УДК 622.23.037.008

Е.Ю.ВИНОГРАДОВА
Горный факультет,
группа ИЗ-01-1, ассистент профессора

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ БУРОВЗРЫВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ПРОХОДКЕ ТОННЕЛЕЙ

Рассмотрены негативные последствия применения буровзрывной технологии при проходке транспортных тоннелей. Проанализированы формы механической энергии взрыва, которые обуславливают возникновение явлений, ведущих к деградации окружающей среды, разрушению инженерных сооружений и отрицательному воздействию на человека. Предложена классификация негативного воздействия буровзрывных работ на окружающую среду.

In given clause the negative consequences of drilling and blasting operations during tunneling are examined. The mechanical energy's forms are analyzed, which cause effects, which lead to environmental degradation, engineering structures destruction and negatively influence on human being. On the examination the classification of negative blasting and drilling operation's influence on the environment is proposed.

Одним из факторов, определяющим экономическое развитие южных и восточных регионов нашей страны, является создание развитой транспортной инфраструктуры. Автодорожные и железнодорожные тоннели следует отнести к одному из важнейших элементов этой транспортной системы. Как известно, строительство практически всех тоннелей, за редким исключением, осуществляется при помощи буровзрывных работ.

Применение буровзрывной технологии наряду с положительными сторонами (мобильность, оперативность, возможность гибкого управления взрывами) сопровождается негативным воздействием на окружающую природную среду, которое зачастую приводит к ее деградации.

Взрыв – это происходящее внезапно (стремительно, мгновенно) событие, при котором возникает кратковременный процесс превращения вещества с выделением большого количества энергии в ограниченном объеме. Однако всего 5-15 % этой энергии расходуется на совершение взрывом полезной работы, т.е. на механическое разрушение горных пород, остальная часть теряется вследствие возникновения химических и тепловых потерь, а также реализуется в бесполезных формах работы взрыва (неуправляемый разлет кусков взрываемой породы, образование воздушной и сейсмической волн, а также выброс в окружающую среду вредных газообразных и аэрозольных веществ) (рис.1).

Указанные бесполезные формы механической работы взрыва, сопровождающие применение буровзрывной технологии, оказывают негативное влияние на растительный и животный мир, могут приводить к разрушению природных ландшафтов, инженерных сооружений и т.п. Это, в свою очередь, определяет экологический ущерб, который может быть столь значителен, что приводит либо к отказу от применения буровзрывной технологии при сооружении транспортных тоннелей, либо к процедуре ее реализации, намного повышающей не только стоимость, но и сроки строительства.

Поэтому мониторинг негативного воздействия буровзрывной технологии, охватывающий все факторы данного воздействия, на наш взгляд, является одной из важнейших задач охраны окружающей среды.

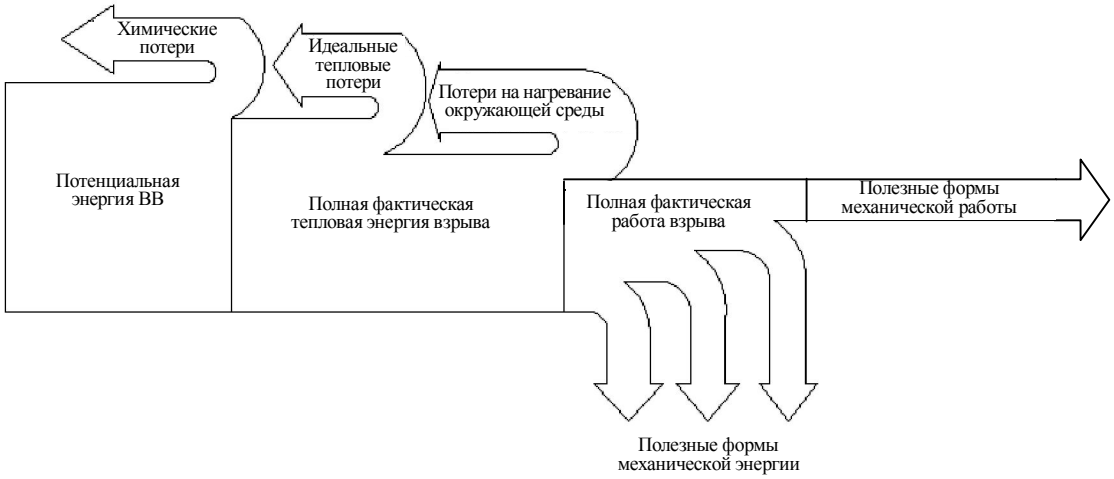


Рис.1. Баланс энергии взрыва (по М.А. Садовскому и А.Ф. Беляеву)

Рассмотрим подробнее бесполезные формы механической энергии взрыва.

Выброс в атмосферу вредных газообразных и аэрозольных продуктов взрыва (окислы азота, окись углерода и другие вредные вещества, входящие в состав взрывных веществ (ВВ), а также содержащиеся в средствах инициирования взрыва) приводит к изменению видового состава флоры и фауны, деградации земель. Для человека указанное негативное воздействие проявляется в виде развития различных профессиональных заболеваний или отравлений.

Для локализации этого действия взрыва применяются ВВ с нулевым (полное соответствие количества кислорода количеству окисляемых компонентов) или близким к нулевому кислородным балансом.

Возникновение сейсмических волн обуславливает такие явления, как оползни, обвалы, снижает эстетическую ценность ландшафтов, негативно сказывается на расположенных вблизи ведения взрывных работ инженерных сооружениях (от нарушения остекления до полного разрушения объекта).

Методика оценки расстояний, безопасных по действию сейсмических и ударных воздушных волн, изложенная в «Единых правилах безопасности при взрывных работах», устанавливает предельно допустимую массу заряда ВВ, но практически не учитывает особенностей условий взрывания, а также конструктивных особенностей, надежности и назначения зданий и сооружений.

Определение скорости сейсмических колебаний в конкретных горно-геологических условиях может осуществляться экспериментально путем специальных сейсмических исследований.

Соответственно управление сейсмическим действием взрыва возможно за счет изменения массы заряда взрывного вещества Q и расстояния до центра взрыва R. Изменение эмпирических коэффициентов грунтовых условий и показателей степени затухания сейсмических колебаний существенно зависит от условий взрывания, которые устанавливаются экспериментально.

Неуправляемый разлет горной массы может нанести серьезные травмы человеку, а также привести к изменению или уничтожению флоры, фауны и ихтиофауны на территории проведения взрывных работ.

Дальность разлета взорванной массы определяется многими факторами: степенью заглубленности заряда и параметрами взрывных работ (линия наименьшего сопротивления, масса заряда, длина, материал и качество забойки, расстояние между одновременно взрываемыми зарядами), тщательностью соблюдения проектных параметров,

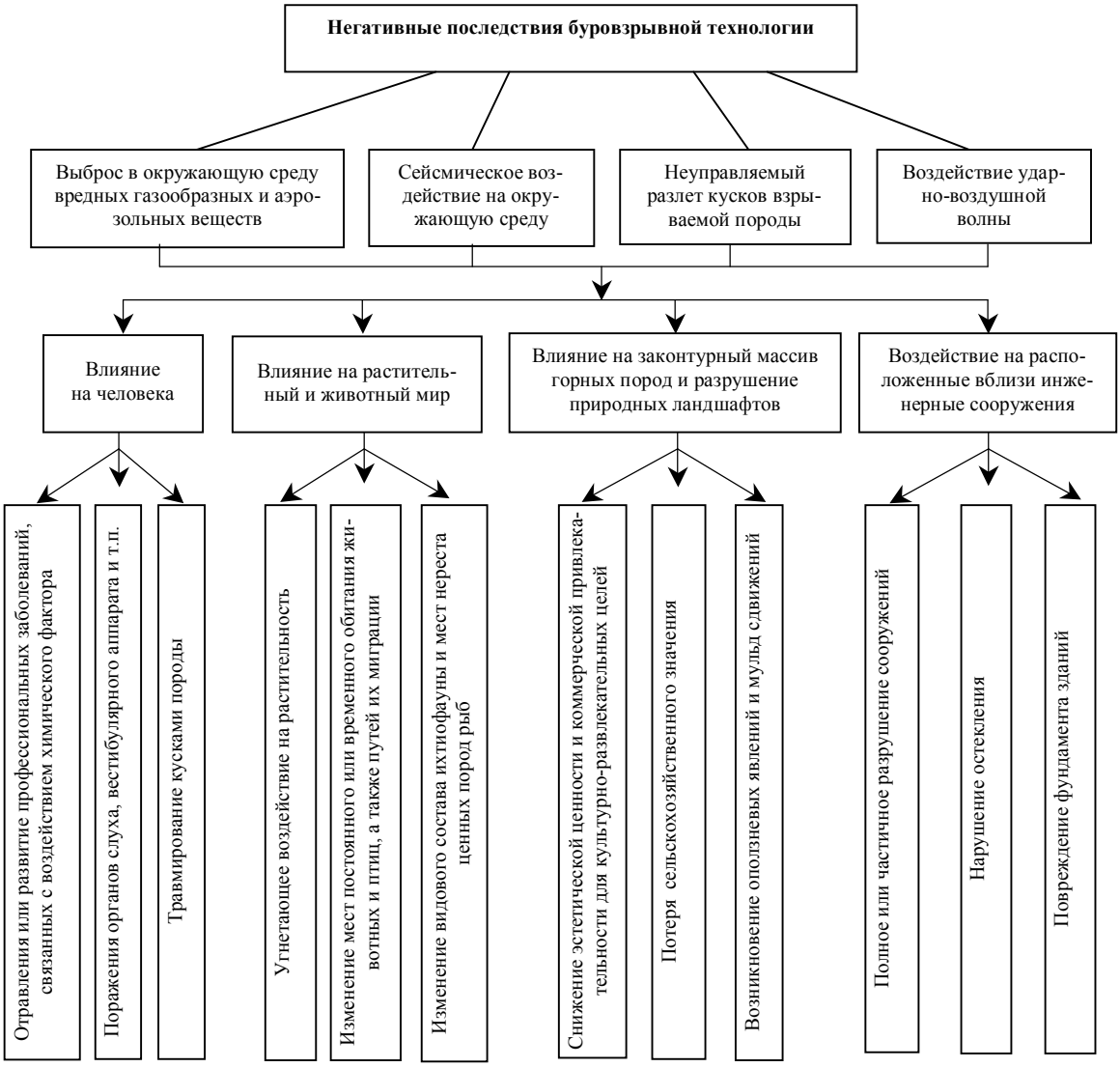


Рис.2. Классификация негативных последствий буровзрывной технологии при проходке тоннелей

крупностью и составом разбрасываемого взрывом материала, рельефом местности, скоростью ветра и др.

Уменьшение дальности разлета грунта при взрывании может быть достигнуто не только соответствующими изменениями технологических параметров БВР (например, длины забойки, величины заряда), но и применением специальных укрытий взрываемого массива.

По своей конструкции укрытия делятся на сплошные, щитовые, арочные или коробчатые, цепные или сетчатые (могут быть плоские или арочные), насыпные. Каждый вид укрытий имеет положительные и отрицательные стороны, поэтому применение того или иного вида заграждений должно обосновываться для каждого конкретного случая отдельно.

Ударные воздушные волны (УВВ), возникающие при взрыве, также наносят немалый вред окружающей природной среде, заключающийся в изменении или полном уничтожении видового состава фауны и ихтиофауны, оказывают поражающее действие на внутренние органы человека, также представляют опасность для конструктивных элементов охраняемых объектов, в первую очередь для застекления зданий, диспетчерских пунктов, щитов автоматики и т.д.

Единые правила безопасности предусматривают расчет безопасных расстояний (в метрах) по действию УВВ по формулам

$$r_{в.б} = k_{в.б}\sqrt{Q}\ ;\ r_{в.б} = K_{в.б}\sqrt[3]{Q}\ ,$$

где Q – масса заряда, кг; $k_{в.б}$ и $K_{в.б}$ – коэффициенты пропорциональности, которые зависят от условий расположения и массы заряда, а также от характера повреждений охраняемых объектов.

Безопасное расстояние по действию ударной волны (граница опасной зоны по УВВ для людей) определяется для самых неблагоприятных условий взрыва, при которых образуется сильная волна.

За предельно допустимое давление на фронте УВВ для человека принято $\Delta P = 10$ кПа.

Потери энергии взрыва на образование УВВ зависят от ВВ и разрушаемых пород. Для уменьшения потерь энергии взрыва на образование УВВ маломощные ВВ с забойкой целесообразно применять в породах с малой акустической жесткостью, повышенной трещиноватостью. В крепких породах меньшие потери на образование УВВ обеспечивают ВВ с повышенной удельной энергией. Повышение плотности заряжания шпуров способствует уменьшению интенсивности УВВ.

Энергию, идущую на образование УВВ, можно уменьшить использованием различных видов забойки, применением обратного инициирования и различных заградительных конструкций.

Приведенный анализ влияния бесполезных форм работы взрыва на окружающую среду позволил предложить классификацию негативных последствий применения буровзрывной технологии на окружающую среду и человека (рис.2).

Задача по исследованию окружающей среды на воздействие взрывных работ является очень сложной и комплексной по своей природе. Сейсмический эффект, давление ударной воздушной волны так же, как неуправляемый разлет горной массы и выделение в атмосферу вредных продуктов взрыва, зависят от многих параметров и определяются многочисленными критериями. Поэтому создание данной классификации негативных последствий применения БВР является первым шагом на пути к созданию универсальной программы мониторинга негативных последствий буровзрывной технологии.

Научный руководитель д.т.н. проф. С.Г.Гендлер