

А.Н. Роечко, В.В. Коваленко, С.А. Харин

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПРОХОДЧЕСКОГО ЦИКЛА В УСЛОВИЯХ ЕГО ФИКСИРОВАННОГО ВРЕМЕНИ ПРИ СООРУЖЕНИИ СТВОЛОВ

Для широкого диапазона умов досліджена структура прохідницького циклу, в умовах його фіксованого часу, при спорудженні вертикальних шахтних стволів у міцних породах. Розглянуто взаємозв'язок структури прохідницького циклу і швидкості будівництва стовбура.

Для широкого диапазона условий исследована структура проходческого цикла, в условиях его фиксированного времени, при сооружении вертикальных шахтных стволов в крепких породах. Рассмотрена взаимосвязь структуры проходческого цикла и скорости строительства ствола.

For the wide range of terms the structure of entry-driving cycle is investigational, in the conditions of his fixed time, at building of vertical mine barrels in ragstones. Intercommunication of structure of entry-driving cycle and speed of building of barrel is considered.

При строительстве стволов представляет интерес изменение удельного веса основных проходческих операций в разных условиях, что позволяет оценивать их значимость, степень влияния на уровень скорости проходки, и управляя производительностью оборудования, обеспечивать соблюдение необходимых темпов работ.

Исследуем структуру проходческого цикла при строительстве вертикального ствола диаметром в проходке 8 м, сооружаемого в породах с коэффициентом крепости 16 по шкале проф. М.М. Протодеяконова в обычных условиях буровзрывным способом. Используется совмещенная схема работ. Ствол закреплен монолитной бетонной крепью. Во всех

случаях принято фиксированное время проходческого цикла, равное 42 ч, которое соответствует целому числу рабочих смен. В соответствии с этим и с учетом эксплуатационной производительности оборудования, применяемого при технологических операциях бурения шпуров, погрузки породы, крепления, с учетом их взаимосвязи, определяются объемы работ каждого вида, их продолжительность и удельный вес в общем времени цикла и скорость проходки ствола.

Для исследования выбрано множество вариантов условий, формирующихся сочетанием различной (низкой, средней и высокой) производительности операций (табл. 1).

Таблица 1

Варианты условий исследования

Вариант	Производительность операции					
	Характер уровней			Значение		
	бурения шпуров	погрузки породы	крепления ствола	бурения шпуров, м/ч	погрузки породы, м ³ /ч	крепления ствола, м ³ /ч
1	н*	н	н	10	5	1,25
2	н	н	с**	10	5	2,5
3	н	н	в***	10	5	5
4	н	с	н	10	10	1,25
5	н	с	с	10	10	2,5
6	н	с	в	10	10	5
7	н	в	н	10	20	1,25
8	н	в	с	10	20	2,5
9	н	в	в	10	20	5
10	с	н	н	20	5	1,25
11	с	н	с	20	5	2,5
12	с	н	в	20	5	5
13	с	с	н	20	10	1,25
14	с	с	с	20	10	2,5
15	с	с	в	20	10	5
16	с	в	н	20	20	1,25
17	с	в	с	20	20	2,5
18	с	в	в	20	20	5
19	в	н	н	40	5	1,25
20	в	н	с	40	5	2,5
21	в	н	в	40	5	5
22	в	с	н	40	10	1,25
23	в	с	с	40	10	2,5
24	в	с	в	40	10	5
25	в	в	н	40	20	1,25
26	в	в	с	40	20	2,5
27	в	в	в	40	20	5

н* – низкий, с** – средний, в*** – высокий

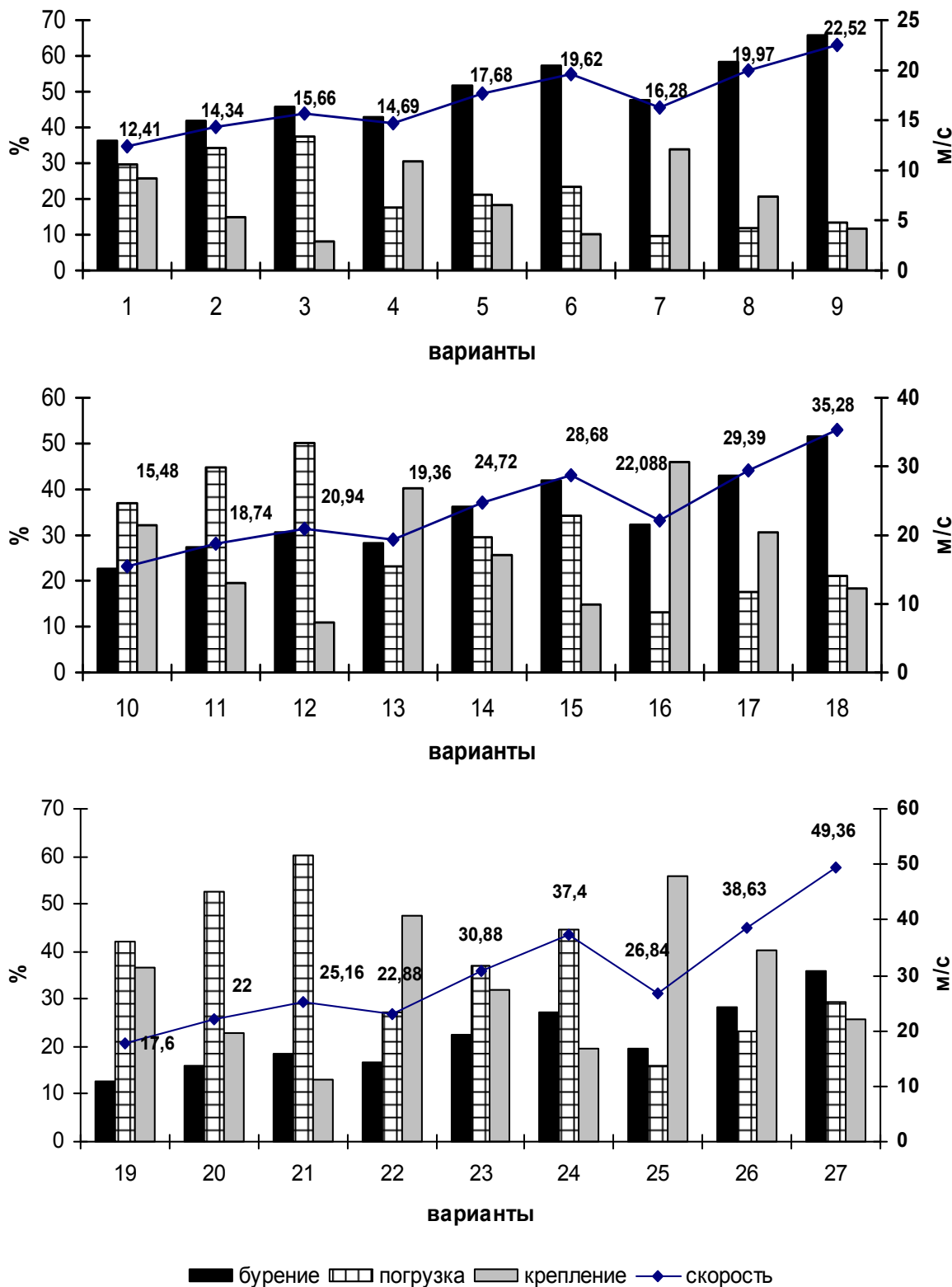


Рис. 1. Удельный вес времени операций и скорость проходки ствола

Обозначим эксплуатационные производительности бурения шпуров в забое, погрузки породы и крепления ствола бетоном соответственно как P , B и K . Рассмотрим первый вариант условий. В этом случае доминирующими являются затраты на бурение шпуров, занимающие 36,25% времени проходческого цикла (рис. 1); далее сле-

дует время на погрузку породы, достигающее 29,66%, крепление составляет 25,78% времени. Будем считать параметры этого варианта базовыми для сравнения с последующими случаями (табл. 2).

Во втором варианте скорость проходки ствола возрастает в 1,156 раза за счет увеличения в 2 раза

эксплуатационной производительности крепления. В данном случае структура времени проходческого цикла приобретет следующий вид: 41,91% занимает бурение, 34,28% погрузка породы и 14,9% крепление.

Таким образом, отмечается некоторое возрастание доли бурения (которое теперь доминирует особенно сильно) и погрузки, но существенно, в 1,73 раза, снижается удельный вес крепления.

Таблица 2

Соотношение скоростей проходки по вариантам

Варианты	1 к 1	2 к 1	3 к 1	4 к 1	5 к 1	6 к 1	7 к 1	8 к 1	9 к 1
Соотношение скоростей	1	1,155	1,261	1,183	1,424	1,58	1,311	1,609	1,814
Варианты	10 к 10	11 к 10	12 к 10	13 к 10	14 к 10	15 к 10	16 к 10	17 к 10	18 к 10
Соотношение скоростей	1	1,211	1,352	1,251	1,596	1,852	1,426	1,898	2,279
Варианты	19 к 19	20 к 19	21 к 19	22 к 19	23 к 19	24 к 19	25 к 19	26 к 19	27 к 19
Соотношение скоростей	1	1,25	1,429	1,3	1,754	2,125	1,525	2,194	2,804

В третьем варианте, при возрастании в 4 раза эксплуатационной производительности крепления и неизменных прочих параметрах, скорость проходки ствола увеличивается до 15,66 м/мес. (в 1,26 раза). Структура времени проходческого цикла приобретет следующий вид: 45,77% бурение, 37,44% погрузка породы и 8,13% крепление. Как и в предыдущем случае, отмечен рост удельного веса времени бурения и погрузки, но снижение доли крепления. Вследствие возрастания скорости проходки ствола растут объемы работ: бурения с 152,28 м (в первом варианте условий) до 192,24 м (в третьем варианте условий), погрузки породы, соответственно с 62,28 м³ в массиве до 78,63 м³; крепления с 13,54 до 17,09 м³. При удвоении, по сравнению с первым вариантом условий, производительности погрузки породы (вариант 4) скорость проходки ствола повышается до 14,69 м (в 1,18 раза). Структура времени проходческого цикла приобретет следующий вид: 42,94% бурение, 17,56% погрузка породы и 30,53% крепление. В данном случае в структуре времени цикла несколько выше удельный вес бурения и крепления, но существенно ниже погрузки породы.

При увеличении в 2 раза (вариант 10) по сравнению с базовым уровнем эксплуатационной производительности бурового оборудования и сохранении неизменными значений производительности погрузки и крепления скорость проходки увеличивается в 1,248 раза. Структура времени цикла изменится на следующую: 22,62% бурение, 37,02% погрузка породы и 32,18% крепление. В структуре времени относительно низок удельный вес бурения, но достаточно высок и является доминирующим, погрузки породы. Затраты времени на крепление также велики.

На рис. 1. приведены результаты расчета структуры проходческого цикла и соответствующей ей скорости для широкого диапазона вариантов. Одинаковая скорость проходки ствола может быть обеспечена при весьма разных сочетаниях значений производительности операций. Так, например, скорость порядка 19-20 м/мес. наблюдается при производительности бурения $B = 10$ м/ч, погрузки $P = 10$ м³/ч, крепления $K = 5$ м³/ч (6 вариант условий), при этом в структуре затрат времени доминирует бурение (57,

34%), значительно ниже удельный вес погрузки породы (23,45%), в еще меньше крепления (10,19%). В то же время указанная скорость может иметь место (вариант 8) при $B = 10$ м/ч, но $P = 20$ м³/ч и $K = 2,5$ м³/ч, при этом структура затрат времени проходки будет выглядеть следующим образом: 58,37% бурение, 11,93% погрузка и 20,75% крепление. Возможен также случай (вариант 13), когда данный темп строительства обеспечивается при $B = 20$ м/ч, но $P = 10$ м³/ч и $K = 1,25$ м³/ч, тогда структура затрат времени проходки изменится следующим образом: 28,28% бурение, 23,14% погрузка и 40,23% крепление.

Анализ соотношения скоростей проходки выработки по вариантам (см. табл. 2) показывает, что переход к вариантам с более высоким значением производительности средств бурения в соответствующих случаях приводит к возрастанию таких соотношений (например, если темпы работ в вариантах 9 и 1 отличаются в 1,814 раза, то в вариантах 18 и 10 уже в 2,279 раза, а в вариантах 27 и 19 – еще заметнее, в 2,804 раза).

Выводы. Таким образом установлено, что при прочих равных условиях увеличение в 2 раза эксплуатационной производительности погрузки породы приводит к несколько большему росту скорости проходки ствола, чем такое же увеличение производительности крепления. При росте эксплуатационной производительности какой-либо рассмотренной нами операции проходческого цикла, в условиях фиксированного времени такого цикла, при неизменных прочих условиях, происходит рост скорости проходки ствола, зависящий от значимости операции. Определенные значения скорости проходки ствола могут быть достигнуты при различных сочетаниях эксплуатационной производительности основных операций. В условиях конкретной шахты можно будет поддерживать ту или иную скорость проходки ствола при помощи оптимальных, для этих условий, значений сочетания эксплуатационных производительностей операций. В крепких породах могут быть более предпочтительными варианты, в которых имеет место сравнительно низкая производительность бурового оборудования, но высокая средств погрузки и крепления.

Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Федоренком 11.11.09