



РОСАТОМ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»



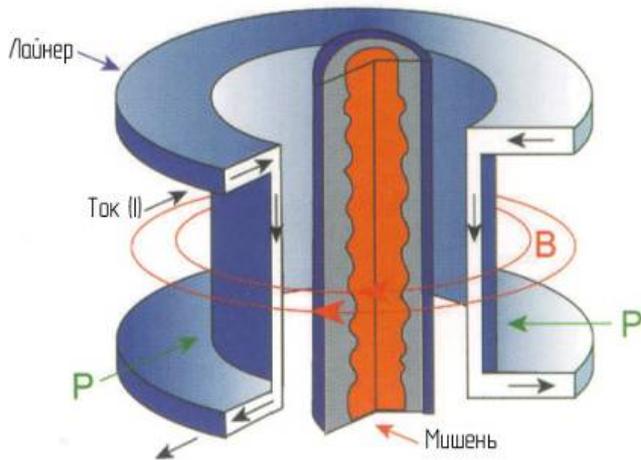
ИССЛЕДОВАНИЕ СДВИГОВОЙ ПРОЧНОСТИ БЕРИЛЛИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЗРЫВОМАГНИТНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

Баранов В.К., Глыбин А.М., Дудай П.В., Ивановский А.В.,
Ириничев Д.А., Зименков А.А., Краев А.И., Надежин С.С.

**РФЯЦ-ВНИИЭФ, Саров, Нижегородская обл.
e-mail: duday@elph.vniief.ru**

Динамические (реологические) свойства
($P \sim 1 \div 50$ ГПа, $\dot{\epsilon} \sim 10^1 \div 10^7$ с⁻¹, $\epsilon \sim 10 \div 100\%$)

- Деформирование
- Сдвиговая прочность
- Откольная прочность



Традиционные методы исследования сдвиговой прочности:

- Составной стержень Гопкинсона (ССГ)
($\dot{\epsilon} \sim 3 \div 4 \cdot 10^3$ с⁻¹, $\epsilon \sim \sim 15\%$)
- Метод «роста возмущений»
(необходимо точное знание УРС взрывчатого вещества и бериллия)

РФЯЦ-ВНИИЭФ - Взрывомагнитные генераторы (ВМГ)

- Сравнимая стоимость эксперимента
- Эксперименты с токсичными и делящимися материалами
- Мобильность

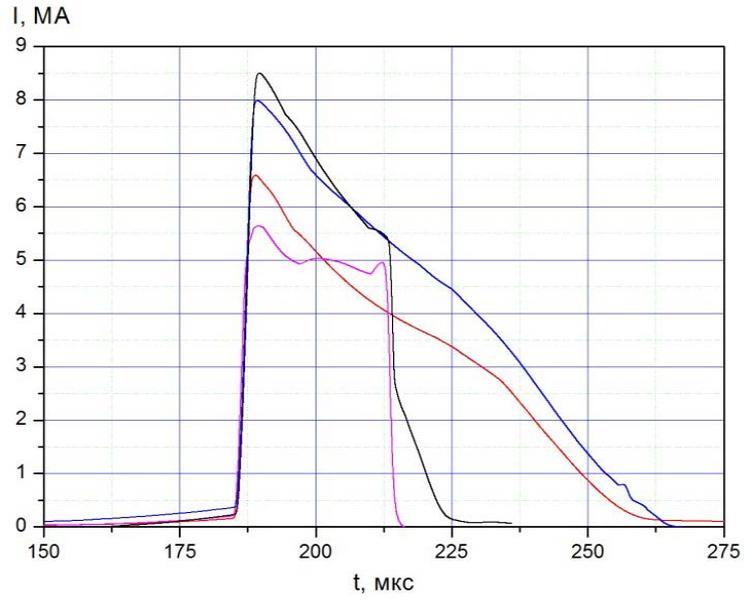
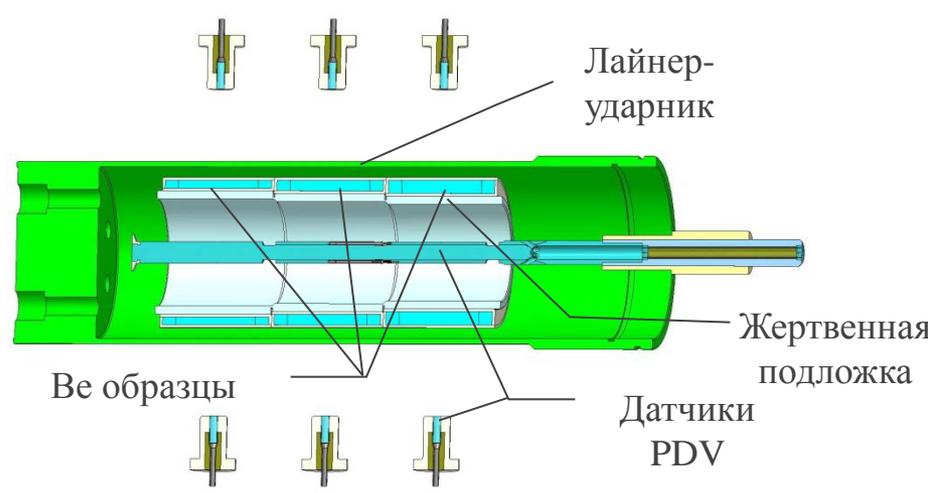
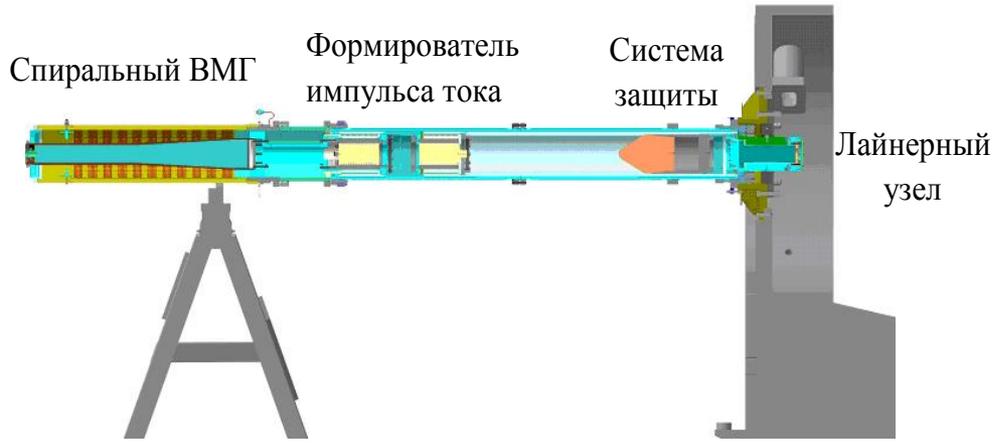
Применение ВМГ для исследования динамических свойств материалов:

- серия экспериментов ВНИИЭФ/ЛАНЛ(США) – «RHSR-0,1,2». Определена динамическая прочность полиэтилена и меди.
- серия экспериментов ВНИИЭФ/ЛАНЛ(США) - «R-Damage». Новые данные о процессах зарождения, развития, полного и частичного компактирования магистрального откола в алюминии

- Возможность создания импульса тока в лайнере требуемой амплитуды и длительности обеспечивает контролируемое движение лайнера-ударника и широкий спектр режимов нагружения исследуемых мишеней.
- Прямое измерение тока в лайнере позволяет определить параметры импульса давления на ударник.
- Осесимметричная (цилиндрическая) геометрия нагружения предоставляет возможность исследования особенностей высокоскоростного деформирования и разрушения в условиях сходящейся геометрии.
- Метод создания магнитного поля обеспечивает высокую симметрию нагружения, которая обусловлена отсутствием таких факторов как влияние системы инициирования ВВ, разнородность на фронте УВ в материале ВВ или неравномерность пятна излучения.
- Оптическая «прозрачность» магнитного поля позволяет зарегистрировать скорость наружной поверхности ударника.
- Безинерционность магнитного поля (отсутствие массы) и возможность контролируемого отключения давления на ударник в заданный момент времени в условиях осесимметричного схождения позволяет сохранить исследуемые мишени для проведения металлографического анализа их постопытного состояния без каких-либо дополнительных приемов.

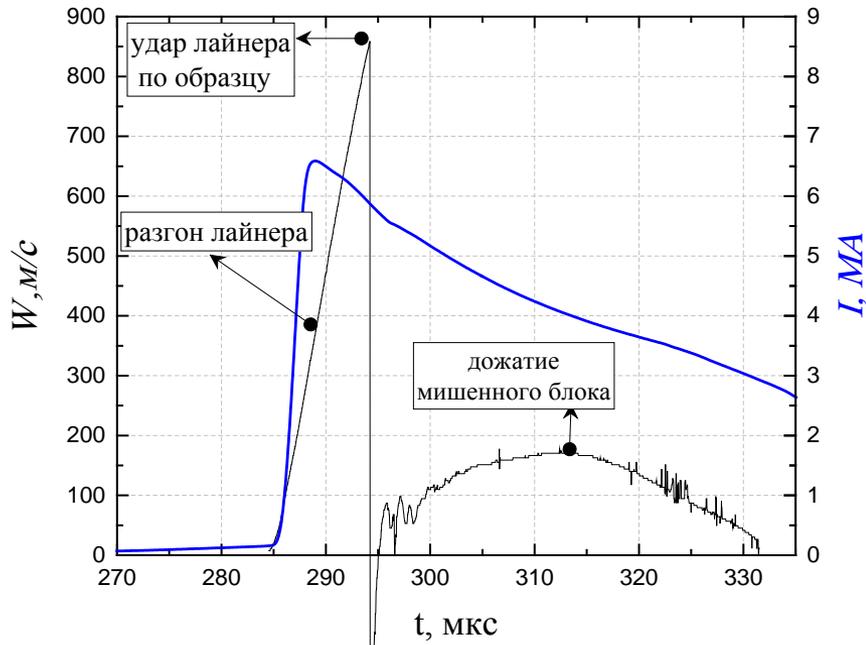
Эксперименты с разгоном лайнерных систем магнитным полем, создаваемым ВМГ, позволяют дополнить и уточнить результаты исследований, получаемые с помощью ВВ, газовых пушек и лазерных установок.

Редакция экспериментов



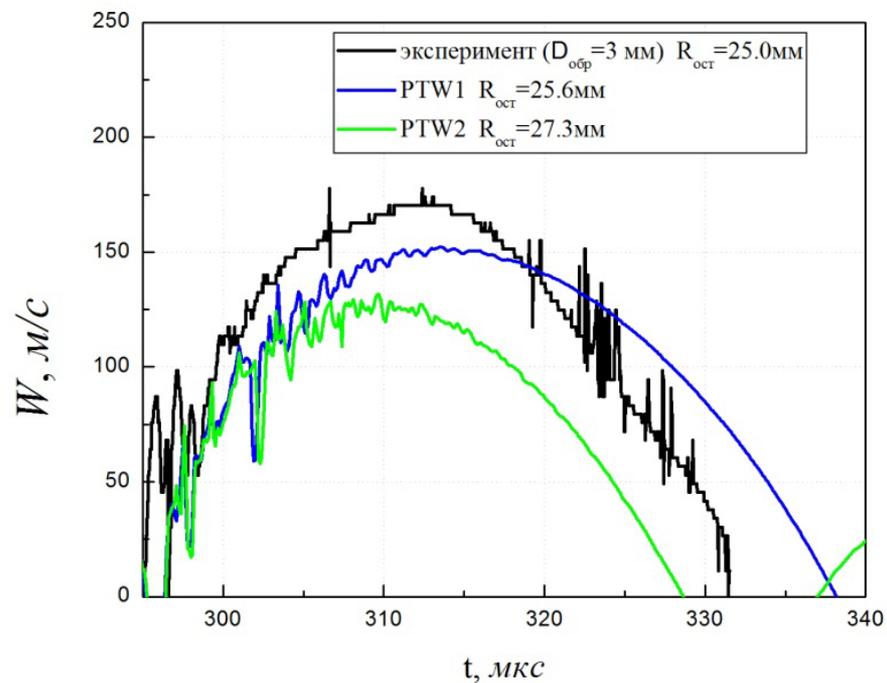
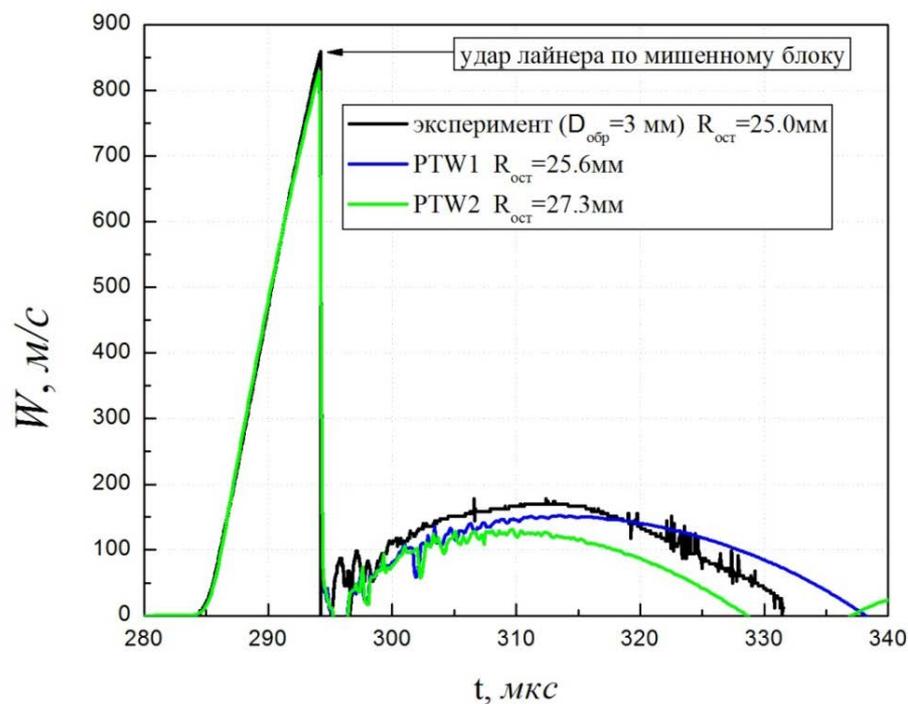
Скорость движения и радиус остановки лайнера в данной постановке определяются сдвиговой прочностью бериллия при фиксированной скорости соударения и известных свойствах материала лайнера и оболочки.

Сохранение исследуемых образцов позволяет оценить максимальную (конечную) величину пластической деформации, которую претерпел образец в процессе нагружения.

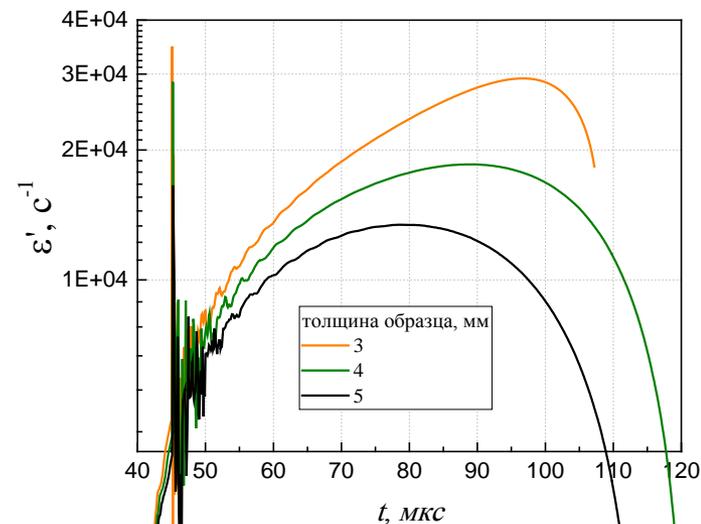
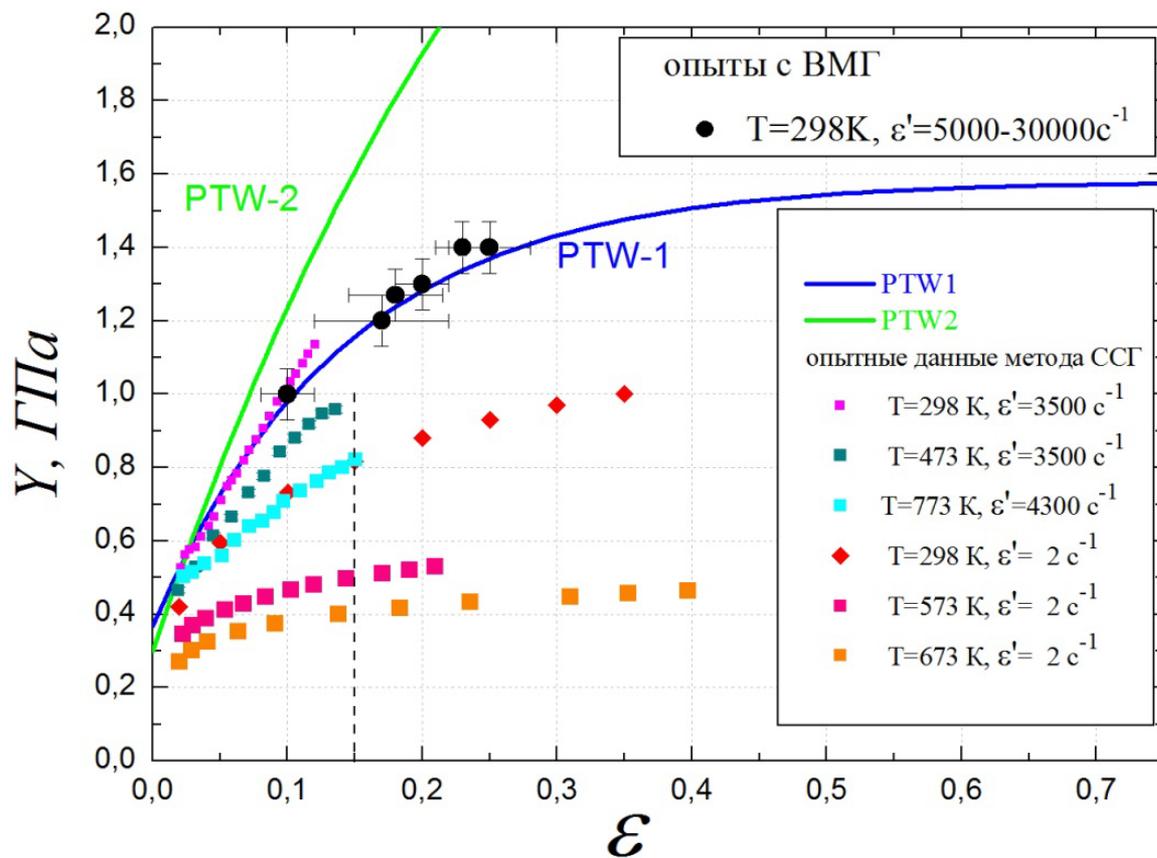


В результате проведенной серии экспериментов:

- получены зависимости скорости внешней поверхности лайнера;
- измерены радиусы остановки сохраненных бериллиевых образцов;
- определена конечная степень деформации исследуемых образцов бериллия различной толщины.



Сравнение расчетных данных и результатов экспериментов свидетельствует о предпочтении набора данных PTW-1, имеющего более низкие параметры прочности в области скоростей деформаций $10^3 \div 10^4 \text{ с}^{-1}$ и интенсивности пластических деформаций $\varepsilon \sim 0.1 \div 1$.



Расчетная модель PTW–1 в данной области деформирования находится ближе к эксперименту. Получены экспериментальные данные о сдвиговой прочности бериллия в области состояний, лежащих за пределами возможностей классического метода ССГ.

Результаты пилотной серии экспериментов показали, что метод исследования динамических свойств материалов с использованием ВМГ позволяет получать данные о прочности бериллия при высокоскоростном деформировании ($0,5 \div 3 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$) в области пластических деформаций $\varepsilon \sim 0.1 \div 1$.

В экспериментах на образцах различной толщины достигнуты конечные деформации, значительно превышающие предельные значения, получаемые стандартными методами определения прочности (ССГ).