

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ ПОД НАКЛОННЫЕ СТВОЛЫ

Петрова И. С., студент гр. ГМс-131, V курс

Научный руководитель: Рогова Т. Б., д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Вскрытие пластов в шахтном поле в большинстве случаев осуществляется наклонными шахтными стволами, которые могут быть проведены непосредственно по пласту или по породе с пересечением одного или свиты согласно или несогласно падающих пластов (рис. 1).

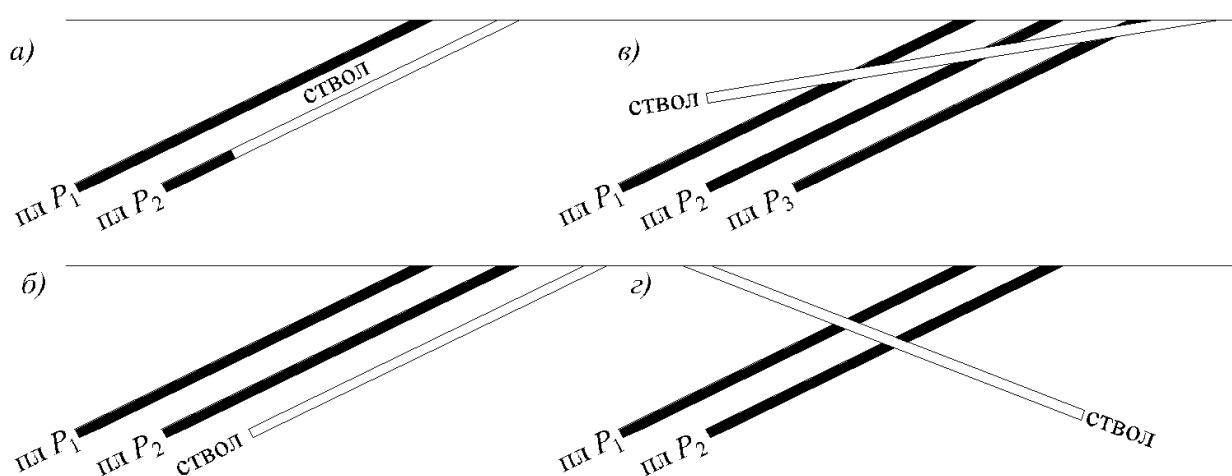


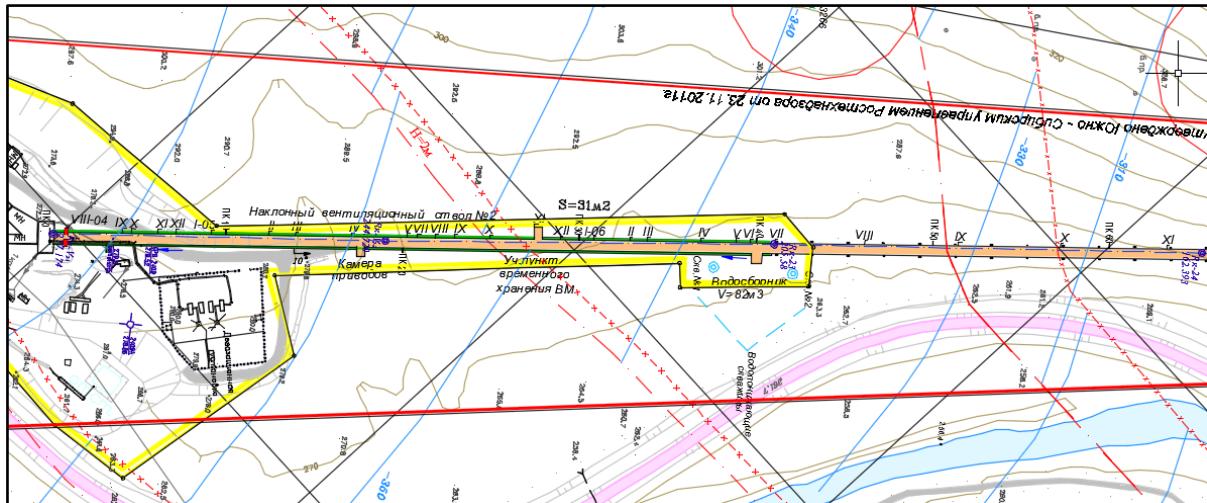
Рис. 1. Расположение наклонных стволов относительно шахтного поля: *а* – вдоль линии падения по пласту; *б* – вдоль линии падения по вмещающим породам; *в* – под углом к линии падения пласта; *г* – вкрест линии падения пласта из «висячего» бока свиты

Согласно Правилам охраны [1] наклонный шахтный ствол и надшахтное здание охраняются в соответствии с установленными для каждого из этих объектов нормами. Границы охраняемой площади определяются отдельно для наклонного ствола и для охраняемых зданий. Наклонные шахтные стволы охраняются предохранительными целиками, построенными от границ охраняемой площади по углам сдвижения способами вертикальных разрезов, перпендикуляров или проекций с числовыми отметками.

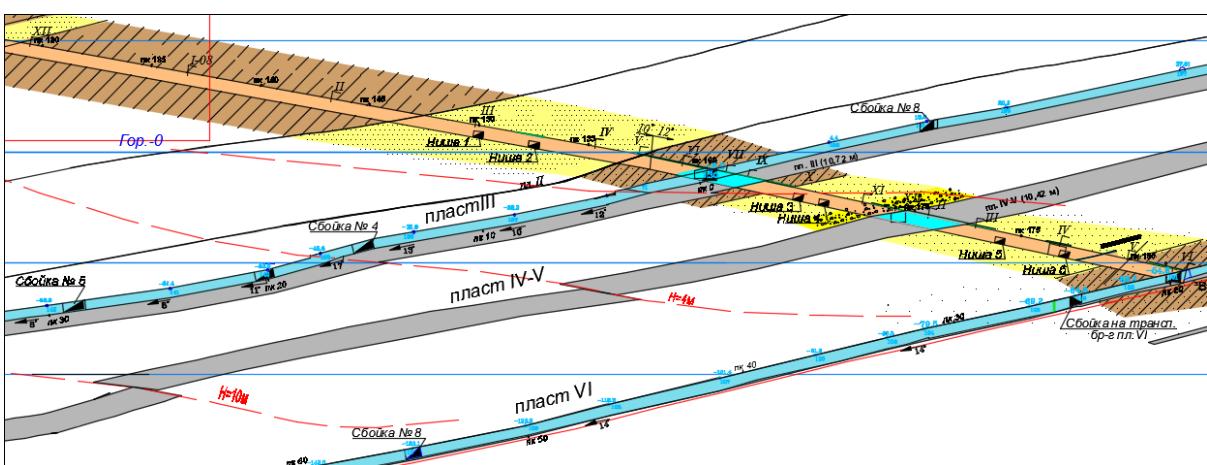
В учебной маркшейдерской литературе и Правилах охраны [1], как отмечает П.А. Марченко [3], обычно приводятся примеры и методика построения предохранительного целика по нижнему параллельному пласту под наклонный ствол, проведенный по верхнему пласту строго по падению (рис. 1, *а*).

Следовательно, в других ситуациях при построении предохранительных целиков под наклонные стволы возможность опираться на уже известные примеры и нормативную литературу отсутствует.

Рассмотрим особенности построения предохранительных целиков под наклонный ствол на примере вентиляционного ствола № 2 шахты «Распадская-Коксовая» (рис. 2), пройденного по породе над свитой из трех рабочих пластов (III, IV-V, VI).



a



б

Рис. 2. Наклонный вентиляционный ствол:
а – в плане; *б* – на вертикальном разрезе по оси ствола № 2

Общая длина ствола 1820 м, максимальная глубина заложения – 220 м, сечение в свету – 30,4 м², форма сечения – сводчатая, крепь – сталеполимерные анкера. Крепление устья ствола (400 м) – бетонное. Угол наклона ствола на протяжении 1550 м составляет 10°, далее – 12°.

Согласно [1] любой наклонный шахтный ствол охраняется предохранительным целиком до безопасной глубины разработки, откладываемой по вертикали от почвы наклонного ствола.

Безопасная глубина определяется по формуле:

$$H_6 = k_6 m, \quad (1)$$

где k_6 – коэффициент безопасности, который выбирается по типу крепи ствола для угольного бассейна [1]; m – вынимаемая мощность пласта, для которого строится предохранительный целик.

При этом в Указаниях [2] регламентируется безопасная глубина надработки и подработки (аналог безопасной глубины) выработки с учетом глубины ее расположения и расчетного сопротивления пород на сжатие R_c .

Согласно расчетам, максимальная безопасная глубина разработки под пластом Шпри вынимаемой мощности пласта 4,0 м должна составить для участка с бетонной крепью ($k_6 = 350$) – 1400 м, а с металлической ($k_6 = 200$) – 800 м.

Безопасная глубина подработки для этих же условий: для участка с бетонной крепью – $150m$ или 600 м; с металлической при глубине расположения выработки не более 220 м и $R_c = 80$ МПа – $61 \times 1,6 = 98$ м.

Максимальная глубина залегания верхнего пласта под стволовом составляет 540 м. Руководствуясь [1], ствол на всем протяжении следует охранять предохранительным целиком, в то время как согласно [2] – целик можно ограничить безопасной глубиной 98 м.

Важным элементом охраны наклонного ствола, как и любого другого объекта, – это построение охраняемой площади. В охраняемую площадь для наклонных стволов включают сам наклонный ствол, околостволовые (опорные) целики и берму шириной 10 м, откладываемую от устья вдоль оси ствола. Размеры опорных целиков для наклонных стволов, пройденных по пустым породам, не регламентируются.

Размеры опорных целиков могут быть определены расчетом, в котором учитывается нагрузка вышележащих пород и прочность массива.

Для наклонных шахтных стволов ширину опорного целика L_0 принимают по Указаниям [2] с учетом прочности пород на сжатие R_c и глубины заложения ствола. Расчетное сопротивление пород сжатию по длине выработки определяют исходя из разделения его на отдельные участки, условия выделения которых приведены в Указаниях [4].

По расчетным значениям сопротивления пород массива R_{c_i} усредненное значение расчетного сопротивления для участка наклонного ствола, определяют по формуле

$$R_C = \frac{[R_{c_i} m_i]}{[m_i]}, \quad (2)$$

где m_i – мощность i -го слоя.

При несогласном падении слоев и ствола, в местах, где один тип пород сменяется другим (рис. 3), R_c необходимо принимать по наименьшему значению, что значительно увеличивает границы охраняемой площади.

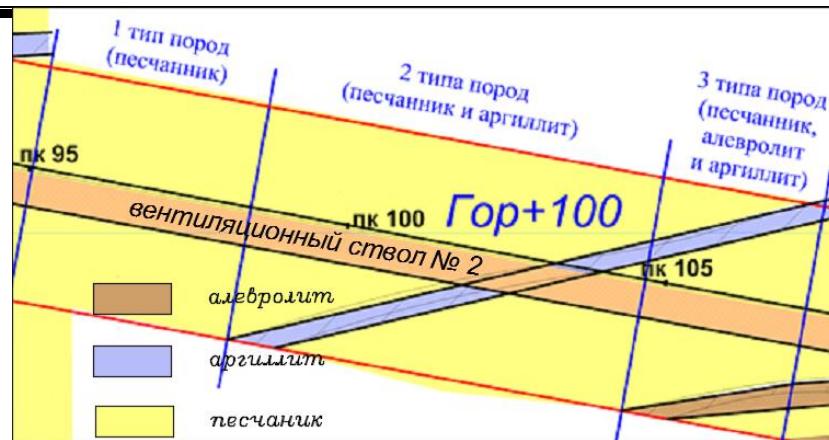


Рис. 3. Схема разделения ствола на однородные участки при вычислении R_c

Для определения размера опорного целика выделенных участков можно воспользоваться обобщающей таблицей (табл. 1).

Таблица 1
Ширина опорного целика в зависимости от глубины и типа породы

Породы	R_c , МПа	Глубина, м			
		До 200	300	400	500
Песчаник	95	30	35	40	45
Алевролит	83	30	35	40	45
Аргиллит	57	35	40	45	50
Уголь	4,5	70	85	100	110
Конгломерат	131	30	35	40	45

Окончательный размер опорного целика принят по максимальному усредненному значению ($R_c = 80$ МПа) равным 35 м.

Как видно из рис. 2, *a* ствол расположен диагонально к простиранию пласта III и в целом к свите пластов, поэтому было принято решение строить границы целика способом перпендикуляров. Способ вертикальных разрезов использовался для контроля вычислений и построений, при этом разрезы строились перпендикулярно границам охраняемой площади, т.е. в диагональных направлениях.

Поскольку горные работы будут вестись не по одному, а по трем пластам свиты, расчет углов сдвижения будет выполняться по второму варианту построения предохранительных целиков [1].

Для построения целиков в свите пластов значения углов сдвижения β_c , γ_c , δ_c от влияния выработок в пластах группы определяются по формулам (3), в которых значения поправок Δ принимают равными: 0° – для первого пласта; $+3^\circ$ для второго пласта; $+5^\circ$ – для нижнего пласта:

$$\delta_c = (\delta - 5) + \Delta\delta_c, \quad \beta_c = (\beta - 5) + \Delta\beta_c, \quad \gamma_c = (\gamma - 5) + \Delta\gamma_c, \quad (3)$$

где γ , δ , β – значения углов сдвижения при отработке одиночного пласта.

Длины перпендикуляров q – в сторону восстания пласта и l – в сторону падения определяют по формулам:

$$q = \frac{H \operatorname{ctg} \beta'}{1 + \operatorname{tg} \alpha \cos \theta \operatorname{ctg} \beta'}; \quad l = \frac{H \operatorname{ctg} \gamma'}{1 - \operatorname{tg} \alpha \cos \theta \operatorname{ctg} \gamma'}, \quad (4)$$

где H – расстояние по вертикали между пластом и почвой ствола; θ – острый угол между границей охраняемой площади и простиранием пласта; α – угол падения пласта; β' , γ' – углы сдвигаения в диагональном направлении

$$\operatorname{ctg} \beta' = \sqrt{\operatorname{ctg}^2 \beta \operatorname{ctg}^2 \theta + \operatorname{ctg}^2 \delta \operatorname{ctg}^2 \theta}; \quad \operatorname{ctg} \gamma' = \sqrt{\operatorname{ctg}^2 \gamma \operatorname{ctg}^2 \theta + \operatorname{ctg}^2 \delta \operatorname{ctg}^2 \theta}. \quad (5)$$

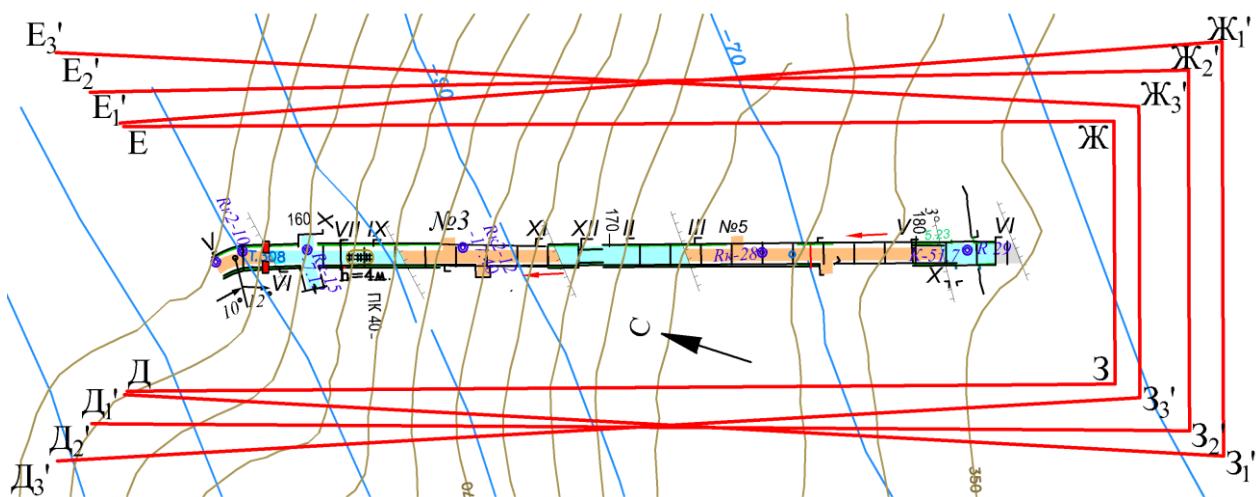


Рис. 4. Фрагмент положения предохранительных целиков под наклонным стволовом: ДЕЖ – границы охраняемой площади; границы целика: $D_1'E_1'Z_1'J_1'$ – по пласту III, $D_2'E_2'Z_2'J_2'$ – по пласту IV-V, $D_3'E_3'Z_3'J_3'$ – по пласту V

При этом положение границ предохранительных целиков корректируются в отдельных пластах таким образом, чтобы выработки у целиков в нежеллежащих пластах не подрабатывали целики в вышележащих пластах.

Как видно из рассмотренного примера, во многих случаях параметры построения предохранительных целиков под наклонные стволы принимаются не оптимальными, а максимально возможными. Это ведет к неоправданному завышению потерь в целиках, а, следовательно, к нерациональному использованию недр.

Список литературы

1. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. – СПб, 1998. – 291 с.
 2. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. – Л.: ВНИМИ, 1986.

3. Марченко П. А. Маркшейдерские работы при сдвижении и охране природы. / П. А. Марченко. – Кемерово: КузГТУ, 2001. – 39 с.