

10. Патрикеев А.В. Основы методики динамического мониторинга деформационных характеристик зданий и сооружений/ А.В. Патрикеев, Е.К. Салатов // Вестник МГСУ. - 2013.- № 1. - С. 133-138.
11. Перельмутер А.В. Стан та залишковий ресурс фонду будівельних металевих конструкцій в Україні./А.В. Перельмутер, В.М. Гордєєв, Є.В. Горохов та ін. //– К.: УІНСіЗР, 2002. – 92 с.
12. СОУ Д.1.2 - 02495431 - 001: 2008. Нормативи витрат труда для визначення вартості робіт з оцінки технічного стану та експлуатаційної придатності конструкцій будівель і споруд - Офіц. Вид. – К.: Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій, 2008. – 46 с.
13. СБЦП 81 – 2001 – 25 Справочник базовых цен на обмерные работы и обследования зданий и сооружений [Текст]/ Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации – Офіц. Вид. - М.: ЦЕНТРИНВЕСТпроект, 2016. – 29 с.
14. Улыбин А.В. Качество визуального обследования зданий и сооружений и методика его выполнения/ А.В. Улыбин, Н.И. Ватин// Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. - № 10 (25) – С. 134-146.
15. Улыбин А.В. Проблемы ценообразования на рынке обследования зданий и сооружений/ А.В. Улыбин, С.В. Зубков// Инженерно-строительный журнал. – 2010. - №7 (17) – С.53-56.
16. Штенгель В.Г. Общие проблемы технического обследования неметаллических строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений/ В.Г. Штенгель// Инженерно-строительный журнал. – 2010. - №7 – С. 4 – 9.

Рукопис подано до редакції 25.03.17

УДК 622.272: 624.191.5

А.Н. РОЕНКО, д-р техн. наук, проф., Национальный горный университет  
С.А. ХАРИН, д-р техн. наук, проф., В.Н. КНУРЕНКО, старш. препод.  
Институт предпринимательства «Стратегия»

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ БВР НА ОРГАНИЗАЦИЮ ПРОХОДЧЕСКИХ РАБОТ

**Цель.** Целью данной работы является разработка программного обеспечения и исследование влияние ряда параметров буровзрывных работ на интенсивность проходческих работ. Необходимо также выполнить анализ полученных в ходе исследования результатов, установить закономерности изменения соответствующих параметров и выработать рекомендации по рациональному ведению проходческих работ.

**Методы исследования.** В работе использован комплексный подход, включающий обобщение и анализ литературных источников и исследований в области строительства шахт, теоретические исследования, базирующиеся на методах математического моделирования.

**Научная новизна.** Получены зависимости скорости проходки протяженных горизонтальных выработок от влияния ряда факторов буровзрывных работ, а также применении контурного взрывания.

**Практическая значимость.** Данная категория состоит в нахождении оптимальных проектных решений по строительству комплекса выработок горизонтов на больших глубинах для действующих шахтах Криворожского бассейна, позволяющих обеспечить своевременный ввод горизонтов в эксплуатацию.

**Результаты.** Таким образом, в результате разработки программного обеспечения на языке Java, которое выступило в качестве инструмента исследований вопросов организации строительства горных выработок и изучения воздействия в различных условиях, которое оказывает обычное и контурное взрывание на скорость строительства протяженных выработок горизонта, стало возможным установить такие результаты: применение контурного взрывания вызывает необходимость размещения в забое выработки дополнительных шпуров, количество которых может измеряться, для различных случаев, величиной порядка 20-30% для штрека площадью поперечного сечения  $10 \text{ м}^2$  и величиной 18-25% для квершлага сечением  $20 \text{ м}^2$ ; характерным является также то, что с увеличением значения  $f$  наблюдается относительное снижение прироста количества контурных шпуров; интенсивность сооружения штрека при контурном взрывании уменьшится примерно в 1,15 раза при крепости 10 и в 1,2 раза при крепости 20; для квершлага с указанные величины будут составлять соответственно порядка 1,1 и 1,25.

**Ключевые слова:** скорость, выработка, квершлаг, контурное взрывание, сооружение, программное обеспечение, язык Java.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Реконструкция производственных мощностей шахт в условиях значительных глубин разработки должна сопровождаться интенсивными усилиями в направлении исследований, направленных на совершенствование всех технологических процессов, которые требуют соответствующей автоматизации для обеспечения оперативного получения результатов.

**Анализ исследований и публикаций.** Анализ опубликованных работ, освещающих различные аспекты научных исследований, показывает на значительное число публикаций, по-

священных совершенствованию буровзрывных работ, в частности, действию взрыва удлиненного заряда взрывчатого вещества в шпурах и управлению удельной поверхностной энергией разрушения горных пород [1,2]. В других работах получены научные результаты, связанные с использованием многоточечного инициирования скважинного заряда для улучшения проработки подошвы уступа и исследованием влияния формы заряда в донной части шпура на изменение прочностных свойств среды при взрыве [3, 4]. Различным аспектам контурного взрывания посвящен труд чешских авторов [5], получивший широкое признание.

В целом же, анализ литературных источников, а также актуальных проблем строительства железорудных предприятий, показывает, что вопросы влияния технологии буровзрывных работ на продолжительность проходческого цикла и, соответственно, скорость проведения протяженных выработок, независимо от их назначения, на сегодня проработаны не достаточно детально.

**Постановка задачи.** Разработать программное обеспечение и исследовать влияние некоторых параметров буровзрывных работ на интенсивность проходческих работ, выполнить соответствующий анализ, установить закономерности и выработать рекомендации.

**Изложение материала и результаты.** В структуре затрат времени проходческого цикла при проведении горизонтальных выработок бурение шпуров занимает весьма заметное место, причем в весьма крепких породах этот фактор является доминирующим, что во многом определяет организацию работ (рис. 1). В этой связи представляет интерес исследование влияния некоторых параметров буровзрывных работ (БВР) на темпы проведения выработок.

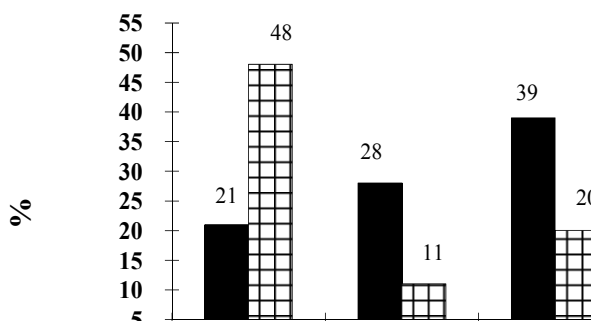


Рис. 1. Зависимость структуры затрат времени от  $f$

характеризуется линейной функцией вида  $v = -23,6e_p + 56,73$ .

Исследуем зависимость скорости проходки выработки от коэффициента работоспособности ВВ (рис. 2).

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. Таким образом, изменение  $e_p$  в 1,71 раза влечет за собой изменение  $v$  в 1,39 раза. В общем виде зависимость скорости проходки выработки от коэффициента работоспособности ВВ характеризуется линейной функцией вида  $v = -23,6e_p + 56,73$ .

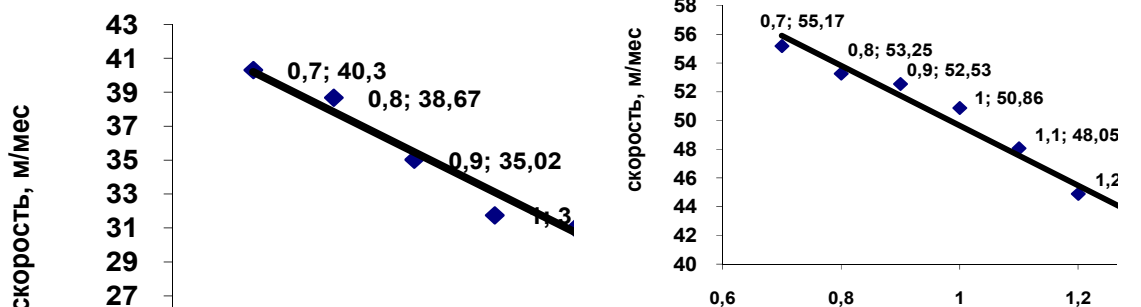


Рис. 2. Зависимость скорости проходки от коэффициента работоспособности ВВ:  $a - S=20 \text{ м}^2$ ;  $b - S=10 \text{ м}^2$

Оценим влияние на скорость проходки выработки изменения коэффициента заполнения шпуров (рис. 3). Для выработки с  $S=20 \text{ м}^2$  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 вида  $v=27,549 k_3+13,69$ . Аналогично, для выработки с  $S=10 \text{ м}^2$  указанная зависимость описывается следующей функцией:  $v=37,68k_3+23,96$ .

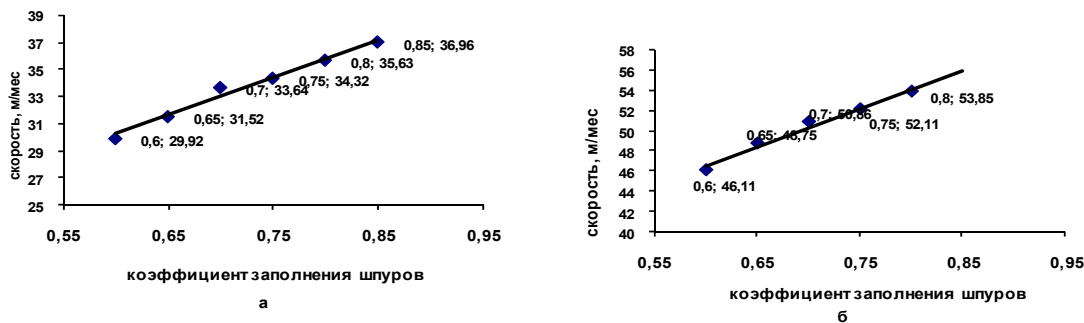


Рис. 3. Зависимость скорости проходки от коэффициента заполнения шпуров: а -  $S=20 \text{ м}^2$ ; б -  $S=10 \text{ м}^2$

При проходке горных выработок, особенно большого поперечного сечения, их фактические размеры отличаются от запроектированных в большую сторону, а контур имеет значительные неровности. Не всегда качественное бурение шпуров, неправильно подобранные параметры БВР приводят к тому, что имеются значительные переборы размеров поперечного сечения, достигающие величины 15-20 %, а в ряде случаев и большей. Это приводит к увеличению объемов убираемой породы, затрудняет забутовку закрепного пространства при креплении выработки. Кроме этого, при использовании в качестве крепи монолитного бетона расход материала существенно возрастает, что увеличивает стоимость и сроки строительства.

Следует отметить также, что при обычном взрывании имеет место значительное разрушающее воздействие энергии взрыва на приконтурный массив, что требует увеличения несущей способности крепи, и, соответственно, вызывает необходимость увеличения размеров выработки в проходке. Для снижения переборов породы и сведения к минимуму трещинообразования в горном массиве целесообразно применение контурного взрывания, особенностью которого является снижение энергии при взрыве и специальное расположение шпуров предконтурного и контурного рядов.

Изучение имеющегося обширного опыта применения контурного взрывания, освещенного, в частности, проф. Н.М. Покровским и другими авторами показало следующее [6, 7]. Снижение концентрации взрыва на 1 м шпура достигается за счет использования ВВ с высокой работоспособностью в патронах уменьшенного диаметра или использования ВВ в патронах обычного диаметра, но малой работоспособности, а также сочетания этих способов. При применении контурного взрывания уменьшается глубина трещин в массиве, перебор породы, все это в конечном итоге позволяет существенно сократить расходование средств на крепление выработок, особенно в сложных условиях, например, при высоком горном давлении. Весьма целесообразным представляется использование контурного взрывания на глубоких горизонтах шахт Криворожского бассейна, где проходческие работы выполняются на глубинах свыше 1300 м.

Насущной задачей выступает разработка программного обеспечения, которое позволяло бы служить в качестве инструмента оперативного изучения вопросов организации проходческого цикла при сооружении выработок, учитывая большое разнообразие условий и сложность обработки информации. Как представляется, весьма целесообразным в данном случае может быть программное обеспечение, использующее принципы объектно-ориентированного программирования (ООП). Важно указать, что главные достоинства такого вида программирования проявляются, когда в языке есть возможность использования полиморфизма, способности объектов с одинаковой спецификацией получать разную реализацию, что вполне применимо для наших задач. С целью автоматизации исследований разработаны алгоритм (рис. 4) и компьютерная программа на языке Java. Используются возможности Swing – библиотеки для создания графического интерфейса, которая содержит ряд графических компонентов, таких как кнопки, поля ввода, таблицы и предоставляет более гибкие интерфейсные компоненты, чем более ранняя библиотека AWT.

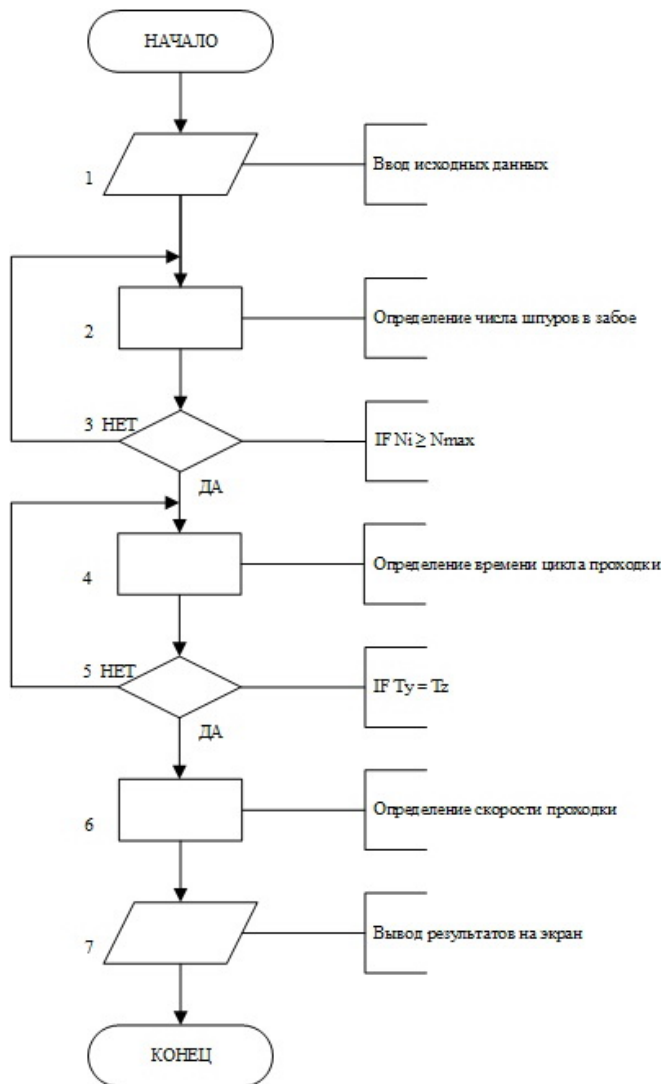


Рис. 4. Алгоритм программы исследований

Основные возможности этого языка весьма разнообразны. К ним относится, в частности, следующее [8,9]: возможность применения достаточно простых инструментов для построения сетевых приложений, способность к автоматическому управлению памятью, весьма обширный перечень средств для осуществления фильтрации ввода-вывода, богатый перечень стандартных коллекций, интегрированные в Java средства построения многопоточных приложений, существенно дополненные механизмы преобразования комплекса исключительных ситуаций, способность к параллельному выполнению различных программ. Все это дает возможность эффективно использовать язык Java для решения задач горного производства, особенно в тех случаях, когда необходима обработка большого потока данных.

Проф. Н.М. Покровским и другими авторами [6,7] указывается закономерность изменения расстояния между оконтуривающими шпурами в протяженных выработках горизонта от коэффициента крепости пород по шкале проф. М.М. Протоdjeяконова.

Следует, однако, указать, что в упомянутых работах не приводятся сведения о параметрах размещения таких шпуров в

породах с  $f$ , не превышающим десяти.

Используя параметры, приведенные ранее в [6,7], возможно найти выражения для определения расстояний между шпурами от  $f$ , экстраполировав их для диапазона крепости пород от 10 до 20 (табл. 1).

Таблица 1

Зависимости параметров размещения шпуров от  $f$ 

| Вид шпуров     | Расстояние между шпурами в ряду, $a_k$ , см       | ЛНС, $W_k$ , см                      |
|----------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Оконтуривающие | Логарифмическая, $a_k = -24,1 \ln(f) + 99,7$      | Степенная $W_k = 149,2 f^{-0,43}$    |
| Предконтурные  | Логарифмическая, $a_{pk} = -28,9 \ln(f) + 119,54$ | Степенная $W_{pk} = 179,4 f^{-0,42}$ |

В результате полученные выражения для определения основных параметров размещения зарядов контурного и предконтурного рядов применим в дальнейшем для нахождения зависимости темпов проведения протяженных выработок горизонта при контурном взрывании в породах с высокой и очень высокой крепостью, которые, в частности, характерны для глубоких шахт Криворожского бассейна.

Выполним исследование по нахождению зависимости темпов сооружения штрека и квершлага от  $f$  при разнообразных случаях (табл. 2) в выработках сечением соответственно 10 и 20 м<sup>2</sup>.

Условия исследований

| Условие исследований | Сечение выработки в проходке, м <sup>2</sup> | Вид взрывания | Производительность средств бурения            |
|----------------------|----------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------|
| 1                    | 10                                           | Обычное       | Зависит от $f$                                |
| 2                    |                                              | Контурное     | Зависит от $f$                                |
| 3                    |                                              | Контурное     | Увеличена по сравнению с вариантом 2 в 2 раза |
| 4                    | 20                                           | Обычное       | Зависит от $f$                                |
| 5                    |                                              | Контурное     | Зависит от $f$                                |
| 6                    |                                              | Контурное     | Увеличена по сравнению с вариантом 2 в 2 раза |

Применение вместо обычного взрывания контурного требует бурения некоторого (иногда весьма значительного) количества дополнительных предконтурных и непосредственно контурных шпуров, что способно негативным образом отражаться на скорости сооружения выработок. Часть из них может находиться на достаточно большой высоте, что способно затруднить процесс бурения.

Анализ полученных данных о числе шпуров при обычном и контурном взрывании позволил сделать следующие выводы. Абсолютное (и достаточно заметное) увеличение числа шпуров при росте  $f$  будет приводить к более выраженному относительному росту количества шпуров при меньших величинах коэффициента крепости пород: к примеру, в штреке, имеющем площадь поперечного сечения в проходке 10 м<sup>2</sup>, относительный рост количества шпуровых зарядов при контурном взрывании при  $f=10$  будет достигать 1,28 раза, при крепости пород 14–1,24 раза. Вместе с тем такое увеличение числа шпуров при очень высоком  $f$ , например, 20, снизится до параметра 1,19.

Для квершлага, имеющего вдвое большее сечение, чем штрек, возрастание при контурном взрывании количества шпуров, обладая в целом аналогичным характером изменения, будет характеризоваться менее заметным уровнем. Так, например, установлено, что для коэффициента крепости пород 10 это увеличение будет достигать 1,24, для  $f=14$ –1,21, и, наконец, для  $f=20$  – изменится до величины 1,17. Для условия исследований 1, при применении обычного взрывания, и росте  $f$  от 10 до 14 интенсивность строительства штрека сократится с 77 м/мес. до 50,2 м/мес. (на 35%). Возрастание значения крепости до 20 вызывает уменьшение интенсивности сооружения штрека до 29 м/мес. (в 2,7 раза в сравнении со случаем  $f=10$ ).

Довольно заметные изменения в темпах строительства выработки будут наблюдаться при применении контурного взрывания (вариант 2). Потребность в бурении увеличенного числа шпуров вызывает сокращение в соответствующих случаях интенсивности сооружения штрека. Так, например, при  $f=10$  темпы строительства выработки будут достигать 67,8 м/мес. (что уступает обычному взрыванию в 1,14 раза). Для коэффициента крепости 20 темпы проходки сократятся до 24,6 м/мес. (что в 2,8 раза меньше случая с крепостью 10 и в 1,2 раза – в сравнении с применением обычного способа взрывания забоя).

Целесообразно выполнить анализ изменения скоростей строительства ранее рассмотренных нами протяженных выработок горизонта при использовании контурного взрывания, но двукратном (для соответствующих случаев ведения проходческих работ) повышении производительности буровых средств, поскольку буровые работы, особенно в крепких породах, производят сильно выраженное воздействие на интенсивность строительства выработок. В таком варианте (условие исследования 3) будут наблюдаться следующие скорости строительства штрека: 63,4 м/мес. для крепости 10 (0,82 к сравниваемому уровню интенсивности проходки для обычного взрывания); 49,2 м/мес. для  $f=14$  (изменится до 0,98); 41 м/мес.

Для случая с крепостью 16 наблюдается уравнивание темпов проходки – строительства штрека при обычном и контурном взрывании, но с увеличенной в 2 раза эксплуатационной производительностью бурового оборудования. При коэффициенте крепости пород 20 контурное взрывание с удвоенной производительностью оборудования для бурения дает возможность поддерживать темп проведения штрека в 1,4 превышающий таковой при обычном виде взрывания.

Проанализируем далее аналогичным образом темпы проведения квершлага с  $S = 20$  м<sup>2</sup>. Для такого варианта исследования при обычном взрывании (условие 4) скорости работ изменятся от

51,2 м/мес. при  $f=10$  и 36,4 м/мес. при  $f=14$  до 22,3 м/мес. при  $f=20$ . В то же время использование контурного взрывания (условие 5) вызывает уменьшение темпа проходки квершлага в таком диапазоне величин: при крепости 10 до 46,8 м/мес. (в 1,1 раза), при крепости 14 до 32,4 м/мес. (1,12), и при крепости 20 до 18 м/мес. (1,24).

Более заметное уменьшение интенсивности строительства квершлага при контурном взрывании при больших значениях  $f$  следует объяснять не столько возрастанием количества шпуров (интенсивность увеличения количества шпуров при больших значениях крепости пород напротив, снижается), но заметно более трудными условиями для ведения буровых работ.

Использование, по аналогии со штреком, контурного взрывания с увеличенной в двукратном размере производительностью бурового оборудования (условие исследований 6) существенно увеличивает темпы сооружения квершлага – до 54,9 м/мес. при крепости 10 или 28,2 м/мес. - крепости 20.

Результаты анализа изменения темпов сооружения штрека и квершлага, на основании которых мы получили зависимости скорости сооружения рассмотренных горизонтальных выработок разного сечения от коэффициента крепости пород для весьма различных условий сведем в табл. 3.

Полученные зависимости могут, с вполне удовлетворительной точностью, характеризоваться линейными выражениями.

Рассмотрим влияние площади поперечного сечения выработки на темпы ее проведения при обычном и контурном взрывании

Таблица 3

| Зависимости $v$ от $f$ |                      |                  |
|------------------------|----------------------|------------------|
| Условие исследований   | Функция              | Характер функции |
| 1                      | $v = -4,63f + 119,1$ | линейный         |
| 2                      | $v = -4,09f + 105,6$ |                  |
| 3                      | $v = -2,04f + 80,01$ |                  |
| 4                      | $v = -2,82f + 77,5$  |                  |
| 5                      | $v = -2,78f + 72,5$  |                  |
| 6                      | $v = -2,58f + 79,3$  |                  |

Для случая с производительностью средств бурения ( $B$ ) 9 м/ч и погрузки ( $P$ ) 9 м<sup>3</sup>/ч при  $f$  порядка 16-18 скорость проведения выработки сечением 8 м<sup>2</sup> составит 39 м/мес. при обычном и 34 м/мес. (рис. 5, п. 1) при контурном взрывании (рис. 5. п. 2).

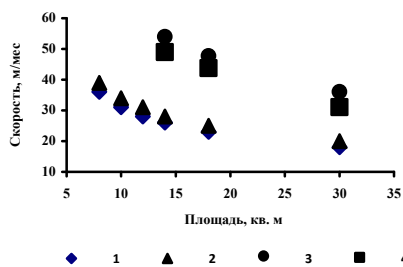


Рис. 5. Зависимость  $v$  от  $S$ : 1-обычное взрывание; 2-контурное; 3-обычное взрывание; 4-контурное.

Увеличение площади сечения выработки будет приводить к снижению скорости ее проходки, но, начиная с некоторого уровня размеров выработки, возникнет возможность использования более габаритного, но вместе с тем существенно более производительного оборудования.

Так, например, при  $S=14$  м<sup>2</sup> использование средств проходки с  $B=18$  м/ч и  $P=18$  м<sup>3</sup>/ч позволяет даже при контурном взрывании достигать темпов проходки, превышающих аналогичный показатель при использовании оборудования с меньшей производительностью при обычном взрывании (49 м/мес. (рис. 5. п.3) и 29 м/мес.

(рис. 5, п.4)). Кроме того, использование более высокопроизводительных средств проходки приводит к увеличению абсолютной разности скорости проходки при обычном и контурном взрывании для аналогичных условий. Эта разность будет иметь тенденцию к сокращению по мере увеличения площади поперечного сечения выработки.

**Выводы и направления дальнейших исследований.** Таким образом, в результате разработки программного обеспечения на языке Java, которое выступило в качестве инструмента исследований вопросов организации строительства горных выработок и изучения воздействия в различных условиях, которое оказывает обычное и контурное взрывание на скорость строительства протяженных выработок горизонта, стало возможным установить такие результаты: применение контурного взрывания вызывает необходимость размещения в забое выработки дополнительных шпуров, количество которых может измеряться для различных случаев, вели-

чиной порядка 20-30% для штрека площадью поперечного сечения  $10 \text{ м}^2$  и величиной 18-25% для квершлага сечением  $20 \text{ м}^2$ ; характерным является также то, что с увеличением значения  $f$  наблюдается относительное снижение прироста количества контурных шпуров; интенсивность сооружения штрека при контурном взрывании уменьшится примерно в 1,15 раза при крепости 10 и в 1,2 раза при крепости 20; для квершлага с указанными величинами будут составлять соответственно порядка 1,1 и 1,25. Более существенное уменьшение скорости строительства выработок при росте  $f$  объясняется значительным уменьшением эксплуатационной производительности бурового оборудования. Установлено также, что в общем виде зависимость скорости проходки выработки от коэффициента работоспособности ВВ характеризуется линейной функцией.

Дальнейшие исследования в рамках данной проблемы целесообразно сосредоточить на изучении взаимодействия различных факторов организации горного производства.

### Список литературы

1. Калякин С.А., Шкуматов А.Н., Лабинский К.Н. Управление разрушающим действием взрыва уклонного шпурового заряда взрывчатого вещества // Вісник КрНУ. – Кременчук: КДПУ, 2013. – Вип. 2/2013 (79). – С. 78-82.
2. Терентьев О.М., Стрельцова І.М. Математична модель управління питомою поверхневою енергією руйнування гірських порід // Вісник КрНУ. – Кременчук: КДПУ, 2013. – Вип. 3/2013 (80). – С. 153-157.
3. Использование многоточечного инициирования скважинного заряда для улучшения проработки подошвы уступа / В.В. Воробьев, В.Т. Щетинин, А.М. Пеев // Вісник Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”. Серія “Гірництво”: збірн. наук. праць. – Київ: НТУУ “КПІ”, 2003. – Вип. 9. – С. 63-65.
4. Исследование влияния формы заряда в донной части шпура на изменение прочностных свойств среды при взрыве / В.В. Воробьев, А.М. Пеев // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва: науково-виробничий збірник. – Кременчук: КДУ, 2009. – Вип. 2/2009(4). – С. 35-39.
5. Бротанек И., Вода Й. Контурное взрывание в горном деле и строительстве. Перев. с чешск. под ред. Б.Н. Кутузова. – М.: Недра, 1983. – 144 с.
6. Покровский Н.М. Технология строительства подземных сооружений и шахт. – М.: Недра, 1977. – 400 с.
7. Смирняков В.В., Вихарев В.И., Очкуров В.И. Технология строительства горных предприятий. – М.: Недра, 1989. – 573 с.
8. Лонг Ф., Мохиндра Д., Сикорд Р., Сазерленд Д., Свобода Д. Руководство для программиста на Java: 75 рекомендаций по написанию надежных и защищенных программ. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2014. – 256 с.
9. Хорстман, С., Корнелл Г. Java 2. Библиотека профессионала. Основы. Пер. с англ. под ред. В.В. Вейтмана. – М.: Вильямс, 2007. – 896 с.

Рукопись поступила в редакцію 15.04.17

УДК 691.32

А.А. ШИШКИНА, канд. техн. наук, доц., А.П. ХИЛЬЧЕНКО, ст. преподаватель,  
Н.П. МЕЛЬНИЧЕНКО, канд. техн. наук, доц.,  
Криворожский национальный университет

## ПОРИСТЫЕ БЕТОНЫ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ВЕЩЕСТВ

**Цель.** На строительные конструкции промышленных зданий и сооружений, в частности, горно-металлургического комплекса, в особенности расположенных вблизи тепловых аппаратов, оказывает температурное влияние окружающая среда, изменяя физико-механические свойства материалов, из которых изготовлены эти конструкции, и, как следствие, влияет на их долговечность. Это приводит к необходимости предусматривать, при реконструкции зданий и сооружений, мероприятия по повышению их долговечности путем снижения температурного влияния окружающей среды.

Кроме того, одним из самых важных факторов, которые определяют стоимость эксплуатации домов и сооружений, является величина затрат на поддержание в них необходимого температурного режима. За годы эксплуатации конструкции существующих зданий и сооружений подвергались многократному воздействию окружающей среды, что снизило эксплуатационные свойства материалов, из которых изготовлены строительные конструкции и, как следствие, самих зданий.