

UDC 534/222

**ABOUT MODELING OF STRONG DISTURBANCES IN A SOIL MASS  
(ON AN EXAMPLE OF THE POROUS ENVIRONMENT)**<sup>1</sup> Ruben Z. Kamalyan<sup>2</sup> Samvel R. Kamalyan<sup>1</sup> IMSIT, Krasnodar, Russia.

The Doctor of Technical Sciences, Professor

<sup>2</sup> KF RGTEU, Krasnodar, Russia.

350049, Krasnodar, the 1-st Plastunsky proezd, 74

PhD (Physics and Mathematics), Associate Professor

E-mail: kasarub@mail.ru

The main effects of underground explosion are considered. The fallacy of constructing a model of a contained explosion on the basis of the adiabatic expansion of detonation products scheme is shown.

**Keywords:** strong disturbance, contained explosion, detonation products, dissipation, efficiency.

Действие взрыва заглубленного заряда в грунтовом массиве может носить камуфлетный характер, сопровождаться образованием провальных воронок или воронок выброса [1]. Камуфлетность возникает тогда, когда энергии, высвободившейся в результате детонации заряда, недостаточно для разрушения грунта и последующего его выброса. Основные механические эффекты, сопутствующие камуфлетному взрыву – образование взрывной полости с достаточно разветвленной сетью трещин и зоны уплотнения. Провальные воронки возникают в случае, если энергии заряда достаточно для полного разрушения грунта, но не достаточно для последующей его экскавации. Это приводит к тому, что разрушенный грунт обрушается во взрывную полость, образуя провальную воронку. В случае если энергии заряда достаточно для последующего перемещения грунта и его распределения на дневной поверхности, возникает воронка выброса.

Известно много математических моделей, описывающих различные механические эффекты подземных взрывов. Основная трудность их применений заключается в неправильном представлении картины развития взрыва и, соответственно, неправильного построения или выбора модели.

При теоретическом исследовании камуфлетного взрыва в грунте обычно полагают, что расширение продуктов детонации (ПД) происходит адиабатически, т.е. без теплообмена с окружающей средой. Такой подход возможно оправдан для случая плотных грунтов естественной влажности и в глинистых грунтах близких к водонасыщенным. Однако в высокопористых и пористых грунтах (пески, супеси) картина взаимодействия продуктов детонации с окружающей средой имеет отличительные черты [2-4]. При давлении в десятки и сотни килобар возможно значительное увеличение площади поверхности контакта ПД с твердым телом за счет проникновения продуктов детонации в поры и трещины среды, что может привести как к увеличению теплоотдачи вследствие конвективного теплообмена, так и прямому захвату продуктов детонации при помощи механизмов сорбции [5]. Отсюда следует, что часть ПД расходуется, не совершая механической работы. Иными словами, из-за тепловых потерь снижается работоспособность ВВ. Во взрывном деле работоспособность, как правило, определяется с помощью метода

свинцовой бомбы (пробы Трауцля) [6]. Стандартная бомба представляет собой цилиндр высотой и диаметром 20 см с осевым отверстием 2,5 см и высотой 12,5 см. Исследуемый заряд массой 10 г помещается на дно канала бомбы. Свободную часть канала бомбы засыпают сухим кварцевым песком. После взрыва в бомбе образуется характерное вздутие. За меру работоспособности принимается приращение объема полости  $VV$  в кубических сантиметрах. На рисунке представлена зависимость  $VV$  от теплоты взрыва построенная по данным работ [6-9].

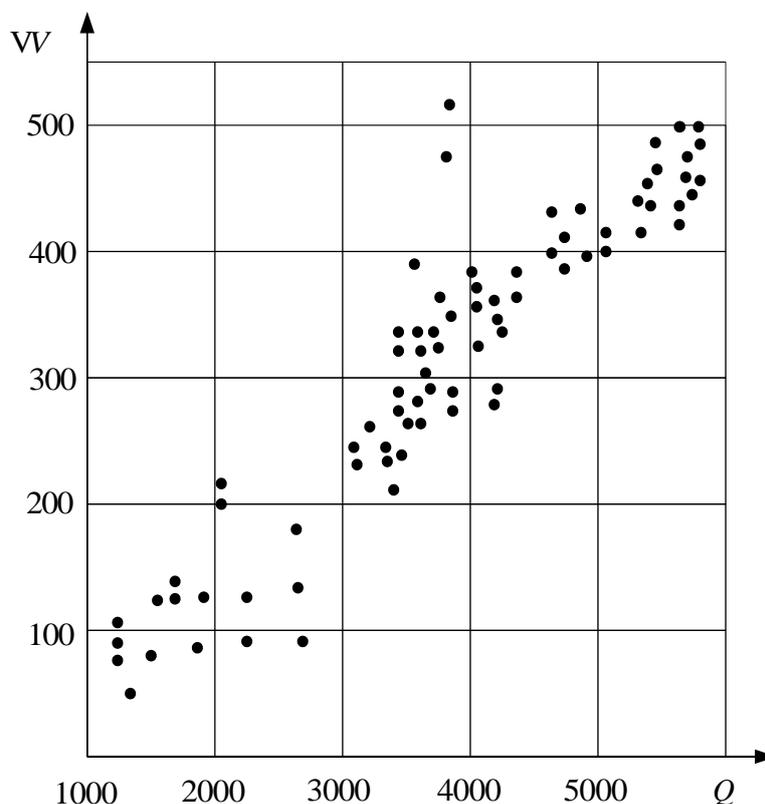


Рис. 1. Зависимость работоспособности  $VV$  ( $\text{см}^3$ ) взрывчатого вещества от теплоты взрыва  $Q$  ( $\text{кДж/кг}$ )

Заметим, что теплота является одной из главных характеристик взрывчатого вещества. Она характеризует ВВ как источник энергии, определяет его работоспособность и параметры детонации [6, 10].

Из рисунка видно, что разброс экспериментальных точек весьма велик. Так как часть поверхности ВВ находится в контакте с песком, то не исключено, что и здесь работает механизм тепломассопотерь, отмеченный выше. В этой связи для теоретического изучения взрыва в сильно пористой среде необходимо использовать наиболее полную модель, в которой соотношения, характеризующие те или иные законы сохранения, учитывали теплообмен между газами высокой энергии и частицами пористой среды, дилатационное разрыхление, реальное уравнение состояния продуктов детонации, а также другие существенные эффекты.

#### Примечания:

1. Механический эффект подземного взрыва / Под ред. М.А. Садовского. М.: Недра, 1971. 221 с.

2. Кузнецов В.М. О взаимодействии продуктов детонации со стенками взрывной полости в грунтах и горных породах / В.М. Кузнецов, А.Ф. Шацкевич // ФГВ. 1977. №5. С. 733-737.
3. Кузнецов В.М. О некоторых особенностях взрыва в пористых сыпучих телах / В.М. Кузнецов, А.Ф. Шацкевич // ФГВ, 1979. №4. С. 126-131.
4. Вайнштейн Б.И. Относительная эффективность ВВ при взрывах в грунтах / Б.И. Вайнштейн, В.М. Кузнецов, А.Ф. Шацкевич // ФГВ, 1984. №5. С. 104-106.
5. Камальян Р.З. К оценке времени захвата горной породой газов высокой энергии // Промывка скважин. Сборник научных трудов. Краснодар: ВНИИКРнефть, 1989. С. 55-60.
6. Дубнов Л.В. Промышленные взрывчатые вещества / Л.В. Дубнов, Н.С. Бахаревич, А.И. Романов. М.: Недра, 1988. 358 с.
7. Справочник по буровзрывным работам на карьерах / Под ред. М.Ф. Друкованного. Киев, Наукова думка, 1973. 439 с.
8. Новые взрывчатые вещества / Под ред. Л.В. Дубнова. М.: Госгортехиздат, 1960. 192 с.
9. Перечень рекомендуемых промышленных взрывчатых материалов. М.: Недра, 1977. 45 с.
10. Физика взрыва / Под ред. К.П. Станюковича. М.: Наука, 1975. 704 с.

УДК 534/222

## **О МОДЕЛИРОВАНИИ СИЛЬНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ В ГРУНТОВОМ МАССИВЕ (НА ПРИМЕРЕ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ)**

<sup>1</sup> Камальян Рубен Завенович

<sup>2</sup> Камальян Самвел Рубенович

<sup>1</sup> ИМСИТ, Краснодар, Россия.

Доктор технических наук, профессор

<sup>2</sup> Краснодарский филиал Российского государственного торгово-экономического университета

350049, г. Краснодар, 1-ый Пластунский проезд, 74

Кандидат физико-математических наук, доцент

E-mail: kasarub@mail.ru

Рассмотрены основные эффекты подземного взрыва. Показана ошибочность построения модели камуфлетного взрыва на основе схемы адиабатического расширения продуктов детонации.

**Ключевые слова:** сильное возмущение, камуфлетный взрыв, продукты детонации, диссипация, работоспособность.