УДК 622.235.5352

АНАЛИЗ СХЕМ ВРУБОВЫХ ШПУРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ СООРУЖЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Масаев Юрий Алексеевич[1],
канд.техн. наук, профессор, email: recess@bk.ru
Масаев Владислав Юрьевич[2],
канд.техн. наук, доцент, email: recess@bk.ru
Мильбергер Наталья Владимировна[1],
аспирант , email: L01BDV@yandex.ru
Кузнецова Ксения Владимировна[1],
соискатель , email: L01BDV@yandex.ru .

[1]Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28.
[2]Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова (Кемеровский университет), 650992, г. Кемерово, пр. Кузнецкий, 39.

Аннотация

Проведен анализ эффективности буровзрывных работ в капитальных и подготовительных выработках, выполнены исследования около 100 паспортов БВР, применяемых за последние 20 лет в горных выработках угольных и рудных шахт Кузбасса и 80 паспортов БВР, применяемых в различных горнодобывающих бассейнах России и за рубежом.

На основании исследований сделан вывод о том, что выбор схемы определяется не только характером расположения шпуровых зарядов ВВ относительно плоскости забоя, направления трещиноватости или напластования пород и других геометрических факторов, но, в основном, обеспечением условий работы зарядов ВВ по отбойке породы и полноценному выбросу, разрушенной горной массы из формируемой врубовой полости.

Разработана классификация взрывных способов образования врубовой полости при сооружении горных выработок, которая может служить основой для выбора конкретной конструкции вруба, обеспечивающей требуемые показатели проходческих работ в зависимости от конкретных условиях проходки: горно-геологических условий; глубины взрывания; типа буровой техники; сечения и назначения выработки; квалификации проходчиков.

Ключевые слова *врубовые шпуры, подземные горные выработки, сооружение, разрушение, заряд ВВ, котловой заряд, классификация взрывных способов образования.*

Анализ эффективности буровзрывных работ в капитальных и подготовительных выработках, особенно при их проведении по породам повышенной крепости и крепким, показывает, что не всегда достигаются достаточно хорошие результаты. Как правило, получается заниженное значение коэффициента использования шпуров (КИШ), неудовлетворительное оконтуривание выработок, низкие скорости проходки и производительности труда проходчиков.

С целью ликвидации отмеченных отрицательных факторов, наряду с другими мероприятиями, на протяжении многих лет предпринимаются попытки совершенствования паспортов буровзрывных работ (БВР), их оптимизации. В этом направлении проведено достаточно много работ различными исследователями и производственниками. Высказывались различные рекомендации, которые позволили повысить эффективность взрывных работ в конкретных горно-геологических условиях. Основная часть рекомендаций посвящена совершенствованию параметров врубовых шпуров, поскольку показатель их эффективного взрыва предопределяет и эффективность взрыва всего комплекта шпуровых зарядов ВВ.

Нами были выполнены исследования и анализ около 100 паспортов БВР, применяемых за последние 20 лет в горных выработках угольных и рудных шахт Кузбасса и 80 паспортов БВР, применяемых в различных горнодобывающих бассейнах России и зарубежом.

Было установлено, что при проведении горных выработок по породам с коэффициентом крепости по шкале проф. М.М. Протодьяконова f=10-12 и более предпочтение отдается прямым врубам. Применение клиновых врубов не всегда является эффективным. Например, опыт производства взрывных работ с применением вертикально-клинового вруба в таких условиях показал, что он обеспечивает величину КИШ, не превышающим 0,7. Так, при глубине шпуров 2,5 м такой вруб обеспечивает подвигание забоя на 1,7-1,9 м за

цикл, а при глубине шпуров до 3,7 лишь на 2,2-2,5 м. За счет этого и получаемые технико-экономические показатели недостаточно высокие – выход горной массы с 1 м составляет, примерно, 1,08-1,20 м^3, а удельный расход ВВ 1,1-1,4 кг/м^3.

Попытки классифицировать схемы врубовых шпуров встречаются в различных публикациях, но все они основаны на объединении в группы по взаимному расположению шпуров и скважин относительно плоскости забоя, направлению трещиноватости или напластования горных пород и носят описательный характер не раскрывая сущности процессов, происходящих в породном массиве при взрыве зарядов ВВ во врубовых шпурах. Все это не позволяет в полной мере учитывать горно-геологические и физические процессы в разрушаемом породном массиве.

Для составления классификации схем врубовых шпуров и способов образования врубовых полостей, проанализируем работу зарядов ВВ основных типов врубов, применяемых при проходке горных выработок и для этого разделим их на три типа.

К первому типу относятся врубы, заряды которых работают только на одну свободную поверхность – плоскость забоя:

– с наклонным расположением шпуровых зарядов ВВ относительно плоскости забоя;

– с расположением шпуровых зарядов ВВ перпендикулярно плоскости забоя;

– с расположением шпуровых зарядов ВВ параллельно плоскости забоя.

К врубам с наклонным расположением шпуровых зарядов ВВ отнесены: боковой, веерный, клиновой, пирамидальный, конусный, заряды ВВ в которых работают следующим образом. Отбойка породы производится в направлении плоскости забоя и отбитая горная порода выбрасывается взрывом этого же заряда ВВ в том же направлении. Эффективность взрыва определяется выбором угла наклона врубовых шпуров. Максимальная величина отбойки породы до момента взрывания основного комплекта шпуровых зарядов ВВ зависит от предельной величины пробивного расстояния для донной части зарядов ВВ наклонных шпуров. Оптимальные углы наклона для пород с f= 6-8 по шкале проф. М.М. Протодьяконова изменяются от 48 до 50˚ при глубине шпуров 2,0 м и от 32 до 35˚ при глубине шпуров до 3 м. С уменьшением угла наклона шпуров резко уменьшаются условия работы зарядов ВВ, что приводит к снижению результатов взрыва. Кроме того, величина подвигания за взрыв ограничивается возможностью бурения и обычно составляет при ручном бурении шпуров 40-50 % ширины выработки.

Преимуществам и врубов с наклонным расположением шпуровых зарядов являются следующие: качественный выброс разрушенной породы из образуемой врубовой полости; не требуется высокая квалификация проходчиков, так как отклонения шпуров незначительно сказываются на показателях взрыва. К недостаткам можно отнести непостоянность их геометрических размеров, большой разброс разрушенной горной массы и повреждения, вследствии этого, крепи выработок, а также ограничение величины подвигания забоя за взрыв из-за недостаточного КИШ.

Врубы с котловым зарядом и воронкообразующий вруб Кумао Хино, в которых шпуры пробуривают перпендикулярно плоскости забоя, основаны на эффекте образования воронки выброса за счет взрывания увеличенных зарядов ВВ, расположенных в глубине массива. Размеры воронки выброса (врубовой полости) зависят от величины заряда ВВ и глубина его заложения. Условия работы зарядов ВВ менее благоприятны, чем при наклонном расположении шпуров. Эти врубы не нашли широкого применения в практике проходческих работ из-за низких технико-экономических показателей.

Наиболее эффективным с точки зрения энергии взрыва, явился бы вруб, состоящий из зарядов ВВ, размещенных в криволинейных шпурах. Основная его идея состоит в том, что с помощью специально разработанных изгибающихся буровых штанг пробуривают криволинейные шпуры таким образом, что его наибольшая часть располагается параллельно плоскости забоя. Основным преимуществом такого вруба является максимально возможная эффективность работы зарядов ВВ, так как они работают на большую обнаженную поверхность в не зажатых условиях. Однако, этот тип вруба так же не нашел широкого применения из-за сложности изготовления и эксплуатации изгибающихся буровых штанг.

К второму типу относятся врубы, заряды которых действуют в направлении незаряженного шпура или скважины, которые служат дополнительной обнаженной поверхностью в системе вруба, и, частично, в направлении плоскости забоя. Заряды ВВ при этом размещают в шпурах, пробуренных перпендикулярно плоскости забоя и параллельно дополнительной обнаженной поверхности. В этом случае, при взрыве зарядов ВВ разрушенная горная масса частично выбрасывается в направлении плоскости забоя, а основная его масса сдвигается в направлении дополнительной обнаженной поверхности и заполняет компенсационное пространство. Полный выброс разрушенной горной массы происходит при взрывании отбойных шпуров.

К этому типу врубов относятся щелевые, призматические, спиральные.

В щелевых врубах заряды ВВ размещают в шпурах, располагаемых по одной линии (либо вертикальной, либо горизонтальной) и заряжаемых через один шпур. После взрыва зарядов ВВ образуется щелевидная полость, заполненная раз-

рушенной породой. Затем взрывают заряды ВВ, расположенные напротив центра созданной щели, врубовая полость при этом частично очищается от запрессовки. Анализируя работу зарядов щелевого вруба, можно отметить, что выброс разрушенной горной массы затруднен ввиду того, что щелевидная врубовая полость обладает повышенным сопротивлением для выброса разрушенной массы породы.

Щелевые врубы обладают такими преимуществами, как увеличение подвигания выработки за взрыв до 2,5 м, высокая технологичность исполнения, небольшой расход ВВ. Но наряду с этим им присущи и недостатки, из-за которых невозможно достичь высоких значений КИШ при увеличенной глубине шпуров, поскольку в этом случае происходит не полная очистка врубовой полости, разрушенная порода не полностью выбрасывается и в донной части происходит ее запрессовка.

Таблица Классификация взрывных способов формирования врубовой полости

Работа зарядов ВВ по образованию врубовой полости, тип вруба	Размещение зарядов ВВ и порядок взрывания	Название вруба	Условия применения, глубина отбойки зарядами ВВ врубовых шпуров
I тип Отбойка породы производится в направлении плоскости забоя. Выброс горной массы из врубовой полости осуществляется этими же зарядами ВВ	1. Заряды ВВ размещают в шпурах, пробуренных наклонно к плоскости забоя. Направление шпуров зависит от напластования породы.	Верхний Нижний Боковой Веерный Клиновой Пирамидальный Воронкообразный	Наличие ярковыраженной естественной плоскости отрыва. Выработки сечением более 16 м^2, независимо от горно-геологических условий l_{max}=2,0-2.5 м.
	2. Заряд ВВ размещают в расширенной донной части шпура, пробуренного перпендикулярно к плоскости забоя.	Котловой	Выработки любого сечения, проводимые в вязких, легко деформируемых породах l_{max}=2.5 м
	3. Заряды размещают в шпурах, пробуренных перпендикулярно к плоскости забоя на небольшом расстоянии друг от друга.	Комбинированные	Выработки увеличенного сечения и глубины шпуров в любых породах.
Работа зарядов ВВ по образованию врубовой полости, тип вруба	Размещение зарядов ВВ и порядок взрывания	Название вруба	Условия применения, глубина отбойки зарядами ВВ врубовых шпуров
II тип Отбойка породы производится в направлении дополнительной поверхности обнажения и, частично, в направлении плоскости забоя. Выброс отбитой горной массы осуществляется этими же зарядами ВВ.	Заряды ВВ размещают в шпурах, пробуренных перпендикулярно к плоскости забоя и параллельно дополнительной поверхности обнажения.	Шелевой Призматический Спиральный	Выработки любого сечения и назначения независимо от горно-геологических условий, l_{max}=4,0-5,0 м
IIIтип Отбойка породы производится в направлении дополнительной обнаженной поверхности и, частично, в направлении поверхности забоя одними зарядами, а основной выброс породы – другими зарядами ВВ.	Заряды ВВ размещены в устьях и донной части шпуров, пробуренных перпендикулярно плоскости забоя и параллельно обнаженной поверхности. Взрывание зарядов ВВ расположенных в донной части шпуров производится после взрывов устьевых зарядов ВВ.	Вруб с запрессовкой устьев шпуров. Ярусный. Вруб с донным зарядом ВВ.	Выработки любого сечения и назначения. Независимо от горно-геологических условий l_{max}=6-8 м.

Призматический вруб отличается от щелевого тем, что заряды ВВ располагают в шпурах, пробуренных по углам квадрата, а незаряжаемый шпур или скважина находится в центре квадрата. Если заряжаемых шпуров более четырех, то их располагают по окружности и такой вруб называют бочкообразным. Призматический вруб, сохраняя все положительные качества щелевого, имеет перед ними преимущества – более полный выброс отбитой горной массы благодаря более удобной конфигурации образуемой полости, что позволяет получать подвигание забоя за взрыв до 4,0-4,5 м.

Спиральный вруб наиболее эффективный из всех врубов этого типа. В этом случае заряды ВВ во врубовых шпурах располагают вокруг незаряжаемого шпура или скважины по спирали таким образом, чтобы каждый из зарядов ВВ работал с оптимальной для него линией наименьшего сопротивления (Л.Н.С.). Взрывание зарядов ВВ производят в такой последовательности, чтобы при взрыве каждого последующего заряда отбитая горная масса выбрасывалась из врубовой полости. Раскрытие врубовой полости происходит последовательно и равномерно по всей длине врубовых шпуров.

Спиральный вруб позволяет получать больший уход за взрыв, чем остальные врубы этого типа, однако сложность его разметки в забое и обуривания требует высокой квалификации проходчиков.

К третьему типу, наиболее прогрессивному, относятся врубы, отбойка породы в которых производится в направлении дополнительной обнаженной поверхности и, частично, в сторону плоскости забоя одними зарядами ВВ, а основной выброс разрушенной горной породы осуществляется другими зарядами ВВ. От врубов второго типа они отличаются наличием дополнительных зарядов ВВ, которые не только производят отбойку породы, но выбрасывают разрушенную горную породу из врубовой полости. К этим врубам относят такие врубы, как ярусный вруб, вруб с запрессовкой устьев шпуров и вруб с донным зарядом выброса.

Эффективность вруба с запрессовкой устьев шпуров основывается на использовании взрывав дополнительных зарядов ВВ для создания полной запрессовки устьев шпуров и повышения за счет этого коэффициента использования энегрии взрыва.

Особенность процессов формирования врубовой полости заключается в том, что устьевые части врубовых шпуров запрессовываются но полностью не разрушаются, вследствии чего формируемая врубовая полость сужается в устьевой части, которое расширяется после взрывов заряда ВВ отбойных шпуров.

Ярусные врубы также основаны на эффекте запрессовки незаряжаемой части шпуров взрывом соседних зарядов ВВ. Заряды ВВ располагают ярусами в шести параллельных шпурах, из них в трех шпурах заряды ВВ размещают в устьевых частях шпуров, а в трех – в донных частях. При взрыве зарядов ВВ первого яруса образуется часть врубовой полости на длину шпуров первого яруса с запрессовкой незаряжаемых частей шпуров, в которых размещены заряды ВВ второго яруса, что повышает эффективность их работы.

Врубы с донными зарядами ВВ отличаются от призматических или спиральных тем, что незаряжаемые шпуры или скважины, выполняющие роль дополнительных обнаженных поверхностей, пробуривают на глубину, превышающую глубину основных шпуров, а в их донной части размещают заряды ВВ.

При взрывании основных врубовых зарядов ВВ порода разрушается на всю глубину, но горная масса выбрасывается не на всю глубину, как при взрыве обычного призматического вруба. Остальная часть разрушенной породы остается в донной части врубовой полости и частично запрессовывается. Во время взрыва донного заряда ВВ оставшаяся породная масса выбрасывается и врубовая полость очищается на всю глубину.

Таким образом, можно сделать вывод, что выбор схемы определяется не только характером расположения шпуровых зарядов ВВ относительно плоскости забоя, направления трещиноватости или напластования пород и других геометрических факторов, но, в основном, обеспечением условий работы зарядов ВВ по отбойке породы и полноценному выбросу, разрушенной горной массы из формируемой врубовой полости. На этой основе нами была разработана классификация взрывных способов образования врубовой полости при сооружении горных выработок (табл.).

Врубы первого типа не могут обеспечить подвигание забоя за взрыв более 2,0-2,5 м. Все возможности рационализации этих врубов исчерпаны, так как они относятся к старым и давно применяемым, а величина подвигания забоя за взрыв ограничена рядом факторов технического и технологического характера.

Величина максимального подвигания забоя за взрыв для врубов второго типа ограничена не полным выбросом разрушенной горной массы из врубовой полости. С увеличением глубины шпуров, когда на выброс разрушенной горной массы перестает оказывать влияние поверхность забоя, разрушенная горная масса остается во врубовой полости в запрессованном состоянии, препятствуя эффективной работе остального комплекта шпуровых зарядов ВВ проходческого забоя.

Врубы третьего типа позволяют получить наибольшее подвигание забоя за взрыв за счет наличия дополнительных зарядов ВВ, которые при взрывании очищают врубовую полость от разрушенной горной массы и создают наиболее благоприятные условия для работы всех шпуровых зарядов ВВ.

Наиболее перспективным из них является вруб с донным зарядом выброса. Он обладает следующими преимуществами перед остальными врубами:

– минимальный объем буровых работ;

– заряды врубовых шпуров при разрушении породного массива и выброса разрушенной горной массы работают в наиболее благоприятных условиях;

– схема расположения и взрывания зарядов ВВ проста, что не требует высокой квалификации проходчиков и взрывников;

– достигается повышенное подвигание забоя за взрыв.

Таким образом, предлагаемая классификация взрывных способов образования врубовой полости при сооружении горных выработок с учетом работы зарядов врубовых шпуров или скважин по разрушению породного массива и очистки врубовой полости от разрушенной горной массы, может служить основой для выбора конкретной конструкции вруба, обеспечивающей требуемые показатели проходческих работ в зависимости от конкретных условиях проходки: горно-геологических условий; глубины взрывания; типа буровой техники; сечения и назначения выработки; квалификации проходчиков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кутузов Б.Н.* Методы ведения взрывных работ. Часть 1. Разрушение горных пород взрывом Учебник для вузов. 2-е изд. стер. М.: Горная книга, 2009. - 471 с.

2. *Кутузов Б.Н.* Методы ведения взрывных работ. Часть 2. Взрывные работы в горном деле и промышленности. Учебник для вузов. — М.: Горная книга, 2008. — 512 с.

3. *Мангуш С.К., Фисун А.П.* Справочник по буровзрывным работам на подземных горных разработках. - М. : 2003. -344 с.

4. *Шевцов Н.Р., Таранов П.Я., Левит В.В., Гудзь А.Г.* Разрушение горных пород взрывом // Учебник для вузов. 4-е издание переработанное и дополненное Донецк: 2003. 253 с.

5. *Матвейчук В.В*. Взрывное дело (Внимание, взрыв). - М.: Академ.Проект, 2005 г. 512 с.

6. *Таранов П.Я.,Гудзь А.Г.* Разрушение горных пород взрывом // Учебник. Изд. 4-е, перераб. и доп. - М.: Недра, 2003

7. *Лукьянов В.Г., Комащенко В.И., Шмурыгин В.А.* Взрывные работы // Учебник для вузов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 402 с.

8. *Масаев Ю.А.* Комплексное решение вопросов повышения эффективности буровзрывных работ на горнодобывающих предприятиях Кузбасса / Строительство шахт и городских подземных сооружений // Тр. Российско-Китайского симпозиума 24-27 апреля 2000 г. Кемерово – Тайвань. 2000. – С. 37-45.

9. *Масаев Ю.А.* К исследованию эффективных схем врубовых шпуров / Ю.А. Масаев, Д.В. Тимофеев // Вестник Кузбасского государственного технического университета № 4, 2000. – С. 65-68.

10. *Масаев Ю.А* Исследование эффективных схем врубовых шпуров / Ю.А. Масаев, Н.В. Мильбергер // Материалы Международной научно-практической конференции «Взрывная технология. Эмпирика и теория. Достижения. Проблемы. Перспективы». 27-28 октября 2011 г. Тула, 2011. – С. 99-105.

11. *Масаев Ю.А.* Исследование закономерностей разрушения горной породы во врубе / Ю.А. Масаев, Н.В. Мильбергер // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышлености, строительства и энергетики. Сб. науч. тр. БНТУ, Минск, 2013, т. 1 – 511 с. – С. 68-75

12. *Масаев, Ю. А.* Влияние параметров буровзрывных работ на состояние законтурного массива горных выработок / Вестник Кузбасского государственного технического университета, 2000. – №5. – С. 85–87.

13. *Масаев Ю.А., Першин В.В.* Технология и безопасность взрывных работ в практических задачах // Кузбасский государственный технический университет, Кемерово, 2007, 204 с.

Поступило в редакцию 9.04.2015

THE ANALYSIS OF SCHEMES OF THE CUT HOLE USED IN THE CONSTRUCTION OF THE MINE WORKINGS AND THEIR CLASSIFICATION

Masaev Yuriy A[1],
C. Sc. (Engineering)., Professor, e-mail: recess@bk.ru
Masaev Vladislav Y.[2],
C. Sc. (Engineering). Associate Professor, e-mail: recess@bk.ru
Milberger Natalia V,[1],
PhD student. e-mail: L01BDV@yandex.ru.
Kuznetsova, Ksenia V. [1],
Candidate for a degree, e-mail: L01BDV@yandex.ru

[1]T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation
[2]Kemerovo Institute (branch) of the Russian Economic University named after G.V. Plekhanov, 650992, Kemerovo, Ave Kuznetsk, d. 39, Department of Economics and Management at the enterprise trade

Abstract

The analysis of the effectiveness of drilling and blasting operations in the capital and preparatory you-the wages, the investigations about 100 passports BSB, used over the past 20 years in the mountains-tion of coal mines and ore mines of Kuzbass and 80 passports BSB used in various mountains-nodobyvajushchij basins of Russia and abroad.

Based on the studies it is concluded that the choice of the scheme is determined not only ha the character of a blast hole location of the EXPLOSIVE charge relative to the plane of the face, the direction of crack vitasti or strata of rocks and other geometric factors, but mainly by providing conditions for the work of blasting charges for breaking rocks and full release, shattered rock mass formed from the cut cavity.

The classification of explosive methods of forming cutters of the cavity in the construction of the research Institute of the mine workings, which can serve as a basis for choosing a specific design of the groove, providing the required indicators of the excavation works, depending on the specific circumstances of the excavation: mining and geological conditions; the depth of the blasting; the type of drilling equipment; cross-section generation and appointment; qualifications drifters.

Keywords *cut hole, underground mining, construction, demolition, for a number of CENTURIES, boiler charge, classification explosive ways of education.*

REFERANCE

1. Kutuzov B.N. Metody vedenija vzryvnyh rabot. Chast' 1. Razrushenie gornyh porod vzryvom Uchebnik dlja vuzov. 2-e izd. ster. M.: Gornaja kniga, 2009. - 471 s.
2. Kutuzov B.N. Metody vedenija vzryvnyh rabot. Chast' 2. Vzryvnye raboty v gornom dele i promyshlennosti. Uchebnik dlja vuzov. — M.: Gornaja kniga, 2008. — 512 s.
3. Mangush S.K., Fisun A.P. Spravochnik po burovzryvnym rabotam na podzemnyh gornyh razrabot-kah. - M. : 2003. -344 s.
4. Shevcov N.R., Taranov P.Ja., Levit V.V., Gudz' A.G. Razrushenie gornyh porod vzryvom // Uchebnik dlja vuzov. 4-e izdanie pererabotannoe i dopolnennoe Doneck: 2003. 253 s.
5. Matvejchuk V.V. Vzryvnoe delo (Vnimanie, vzryv). - M.: Akadem.Proekt, 2005 g. 512 s.
6. Taranov P.Ja.,Gudz' A.G. Razrushenie gornyh porod vzryvom // Uchebnik. Izd. 4-e, pererab. i dop. - M.: Nedra, 2003
7. Luk'janov V.G., Komashhenko V.I., Shmurygin V.A. Vzryvnye raboty // Uchebnik dlja vuzov. – Tomsk: Izd-vo Tomskogo politehnicheskogo universiteta, 2008. – 402 s.
8. Masaev Ju.A. Kompleksnoe reshenie voprosov povyshenija jeffektivnosti burovzryvnyh rabot na gornodobyvajushhih predprijatijah Kuzbassa / Stroitel'stvo shaht i gorodskih podzemnyh sooruzhenij // Tr. Rossijsko-Kitajskogo simpoziuma 24-27 aprelja 2000 g. Kemerovo – Tajvan'. 2000. – S. 37-45.
9. Masaev Ju.A. K issledovaniju jeffektivnyh shem vrubovyh shpurov / Ju.A. Masaev, D.V. Timo-feev // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta № 4, 2000. – S. 65-68.
10. Masaev Ju.A Issledovanie jeffektivnyh shem vrubovyh shpurov / Ju.A. Masaev, N.V. Mil'ber-ger // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Vzryvnaja tehnologija. Jempirika i teorija. Dostizhenija. Problemy. Perspektivy». 27-28 oktjabrja 2011 g. Tula, 2011. – S. 99-105.
11. Masaev Ju.A. Issledovanie zakonomernostej razrushenija gornoj porody vo vrube / Ju.A. Masa-ev, N.V. Mil'berger // Social'no-jekonomicheskie i jekologicheskie problemy gornoj promyshlenosti, stroitel'stva i jenergetiki. Sb. nauch. tr. BNTU, Minsk, 2013, t. 1 – 511 s. – S. 68-75
12. Masaev, Ju. A. Vlijanie parametrov burovzryvnyh rabot na sostojanie zakonturnogo massiva gornyh vyrabotok / Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta, 2000, №5. – S. 85–87.
13. Masaev Ju.A., Pershin V.V. Tehnologija i bezopasnost' vzryvnyh rabot v prakticheskih zadachah // Kuzbasskij gosudarstvennyj tehnicheskij universitet, Kemerovo, 2007, 204 s.

Received 9.04.2015