

Аналіз кривих повзучості при одноосному стиску показав, що за якісними даними при різних значеннях часу вони подібні і відрізняються лише за кількісними показниками.

Експериментальні дослідження на повзучість дозволяють встановити функціональний зв'язок між напруженням, деформацією та їх похідними у часі.

Список літератури

1. Бленд Д. Теория линейной вязко упругости. – М.: Мир, 1965. – 199 с.
2. Арутюнян Н.Х. Ползучесть стареющих материалов. Ползучесть бетона. – В сб.: Механика в СССР за 50 лет. Т. 3. – М.: Наука, 1972. – с. 155-202.
3. Колтунов М.А. Ползучесть и релаксация. – М.: Высшая школа, 1976. – 277 с.
4. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций. – М.: Наука, 1966. – 752 с.
5. Самедов А.М. Деформирование и разрушение конструкций при термосиловых воздействиях. – М.: Стройиздат, 1989. – 432 с.
6. Ержанов Ж.С. Теория ползучести горных пород и ее приложения, Изд-во «Наука», Алма-Ата, 1964. – 175 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Сдвіжковою О.А.
Надійшла до редакції 16.04.10*

УДК 622.272:624.191.5

© С.А.Харин

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ «БУРЕНИЕ» И «ПОГРУЗКА» НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ СТВОЛОВ

В статье рассмотрено совместное влияние производительности бурового и погрузочного оборудования на скорость проходки вертикальных стволов шахт. В ходе исследования установлены соответствующие зависимости, охватывающие широкий диапазон условий.

В статті розглянутий сукупний вплив продуктивності бурового та навантажувального обладнання на швидкість проходження вертикальних стволів шахт. Під час дослідження встановлені відповідні залежності, що охоплюють широкий діапазон умов.

The article reviewed the combined effect of the performance of drilling and loading equipment at the rate of vertical mine shafts. The study established the variation, covering a wide range of conditions.

Введение. При сооружении шахтных стволов в структуре затрат времени проходческого цикла доминирующими являются такие технологические операции как бурение шпуров и погрузка породы. В этой связи актуальным, как представляется, может быть исследование зависимости скорости проходки стволов от совместного влияния производительности бурового и погрузочного оборудования.

Рассмотрим зависимость скорости проведения стволов от указанных параметров при фиксированном времени проходческого цикла, при следующих условиях: проходка осуществляется обычным способом с применением буровзрывных работ по совмещенной схеме. Стволы закреплены монолитным бетоном.

Целью настоящей работы является изложение результатов исследования совокупного влияния двух технологических параметров – «бурение» и «погрузка отбитой породы» на скорость сооружения вертикального ствола шахты.

Изложение основного материала. Для ствола диаметром в проходке $\varnothing=6$, при площади поперечного сечения $S=28,3 \text{ м}^2$, проходимого в породах с коэффициентом крепости по шкале проф. М.М. Протодяконова $f=12$ и эксплуатационной производительности бурового (обозначим ее B) оборудования $6 \text{ м}^3/\text{ч}$ и эксплуатационной производительности погрузочного (P) оборудования $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ (рис. 1, а) имеет место скорость проходки горной выработки $11,79 \text{ м}/\text{мес}$. Переход к большей производительности средств бурения, при неизменных прочих условиях, увеличивает темпы проходки выработки. Так, например, при эксплуатационной производительности $8 \text{ м}^3/\text{ч}$ скорость проходки выработки возрастает до $13,02 \text{ м}/\text{мес}$., при эксплуатационной производительности $12 \text{ м}^3/\text{ч}$ скорость увеличится до $14,43 \text{ м}/\text{мес}$. Высокие уровни производительности бурового оборудования при принятом нами низком значении производительности погрузки способствуют достижению лишь несколько больших темпов проходки. Так, при $B = 30 \text{ м}^3/\text{ч}$ скорость возрастет только до $16,63 \text{ м}/\text{мес}$.

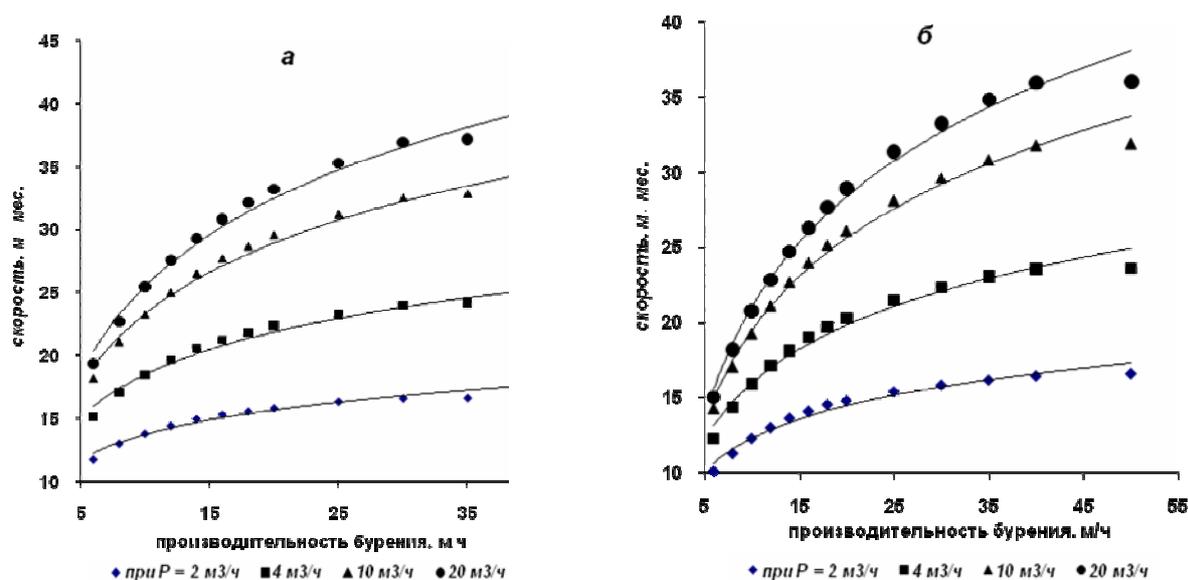


Рис. 1. Зависимость v от B для ств. $\varnothing=6 \text{ м}$: а- при $f=12$; б-при $f=18$

Характер зависимости v от B при $P=2 \text{ м}^3/\text{ч}$ для ствола $\varnothing=6 \text{ м}$ при $f=12$ с достоверностью аппроксимации $R^2=0,9709$ может быть описан логарифмической зависимостью (табл. 1).

$$v = 2,8071 \times \ln(B) + 7,2636.$$

Увеличим производительность погрузки породы последовательно до $P=4 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P=10 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P=20 \text{ м}^3/\text{ч}$ и рассмотрим, аналогично предыдущему, изменение скорости проходки ствола при разных значениях B . Сочетание увеличившейся производительности средств погрузки породы и достаточно больших зна-

чений производительности бурового оборудования позволяет наблюдать заметное возрастание скорости проведения ствола (рис. 1, а). Для таких случаев приведем зависимости скорости проходки ствола от B и P , отражающие достаточно сложный характер изменения v .

Таблица 1

Зависимости скорости проходки ствола от B и P

Диаметр ствола в проходке, м	Коэффициент крепости пород	P , м ³ /ч	Зависимость
6 м	$f=12$	2	$v = 2,8071\text{Ln}(B) + 7,2636$ при $R^2=0,9709$
		4	$v = 4,86\text{Ln}(B) + 7,2718$ при $R^2 = 0,9662$
		10	$v = 8,1336\text{Ln}(B) + 4,5414$ при $R^2 = 0,9783$
		20	$v = 10,1\text{Ln}(B) + 2,2021$ при $R^2 = 0,9854$
	$f=18$	2	$v = 3,1129\text{Ln}(B) + 5,1441$ при $R^2 = 0,9703$
		4	$v = 5,5676\text{Ln}(B) + 3,1485$ при $R^2 = 0,9775$
		10	$v = 8,8755\text{Ln}(B) - 0,9691$ при $R^2 = 0,987$
		20	$v = 10,64\text{Ln}(B) - 3,4796$ при $R^2 = 0,9887$
8 м	$f=12$	2	$v = 1,5945\text{Ln}(B) + 5,1695$ при $R^2 = 0,9758$
		4	$v = 3,2844\text{Ln}(B) + 4,8842$ при $R^2 = 0,9864$
		10	$v = 5,6831\text{Ln}(B) + 3,4431$ при $R^2 = 0,985$
		20	$v = 7,3428\text{Ln}(B) + 1,6464$ при $R^2 = 0,9886$
	$f=18$	2	$v = 1,9964\text{Ln}(B) + 3,4157$ при $R^2 = 0,9868$
		4	$v = 3,6024\text{Ln}(B) + 2,6121$ при $R^2 = 0,9798$
		10	$v = 5,8648\text{Ln}(B) + 0,453$ при $R^2 = 0,9773$
		20	$v = 7,3381\text{Ln}(B) - 1,4899$ при $R^2 = 0,9807$

Аналогичным образом рассмотрим зависимость v от B при разных P для данного ствола, но при увеличении f до 18 (рис. 1, б). В этом случае при указанных значениях B и P будут иметь место более низкие скорости проходки, а общий характер зависимости v от этих параметров может быть описан соответствующими выражениями (табл. 1).

Исследуем далее аналогичным образом влияние B и P на скорость проходки ствола $\varnothing=8$, имеющего площадь поперечного сечения $S=50,2 \text{ м}^2$. При $f=12$ и $f=18$ (рис. 2). В этом случае в целом будут повторяться тенденции, отмеченные нами ранее для ствола $\varnothing=6$ м, но при меньших уровнях v для данных значений B и P . Характер зависимости v от P для ствола $\varnothing=8$ м при $f=12$ и $f=18$ может быть описан соответственно выражениями (табл. 1).

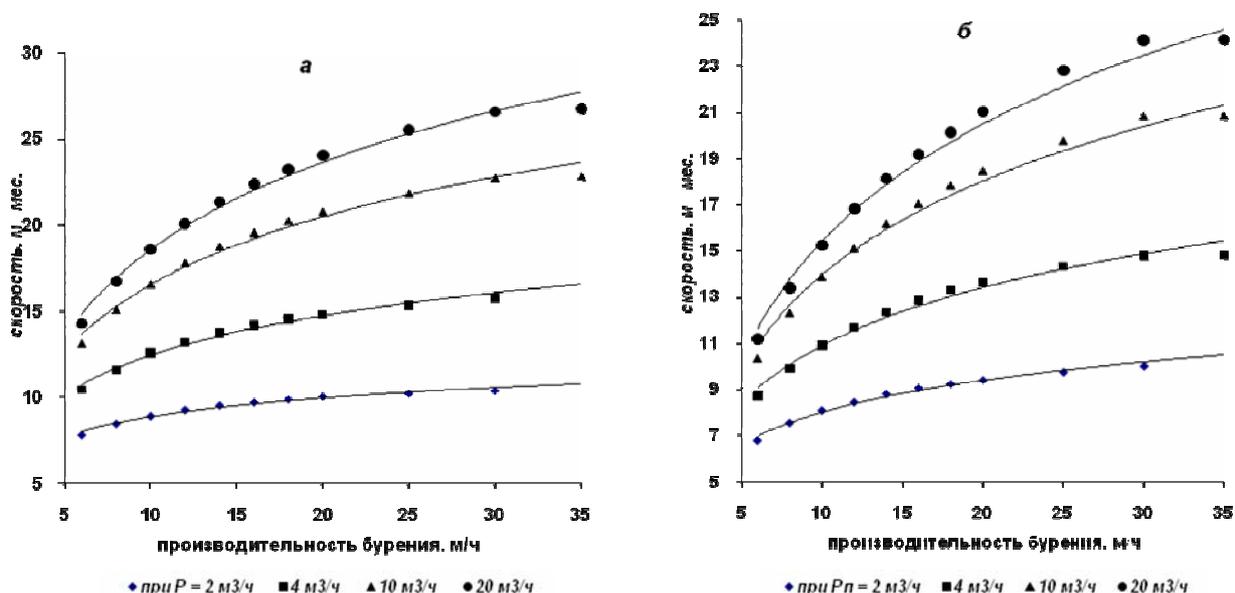


Рис. 2. Зависимость v от B для ств. $\varnothing=8$ м: а- при $f=12$; б-при $f=18$

Приведем в табл. 2 и 3 данные об отношении скорости проходки ствола к различным базовым ее значениям, условия образования которых оговариваются ниже. Обозначим отношение скорости проходки при данных (v_n) и базовых (v_0)

условиях как $W = \frac{V_n}{V_0}$. С учетом того, как сформировалось это отношение, обо-

значим его в виде W_i^j , где индекс i показывает производительность бурения (м/ч), а индекс j показывает производительность погрузки (м³/ч). Исследуем при $f=12$ степень изменения скорости проходки ствола $\varnothing=6$ м от совместного действия изменения производительности бурения и погрузки. Здесь следует рассмотреть по отдельности ряд случаев.

При постоянном значении производительности бурения, например, $B=6$ м/ч и переходе от базового значения к производительности погрузки $P=4$ м³/ч отношение скорости к базовому ее уровню (при $P=2$ м³/ч) составит $W_6^4=1,284$. При дальнейшем росте только производительности погрузки будет иметь место $W_6^{10}=1,537$ и $W_6^{20}=1,642$. При $B=12$ м/ч наблюдается возрастание

интенсивности изменения скорости в соответствующих случаях: $W_{12}^4=1,359$, $W_{12}^{10}=1,731$ и $W_{12}^{20}=1,908$. При $V=30$ м/ч отмечается наибольшая интенсивность изменения скорости проходки – $W_{30}^{20}=2,222$.

Таблица 2

Зависимость W_i^j от сочетания V и P для ств. $\varnothing=6$ м

		Производительность бурения, м/ч			
		6	12	18	30
при $f=12$					
$v_{\bar{6}}$ - в соответствующих случаях при $P=2$ м ³ /ч					
Производительность погрузки, м ³ /ч	2	1	1	1	1
	2	3	4	5	6
	4	1,284	1,359	1,401	1,439
	10	1,537	1,731	1,841	1,957
	20	1,642	1,908	2,061	2,222
$v_{\bar{6}}$ - в соответствующих случаях при $V=6$ м/ч					
Производительность погрузки, м ³ /ч	2	1	1,223	1,321	1,411
	4	1	1,295	1,441	1,581
	10	1	1,378	1,582	1,795
	20	1	1,422	1,659	1,909
$v_{\bar{6}}$ - для всех при $V=6$ м/ч и $P=2$ м ³ /ч					
Производительность погрузки, м ³ /ч	2	6	12	18	30
	4	1	-	-	-
	10	-	1,664	1,851	2,031
	20	-	2,119	2,433	2,762
при $f=18$					
$v_{\bar{6}}$ - в соответствующих случаях при $P=2$ м ³ /ч					
Производительность погрузки, м ³ /ч	2	1	1	1	1
	4	1,217	1,317	1,357	1,411
	10	1,409	1,622	1,733	1,872
	20	1,487	1,757	1,909	2,099
$v_{\bar{6}}$ - в соответствующих случаях при $V=6$ м/ч					
Производительность погрузки, м ³ /ч	2	1	1,286	1,434	1,565
	4	1	1,392	1,599	1,814
	10	1	1,481	1,765	2,079
	20	1	1,521	1,841	2,209
$v_{\bar{6}}$ - для всех при $V=6$ м/ч и $P=2$ м ³ /ч					
Производительность погрузки, м ³ /ч	2	1	-	-	-
	4	-	1,695	1,947	2,208
	10	-	2,086	2,487	2,931
	20	-	2,260	2,739	3,286

Таблица 3

Зависимость W_i^j от сочетания B и P для ств. $\varnothing=6$ м

		Производительность бурения, м/ч			
		6	12	18	30
при $f=12$					
v_6 - в соответствующих случаях при $P=2$ м ³ /ч					
Производительность погрузки, м ³ /ч	2	1	1	1	1
	4	1,337	1,428	1,472	1,517
	10	1,674	1,924	2,052	2,186
	20	1,821	2,170	2,356	2,560
v_6 - в соответствующих случаях при $B=6$ м/ч					
Производительность погрузки, м ³ /ч	2	1	1,180	1,259	1,325
	4	1	1,260	1,386	1,504
	10	1	1,356	1,543	1,731
	20	1	1,406	1,629	1,863
v_6 - для всех при $B=6$ м/ч и $P=2$ м ³ /ч					
Производительность погрузки, м ³ /ч	2	1	-	-	-
	4	-	1,685	1,854	2,011
	10	-	2,270	2,584	2,899
	20	-	2,561	2,967	3,394
при $f=18$					
v_6 - в соответствующих случаях при $P=2$ м ³ /ч					
Производительность погрузки, м ³ /ч	2	1	1	1	1
	4	1,284	1,384	1,438	1,473
	10	1,530	1,791	1,932	2,079
	20	1,648	1,989	2,180	2,403
v_6 - в соответствующих случаях при $B=6$ м/ч					
Производительность погрузки, м ³ /ч	2	1	1,246	1,3628319	1,479
	4	1	1,343	1,5258324	1,696
	10	1	1,458	1,7206166	2,009
	20	1	1,503	1,8023256	2,156
v_6 - для всех при $B=6$ м/ч и $P=2$ м ³ /ч					
Производительность погрузки, м ³ /ч	2	1	-	-	-
	4	-	1,725	1,960	2,179
	10	-	2,233	2,634	3,076
	20	-	2,479	2,971	3,556

При постоянных значениях P и увеличении B отношение скорости проходки ствола к базовому уровню растет и этот рост интенсивнее при больших параметрах P . При постоянных значениях B и увеличении P отношение скорости проходки ствола к базовому уровню растет и этот рост интенсивнее при больших параметрах P . При совместном увеличении B и P имеет место наиболее высокий рост скорости проходки.

При росте крепости пород и совместном увеличении B и P отношение ско-

рости к базовому уровню увеличивается: при $f=12$ – $W_{30}^{20}=2,762$, при $f=18$ – $W_{30}^{20}=3,286$. При увеличении диаметра ствола до 8 м подтверждаются ранее отмеченные тенденции, но при совместном увеличении B и P отношение скорости к базовому уровню будет относительно более значительным: при $f=12$ – $W_{30}^{20}=3,394$, при $f=18$ – $W_{30}^{20}=3,556$. Это отражает значимость обеспечения высокой производительности бурового и погрузочного оборудования, особенно в крепких породах и для стволов большого диаметра.

Рассмотрим теперь степень изменения скорости проходки (обозначим Δ) ствола $\varnothing=6$ м при переходе от $f=12$ к $f=18$ (рис. 3, а). При постоянном значении P и увеличении B соотношение скоростей при разных коэффициентах крепости пород будет снижаться, например, при $P=2\text{ м}^3/\text{ч}$ имеет место $\Delta=1,165$ при $B=6$ м/ч, но $\Delta=1,108$ при $B=12$ м/ч и $\Delta=1,049$ при $B=30$ м/ч.

Повысим производительность погрузки породы. Например, при $P=20\text{ м}^3/\text{ч}$ имеет место следующее: $\Delta=1,286$ при $B=6$ м/ч, но $\Delta=1,203$ при $B=12$ м/ч и $\Delta=1,111$ при $B=30$ м/ч. Очевидно, что при увеличившихся значениях P соотношение Δ , в соответствующих случаях, будет находиться на более высоком уровне.

Для ствола $\varnothing=8$ м (рис. 3, б) наблюдается аналогичная тенденция, но показатель Δ для тех же сочетаний параметров P и B в этом случае будет несколько меньшим.

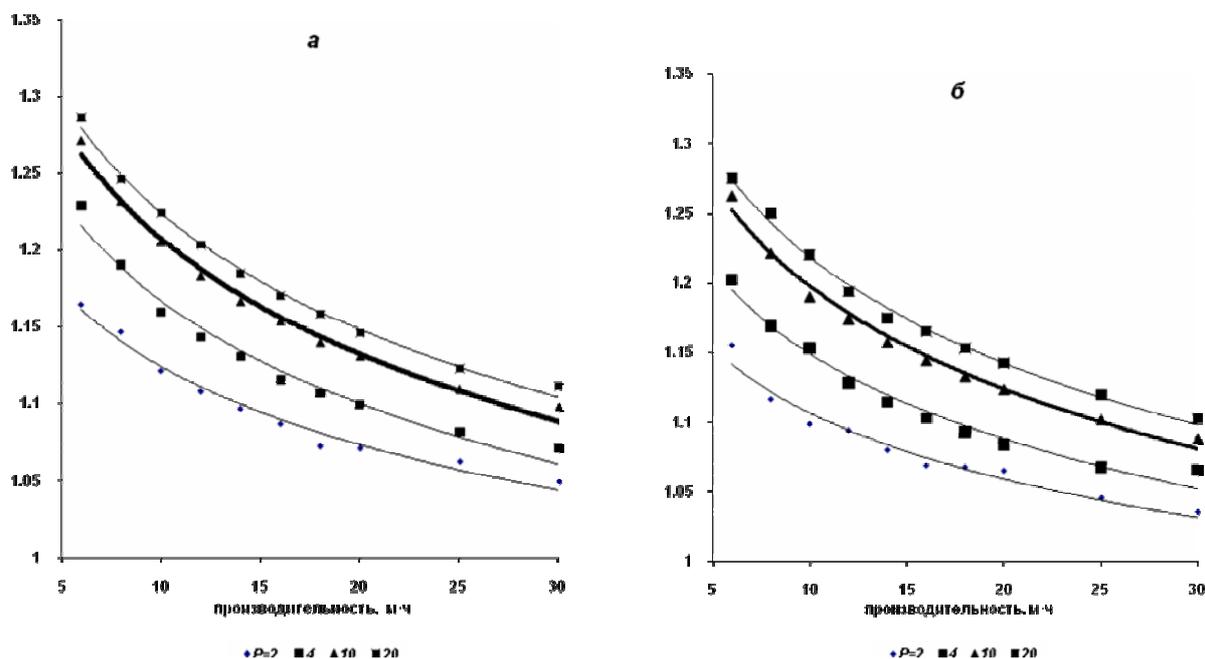


Рис. 3. Соотношение ν при $f=12$ и $f=18$: а-для ств. $\varnothing=6$ м; б-для ств. $\varnothing=8$ м

В общем виде соотношение скоростей проходки ствола при $f=12$ и $f=18$ может быть с удовлетворительной точностью описано следующими логарифмическими зависимостями (табл. 4)

Зависимости соотношения скоростей при $f=12$ и $f=18$

Диаметр ствола в проходке, м	$P, \text{ м}^3/\text{ч}$	Зависимость
6 м	2	$v = -0,0734\text{Ln}(B) + 1,2934$ при $R^2=0,9823$
	4	$v = -0,0968\text{Ln}(B) + 1,3901$ при $R^2 = 0,9807$
	10	$v = -0,1084\text{Ln}(B) + 1,4572$ при $R^2 = 0,9917$
	20	$v = -0,1095\text{Ln}(B) + 1,4764$ при $R^2 = 0,9957$
8 м	2	$v = -0,0686\text{Ln}(B) + 1,2647$ при $R^2 = 0,966$
	4	$v = -0,0886\text{Ln}(B) + 1,3534$ при $R^2 = 0,9797$
	10	$v = -0,1065\text{Ln}(B) + 1,443$ при $R^2 = 0,9891$
	20	$v = -0,1099\text{Ln}(B) + 1,4717$ при $R^2 = 0,9947$

Исследуем темп изменения скорости проходки стволов при каждом последующем значении B (в пределах $B=6-20$ м/ч с шагом 2 м/ч) в сочетании с различными уровнями P (рис. 4).

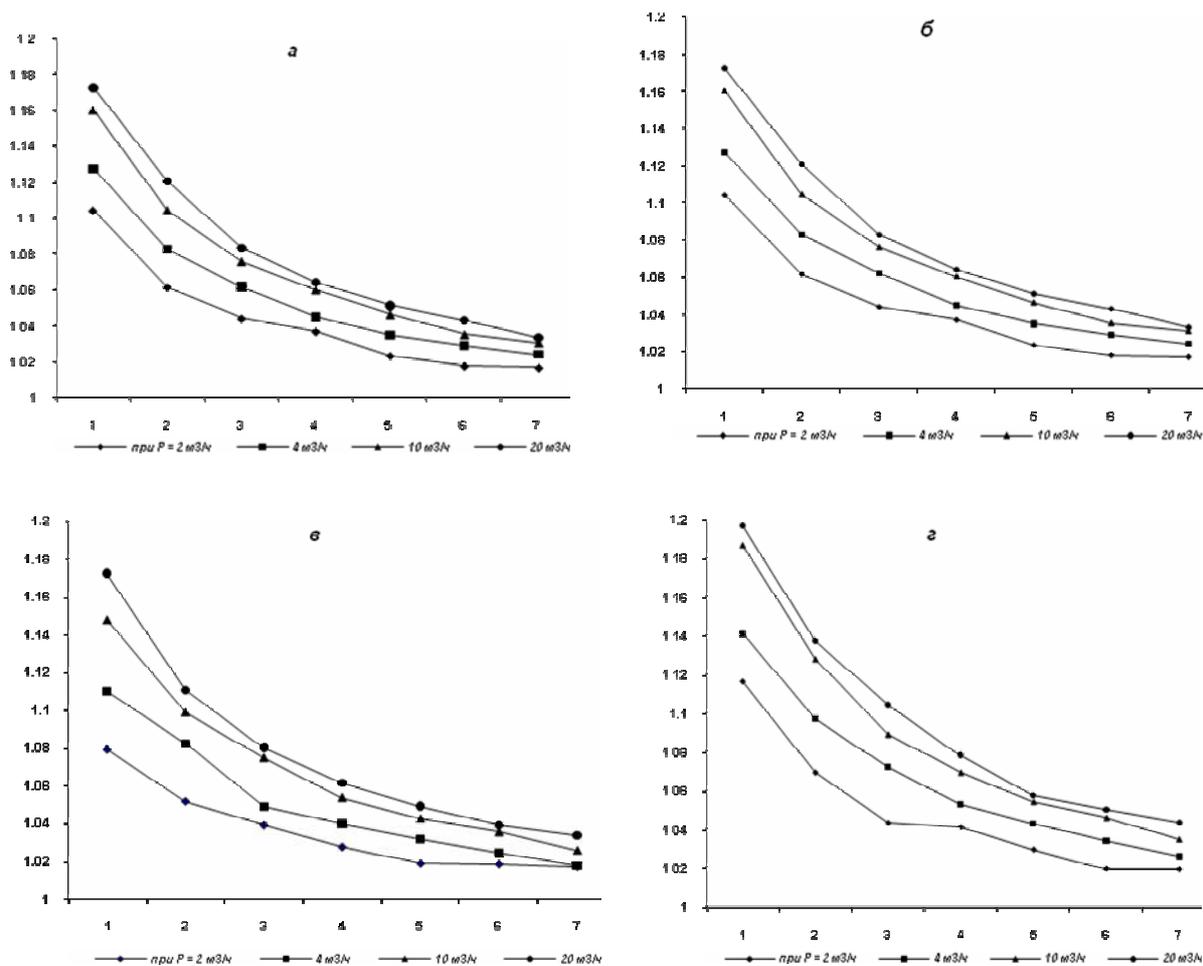


Рис. 4. Темп изменения v при каждом последующем B : а-при $\varnothing=6$ м и $f=12$; б-при $\varnothing=6$ м и $f=18$; в-при $\varnothing=6$ м и $f=12$; г-при $\varnothing=8$ м и $f=18$; 1- отношение при $B=8$ м/ч к $B=6$ м/ч; 2- $B=10$ м/ч к $B=8$ м/ч; ...; 6-при $B=18$ м/ч к $B=16$; 7- при $B=20$ м/ч к $B=18$ м/ч

Анализ изменения v при каждом последующем B показал, что, по мере роста B , интенсивность увеличения скорости постепенно снижается и при B порядка 18-20 м/ч темп составляет уже не более 2-4%. При данном диаметре ствола и увеличении f темп изменения скорости несколько повышается. В стволе меньшего диаметра, в соответствующих случаях, темп изменения скорости выше.

Выводы. Таким образом, в ходе исследования изменения скорости проходки стволов различного диаметра от совместного влияния эксплуатационной производительности бурового и погрузочного оборудования установлены соответствующие зависимости, охватывающие широкий круг условий.

Показано, что совместное воздействие факторов производительности бурения и погрузки, в пределах рассмотренного нами диапазона значений, позволяет увеличивать скорость проведения по отношению к принимаемому в каждом случае для аналогичных условий базовому уровню ствола $\varnothing=6$ м в 2,76 раза при $f=12$ и в 3,29 раза при $f=18$, а ствола $\varnothing=8$ м соответственно в 3,39 и 3,56 раза.

Отмечено также, что, начиная с определенного момента, рост производительности средств бурения и погрузки практически не приводит к увеличению темпов проходки ствола и дальнейшее наращивание усилий в этом направлении нецелесообразно. В этом случае увеличение скорости проходки ствола может быть обеспечено в той или иной степени за счет других факторов, изучение степени влияния которых представляет дальнейший интерес.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Роснком А.М.
Надійшла до редакції 12.04.10*

УДК 622.831

© С.П. Минеев, О.В. Витушко, М.А. Выгодин

ТЕХНОЛОГИЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В СТРУГОВЫХ И ЩИТОВЫХ ЛАВАХ

Рассмотрены основные технологические решения, применяемые при ликвидации последствий газодинамических явлений произошедших в очистных забоях на крутых и наклонных угольных пластах

Розглянуті основні технологічні рішення, що вживаються при ліквідації наслідків газодинамічних явищ, що трапилися в очисних вибоях на крутих і похилих вугільних пластах

Basic technological solutions, of liquidation of consequences of the gas-dynamic phenomena in cleansing backwalls on steep coal layers are discussing

При ведении горных работ на выбросоопасных угольных пластах, к сожалению, в шахтах периодически происходят различные газодинамические явления, последствия которых необходимо устранять перед началом дальнейшего продолжения выемочных работ, т.е. необходимо ликвидировать последствия газодинамического явления. Поэтому в данной статье авторы рассмотрели техноло-