

УДК 622.2:622.016

Кладко В. И.

(и/у «Самсоновская-Западная», г. Краснодон, ЛНР, v.kladkovladimir@ya.ru)

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ СООРУЖЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ШАХТЕ «САМСОНОВСКАЯ-ЗАПАДНАЯ»

Даны краткие сведения об основных технических показателях действующей шахты «Самсоновская-Западная». Описаны горно-геологические условия, характеристика угольных пластов и вмещающих пород, схема вскрытия, порядок отработки, система разработки, подготовительные работы. Рассмотрены условия проведения и крепления подготовительных горных выработок. Дана характеристика проявлений горного давления в подготовительных выработках разных горизонтов.

Ключевые слова: шахта «Самсоновская-Западная», технические показатели, условия разработки, подготовительная горная выработка, горное давление, устойчивость, пучение пород, деформации крепи.

Шахта «Самсоновская-Западная» (рис. 1) (пос. Самсоновка) вместе с находящейся в стадии консервации шахтой «Ореховская» (г. Молодогвардейск) входит в состав шахтоуправления закрытого акционерного общества «Внешторгсервис» структурного подразделения «Краснодонуголь».

Строительство шахты осуществлялось с 1965 по 1999 гг. по проекту, разработанному государственным проектным институтом «Южгипрошахт» (г. Харьков).

Проектирование и строительство шахты представляло собой сложную инженерную задачу: предстояло построить шахту, опасную по внезапным выбросам угля, породы и газа, с опасной по взрывчатости угольной пылью, с очень высокими газообильностями: абсолютной $51 \text{ м}^3/\text{мин}$ и относительной $45 \text{ м}^3/\text{т}\cdot\text{сут.}$ добычи. Это относило шахту к разряду сверхкатегорных по выделению газа метана и угольной пыли.

Такие горно-геологические условия, наряду с недостаточным финансированием работ, отрицательно сказались на рекордно длительном сроке строительства шахты — почти 35 лет. К тому же из-за длительного строительства устарели санитарные и технические нормы, и проект дважды пересматривался. Кроме того, к предпусковому периоду в значительной мере пришли в негодность ранее построенные

здания и сооружения. Объем ремонтно-восстановительных работ ранее построенных объектов был очень большим и исчислялся миллионами рублей.

Следует отметить, что в проекте строительства были предусмотрены самые передовые на тот период времени технические решения: блоковая схема вскрытия шахтного поля центрально-сдвоенными главными и вспомогательными отнесёнными вентиляционными стволами. Была принята система разработки длинными столбами по простиранию при панельной подготовке и длинными столбами по падению или восстановлению при погоризонтной подготовке.



Рисунок 1 Шахта «Самсоновская-Западная»

В настоящее время в связи с переходом горных работ на большие глубины разработок (гор. 1180 м) одним из значимых сдерживающих эффективность добычи факторов становится снижение устойчивости горных выработок в связи с негативными проявлениями горного давления. Этой проблеме были посвящены многочисленные исследования отечественных и зарубежных учёных [1–5]. Накопленный производственный опыт ремонтов и перекреплений подготовительных горных выработок свидетельствует о высокой актуальности научных и проектно-конструкторских разработок для решения этой задачи.

Целью работы является обоснование актуальности и целесообразности изыскания способов и средств повышения устойчивости подготовительных горных выработок для снижения расходов на их крепление и поддержание.

Идея работы состоит в использовании функционально-стоимостного анализа горно-геологических и горнотехнических условий и опыта ведения горных работ.

Объектом исследования является устойчивость подготовительных горных выработок, а **предмет** исследования — актуальность и эффективность способов и средств их крепления и поддержания.

Для этого следует рассмотреть такие **задачи исследования**:

1) дать краткий анализ существующих технических решений функционирования шахты по добыче угля и развитию горных работ;

2) оценить горно-геологические условия проведения и крепления горных выработок;

3) изучить накопленный на шахте опыт крепления и поддержания подготовительных горных выработок и наметить пути повышения их устойчивости.

При проектировании и в процессе дальнейшей работы шахты после ввода её в эксплуатацию важную роль играли основополагающие проектно-инженерные решения. Последние были выработаны с учётом особых ограничивающих горно-

геологических условий, поскольку шахта является опасной по внезапным выбросам угля, породы и газа. Это потребовало проведения интенсивной дегазации:

– вертикальными скважинами, пробуренными с поверхности, посредством которых газ каптируется передвижными дегазационными установками;

– подземными скважинами, пробуренными в выработанное пространство, через которые газ каптируется вакуум-насосной установкой.

На выемочном поле шахты имеется три основных угольных пласта: $-l_3^6$, k_2^H , i_3^6 с мощностью 0,8...1,75 м и преобладающими углами падения 0...20°; угли марок «Г» и «Ж». В настоящее время отрабатывается только пласт k_2^H мощностью 0,85...1,55 м, который является одним из наиболее устойчивых рабочих пластов. Остаточные балансовые запасы пласта — 51,2 млн тонн, промышленные — 39,4 млн тонн. Другие пласты i_3^1 и l_3^6 являются менее перспективными для отработки из-за невыдержанности по мощности.

Необходимо отметить, что эффективность работы шахты во многом обусловлена принятыми в её проекте прогрессивными техническими решениями:

– блоковая схема вскрытия шахтного поля с делением по простиранию на 2 блока: Центральный (первоочередная отработка) и Западный (на поддержание мощности) с примерно равными промышленными запасами — 50...58 млн тонн;

– вскрытие вертикальными стволами: главным (глубина $H=960$ м, $D=7,5$ м); вспомогательным ($H=993$ м, $D=7,0$ м); вентиляционным № 1 ($H=857$ м, $D=5$ м); воздухоподающим ($H=1020$ м, $D=7,0$ м) и квершлагами на откаточном горизонте 956 м;

– погоризонтная (при углах падения менее 10°) и панельная (10–20°) подготовка;

– система разработки длинными столбами по простиранию при панельной подготовке и длинными столбами по падению или восстанию при погоризонтной подготовке;

- всасывающий способ и комбинированная схема проветривания шахты;
- прямоточная схема проветривания очистных забоев с разбавлением метана по источникам его поступления;
- полная конвейеризация доставки угля от очистных забоев до камер загрузочных устройств ствола.

Рабочие пласты k_2^H и i_3' вскрываются квершлагами и наклонными выработками на откаточный горизонт 956 м и квершлагами на вентиляционных горизонтах 714 м для пласта k_2^H и 834 м для пласта i_3 . На участках первоочередной отработки пластов k_2^H с углами падения свыше 10° применялась панельная схема подготовки, при углах падения менее 10° принята погоризонтная подготовка с отработкой столбами по восстанию.

Подготовительные панели в бремсберговом поле гор. 956 м с помощью магистральных штреков и квершлагов связаны с центральными и воздухоподающими стволами.

В настоящее время обрабатываются две лавы уклонной части: длинными столбами по восстанию с длиной линии очистного забоя 250–300 м и плановой нагрузкой 1350 тонн/сут. Столбы обрабатываются обратным ходом, длина столба — 1370 м.

Отработка ярусов в пределах панелей осуществляется длинными столбами по простиранию с погашением грузолюдских и поддержанием конвейерных штреков в выработанном пространстве с целью вывода из очистных забоев и подсыхания исходящей струи воздуха.

Подготовка лав в уклонном поле пласта k_2^H , учитывая его пологое залегание, предусмотрена столбами по падению с отработкой их по восстанию, с погашением воздухоподающих уклонов и поддержанием конвейерных уклонов с целью вывода и подсыхания исходящей из лавы струи воздуха.

Выемка угля осуществляется комплексами типа 2КД-90Т. Управление кровлей — полное обрушение. Тип выемочного механизма во всех лавах — узкозахватный комбайн типа 1К-101 с самозарубкой.

Таким образом, очистные работы характеризуются высокой концентрацией и минимальной длиной подготовительных выработок на 1000 т добычи.

Проведение пластовых подготовительных выработок осуществляется проходческими комбайнами КСП-32, КПД, КП-21 или буровзрывным способом в режиме сотрясательного взрывания. Уборка и погрузка горной массы производятся породопогрузочной машиной 2ПНБ-2Б. Крепление выработок производится металлической арочной и анкерной крепью.

Для сооружения и поддержания подготовительных выработок одними из самых значимых факторов являются физико-механические свойства горных пород.

Вмещающие породы углепородного массива представлены чередованием известняков, песчаников, алевролитов и аргиллитов. Непосредственная кровля пластов k_2^H и i_3^g представлена известняком. Она достаточно устойчива при залегании в ней зернистых песчаников и алевролитов, слабоустойчива в случае преобладания аргиллитов. Непосредственная кровля пласта i_3' характеризуется как относительно устойчивая. Непосредственная почва пласта k_2^H состоит из алевролитов и аргиллитов. Характеризуется в случае аргиллитов как слабоустойчивая и при наличии алевролитов — как относительно устойчивая.

За длительный (более 30 лет) период эксплуатации шахты накоплен большой производственный опыт проведения и поддержания подготовительных выработок и выявлен ряд особенностей их состояния при проявлениях горного давления.

Все горные выработки на шахте подвержены в той или иной степени и смещениям породного контура, и деформациям, иногда значительным, крепи, что вызывает уменьшение поперечного их сечения, потерю нормированных правилами безопасности зазоров и выход из эксплуатационного состояния. Тем самым возникает необходимость проведения ремонтных работ в виде периодических подрывок пород

почвы, ремонта крепи или даже полного перекрепления.

Капитальные горные выработки, расположенные в целиках и не подверженные вредному влиянию очистных работ, достаточно устойчивы и находятся в удовлетворительном состоянии. Уменьшение их поперечного сечения происходит сравнительно медленно, преимущественно за счёт выдавливания (пучения) пород почвы со скоростью до 3 см в год.

Капитальные выработки, попадающие в зону вредного влияния очистных работ, но находящиеся в зоне охранных целиков у отработанных выемочных столбов, деформируются заметно больше. По данным замеров маркшейдерской службы шахты, их сечение уменьшается со скоростью 3–7 см в год.

Заметно интенсивнее наблюдаются проявления горного давления в подготовительных горных выработках в зоне влияния очистных работ. Главной составляющей смещений пород в горные выработки является выдавливание (пучение) пород почвы. Подготовительные горные выработки теряют сечение за счёт пучения пород почвы со скоростью от 8 до 20 см и более в месяц. За счёт деформации элементов арочной крепи (прогиб верхняка, выдавливание стойки в сечение выработки) сечения в свету снизились с $13,6 \text{ м}^2$ до $4,5 \text{ м}^2$.

Характерными являются пучение почвы и деформации арочной крепи в вентиляционном штреке гор. 1180 м (рис. 2). Штрек пройден в слоистых малоустойчивых породах. В кровле расположен алевролит полосчатой текстуры, трещиноватый, малоустойчивый, с коэффициентом крепости по шкале Протодяконова $f_{II} = 4 \dots 6$. Почва выработки представлена алевролитом комковатой текстуры, трещиноватым, склонным к пучению, у которого коэффициент крепости по шкале Протодяконова несколько меньше — $f_{II} = 3 \dots 5$.

Штрек имел проектное поперечное сечение в свету $13,6 \text{ м}^2$, которое после смещений пород уменьшилось до $5,8 \text{ м}^2$. Средняя скорость смещения почвы соста-

вила 20...25 см/год, а необходимая величина подрывки пород в среднем достигла 1,8...2 м. Деформации крепи за 10 лет после сдачи в эксплуатацию достигли критических размеров, выработка полностью потеряла арочную форму и требует полного перекрепления.

Несколько иные формы приобрели проявления горного давления в восточном дренажном штреке гор. 1180 м, закреплённом арочной стальной крепью АПЗ/13,8 с деревянной затяжкой (рис. 3), который был пройден по таким же породам, как и вентиляционный штрек. Поперечное сечение в свету за 12-летний срок службы выработки уменьшилось более чем вдвое с проектного значения $12,8 \text{ м}^2$ до $5,4 \text{ м}^2$, а требуемая величина подрывки составила 1,9...2,3 м.



Рисунок 2 Пучение пород почвы в вентиляционном штреке гор. 1180 м на участке подрывки

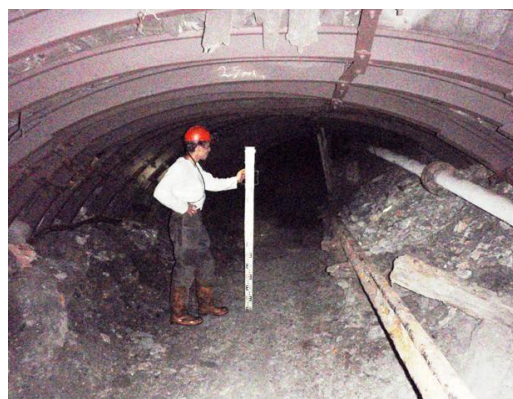


Рисунок 3 Деформация арочной крепи в восточном дренажном штреке гор. 1180 м

В среднем скорость смещения пород почвы оказалась равной 15...20 см/год.

Примерно такое же пучение наблюдалось и в наклонных выработках, что видно из рисунка 4, где показан грузовой уклон гор. 956 м в момент подрывки почвы.

В кровле грузового уклона залегает алевролит полосчатой текстуры, трещиноватый, малоустойчивый, с коэффициентом крепости по шкале Протоджяконова $f_{II}=4...6$, а в почве — алевролит комковатой текстуры, трещиноватый, склонный к пучению, с $f_{II}=3...5$.

В выработке установлена арочная крепь АПЗ/13,8 с железобетонной затяжкой. Требуемая величина подрывки почвы составляет 1,3...1,6 м, поперечное сечение в свету уменьшилось с 12,8 м² до 8,1 м².

Нередко при деформации арочной крепи приходилось прибегать к «дедовскому» способу повышения её устойчивости путём установки дополнительных промежуточных стоек под верхняк (рис. 5).

Такой способ является, по сути, аварийным, чтобы не допустить завала выработки, и в то же время малоэффективным, поскольку всегда нарушаются нормы соблюдения требуемых правилами безопасности зазоров. К тому же сочетание деформированных верхняков с жёсткими стойками технически мало оправдано. В частности, такой тип усиления крепи способствует вероятности поломки железобетонной затяжки и падения её в выработку. Это видно из рисунка 6, где показана вторая сторона того же штрека с почти полностью поломанными верхняками и стойками арочной крепи и выдавленной в выработку затяжкой.

Следует обратить внимание, что разрушению верхняков и стоек арки в немалой степени способствовала неудовлетворительная работа податливых узлов крепи, скобы которых, по всей видимости, были излишне затянуты при установке крепи. Как видим, любые, даже незаметные, отклонения от технологических регламентов могут заметно повлиять на работоспособность крепи.



Рисунок 4 Ремонтные работы и подрывка почвы в грузовом уклоне гор. 956 м



Рисунок 5 Повышение устойчивости арочной крепи установкой стоек в восточном полевом вентиляционном штреке гор. 714 м



Рисунок 6 Деформации верхняков, стоек и затяжки арочной крепи в том же вентиляционном штреке

Не лучшее состояние крепи и в западном полевом вентиляционном штреке, что видно из рисунка 7.

Как видно, выработка нуждается для приведения её в безопасное состояние и последующей эксплуатации в немедленном перекреплении, что потребует значительных затрат труда и материальных средств. Обращает на себя внимание то, что здесь стойки усиления устанавливали не только под деформированные верхняки, но и непосредственно под разрушенные породы кровли, что заметно снижало эффективность усиления.

Несмотря на то, что на приведённых рисунках показаны характерные случаи пучения почвы и деформации арочной крепи, имеется также немало выработок, где можно признать состояние удовлетворительным. Поэтому представляется вполне оправданным провести шахтные визуальные и инструментальные наблюдения, чтобы установить соотношение между различными эксплуатационными состояниями горных выработок.

Опыт эксплуатации крепи и многочисленные длительные шахтные наблюдения показали, что рама крепи не разрушается внезапно (при условии надёжности замковых соединений) [5]. Даже при возникновении на отдельных участках «пластических шарниров» крепь может сохранять работоспособное состояние, а иногда и увеличить свою несущую способность. Это зависит в основном от условий взаимодействия крепи и массива горных пород: размеры закрепного пространства, наличие и качество забутовки, типа и распределения действующей нагрузки и т. д. Состояние крепи после достижения в одном из её опасных сечений предельных момента и продольной силы считают недопустимым.

В горной промышленности до настоящего времени крепи горных выработок в большинстве случаев проектируют без какого-либо прочностного расчёта. Принятые ранее за образец и далеко не всегда обоснованные решения по выбору конструкций крепи и способов охраны выработок механически

переносят из одних горнотехнических условий на другие (так называемый эмпирический метод инженерных аналогий).

В результате возникают ошибки проектирования параметров крепи горной выработки I или II рода [5]. В первом случае ошибка появляется в результате недооценки интенсивности проявлений горного давления — смещений пород внутрь выработки и давления их на установленную в ней крепь. Такого рода ошибки приводят к повреждению и разрушению крепи, что требует дорогостоящих ремонтов и перекреплений [5].

В случае появления ошибок проектирования II рода происходит завышенная оценка вредного влияния проявлений горного давления, что ведёт к излишней установке крепи, неоправданному перерасходу материалов и трудовых ресурсов. Выработки обычно полностью сохраняют устойчивость, нередко крепь даже не вступает во взаимодействие с массивом. Ошибки проектирования II рода наблюдаются в среднем на 20–40 % от общей протяжённости выработок. Отсюда следует, что в среднем по отрасли относительная протяжённость подготовительных выработок, для которых можно считать относительно правильно принятыми инженерные решения по выбору типа и параметров крепи, не превышает примерно 35...45 % от общей протяжённости горных выработок.



Рисунок 7 Деформации верхняков, стоек и затяжки арочной крепи в западном полевом вентиляционном штреке гор. 714 м

По мере увеличения глубины разработки проектных ошибок II рода становится всё больше за счёт уменьшения удельного объёма правильно принятых проектных решений. Это объясняется ухудшением горно-геологических условий поддержания подготовительных горных выработок и сравнительно невысоким уровнем изученности особенностей проявлений горного давления на больших глубинах разработки. Это приводит к возрастанию объёмов дорогостоящих ремонтов и перекреплений подготовительных выработок [7].

Таким образом, можно заключить, что проблема крепления и поддержания под-

готовительных горных выработок на ш. «Самсоновская-Западная» далека от своего оптимального решения. На шахте можно наблюдать подготовительные выработки, которые были закреплены с недооценкой интенсивности проявлений горного давления (инженерная ошибка I рода) либо с «запасом» устойчивости (ошибки проектирования II рода). Поэтому исследования, направленные на повышение устойчивости подготовительных выработок во многом сохраняют свою актуальность и позволяют получить значительный экономический эффект.

Библиографический список

1. Протодьяконов, М. М. Давление горных пород и рудничное крепление [Текст]. Часть I / М. М. Протодьяконов. — [2 изд.]. — М.-Л. : Госнаучтехиздат, 1931. — 104 с.
3. Слесарев, В. Д. Механика горных пород и рудничное крепление [Текст] / В. Д. Слесарев. — М. : Углетехиздат, 1948. — 303 с.
4. Tajduś, A. Geomechanika w budownictwie podziemnym. Projectowanie i budowa tuneli [Text] / Antoni Tajduś, Marek Gala, Krzysztof Tajduś. — Krakow : Akademia AGH, 2012. — 762 s.
5. Литвинский, Г. Г. Стальная крепь горных выработок [Текст] / Г. Г. Литвинский. — К. : Техника, 1999. — 216 с.
6. Вопросы теории горного давления [Текст] : сб. науч. переводов / под ред. А. А. Борисова. — М. : Госгортехиздат, 1961. — 229 с.
7. Литвинский, Г. Г. Горное давление на малых и больших глубинах разработки [Текст] / Г. Г. Литвинский // Сб. науч. трудов ДонГТУ. — Алчевск : ДонГТУ, 2012. — № 37. — С. 5–19.

© Кладко В. И.

Рекомендована к печати д.т.н., проф., зав. кафедрой СГ ДонГТУ Литвинским Г. Г., к.т.н, доц. каф. РМПИ ДонГТУ Мележиком А. И.

Статья поступила в редакцию 28.02.20.

Кладко В. І. (ш/у «Самсонівська-Західна», м. Краснодон, ЛНР)

АНАЛІЗ УМОВ СПОРУДЖЕННЯ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК НА ШАХТІ «САМСОНІВСЬКА-ЗАХІДНА»

Дано короткі відомості про основні технічні показники діючої шахти «Самсонівська-Західна». Описано гірничо-геологічні умови, характеристику вугільних пластів і вміщуючих порід, схему розкриття, порядок відпрацювання, систему розробки, підготовчі роботи. Розглянуто умови проведення та кріплення підготовчих гірничих виробок. Дано характеристику проявів гірського тиску в підготовчих виробках різних горизонтів.

Ключові слова: шахта «Самсонівська-Західна», технічні показники, умови розробки, підготовча гірнична виробка, гірничий тиск, стійкість, здимання порід, деформації кріплення.

Kladko V. I. (*“Samsonovskaya-Zapadnaya” mine, Krasnodon, LPR*)

**ANALYSIS OF CONDITIONS FOR THE CONSTRUCTION OF MINE WORKING AT THE
“SAMSONOVSKAYA-ZAPADNAYA” MINE**

Brief information is given about the main technical indicators of the operating “Samsonovskaya-Zapadnaya” mine. Geological conditions, characteristics of coal seams and enclosing rocks, opening scheme, sequence of mining, method of mining, first mining are described. The conditions for carrying out and attachment the development working are considered. A characteristic of rock pressure manifestations in the development working of different horizons is given.

Key words: *“Samsonovskaya-Zapadnaya” mine, technical indicators, development conditions, development working, rock pressure, rigidity, rock heaving, support deformations.*