

# ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ЗАРЯДА ВВ В ГЕРМЕТИЧНОЙ ОБОЛОЧКЕ В УСЛОВИЯХ УДАРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Хайбо Ху<sup>1</sup>, Тао Ли<sup>1</sup>, Хуа Фу<sup>1</sup>, Сяогань Дай<sup>2</sup>, Тянь Цю<sup>2</sup>, Куйгуан Яо<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательская лаборатория физики ударных волн и детонации, Институт физики жидкостей, КАИФ, Мяньян, Сычуань, Китай

<sup>2</sup>Институт химических материалов, КАИФ, Мяньян, Сычуань, Китай

Email: huhaibo@caerp.cn

Особенности поведения взрывчатого вещества (ВВ) в условиях ударного нагружения можно исследовать с помощью специально разработанных средств диагностики в ходе проведения испытаний на безопасность, в которых воспроизводится процесс аварийного ударного воздействия на заряд взрывчатого вещества в металлической оболочке. Что касается испытания Susan [1], при прогоне полного сценария типичного аварийного отклика продемонстрирована реакция, которая не является мгновенной и включает в себя следующие этапы: 1) серьезная деформация и разрушение баллистического наконечника с повреждением ВВ, что может длиться несколько сотен микросекунд (и даже несколько миллисекунд) до момента воспламенения; 2) безударное инициирование поврежденного ВВ; 3) распространение горения через трещины в объеме поврежденного ВВ, нарастание силы реакции в поврежденном ВВ, оболочка которого потеряла герметичность. Мощную взрывную волну, сопоставимую со взрывной волной при полной детонации заряда ВВ, можно зарегистрировать на некотором удалении от очага взрыва, а давление в месте протекания реакции поднимается всего до нескольких сотен МПа на протяжении периода, составляющего от сотен микросекунд до нескольких миллисекунд. Фрагменты баллистического наконечника разлетаются недалеко, не имеют признаков сдвигового разрушения в результате высокоскоростной деформации и не говорят о наличии высокой скорости, обусловленной детонацией (рис. 1). Мощные взрывы такого типа совсем не обязательно соответствуют реальной детонации [2]; их следует рассматривать как многоэтапную дефлаграцию, учитывая реакцию частиц ВВ, которые рассеиваются внутри огненного шара, наблюдаемого в процессе взрыва. Интенсивность взрывной волны (т. е. эквивалентное количество высвобожденной энергии) не соответствует интенсивности реакции в месте расположения ВВ. В данном случае необходимо переосмыслить такие понятия, как «переход в детонацию», «частичная детонация» и «неполная детонация», и использовать их с большой осторожностью.



Типичный характер деформации снаряда перед воспламенением в испытании Susan



Восстановленные фрагменты снаряда, недалеко разлетевшиеся после мощного взрыва

Сложности моделирования  
особенностей аварийного отклика

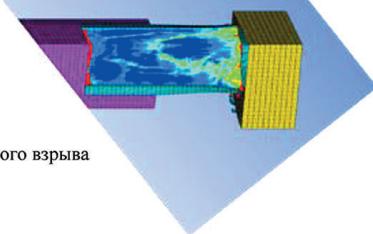


Рис. 1. Реакция ВВ в оболочке с баллистическим наконечником из алюминиевого сплава  
на ударное воздействие в испытании Susan

Многоэтапный характер отклика ВВ при аварии следует принимать во внимание при анализе физических моделей и валидации численных кодов, строго следя логике развития процесса и учитывая последовательность реальных событий, включая деформацию и нарушение герметичности оболочки до воспламенения, отсутствие мгновенного инициирования горения, распространение реакции через трещины в ВВ, нарастание силы реакции внутри частично разрушенной конструкции, ограничивающей массу поврежденного ВВ, и масштабное горение частиц ВВ внутри огненного шара взрыва на последнем этапе [3, 4].

### Литература

1. **Dobratz, B. M.**, LLNL explosives handbook: properties of chemical explosives and explosives and explosive simulants. Report, UCRL-52997-chg.2, 1985.
  2. **White, Paul C.**, Howard, Joseph S., LA-UR 04-3379 Sixty Years of Nuclear Explosive Safety: A Success Story, Safety Related Nuclear Weapons Technologies, VNIITF, May 19-20, 2004.
  3. **Li Tao**, Study on reaction violence of explosive in case confinement under low amplitude impact loading [D]. Mianyang, Sichuan: China Academy of Engineering Physics, 2003.
  4. **Hu Haibo**, Fu Hua, Li Tao, Shang Hailin, Wen Shanggang, Progress on experimental study on propagation of reaction after non-shock initiation and violence evolution of pressed explosive, EXPLOSION AND SHOCK WAVES, Vol. 40, No. 1, Jan., 2020
-