

УДК 550.348+5512

В.В. Гарнов, Б.Г. Горюнов, А.В. Адушкин

**ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ПРИ СИЛЬНОМ МЕХАНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ
НА ЗЕМНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ**

*Рассмотрены задачи и содержание мониторинга. По экспериментальным данным выполнена оценка экологических наземных взрывов с учетом избыточного давления, теплового воздействия и формирования газопылевого облака при взрыве. Изучение экологического состояния в районе взрыва путем мониторинга позволит более полно оценить экологическую безопасность прилегающих районов.
Ключевые слова: взрыв, мониторинг, ударная волна, экологическая безопасность.*

Исследования, связанные с оценкой последствий катастрофических явлений, вызванных техногенными и геологическими процессами, и приводящие к нарушению экологического равновесия, становятся все более актуальными.

При крупных катастрофах вопросы экологической безопасности выходят на первое место, как это, например, было при изменении уровня Каспийского моря или взрыве на Чернобыльской АС.

При оценке экологической безопасности необходимо знать границы воздействия по одному параметру или по их совокупности. Для анализа последствий в этом случае используется экологический мониторинг, который позволяет оценить состояние пораженных зон. Мониторинг может быть частным, локальным или общим. Для оценки возможного развития чрезвычайных ситуаций при авариях целесообразно использовать опыт, накопленный при анализе таких случаев, а также имеющиеся банки данных.

При проведении планируемых работ экологический мониторинг проводится заранее. При аварийных си-

туациях проведение мониторинга приходится начинать после аварии или катастрофы.

Предмет мониторинга

Задачей и содержанием мониторинга является осуществление системных наблюдений за состоянием окружающей среды, обеспечивающее регистрацию изменений, происходящих в биосфере, оценку опасности загрязнения и деградации окружающей среды.

Влияние на биосферу и геофизические процессы в ней изучаются путем измерений и наблюдений характеристик окружающей среды, их изменений во времени. Оценка экологического состояния среды проводится по результатам этих измерений.

Объектом мониторинга является территория вокруг зоны возможного нарушения экологической среды.

Предметом мониторинга на указанных площадях будет:

- почва и грунт, пыль и аэрозоли;
- воды (подземные и поверхностные);
- воздух (атмосферный и почвенный);
- растительность и животный мир региона.

Наблюдения проводятся приборными средствами.

Мониторинг осуществляется с использованием принципов общей экологии, системного подхода, геофизических методов и представлений. Периоды мониторинга могут быть сезонными или годовыми в зависимости от масштаба воздействия и нахождения близлежащих природных и промышленных объектов.

Основные поля изучения:

- эпицентральная зона;
- район прохождения газопылевых образований.

Частный мониторинг является составной частью общего экологического, который осуществляется национальными средствами.

Для оценки необходимого числа пунктов наблюдений за полями воздействия используется зависимость:

$$K = 1 - \exp(-S_o S_k N),$$

где S_o – контролируемая площадь, S_k – площадь контроля единичного пункта, N – число пунктов, K – представительность информации.

Решая выше написанную формулу относительно N , получаем $N \approx 2,32 \lg(1-K)^{-1} / (S_k S_o)$.

Обычно выборочно обследуется площадь по одному направлению, для которого K должно быть не менее 50 %, что предусматривает 10 пунктов на каждом направлении. Количество направлений определяется местными условиями.

При проведении технологических процессов в горном производстве часто имеют место катастрофы взрывного характера в шахтах, карьерах, при обращении с ВВ. Примером такой катастрофы, сопровождаемой экологическим кризисом, может служить взрыв завода по производству селитры в городе Тулуза [1]. Часть города оказалась накрытой облаком газопылевых образований. Были закрыты метро,

школы и магазины. В месте расположения завода образовалась воронка диаметром 80 метров. Долговременное влияние этих последствий продолжает изучаться и сейчас.

Нарушение экологического равновесия может происходить медленно, постепенно или нарастать спонтанно и носить взрывной характер.

При крупных аварийных взрывных воздействиях возникают зоны локальных поражений экологических (геоэкологических) структур. К таким структурам может быть отнесена приповерхностная область литосферы, с которой непосредственно взаимодействует атмосфера, биосфера и гидросфера.

Для частного мониторинга оценим по нескольким параметрам на экспериментальном материале экологические последствия и их границы [4-5].

На рис. 1 приведена структурная схема характера воздействий для анализа аварийного взрыва.

Результаты экспериментов

Основными факторами влияния на окружающую среду в этом случае являются: механическое разрушение верхних слоев грунта, образование воронки и навала, воздействие воздушной ударной волны на прилегающий район, тепловое облучение, а также действие газопылевого облака на грунт и окружающую среду. Рассмотрим их в перечисленном порядке.

Характерные значения радиуса, максимальной глубины и объема воронки определяются эмпирическими формулами $R_B = 3,4 q^{1/3}$, м; $H_B = 1,6 q^{1/3}$, м; $S = 40 q^{2/3}$, м²; $V = 26 q$, м³, где q – тротиловый эквивалент взрыва в тоннах. Поверхность, которая не может быть восстановлена без специальной рекультивации, оценивается, как площадь, ограниченная навалом грунта, равная около $S \approx 1000 q^{2/3}$, м².

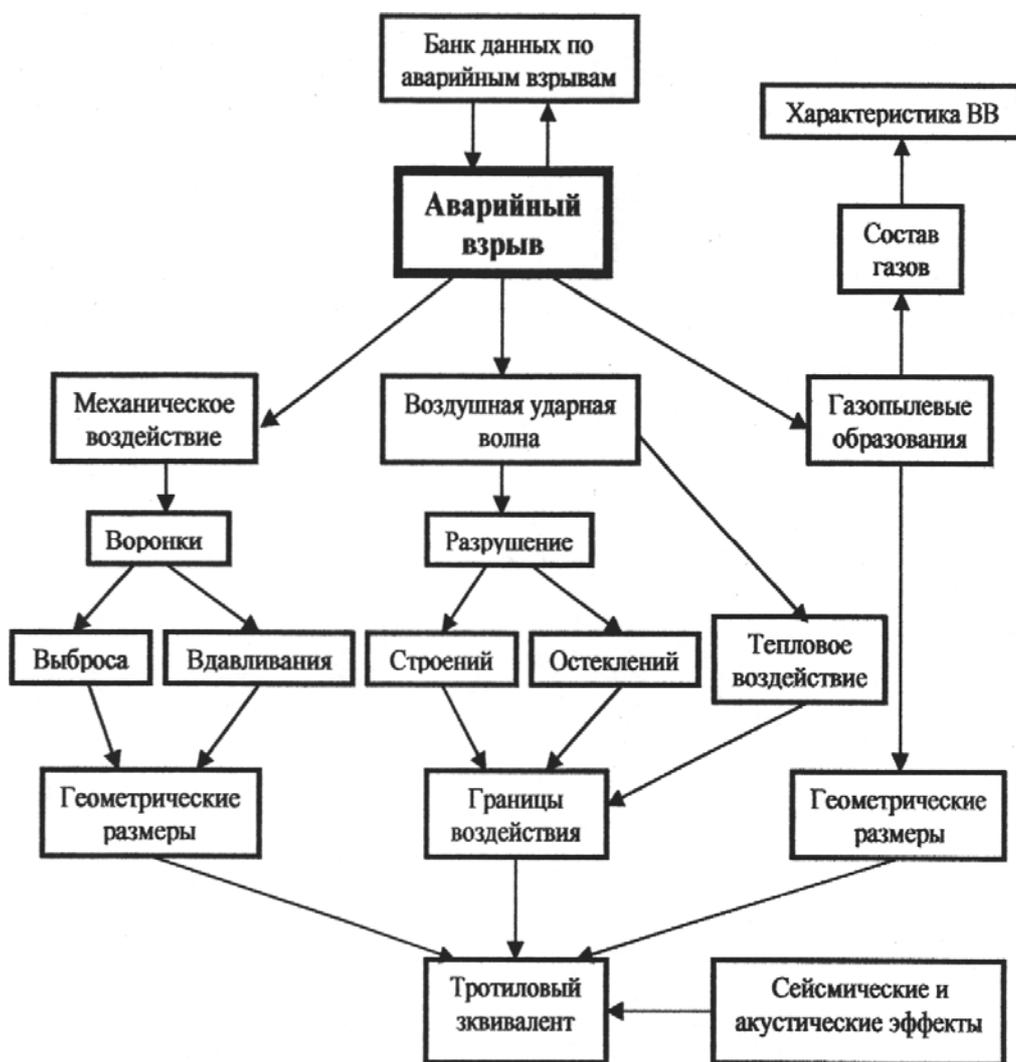


Рис. 1. Структурная схема последовательности анализа воздействия на экологические объекты

Образование воронки приводит к изменению рельефа местности, нарушению верхних водо-подстилающих слоев. Разрушение верхнего слоя грунта и изменение местного рельефа может быть отнесено к изменениям геоэкологического характера.

За границей навала прослеживается действие воздушной ударной волны (ВУВ), которая создает избыточ-

ное давление и скоростной напор воздуха. На образование ВУВ расходуется до 70 % энергии контактного взрыва. Параметры ударной волны рассчитываются по эмпирическим формулам М.А. Садовского для зависимости приращения максимального давления ΔP , длительности t_+ , и удельного импульса i положительной фазы волны от расстояния R и троти-

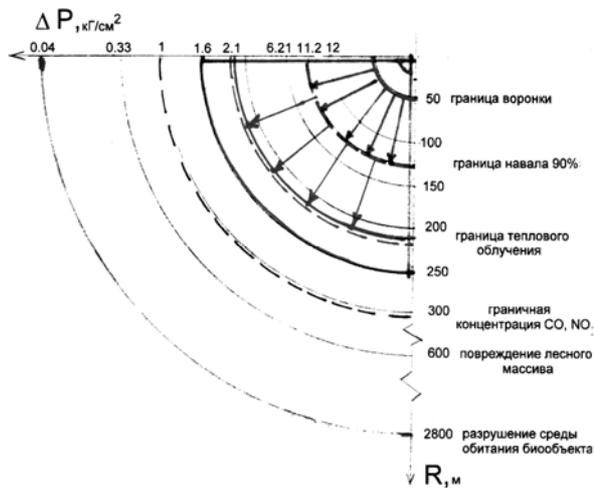


Рис. 2. Границы нарушения экологических структур

лового эквивалента q при взрыве в диапазоне $1 \leq (R/q^{1/3}) \leq 100$, м/кг^{1/3}.

$$\Delta P = 0,095 / (R / q^{1/3}) + 0,39 / (R / q^{1/3})^2 + 1,3 / (R / q^{1/3})^3, \text{ МПа}$$

$$t_+ = 1,7 q^{1/6} R^{1/2}, \text{ сек;}$$

$$i = 5,4 \cdot 10^{-4} q^{2/3} / R, \text{ МПа сек.}$$

Площадь зоны остаточного воздействия, определяемая границей избыточного давления $\Delta P \approx 0,004$ МПа, составляет $S = 2,5 \cdot 10^5 q^{2/3}$, м², где q в тоннах. Воздействие ударной волны на участок с лесом проявляется в повале деревьев, срыве кроны и листьев. Зона необратимых повреждений лесного массива лежит в границах с избыточным давлением $\Delta P \geq 0,03$ МПа при скорости воздушного потока свыше 40-50 м/с на площади до $S \approx 1,3 \cdot 10^4 q^{2/3}$, м². Избыточное давление до 0,02-0,03 МПа является предельным для многих биологических объектов.

Тепловое воздействие взрыва определяется излучением и теплообме-

ном с нагретым ударной волной воздухом и продуктами взрыва. При плотности энергии излучения не менее 40 Дж/см² могут загораться различные легко воспламеняющиеся материалы. Площадь зоны с наибольшей вероятностью по оценкам составляет $S \approx 1,3 \cdot 10^3 q^{2/3}$, м².

Образовавшееся при взрыве газопылевое облако, объем которого возрастает со временем, перемещается по ветру. Выпадение продуктов взрыва, крупных частиц и пыли происходит на значительном расстоянии. Вдоль земли может распространяться базисная волна, пыль от которой осаждается до расстояний (20-30) R_B от центра взрыва. Газовое облако на поверхности распространяется на площади до $S \approx 1,4 \cdot 10^3 q^{2/3}$, м².

Характерный состав продуктов взрыва тротила содержит двуокись углерода CO₂, окись углерода CO, азот N₂, углерод C, окислы азота NO₂, NO.

На схеме рис. 2 приведены возможные границы поражения природных объектов в зависимости от избыточного давления возникающего при взрыве. Также показаны абсолютные значения граничных расстояний для мониторинга экспериментального взрыва тротила массой $q = 1000$ т.

Выводы
Дальнейшее изучение экологического состояния в районе взрыва путем мониторинга дает возможность уточнить отдаленные последствия, что в конечном итоге позволит более полно оценить экологическую безопасность прилегающих районов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гарнов В.В., Перник Л.М. Аварийный взрыв в Тулузе. // «Безопасность работ в промышленности». № 1. 2006.
2. Гарнов В.В., Христофоров Б.Д. Прогнозирование возможных последствий при аварийных крупномасштабных взрывах по данным экспериментальных взрывов большой массы. // МЧС. Сб. Материалов. М. 2004. С. 24-25.
3. Адушкин В.В., Адушкин А.В., Гарнов В.В., Горюнов Б.Г. Мониторинг и прогнозирование оползневых структур в районе памятника архитектуры. МЧС. России. Сб. Материалов. М. 2003. С. 5-6.
4. Гарнов В.В., Горюнов Б.Г., Адушкин А.В. Регистрация деформационных процессов для контроля состояния геофизической среды. Доклад МГТУ. Сб. №11. 2004. С. 69-71. **ИДГ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Гарнов Владимир Владимирович – кандидат технических наук, ст. научный сотрудник,
Горюнов Борис Гаврилович – кандидат технических наук, научный сотрудник,
Адушкин Алексей Витальевич – кандидат технических наук, научный сотрудник,
Тел.: 939 79 81.
Учреждение Российской академии наук Институт динамики геосфер РАН (ИДГ РАН).



ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (ПРЕПРИНТ)

РОЛЬ РУКОВОДИТЕЛЯ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА (ОАО «КАЧКАНАРСКИЙ ГОК «ВАНАДИЙ»)

Лагутин К.И., Ионова Н.Л., Напольских С.А., Сухарев А.Г., Мартынов В. А., Ярославцев А.А.,
Макаров А.М., Довженок А.С., Коркина Т.А., Захаров С.И.
Евраз-Холдинг, Качканарский ГОК, НТЦ НИИОГР.

Вып. 11. (серия «Библиотека горного инженера-руководителя»). Отдельная статья Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала). – 2011. – № 1. – 45 с. – М.: издательство «Горная книга».

Разработан проект по разработке и реализации программы совершенствования производства организационными методами и усилению роли руководителей всех уровней управления в этом процессе. Для всех заинтересованных в повышении эффективности своей производственной деятельности руководителей и специалистов предприятий, региональных производственных объединений, управляющих компаний.

Lagutin K.I., Ionova N.L., Napolskih S.A., Suharev A.G., Martinov V.A., Yaroslvtsev A.A.,
Makarov A.M., Dovzhenok A.S., Korkina T.A., Zaharov S.I. THE ROLE OF THE
MANAGER IN INCREASING THE EFFECTIVENESS AND SAFETY OF THE INDUSTRY
(JSC "KACHKANARSKIY MINING AND CONCENTRATION COMPLEX "VANADIY")

A project for development and implementation of programs for improving the production by organizational methods and strengthening the role of managers at all levels of government in this processes is developed.

The article may be useful for those who are interested in improving the safety of its industrial activities of managers and specialists, regional industrial associations and management companies.