

УДК 622.25 (06)

М.А. Голодов, А.А. Богомазов

ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ СТВОЛА ПРИ ЕГО ПОДРАБОТКЕ

Сформированы условия безопасной подработки шахтных стволов при отработке участков околоствольных целиков. Получены графики, позволяющие оценить деформационное состояние подрабатываемых стволов в широком диапазоне горно-геологических и горнотехнических факторов.

Ключевые слова: ствол, деформация, кривизна, наклон, уголь, участок искривления, шахта, сдвиги, подработка, массив, оседание.

В целях повышения экономической эффективности угольной промышленности России целесообразно использование технологий отработки околоствольных целиков (как частного случая отработки ограниченных запасов неправильной формы). Максимальная эффективность при отработке околоствольных целиков может быть достигнута только в том случае, когда обеспечивается безаварийная эксплуатация шахтных стволов. Однако ведение очистных работ, даже при выемке весьма тонких и тонких пластов (мощность менее 1,2 м), всегда сопровождается деформациями и разрушениями вмещающих массивов, особенно пород кровли, что приводит к образованию мульды сдвига и, как следствие, деформации подрабатываемого ствола.

Оценку деформационного состояния подрабатываемого вертикального ствола рассмотрим для условий Российского Донбасса. В процессе подработки вертикальных стволов шахт при отработке околоствольных целиков возможны три геотехнологические ситуации, при которых стволы могут находиться, по отношению к принимаемым участкам отработки, в разных условиях деформирования вмещающих массивов:

1) участок искривления ствола подвержен только деформациям пород, которые вызваны их полными сдвигами;

2) участок искривления ствола подвержен деформациям пород, которые вызваны как полными, так и не полными деформациями массива;

3) участок искривления ствола подвержен только деформациям пород, которые вызваны неполной подработкой массива, при котором отсутствует полная подработка – промежуточный горизонт полной подработки находится ниже зоны влияния мульды сдвига на стволы [2].

Анализ условий подработки, проведенный применительно к диапазону глубин 350—800 м и интервалу угла падения пласта 0-25°, показал, что подработка стволов может происходить только при двух условиях: при условии неполной подработки и при условии как полной, так и неполной подработки (одновременно) [1].

В качестве примера примем отработку участка околоствольного целика со стороны восстания от стволов и для околоствольного двора с конвейерным транспортированием и кругового околоствольного двора с параллельным расположением ветвей. Исследования проведем для

стволов с отметкой по глубине (до пересечения с пластом) 500 и 650 м при варьировании угла падения пласта 0, 5, 10, 15, 20 и 25°. Определим исходные параметры, характеризующие геомеханические ситуации подработки шахтных стволов, которые сведем в таблице.

Из таблицы видно, что в первой ситуации ствол всегда находится в условиях неполной подработки; во второй – при углах падения 15, 20 и 25° ствол находится как в условиях полной, так и неполной подработки. Другими словами, при угле падения пласта 15° ствол находится в условиях полной подработки в диапазоне глубин от –456,090 до –438,352 м, при $\alpha = 20^\circ$ — в диапазоне от –478,466 до –383,254 м, а при $\alpha = 25^\circ$ — в диапазоне от –495,473 до –327,772 м. В границах данных диапазонов расчет сдвижений и деформаций ствола на участке искривления производится при коэффициенте подработанности, максимальном по величине и равном 1. Выше верхней отметки этих диапазонов искривление ствола рассчитывается исходя из реального коэффициента подработанности, равного отношению максимального размера участка отработки целика со стороны восстания к средней глубине разработки.

На рис. 1 и 2 приведены изменения вертикальных оседаний, деформаций сжатия, горизонтальных сдвижений, наклонов и кривизны по длине ствола на участке искривления.

Графики в полной мере отражают большую интенсивность изменения показателей деформаций с ростом вертикальных оседаний и горизонтальных сдвижений (см. рис. 1, а, в и 2, а, в) при увеличении угла падения пласта, вызывающего и возрастание длины участка искривления. Более

интенсивными являются изменения сдвижений и деформаций в пределах участка искривления до горизонта полной подработки, вызывая соответствующий рост сдвижений и деформаций на остальной части ствола.

Относительные деформации на участке искривления ствола при его подработке со стороны восстания (околоствольный двор – круговой с параллельным расположением ветвей, глубина ствола – 650 м): в – горизонтальные сдвижения; г – наклоны; д – кривизна.

Необходимо отметить, что все графики получены в относительных единицах – без учета мощности и коэффициентов перегрузки для соответствующих деформаций. Такая интерпретация результатов расчета обеспечивает возможность сравнительного анализа расчетных значений с предельно допустимыми, в основе которого лежат следующие неравенства, полученные при использовании выражений (1):

$$\varepsilon_{j,p} \leq \frac{\varepsilon_{j,доп}}{n_{\varepsilon} m}; i_{j,p} \leq \frac{i_{j,доп}}{n_i m}; K_{j,p} \leq \frac{K_{j,доп}}{n_K m}, \quad (1)$$

где $\varepsilon_{j,p}$ — относительные деформации сжатия-растяжения, $i_{j,p}$ — средний уклон и $K_{j,p}$ — максимальная кривизна на j м участке по длине ствола.

Выполнение данных условий говорит о безопасной подработке шахтных стволов при отработке участков околоствольных целиков на полную мощность t . Штриховые линии, полученные из отношений $\frac{i_{j,доп}}{n_i m}$ (см. рис.

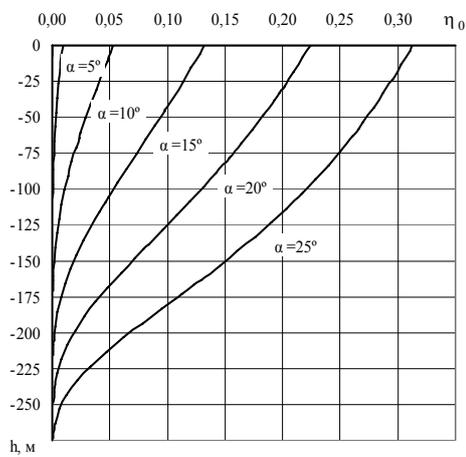
1, г и рис. 2, л) и $\frac{K_{j,доп}}{n_K m}$ (см. рис. 2, д),

характеризуют предельно возможные наклоны и кривизну при отработке пластов на полную мощность (варианты

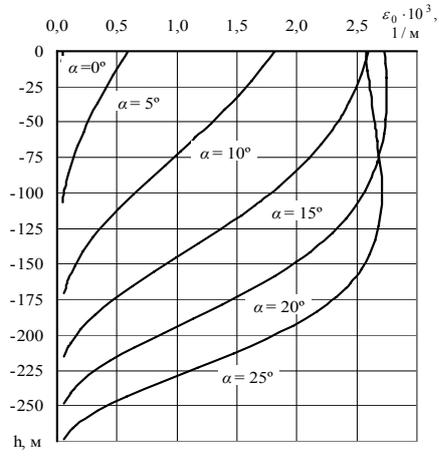
Таблица 1

**Параметры для расчета сдвижений и деформаций
подрабатываемого ствола**

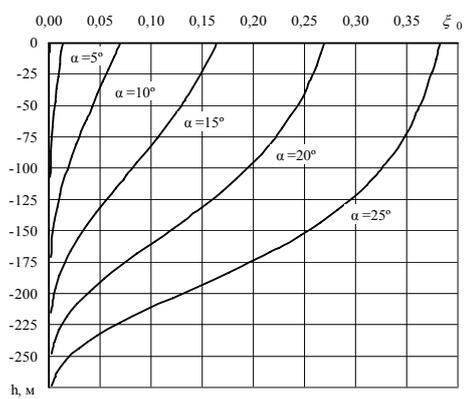
Тип двора, глубина ствола, м	Угол падения пласта, град	Размер участка отработки целика, м	Средняя глубина разра- ботки, м		Длина полумульды, м		Длина участка искривления ствола, м		
			до гори- зонта пол- ной подра- ботки	до поверх- ности	на горизонте полной подработки	на поверх- ности	полная подработка	неполная подработка	общая
С конвейер- ным транс- портом, 500 м	0	1,975	-	500,000	-	134,962	-	7,369	7,369
	5	35,767	-	486,937	-	151,968	-	106,598	106,598
	10	68,504	-	471,131	-	170,027	-	170,830	170,830
	15	100,066	-	452,886	-	189,420	-	215,599	215,599
	20	130,339	-	432,564	-	210,507	-	248,417	248,417
	25	159,212	-	410,571	-	233,754	-	273,361	273,361
Круговой с парал. вет- вями, 650 м	0	84,167	-	650,000	-	216,250	-	314,115	314,115
	5	128,098	-	636,574	-	240,404	-	381,772	381,772
	10	170,656	-	619,555	-	266,234	-	425,566	425,566
	15	211,686	160,960	599,312	164,527	294,172	17,738	438,352	456,090
	20	251,041	193,034	576,288	205,008	324,766	95,212	383,254	478,466
	25	288,576	233,213	550,986	249,104	358,729	167,701	327,772	495,473



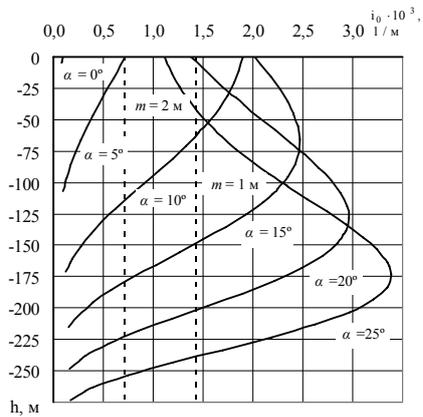
а



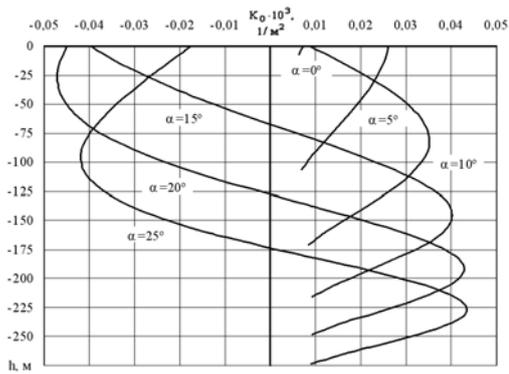
б



в



г



д

Рис. 1. Относительные деформации на участке искривления ствола при его подработке со стороны восстания (околоствольный двор - для конвейерного транспортирования, глубина ствола - 500 м): а - оседания; б - сжатие-растяжение; в - горизонтальные сдвигения; г - наклоны; д - кривизна

1,0 и 2,0 м). Из рисунков видно, что расчетные значения наклонов (в большей степени) и кривизны во многих

ситуациях превышают допустимые величины даже при отработке пластов мощностью 1,0 м.

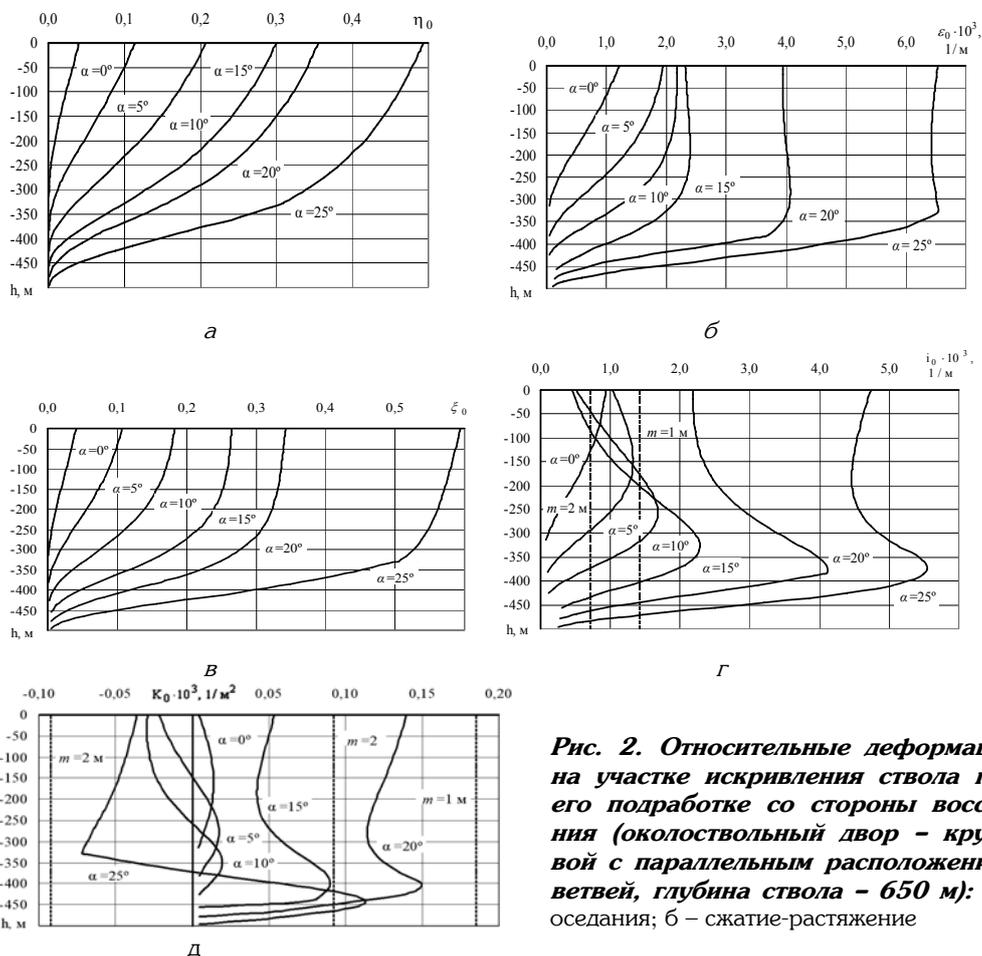


Рис. 2. Относительные деформации на участке искривления ствола при его подработке со стороны восстания (околоствольный двор – круговой с параллельным расположением ветвей, глубина ствола – 650 м): а – оседания; б – сжатие-растяжение

Таким образом, получаемые графики позволяют оценить деформационное состояние подрабатываемых стволов в широком диапазоне горно-геологических и горнотехни-

ческих факторов, обеспечивая геомеханическое обоснование технологических решений по безопасной и эффективной отработке околоствольных целиков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Страданченко С.Г., Сарычев В.И., Савин И.И. Технологии отработки околоствольных целиков. – Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев. – Кавк. регион», 2004. – 128 с.
2. Корнилов В.Н. Опыт выемки околоствольных целиков// Труды Свердловского горного института. Вопросы геологии и горного дела. Вып. XXXIII — Свердловск, 1959. — С. 152—170. **ГИАС**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Голодов Максим Александрович — кандидат технических наук, доцент, sbog@rambler.ru, Богомазов Александр Александрович – кандидат технических наук, доцент, Шахтинский институт (филиал) Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института).