makridin E.V. (2018) Systematization of the technological schemes of excavator faces at the central Kuzbass open pit mines, *Journal of mining and geotechnical engineering*, 1(1):82.