

Выполненное исследование позволяет сделать вывод о том, что для достоверного анализа деформаций в мульде необходимо использовать наблюдательные станции, в которых репера будут расположены с интервалами не более 6-8 м.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Новоженин, С. Ю. Прогноз сдвижений и деформаций горных пород при сооружении эскалаторных тоннелей метрополитена тоннелепроходческими механизированными комплексами : дисс. ... канд. техн. наук: 25.00.16 / Новоженин Сергей Юрьевич. – Санкт-Петербург, 2014. – 147 с.

2. PLAXIS 3D. Руководство пользователя. 2012 [Текст] / Plaxis bv / отпечатано ООО "НИП-Информатика"; под ред. R.V.J. Brinkgreve. – 2012. – 670 с.

3. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях [Текст] : ПБ 07–269–98 : утв. постановлением Госгортехнадзора России от 16.03.98 № 13. – СПб. – 1998. – 291 с.

### **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СХЕМ ОТРАБОТКИ СБЛИЖЕННЫХ ПЛАСТОВ НА ШАХТАХ КУЗБАССА**

**Д.С. БОСТАНДЖИЕВ**, аспирант, Санкт-Петербургский горный университет, kaylorensw@yandex.ru

В статье изложены результаты анализа особенностей отработки свит сближенных пластов на шахтах Кузнецкого бассейна. Выявлено, что наиболее распространенной технологической схемой разработки пластов на перспективных шахтах является система разработки длинными столбами с подготовкой сдвоенными участковыми выработками с оставлением не извлекаемых ленточных целиков в выработанном пространстве лав с использованием высокопроизводительных механизированных комплексов. Выявлены проблемы, связанные с применением восходящего порядка отработки свит сближенных пластов. Установлена степень влияния повышенных напряжений, формирующихся под целиками, оставленными в выработанном пространстве лав и краевыми частями массива на вышерасположенном пласте, на поддержание подготовительных выработок и работу лав надработанных пластов. Отмечено, что на обеспечение безаварийного состояния подготовительных выработок влияет их расположение относительно зон повышенного горного давления, образованного целиками и краевыми частями на вышележащем пласте. Приведены мероприятия для определения допустимости применения восходящего порядка отработки сближенных пластов.

Современные условия постоянно растущей конкуренции на рынке угля и повышение нагрузок на очистной забой являются главными факторами при выборе технологий разработки угольных пластов. Для достижения заданных производственных мощностей на шахтах Кузнецкого бассейна и России все больше горных предприятий переходит на отработку запасов по схеме «шахта-лава» с использованием системы разработки длинными столбами с оставлением целиков между подготовительными выработками. С помощью данной схемы достигается максимальная концентрация горных работ, обеспечивается наибольшая нагрузка на очистной забой. Также эта система отработки пластов имеет негативные последствия:

- формирование под (над) целиками и краевыми частями массива зон повышенного горного давления (ПГД);
- потеря полезного ископаемого в целиках.

Краевые части массива и оставленные целики угля оказывают влияние как на участковые выработки, так и на работу очистного забоя [2,3,4,11], что может отрицательно влиять на ведение очистных работ по надработанному пласту. Повышение нагрузок на механизированную крепь и крепь участковых выработок может быть следствием повышенного газовыделения в забое, вывалов пород и угля, а также частичным или полным разрушением подготовительных выработок. В качестве примера разрушения выработок можно рассмотреть случай, который произошел на шахте «им. С.М. Кирова» на пласте Поленовский (рис. 1.), где под влиянием повышенных напряжений оказались участковые выработки лавы 2593, которые пришли в состояние, непригодное для дальнейшей эксплуатации, поэтому возникла

необходимость проведения дополнительных выработок, расположенных вне зоны влияния высоких напряжений.

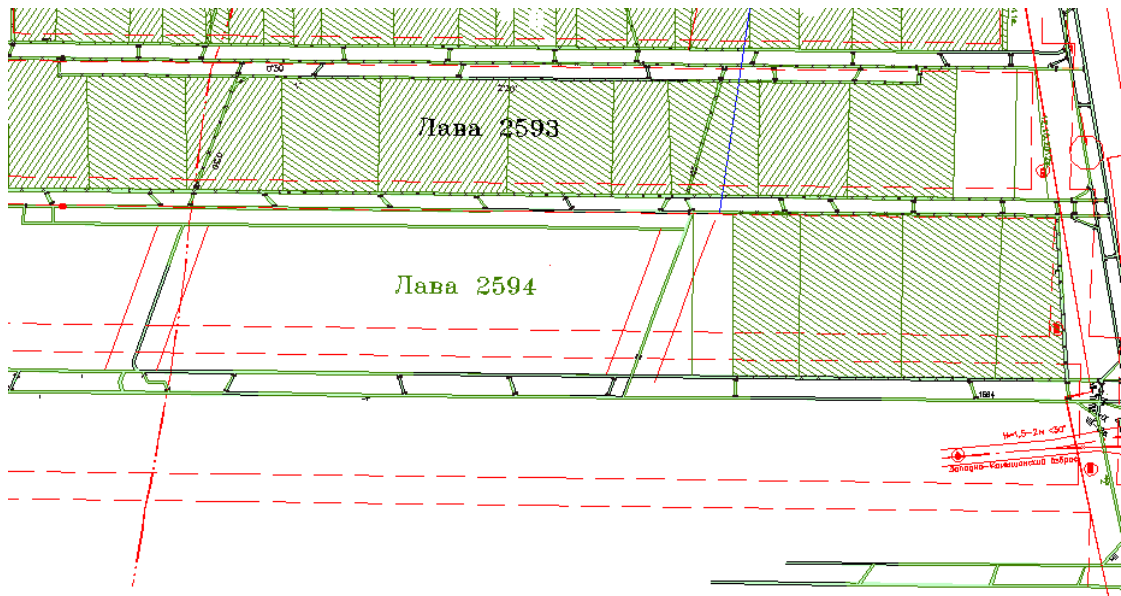


Рис.1. Выкопировка из плана горных работ по пласту Поленовский (красным цветом обозначены зоны ПГД)

Как показал опыт отработки сближенных пластов, при нисходящем порядке отработки одним из вариантов решения данной проблемы является расположение подготовительных выработок вне зоны влияния повышенных напряжений, создаваемых целиками.

Около 60% шахт Кузбасса отрабатывают свиты двух или более пластов [7], при этом большинство из них относится к пластам, склонным к горным ударам начиная с глубины 150-180м. В соответствии с Инструкцией по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам [5], для типичных условий залегания свиты пластов на примере шахты «Котинская» были построены зоны повышенного горного давления, образованные целиками и краевыми частями на пласте 52 с мощностью 4,6м при длине лавы равной 250м и ширине целика равным 35м (рис. 2.).

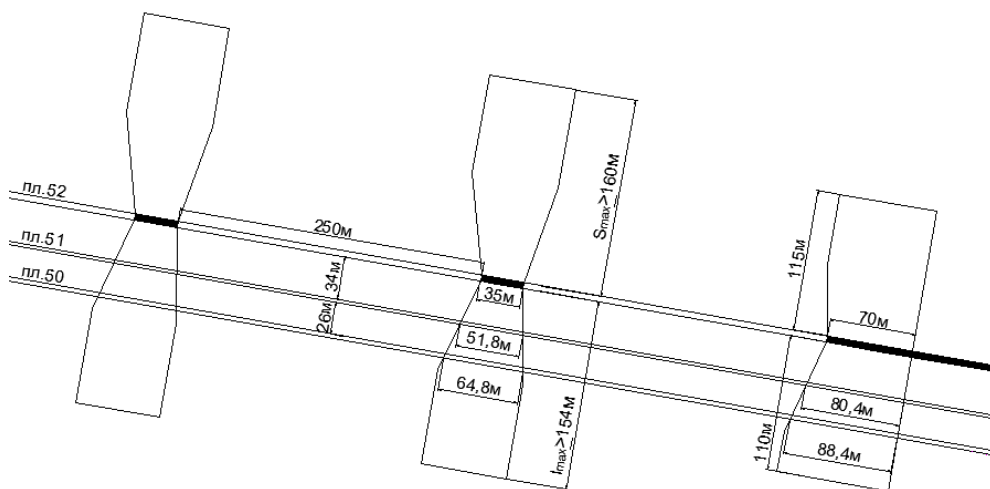


Рис.2. Зоны повышенного горного давления для условий шахты «Котинская»

Главным образом параметры зон ПГД зависят от следующих факторов: глубины залегания пласта, размера выработанного пространства (длины лавы), размера целиков, угла падения и мощности пласта. Из рисунка 2 видно, что размеры зон ПГД от оставленных в выработанном пространстве целиков и краевых частей в кровлю и в почву могут превышать 100м, соответственно влияние этих зон будет распространяться на все пласты свиты. Это означает, что отработку пластов в свите следует рассматривать как отработку сближенных пластов и учитывать все рекомендации и нормативы, регламентирующие их разработку.

При ведении горных работ также существует необходимость применения восходящего порядка отработки свиты пластов. Чаще всего это обусловлено необходимостью первоочередной отработки нижележащего пласта как более производительного либо с лучшими показателями угля. Применение восходящего порядка отработки пластов в свитах чаще всего обусловлено необходимостью осушения вышележащих пород при их значительной обводненности, а также разгрузки подрабатываемых пластов и вмещающих пород от давления, с целью предупреждения внезапных выбросов угля, пород и газа.

При подработке верхний пласт может попадать в различные зоны: изгиба, упорядоченного перемещения и интенсивного дробления [1]. В случае попадания подрабатываемого пласта в зону интенсивного дробления, он будет непригоден к выемке. Пласт будет считаться пригодным к отработке при расположении в зоне упорядоченного перемещения, и чем он дальше от подрабатываемого пласта, тем меньшее воздействие от него испытывает.

Одним из документов, регламентирующих выбор порядка отработки и условий его применения является Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт [8]. Согласно этому документу при отработке сближенных пластов должен применяться нисходящий порядок. Восходящий порядок допускается использовать при условии, что мощность междупластья будет составлять не менее шести мощностей подрабатываемого пласта.

Данное условие может быть применено не для каждого случая подработки пласта, так как оно не учитывает физико-механических свойств пород, слагающих междупластье. При наличии в основной кровле прочных пород, таких, как песчаники, их обрушение будет происходить крупными блоками, влияние которых будет проявляться вне пределов данного ограничения и может привести к тому, что вышерасположенный пласт будет разрушен и не пригоден к дальнейшей отработке.

На данный момент не существует рекомендаций и нормативов, которые бы учитывали всю геологическую характеристику пород междупластья для принятия решения по использованию восходящего порядка отработки сближенных пластов. Подработка пласта в условиях, в которых она не допустима, может привести к нарушению вышележащего пласта и уничтожению запасов полезного ископаемого.

Одним из примеров перехода к отработке более благоприятного по горно-геологическим условиям залегания и по качеству угольных пластов является шахта «Котинская». Здесь после отработки пласта 52 мощностью 4,6м горные работы продолжили вести по пласту 50, который является наиболее перспективным к отработке по зольности и по количеству запасов, чем пласт 51, залегающий над пластом 50. В этом случае пласт 51 будет подработан и существует вероятность нарушения пласта и потери запасов.

Проведенный анализ опыта отработки сближенных пластов позволяет сделать выводы:

- Для обеспечения выемки сближенных пластов в свите выбор порядка отработки необходимо производить с его увязкой с системой разработки;

- Следует учитывать влияние состава пород междупластья на отработку сближенных пластов в восходящем порядке.
- Необходимо составление рекомендаций по допустимости подработки пласта с учетом физико-механических свойств пород междупластья, для этого следует применить физическое и компьютерное моделирование.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисов А.А. Механика горных пород и массивов. М.: Недра, 1980. – 473 с.
2. Зубов В.П. Особенности управления горным давлением на больших глубинах разработки. – Л.: Издательство Ленинградского университета, 1990. – 224с.
3. Зубов В.П. Влияние целиков и краевых частей угольного массива на состояние кровли в лавах подрабатываемых пластов // Уголь №2, 1988, С. 18-21.
4. Зубов В.П. Влияние дизъюнктивных геологических нарушений на параметры защищенных зон при разработке сближенных пластов / В.П. Зубов, Е.Р. Ковальский, А.В. Никифоров // Записки Горного института. Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». 2014. Т.207. – С. 22-26
5. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам (РД 05-328-99) // Предупреждение газодинамических явлений в угольных шахтах: сб. док. – Москва: Промышленная безопасность, 2000. – С. 304.
6. Казанин О.И. Оценка влияния зон повышенного горного давления на эффективность отработки угольных пластов на шахте им. Кирова ОАО «СУЭК-Кузбасс / О.И. Казанин, А.Ю. Ермаков, О.В. Ванякин // М.: МГГУ, ГИАБ №4, 2014, С. 18-22.
7. Опарин В.Н. О негативных последствиях выборочной отработки угольных пластов в Кузбассе / В.Н. Опарин, А.А. Ордин, А.М. Никольский // Материалы Всероссийского форума с международным участием. – Томск, 2013, С. 622–626.
8. Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт. Утв. Министерством угольной промышленности СССР 5 января 1975 г.
9. Рашевский В. В. Качество углей ОАО "СУЭК" / В. В. Рашевский, В. Б. Артемьев, С. А. Силотин // М.: Кучково поле, 2010. – 576 с.
10. Технологические схемы подготовки и отработки выемочных участков на шахтах ОАО «СУЭК - Кузбасс»: Альбом / В.Н. Демура, В.Б. Артемьев, С.В. Ясюченя, К.Н. Копылов, Е.П. Ютяев, А.А. Мешков, М.Г. Лупий, Г.Л. Феофанов. – М.: Горное дело ООО «Киммерийский центр», 2014. – 256 с. : табл.,ил.- (Библиотека горного инженера. Т.3"Подземные горные работы". Кн.12)
11. Zubov V.P., Nikiforov A.V. Features of Development of Superimposed Coal Seams in zones of disjunctive geological disturbances. International journal of applied engineering research. 2017. Vol.12. №5, p.765-768.

### **ОБ УЧЕТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОБДЕЛОК ТОННЕЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА ХАНОЯ**

**А.П. ГОСПОДАРИКОВ**, д-р. техн. наук, профессор, Санкт-Петербургский горный университет, [kafmatem@spmi.ru](mailto:kafmatem@spmi.ru).

**НГУЕН ЧИ ТХАНЬ**, аспирант, Санкт-Петербургский горный университет, [nguyenthanh.xdctn47@gmail.com](mailto:nguyenthanh.xdctn47@gmail.com)

В настоящее время система тоннелей метрополитена Ханоя разработана. Опыт эксплуатации метрополитена показывает, что необходимо учитывать влияние сейсмических волн на метрополитен, расположенный в зоне, подверженной землетрясениям (Вьетнам, Ханой). Одним из важных факторов при оценке воздействия сейсмических волн на тоннели метрополитена в зоне расположения Ханоя является учет геологических условий.

Ханой является столицей Вьетнама и вторым по величине городом страны с населением, приблизительно равным восьми миллионам. Возникшие транспортные проблемы города предполагается решить путём строительства линий метрополитена. Вводимые линии метрополитена предполагается связать с уже существующими железнодорожными трассами и трамвайными путями. Строительство метрополитена