

Влияние свойств пород на темпы проведения горизонтальных выработок

Указано, что при значительном износе проходческого оборудования и в связи с усложнившимися условиями его обновления представляет интерес вопрос о возможности управления темпами проходческих работ с помощью менее затратных средств. Разработано программное обеспечение на языке Java и выполнен анализ степени влияния на скорость проходки горизонтальных выработок ряда факторов буровзрывных работ. Ил. 6. Табл. 1. Библиогр.: 3 назв.

Ключевые слова: скорость, горная выработка, алгоритм, программное обеспечение, метод, коэффициенты работоспособности ВВ, заполнения шпуров, структуры пород

The question concerning the possibility of controlling of road-heading speed with the help of cheaper means is of great interest because of heavy wear of tunnelling equipment and complicated conditions of its update. Software on Java is developed and analysis of impact on the tunneling speed of several factors of drilling and blasting operations is fulfilled.

Keywords: speed, excavation, algorithm, software, coefficients of performance of explosives, holes filling, structure of rocks

Исчерпанность легкодоступных месторождений полезных ископаемых приводит к тому, что в настоящее время добыча сырья ведется на больших глубинах, что сопряжено с множеством проблем, влияющих на возрастание себестоимости продукции.

Известно, что особенностью работы шахт является постоянная необходимость реконструкции предприятий, предусматривающей, в частности, большие объемы строительства горных выработок. Такое строительство необходимо выполнять в срок, поддерживая определенные скорости ведения работ, что всегда было достаточно трудной задачей.

В нынешней ситуации, при значительном износе проходческого оборудования шахтостроительных организаций и в связи с крайне усложнившимися условиями его обновления, представляет интерес вопрос о возможности управления темпами проходческих работ с помощью менее затратных факторов. В этой связи, в частности, актуальна оценка степени влияния на скорость проходки выработки (v) коэффициента работоспособности ВВ (e_p), коэффициента заполнения шпуров (k_s) и коэффициента структуры пород (f_s).

Представляет интерес разработка соответствующего программного обеспечения, которое позволяло бы служить в качестве инструмента оперативного изучения вопросов организации проходки выработок в части учета влияния ряда факторов буровзрывных работ на темпы проведения выработок. Как представляется, весьма целесообразным в данном случае может быть программное обеспечение использующее объекты объектно-ориентированного программирования (ООП) [1-3]. Известно, что объект – это сущность, которой можно посылать сообщения,

и которая может на них реагировать, используя свои данные. Объект – это экземпляр класса, данные объекта скрыты от остальной программы. Следует учитывать, что основные преимущества ООП проявляются, когда в языке программирования реализован полиморфизм, то есть возможность объектов с одинаковой спецификацией иметь различную реализацию, что вполне применимо для наших исследований.

Для автоматизации исследований нами разработаны алгоритм (рис. 1) и компьютерная программа на языке Java (рис. 2).

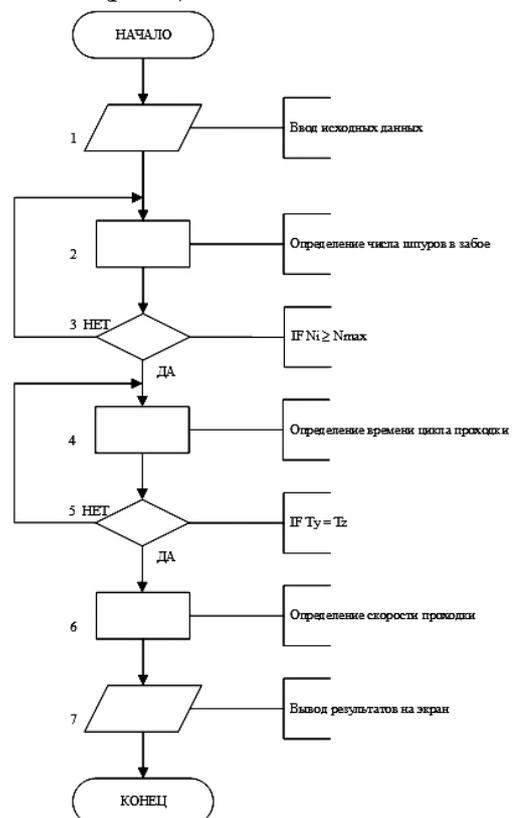


Рис. 1. Алгоритм программы исследований

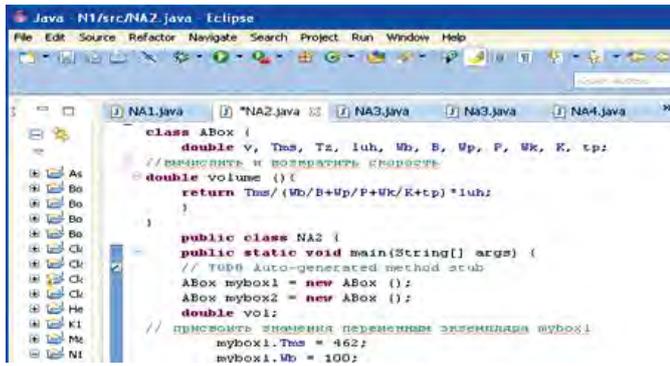


Рис. 2. Фрагмент программы, включающей метод

Рассмотрим строительство с помощью буровзрывной технологии в обычных условиях квершлага площадью поперечного сечения 20 м² с применением непосредственно при проходке только временной набрызгбетонной крепи. Пере-seкаемые горные породы имеют коэффициент крепости 16 по шкале проф. М. М. Протодыяконова, при этом эксплуатационная производительность бурового оборудования принята на уровне 11,1 м/ч, погрузочного 10 м³/ч породы в целике.

Исследуем зависимость скорости строительства квершлага от коэффициента структуры пород (рис. 3). При увеличении f_c имеет место уменьшение скорости проходки выработки: так, например, при $f_c = 0,8$ будет наблюдаться скорость 37,31 м/мес., но уже при $f_c = 1$ она сократится до 32,74 м/мес., а в дальнейшем, при достижении максимального для нашего случая значения $f_c = 2$, скорость уменьшится до 20,24 м/мес.

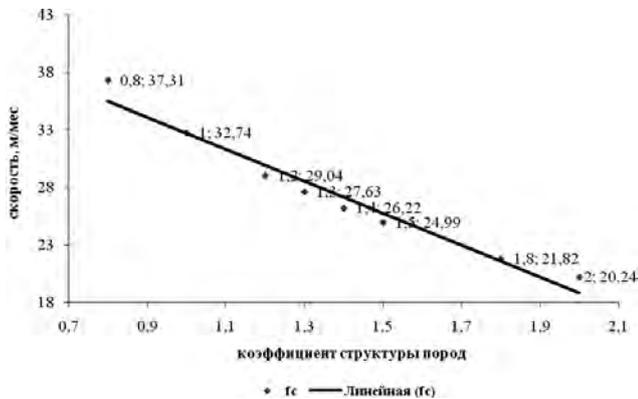


Рис. 3. Зависимость скорости проходки от коэффициента структуры пород

Можно указать, что зависимость скорости проходки выработки от коэффициента структуры пород будет характеризоваться линейной функцией

$$v = -13,865 f_c + 46,563.$$

Следует отметить значительную изменчивость коэффициента структуры пород и его способность в сильной степени влиять на скорость проходки выработки. Так, при изменении f_c в 2,5 раза v изменится в 1,84 раза.

Исследуем в дальнейшем зависимость скорости проходки выработки от коэффициента работоспособности ВВ (рис. 4). Для ВВ с высокой работоспособностью, например, $e_p = 0,7$, характерна скорость проходки 40,3 м/мес., в то время как ВВ с низкой работоспособностью, при $e_p = 1,2$, обеспечивает скорость проведения выработки всего лишь 29,04 м/мес.

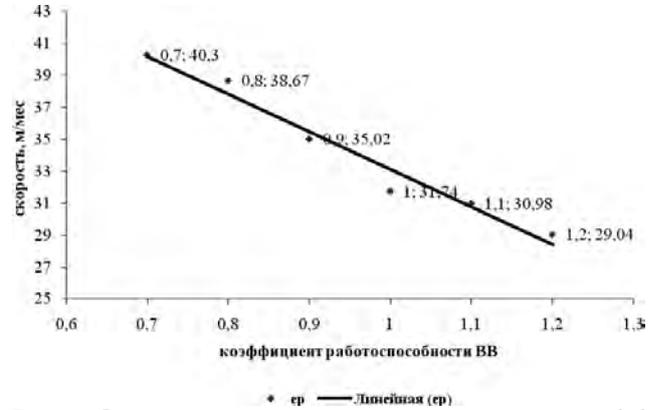


Рис. 4. Зависимость скорости проходки от коэффициента работоспособности ВВ

Таким образом, изменение e_p в 1,714 раза влечет за собой изменение v в 1,39 раза. В общем виде зависимость скорости проходки выработки от коэффициента работоспособности ВВ характеризуется линейной функцией

$$v = -23,614 e_p + 56,725.$$

Оценим влияние на скорость проходки выработки изменения коэффициента заполнения шпуров (рис. 5).

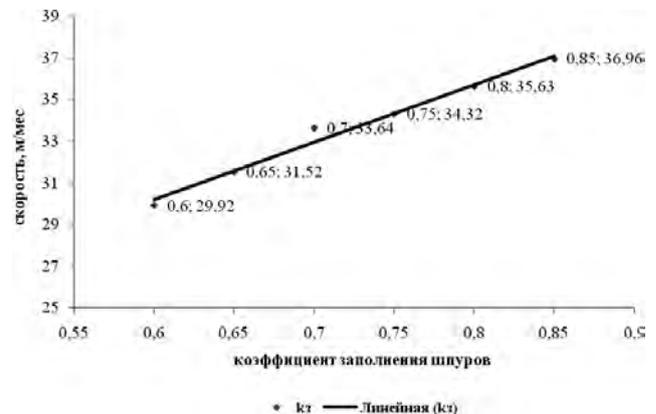


Рис. 5. Зависимость скорости проходки от коэффициента заполнения шпуров

При росте k_3 от 0,6 до 0,85 (в 1,42 раза) имеет место увеличение v с 29,92 м/мес. до 36,96 м/мес. (в 1,24 раза). В общем виде зависимость скорости проходки выработки от коэффициента заполнения шпуров характеризуется линейной функцией

$$v = 27,549 k_3 + 13,692.$$

Рассмотрим изменение скорости проходки выработки при совместном действии факторов, влияние которых мы рассматривали ранее отдельно (таблица).

Таблица. Изменение скорости проходки выработки при совместном действии факторов

Вариант условий	Характеристика сочетания факторов	f_c	e	k_3
1	Неблагоприятное для всех факторов	2	1,2	0,6
2	Среднее для всех факторов	1,4	1	0,725
3	Благоприятное для всех факторов	0,8	0,7	0,85
4	Среднее значение f_c и $\max e_p$ и k_3	1,4	0,7	0,85
5	Среднее значение f_c и $\min e_p$ и k_3	1,4	1,2	0,6

Анализ полученных данных (рис. 6) свидетельствует о весьма существенных изменениях скорости проходки выработки. Если принять за базовый уровень вариант условий 1 (см. таблицу), предусматривающий наиболее неблагоприятное сочетание факторов, то, например, в наиболее благоприятном сочетании скорость увеличится по сравнению с таким базовым уровнем в 3 раза.

Если принять средний уровень коэффициента структуры пород, фактора, которым мы не можем управлять, $f_c = 1,4$ и рассмотреть его в сочетании с \max (вариант 4) и \min (вариант 5) значениями управляемых факторов, то полученные скорости проходки выработки, соответственно 37,31 и 20,59 м/мес. будут различаться в 1,8 раза, что наиболее показательно.

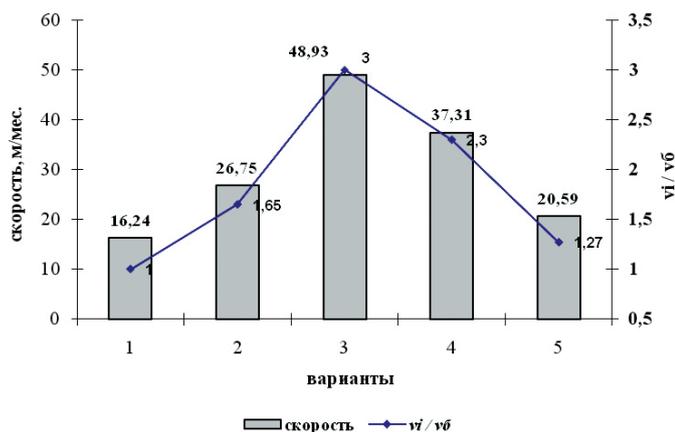


Рис. 6. Динамика скорости проходки выработки

Выводы

Таким образом, сравнивая влияние рассмотренных факторов на темпы проведения выработки необходимо отметить следующее.

Фактором, не поддающимся управлению, значение которого определяется горно-геологическими условиями строительства, является коэффициент структуры пород; под его воздействием скорость проходки может изменяться в пределах 1,84 раза. Факторами, которыми возможно управлять, являются коэффициент работоспособности ВВ и коэффициент заполнения шпуров: они могут воздействовать на скорость проведения выработки, изменяя ее соответственно в 1,39 и 1,24 раза. При строительстве горных выработок в вязких и упругих породах можно предположить возникновение значительных трудностей по поддержанию необходимых темпов ведения работ. Особенно заметное, иногда многократное, влияние на скорость проходки выработки может оказывать совместное воздействие нескольких факторов.

Результаты проведенного исследования могут быть использованы при проектировании строительства протяженных выработок горизонта.

Библиографический список

1. Буч Грейди. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на С++. Пер. с англ. – М.: Бином, СПб.: Невский диалект, 1998. – 721 с.
2. Гамма Э., Хелм Р., Джексон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. Пер. с англ. СПб.: Питер, 2001. – 368 с.
3. Иан Грэхем. Объектно-ориентированные методы. Принципы и практика. Пер. с англ. – М.: «Вильямс», 2004. – 879 с.

Поступила 05.09.2014

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

В редакции можно приобрести по льготной цене авторские экземпляры журнала.
Просим заблаговременно подать заявку для формирования тиража.

контактный телефон 056-744-81-66
(факс) 0562-46-12-95