

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.

**Методы исследований,** результаты которых представлены в работе, является получение пористого реакционного бетона с повышенной прочностью и пониженными усадкой за счёт модификации его состава комплексной добавкой, которая состоит из полиспирта и железосодержащего вещества, а также применения пористых заполнителей на основе железосодержащего вещества.

**Научная новизна.** Экспериментами установлено влияние комплексной добавки на прочность пористого бетона, объёмное водопоглощение исследуемых бетонов и их водопоглощение методом капиллярного подсоса для бетонов, приготовленных без использования комплексной добавки и с использованием добавки.

**Практическая значимость.** Исследовано изменение во времени массы бетона с добавкой и без нее. Также была исследована усадка пористого бетона с применением комплексной добавки и без нее.

**Результаты.** В результате было установлено, что одновременное введение в пористые бетоны минерального комплекса, содержащего железо, и полиспирта приводит к повышению прочности при сжатии, снижению усадки указанных бетонов. Показано, что содержание минерального железистого комплекса (порошка) и органического компонента в пористых бетонах носит экстремальный характер, т.е. имеется их содержание, обеспечивающее наибольшую прочность таких бетонов и их наименьшее водопоглощение.

**Ключевые слова:** пористые бетоны, комплексная добавка, железосодержащее вещество, поверхностно-активное вещество.

**Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями.** 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. Помимо этого, строительные конструкции существующих жилых зданий и других сооружений проектировались на основе норм, которые уже не отвечают современным требованиям по теплопроводности и требуют, при ремонте конструкций, выполнения конструктивных мероприятий по ее уменьшению.

Одними из эффективных материалов для защиты от тепловых влияний окружающей среды, которые обладают низкой теплопроводностью, являются легкие и пористые бетоны. Однако известные пористые бетоны обладают повышенными влажностными деформациями (набуханием и усадкой) и водопоглощением и недостаточной прочностью при сжатии, что ограничивает их применение.

Пористые бетоны широко применяются для производства наружных ограждающих конструкций, доля которых составляет 45-60% объема строительных конструкций здания. Используя высокопрочные пористые бетоны возможно возведение уникальных зданий и сооружений.

**Анализ исследований и публикаций.** Основу современной технологии бетона любого вида, как плотного, так и пористого, составляет создание высококачественного цементного камня, отличающегося высокой дисперсностью составляющих и новообразований, малой дефектностью и устойчивостью структуры, в том числе за счет уменьшения ее перестройки в процессе твердения. На его основе могут создаваться самые различные качественные бетоны путем «вкрапления» в структуру материала дополнительных составляющих и ее модификации [1-10].

В частности, при получении пенобетонов, основными «вкраплениями» в структуру бетона являются воздушные поры [11-14], которые, приводя к снижению плотности бетона и его теплопроводности, обуславливают снижение его прочности (в первую очередь при сжатии), не позволяя отнести данный бетон к конструктивным бетонам.

Очевидно, что основным путем повышения прочности пористых бетонов является повышение прочности бетона в их межпоровых перегородках. Данную задачу можно решить применением высокопрочных бетонов. Наиболее приемлемыми, в данном случае, являются так называемые реакционные порошковые бетоны - Reactive powder concretes (RPC). Данные бетоны получают на основе смеси вяжущего вещества, в качестве которого могут применяться портландцемент, шлакощелочное, шлакошламовое либо гипсоцементное вяжущее [15-17],

микронаполнителя, в качестве которого могут применяться отходы обогащения железных руд, микрокремнезем, зола-унос, известняк [15,17-20].

В случае получения пористого бетона путем применения пен - пенобетона, наличие пенообразователя, который представляет собой поверхностно-активное вещество (ПАВ), в рассматриваемой системе (пенобетоне) приводит к тому, что часть этого ПАВ остается в межпоровых перегородках – в бетоне и, адсорбируясь на поверхности частиц вяжущего, замедляет реакции его гидратации. Это приводит к снижению величины прочности бетона в межпоровых перегородках и, как следствие, пенобетона.

Известные результаты исследований в области флотации [21] показывают, что молекулы ПАВ в первую очередь адсорбируются на минералах, содержащих железо, а результатами исследований школы академика П.А. Ребиндера [22] установлено, что ПАВ концентрируются на внутренней поверхности воздушных пузырьков в бетоне, вступают в реакцию с минералами цемента, образуя на этой поверхности упрочненный слой новообразований, что способствует повышению прочности бетона. Кроме того, работами этой же школы установлено, что менее поверхностно-активные вещества вытесняют с поверхности раздела фаз более поверхностно-активные вещества.

Приведенные выше данные послужили основой научной гипотезы, которая заключается в следующем: для управления процессами структурообразования пористых бетонах не зависимо от метода создания пористой структуры необходимо введение в их состав минерально-органических композиций, которые будут модифицировать структуру продуктов гидратации вяжущих, способствуя закупориванию пор, повышению скорости гидратации и достижению высокой прочности затвердевшей системы. Наиболее приемлемыми являются минерально-органические системы, минеральная часть которых представлена соединениями железа, а органическая – многоатомными спиртами.

**Постановка задачи.** Целью настоящей работы является получение пористых RPC и определение степени влияния минерально-органической добавки на основе минерального комплекса, содержащего железо и полиспирта на прочность при сжатии, пористость и водопоглощение этих бетонов.

**Результаты исследований.** В исследованиях производили в соответствии со стандартными методиками. Определение прочности при сжатии производили на универсальной машине УММ-100 испытанием стандартных образцов (образцы-кубы  $150 \times 150 \times 150$  мм и образцы-балочки  $40 \times 40 \times 160$  мм). Для изготовления образцов использовали стандартный портландцемент М400 производства ПАО «Хайдельберг цемент» (г. Кривой Рог). В качестве железосодержащего компонента использовали оксид железа и отходы обогащения железных руд и их тонкодисперсную часть. Отходы обогащения железных руд по своему гранулометрическому составу отвечают крупному песку (модуль крупности 2,3), тонкодисперсная часть отходов обогащения железных руд имела удельную поверхность  $260 \text{ м}^2/\text{кг}$ . В качестве заполнителя применяли речной песок. В качестве полиспирта – пропантриол-1,2,3. Предварительными исследованиями было определено, что использование пропантриол-1,2,3 позволяет в большей степени повысить прочность бетона. В качестве пенообразователя использовали пенообразователь – ПО-2, а в качестве заполнителя пористого бетона применяли искусственный заполнитель из отходов горнообогатительных комбинатов.

Для исключения влияния на результаты исследований состава бетона, он был принят постоянным: цемент - 450 г.; заполнитель - 150 г.; вода -250 г.

Для получения пенобетона добавляли 0,8 гр. пенообразователя, для получения газобетона – 1 г алюминиевой пудры.

В результате получены пористые бетоны объемом  $1000 \text{ см}^3$  (1 л):

пенобетон: плотностью  $654 \text{ кг}/\text{м}^3$ , прочностью при сжатии 1,8 МПа.

газобетон: плотность  $650 \text{ кг}/\text{м}^3$ , прочность при сжатии 1,9 МПа

В процессе экспериментов в составе бетона изменялось содержание железосодержащего компонента и полиспирта.

Железосодержащий компонент вводился в сухом виде путем смешивания с цементом и заполнителем, полиспирт вводился в предварительно отмерянную для замеса дозу воды.

Результаты исследования влияния комплексной добавки на прочность пористого бетона (табл. 1) показали, что оптимальным является соотношение 1:1 между железосодержащим компонентом и полиспиртом. При суммарном их расходе 2 г/л бетона.

Влияние комплексной добавки на прочность при сжатии пористого бетона

| Содержание тонкодисперсных отходов обогащения железных руд, гр/л | Прочность бетона, %, при содержание полиспирта, гр/л |         |         |
|--|--|---------|---------|
|  | 0  | 1       | 2       |
| 0  | 100/110  | 150/150 | 160/165 |
| 1  | 110/124  | 180/180 | 176/183 |
| 2  | 123/125  | 175/180 | 180/184 |

Примечание:

1. Плотность бетона 650 кг/м<sup>3</sup>.
2. Расход компонентов добавки приведен на 1 л бетона.
3. Прочность: в числителе - пенобетона, в знаменателе - бетона на пористом бетоне

Как видно из результатов экспериментов использование тонкодисперсной части отходов обогащения железных руд оказалось более эффективным по сравнению с использованием оксида железа, очевидно, это связано с тем, что в отходах обогащения железных руд содержится не только оксид железа, но и другие соединения железа.

Так как для бетона наиболее опасной является открытая пористость, то во второй группе проведенных исследований было изучено изменение данного вида пористости в зависимости от содержания комплексной минерально-органической добавки. Открытую пористость пористого бетона определяли двумя методами: методом объемного водопоглощения и методом капиллярного подсоса.

В первом случае образцы бетона высушивали до постоянной массы, взвешивали, на 48 часов погружали в воду и вновь взвешивали. Водопоглощение определяли как отношение разницы в массе образцов выдержанных в воде и высушенных до постоянной массы к массе высушенных образцов в процентах. Во втором случае образцы-балочки помещали в емкость с водой в вертикальном положении таким образом, чтобы образцы были погружены в воду на 1 см. В процессе проведения эксперимента (48 часов) уровень воды в емкости поддерживали на постоянном уровне. Водопоглощение определяли тем же методом.

Как показали результаты экспериментов по первому методу (табл. 2), введение комплексной добавки в исследуемую систему приводит к резкому снижению водопоглощения бетоном.

Таблица 2.

Влияние комплексной добавки на водопоглощение пористого бетона (погружение в воду)

| Показатель        | Содержание полиспирта, г/л |       |       |       |
|-------------------|----------------------------|-------|-------|-------|
|                   | 0                          | 1     | 2     | 3     |
| Водопоглощение, % | 92/48                      | 80/32 | 68/30 | 63/26 |

Примечание:

1. Расход добавки приведен на 1 л полученного бетона.
2. Водопоглощение: в числителе – пенобетона; в знаменателе – бетона на пористом бетоне.
3. В добавке равное содержание оксида железа и полиспирта.
4. Масса высушенного образца 654 г.

Определение водопоглощения пористого бетона вторым методом (методом капиллярного подсоса) также показало, что введение комплексной добавки приводит к значительному уменьшению водопоглощения пористым бетоном (табл. 3).

Таблица 3.

Влияние комплексной добавки на водопоглощение пористого бетона (капиллярный подсос)

| Высота подъема воды, % |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| Без добавки            | С добавкой полиспирта (2 г/л) |
| 50/36                  | 22/12                         |

Примечание:

1. Расход добавки приведен на 1 л полученного бетона.
2. Водопоглощение: в числителе - пенобетона; в знаменателе - бетона на пористом бетоне.
3. В добавке равное содержание оксида железа и полиспирта.
4. Масса высушенного образца 1664 г.

Уменьшение высоты подъема воды по телу бетона можно объяснить только резким уменьшением количества открытых и сообщающихся капилляров в объеме пористого бетона при введении комплексной добавки, которая состоит из полиспирта и железосодержащего вещества. А это является подтверждением научной гипотезы работы.

В третьей группе исследований было определено изменение массы образцов-кубов (которые имели объем 1000 см<sup>3</sup>) начиная с 3-суточного возраста.

Как показали результаты следующей группы экспериментов, образцы, изготовленные из пористого бетона (пенобетона) с добавкой, за 25 суток потеряли 16,3% массы, а образцы, изготовленные из пенобетона без добавки - 17,8 %, т.е. потеря массы образцами, после 3 суток твердения, практически не зависит от содержания комплексной добавки. Однако следует отметить, что в момент изготовления образцов они имели практически одинаковую массу, были изготовлены с одинаковым расходом компонентов по одинаковой технологии. Их состав отличался только наличием добавки, масса которой составила 3 г, что не является определяющим влиянием на результаты экспериментов. Образцы хранили в климатической камере при температуре 20 °С и относительной влажности 65 %.

Таким образом, за трое первых суток твердения, образцы, приготовленные на основе дисперсной системы «цемент - вода - пенообразователь», потеряли 24,6% от массы, а образцы, приготовленные на основе системы дисперсной системы «цемент - вода - пенообразователь - комплексная добавка», только 7,6 % от массы образца.

Так как образцы изготавливали из одних и тех же материалов, одного и того же состава, то потеря массы образцами могла происходить только из-за потери ими влаги. Результаты данной группы экспериментов косвенно подтверждают, что показывают, что в пористом, полученном в результате твердения дисперсной системы «цемент – вода – пенообразователь – комплексная добавка», формируется значительно большее количество замкнутых пор по сравнению с цементным камнем, полученным в результате твердения дисперсной системы «цемент – вода – пенообразователь».

Результаты данных исследований используются предприятием «Перспектив СМ» (п. Лозоватка). В промышленных условиях, использование тонкодисперсной части отходов обогащения железных руд и полиспирта пропантриол-1,2,3 в качестве добавки к пенобетону позволило: повысить прочность пенобетона 35-40 % и снизить расход цемента на 50 кг/м<sup>3</sup> пенобетона.

#### **Выводы.**

На основании проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. Установлено, что одновременное введение в пористые бетоны минерального комплекса, содержащего железо, и полиспирта приводит к повышению прочности при сжатии, снижению водопоглощения и усадки указанных бетонов.
2. Показано, что содержание минерального железистого комплекса (порошка) и органического компонента в пористых бетонах носит экстремальный характер, т.е. имеется их содержание, обеспечивающее наибольшую прочность таких бетонов и их наименьшее водопоглощение.

#### *Список литературы*

1. **Баженов Ю.М.** Бетоны: технологии будущего / **Ю.М. Баженов.** // Современные стройматериалы. 2005. июль-август. С. 50-52.
2. **Красовский П. С.** Физико-химические основы формирования структуры цементных бетонов / **Красовский П.** // Учебн. пособ. Хабаровск: Издательство ДВГУПС, 2013. 204 с.
3. **Шишкина А. А.** Свойства и технология пенобетона, модифицированного оксидами железа: Дисс...канд. техн. наук: 05.23.05. – Кривой Рог, 2010. – 178 с.
4. **Горшков А.С., Ватин Н.И.** Свойства стеновых конструкций из ячеистобетонных изделий автоклавного твердения на полиуретановом клею // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 5 (40). С. 5-19.
5. **Горшков А.С., Ватин Н.И.** Инновационная технология возведения стеновых конструкций из газобетонных блоков на полиуретановый клей // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 8 (13). С. 20-28.
6. **Шишкин А.А.** Специальные бетоны для усиления строительных конструкций эксплуатирующихся в условиях действия агрессивных сред: дис...докт. техн. наук: 05.23.05. – Кривой Рог, 2003. – 336 с.
7. **Баженов Ю. М.** Технология бетона: учебник. М.: Изд-во АСВ, 2003. 500 с.
8. Effect of fly ash on autogenous shrinkage / Termkhajornkit P., Nawa T., Nakai M., Saito T. (2005) Cem. Concr. Res. Vol. 35. Issue 3. Pp. 473-482.
9. **Yang Y., Sato R., Kawai K.** (2005) Autogenous shrinkage of high-strength concrete containing silica fume under drying at early ages / Cem. Concr. Res. Vol. 35. Issue 3. Pp. 449-456.
10. **Меркин А. П., Траубе П. Р.** Непрочное чудо. М.: Химия, 1983. 224 с.
11. **Меркин А. П., Кобидзе Т. Е.** Особенности структуры и основы технологии получения эффективных пенобетонных материалов // Строительные материалы. 1988. № 3. С. 16–18.
12. **Шахова Л.** Некоторые аспекты исследований структурообразования ячеистых бетонов неавтоклавного твердения // Строительные материалы. 2003. №2 [приложение]. С. 4-7

13. Юдович Б. Э., Зубехин С. А. Пенобетон: новое в основах технологии // Техника и технология силикатов. 2007. Т. 1. С. 14–24.
14. Swamy R.N., Sakai M., Nakamura N. (2006) Role of Superplasticizers and Slag for Producing High Performance Concrete. The Fourth CANMET/ACI International Conf. on Superplasticizers and Other Chemical Admixtures in Concrete: ACI SP-148-1, Proceedings. Detroit (USA), - Pp. 1-26.
15. Kocaba V., Gallucci E., Scrivener K.L. (2012) Methods for determination of degree of reaction of slag in blended cement pastes. Cement and concrete research. Elsevier Science Publishing Company, Inc. Vol. 42. Pp. 511-525.
16. Шишкин А.А. Щелочные реакционные порошковые бетоны // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 2 (17). С. 56-65.
17. An innovation method in producing high early strength PFA concrete / Poon C.S., Kou S.C., Lam L., Lin Z.S. (1999) Creating with Concrete: International Conference. 1999: Proceedings. Dundee (Scotland). Pp. 131-138.
18. Sao J., Chung D.D.L. (2004) Use fly ash as an admixture for electromagnetic interference shielding // Cement and Concrete Research. Vol. 34. Issue 10. Pp. 1889-1892.
19. Effect of temperature on the hydration of portland cement blended with siliceous fly ash / Deschner F., Lothenbach B., Winnefeld F., Neubauer J. (2013) Cement and Concrete Research. Elsevier Science Publishing Company, Inc. Vol. 52. Pp. 169-181.
20. Годэн А.М. Флотация. М.: Госнаучлит по горному делу, 1959. - 653 с.
21. Ребиндер П.А. Избранные труды. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия. М.: «Наука», 1978. – 369. с.

Рукопись поступила в редакцию 21.03.17

УДК 622.274.5:622.341

В.В. ЦАРИКОВСКИЙ, д-р техн. наук, зав. отделом, Вал.В. ЦАРИКОВСКИЙ, канд.техн.наук, ст. научный сотрудник, В.Я. КОЗАРИЗ, канд.техн.наук, зав. отделом, Т.Т. СЕДУНОВА, зав. лабораторией, А.Ф. МИГУЛЬ, Д.А.РУБЦОВ, инженеры, НИГРИ ГВУЗ «КНУ»

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ ЭТАЖНОГО ОБРУШЕНИЯ С УЧЕТОМ ДОПУСТИМЫХ ОБЪЕМОВ ВЗРЫВАЕМЫХ ВВ ПРИ ОТРАБОТКЕ МАГНЕТИТОВЫХ КВАРЦИТОВ ШАХТЫ ИМЕНИ ОРДЖОНИКИДЗЕ ПАО «ЦГОК»

**Цель.** Целью данной работы является разработка методики определения геометрических параметров системы этажного обрушения с учетом допустимых объемов взрывааемых взрывчатых веществ (ВВ). Обусловлено это спецификой условий отработки магнетитовых кварцитов шахты им. Орджоникидзе, заключающейся в проведении массовых взрывов взрывчатых веществ (ВВ) общей массой от 30 до 170 т при расположении вблизи шахтного поля многоэтажных жилых домов и промышленных сооружений. В связи с огромными массами взрывааемых взрывчатых веществ колебания земной поверхности достигают 6...7 баллов, что отрицательно влияет на состояние жилых домов и промышленных сооружений.

**Методы исследования.** Причиной указанного является наличие множества методик определения геометрических параметров систем разработки из условий их устойчивости и отсутствие исследований зависимости интенсивности сейсмических колебаний земной поверхности от объемов одновременно взрывааемых взрывчатых веществ при различных граничных условиях расположения отбиваемого массива. при проведении данной работы применялись методы инструментальных наблюдений за сейсмическим воздействием взрывных работ на земную поверхность.

**Научная новизна.** Научная новизна данной статьи заключается в установлении на основании инструментальных измерений сейсмической интенсивности колебаний земной поверхности при проведении массовых взрывов в различных горнотехнических условиях отработки магнетитовых кварцитов шахты им.Орджоникидзе взаимосвязей между условиями производства взрывов, объемом взрывааемых взрывчатых веществ в одном замедлении и интенсивностью колебаний земной поверхности и изучении влияния на интенсивность сейсмических колебаний земной поверхности количества обнаженных плоскостей, на которые отбивается рудный массив, наличие и ориентация обрушенных пород у отбиваемого массива, также установлена возможность использования порядков отбойки запасов для управления интенсивностью сейсмических колебаний земной поверхности.

**Практическая значимость.** По результатам проведенных исследований разработана методика, предусматривающая определение геометрических параметров конструктивных элементов системы этажного обрушения как из условий их устойчивости, так и с учетом допустимых объемов одновременно взрывааемых взрывчатых веществ.

**Результаты.** Разработанная методика позволяет выбирать схемы и порядки отбойки запасов, обеспечивающие устойчивость конструктивных элементов систем разработки и сохранность поверхностных сооружений.

**Ключевые слова:** взрывчатые вещества, сейсмическое колебание, земная поверхность, здание и сооружение.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Спецификой особенности отработки магнетитовых кварцитов шахты им. Орджоникидзе является значительный объем