

*К 120-летию со дня рождения Юлия Борисовича Харитона
и 110-летию со дня рождения Якова Борисовича Зельдовича*

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О МАЛОИЗВЕСТНОМ ЭТАПЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Ю. Б. ХАРИТОНА И Я. Б. ЗЕЛЬДОВИЧА В РАМКАХ СОВМЕСТНЫХ РАБОТ ИХФ АН СССР И НИИ-6 (НЫНЕ ФГУП «ЦНИИХМ») В 1942–1944 ГОДАХ

В архиве ФГУП «ЦНИИХМ» сохранились 4 научно-технических отчета о результатах совместных исследований в 1943–1945 гг.: по созданию и отработке мембранных крешерных приборов для измерения давления и импульса давления ударных волн, генерируемых взрывами различных взрывчатых веществ (ВВ) — 2 отчета; о влиянии оболочки боеприпаса на его фугасное действие; о создании противотанкового гранатомета ПГ-6.

Руководителями исследований от ИХФ АН СССР являлись широко известные ученые — Юлий Борисович Харитон, в последствии трижды Герой Социалистического труда, лауреат Ленинской и трех Государственных премий СССР; Яков Борисович Зельдович, также трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и четырех Государственных премий СССР. Группу исполнителей возглавляла научный сотрудник ИХФ АН СССР Т. В. Захарова.

От НИИ-6 работами руководил главный инженер Г. К. Клименко, впоследствии дважды лауреат Государственной премии СССР. Группу исполнителей возглавляла А. М. Ломова.

Отчеты утверждены директором ИХФ АН СССР Н. Н. Семёновым и директором НИИ-6 А. П. Закощиковым.

Период отечественной истории 1941–1945 гг. характеризуется гигантским напряжением всего нашего народа. Деятельность перечисленных выше ученых и в послевоенные годы отмечена неоценимым вкладом в обороноспособность нашего государства. Хочется, чтобы небольшой фрагмент их работы во время Великой Отечественной войны не остался только в архивах, а был предан огласке как пример работы научной мысли при решении прикладных задач в деле создания средств поражения и боеприпасов. Для этого ФГУП «ЦНИИХМ» ор-

ганизовал и провел мероприятия по снятию грифа секретности с обнаруженных отчетов и предлагает читателю краткую информацию их содержания.

Перейдем к краткому изложению этих архивных отчетов.

1. Отчет «Измерение силы ударной волны мембранными крешерами», 1943 год, Ю. Б. Харитон, Т. В. Захарова, Г. К. Клименко

Разрушающее действие расширяющихся продуктов взрыва и образующейся ударной волны (фугасное действие) во время войны тщательно изучалось с целью повышения эффективности средств поражения. Теория пока не давала исчерпывающей информации, и практика требовала создания достаточно дешевых экспериментальных средств, которыми бы оценивались поражающие свойства различных ВВ.

Если разрушающее действие продуктов взрыва в рассматриваемый период Великой Отечественной войны определялось достаточно удовлетворительно, то импульс давления ударной волны и само давление, определяемое мембранными крешерами (рис. 1), не давало приемлемой точности.

«В связи с таким положением нам, авторам и исполнителям данного отчета, представлялось целесообразным провести детальное теоретическое и экспериментальное обследование метода мембранных крешеров с тем, чтобы этот простой метод мог с уверенностью применяться во всех случаях, когда необходима сравнительная оценка силы ударных волн».

Теоретическое исследование привело к выявлению:

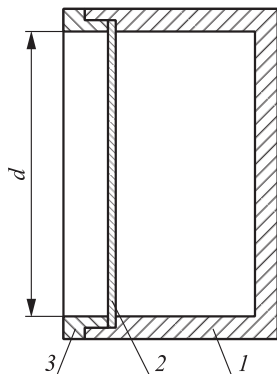


Рис. 1 Схема мембранного крешера: 1 — корпус; 2 — мембрана диаметром d ; 3 — прижимающая шайба

- (1) зависимости относительного прогиба γ мембраны от действующего давления (статическая чувствительность мембраны крешера к давлению)

$$\gamma = \frac{1}{16} \frac{Pd}{\sigma_0 \delta_0} \left[1 + \frac{1}{32} \left(\frac{Pd}{\sigma_0 \delta_0} \right)^2 + \frac{1}{512} \left(\frac{Pd}{\sigma_0 \delta_0} \right)^4 + \dots \right];$$

$$\gamma = \frac{\rho}{d},$$

где ρ — максимальный прогиб мембраны; d — диаметр мембраны; P — давление; δ_0 — толщина мембраны после прогиба (δ — до прогиба); $\sigma_0 = (R/2)P/\sigma$ — напряжение в мембране, $R = d/2$;

- (2) баллистической (динамической) чувствительности мембранного крешера к импульсу давления

$$\gamma = \frac{J}{\delta_0 \sqrt{8\sigma_0}},$$

где J — импульс давления на единицу площади мембраны;

- (3) для того чтобы прогиб мембраны был пропорционален действующему давлению, время действия давления должно определенным образом соотноситься с периодом собственных колебаний мембраны

$$T = 1,31d\sqrt{\frac{\Delta}{\sigma_0}}.$$

где Δ — плотность материала мембраны.

В результате этих трех заключений появилась соответствующая методика определения P и J по величине прогиба мембраны.

В отчете подробно изложены доказательства способов установки крешеров: для получения давления ударной волны крешер устанавливается параллельно движению волны (скользящая волна), для измерения импульса — перпендикулярно. Процесс доказательства основан на решении пространственного движения ударной волны и потока продуктов взрыва в зоне крешера.

Разработанные теоретические предложения проверены и подтверждены серией экспериментов. Обращает на себя внимание тщательность подбора схем эксперимента, глубокий охват имевшихся знаний по свойствам металлов мембран и обоснования на основе законов сохранения. Можно с уверенностью констатировать, что отчет является еще и методологическим учебником: как надо строить логику и технику исследований.

После подробнейшего доказательства уровня точности показаний крешеров ($\sim 5\%$) излагается инструкция пользователю по способам применения: подготовка к испытаниям поэлементно (мембраны, прижимные шайбы, крепления в держателях и др.), подготовка подрываемого заряда (сферической или цилиндрической формы с порядком расчета геометрических характеристик), определение необходимого количества крешеров и т. д. Указана даже конструкция ящика для переноски крешеров после полигонных испытаний в группу анализа. Также тщательно указаны приемы расшифровки показаний крешера. И только при выполнении этих требований гарантируется достоверность показаний.

В конце методологической части приводится выведенное из экспериментов отношение давлений от действия гексогена и тротила, равное 1,15–1,2. По современным данным об энергии взрывчатого превращения этих ВВ такое отношение равно 1,2. Данная в то время оценка практически подтверждается и сегодня.

2. Отчет «Исследование влияния снаряжения и конструкции зарядов на силу ударной волны» 1944 год, Ю. Б. Харитон, Т. В. Захарова (ИХФ АН СССР), А. М. Ломова (НИИ-6)

Отчет выполнен (очевидно) по заказу НИИ-6, утвержден директором НИИ-6 А. П. Закошиковым и принят к практическому использованию главным инженером НИИ-6 Г. К. Клименко и начальником лаборатории А. М. Ломовой.

В качестве измерителя в исследованиях использован мембранный крешер. Для придания крешеру приемлемой точности проделана тщательная

работа по назначению и выполнению требований к свойствам мембраны. Обращает на себя внимание строгий теоретический анализ процесса деформирования мембраны при статической и динамической нагрузках. Выведены соответствующие аналитические зависимости и правила подготовки мембран к измерениям.

После проведения экспериментов с различными массами зарядов тротила и других ВВ проведен анализ результатов с полученными более сложными и дорогими методами. Сделан вывод: с помощью мембранных крешеров можно достаточно точно ($\sim 5\%$) измерять давление в ударной волне, но для этого необходимо располагать крешер так, чтобы ударная волна скользила над мембраной (проходящая ударная волна).

Практическая польза применения мембранных крешеров для измерения импульсов ударных волн различных ВВ (в том числе и вновь разрабатываемых) определялась в то время отсутствием других методов, позволяющих дать оценку разрушающей мощности боеприпасов.

Интересно отметить, что Я. Б. Зельдовичем было объяснено, что в величине импульса ударной волны тротила есть составляющая, которая появляется от догорания продуктов взрывчатого превращения тротила в воздухе, так как тротил характеризуется небольшим, но отрицательным кислородным балансом. Харитонов Ю. Б. эта мысль развита и проверена экспериментально путем добавления в состав тротила алюминиевой пудры (до небольшого положительного кислородного баланса). Измерения проводились мембранными датчиками.

Вот, оказывается, кто предсказал появление в будущем боеприпасов объемного взрыва, имеющих сегодня широкое применение с тротильным эквивалентом $\sim 2,5\text{--}3$ (однотактные боеприпасы) и $4\text{--}6$ (двухтактные).

В итоге даны рекомендации: использовать крешеры для измерения импульса ударной волны с навесками ВВ до 80 г, давление ударной волны — с навесками до 5 кг, тщательно следить за полнотой детонации исследуемых образцов, так как неполное детонирование заряда существенно снижает уровень измеряемых величин.

3. Отчет «О влиянии оболочки заряда на силу ударной волны взрыва»

Цель исследования: увеличение фугасного действия фугасных авиационных бомб (ФАБ) в ослабленных оболочках.

Отчет утвержден директором НИИ-6 А. П. Закощиковым и директором ИХФ АН СССР Н. Н. Семёновым, март 1944 г.

Руководитель работы Ю. Б. Харитон.

Исполнители: Т. В. Захарова от ИХФ и А. М. Ломова от НИИ-6.

Существовало мнение, что корпус ФАБ усиливает ударную волну по сравнению со взрывом безоболочечного заряда ВВ.

Харитон Ю. Б. указал на отсутствие как в отечественных, так и в зарубежных источниках четких доказательств по данному вопросу и выдвинул, исходя из закона сохранения энергии, обоснование об уменьшении импульса ударной волны и ее давления за счет затрат энергии детонации ВВ на разрушение достаточно прочных бомбовых оболочек.

Совместно с НИИ-6 было принято решение доказать данное мнение экспериментально.

Различные заряды по массе (и различные марки ВВ), заключенные в оболочки разной прочности и массы, в испытаниях надежно инициировались до получения полной детонации. Для измерения импульсов ударных волн на разных расстояниях от места инициирования устанавливались мембранные крешеры по методике, обоснованной ранее.

На зарядах малой массы (90–250 г) тротила, гексогена и амматол, заключенных в стальную оболочку (3 мм), показано уменьшение импульса ударной волны перед безоболочечными зарядами. Эффект иллюстрируется уменьшением прогиба мембраны крешера в 1,3–1,4 раза.

По такой же схеме были проведены испытания ФАБ-100. Снаряжение бомб проводилось как в штатные достаточно прочные корпуса, так и в облегченные. Показано, что и в этом случае фугасность облегченных бомб была выше на 40%.

Авторы отчета обращают особое внимание на то, что выявленные эффекты относятся к боеприпасам, применяемым только исключительно для фугасного поражения целей.

Представленная информация о совместных работах НИИ-6 и ИХФ АН СССР базируется на отчетах, выпущенных в 1944 г. Однако в них же отмечено, что работы по мембранным крешерам и по влиянию оболочки боеприпасов на импульс ударных волн проводились в 1942 г. на разработанных в НИИ-6 новых рецептурах ВВ.

Из текста отчетов следует также то, что Ю. Б. Харитон активно участвовал в экспериментах в процессе создания новых боеприпасов в КБ, НИИ, полигонах в военные годы. И везде мембранные крешеры были самым дешевым и надежным средством измерения.

4. Отчет «Противотанковый гранатомет «ПГ-6»

На рис. 2 представлен титульный лист этого отчета.

В начале 1944 г. заместителем народного комиссариата боеприпасов генерал-майором К. С. Гамовым перед НИИ-6 была поставлена задача создания гранатомета для метания противотанковой гранаты РПГ-6 с дальностью метания 75–100 м.

Авторы отчета от НИИ-6 И. М. Найман, конструктор Л. Б. Иоффе и главный инженер Г. К. Клименко привлекли к работе Ю. Б. Харитона и Я. Б. Зельдовича.

Следует отметить, что Ю. Б. Харитон с 1943 г. был оформлен в НИИ-6 консультантом, в его личном деле это отмечено п. 7 (рис. 3).

Конструкторы НИИ-6 определили главную в то время особенность конструкции гранатомета: он должен состоять из деталей, уже шедших в производстве для других видов вооружения (ствол от 50-миллиметрового миномета, приклад от противо-

танкового ружья, ленточный стабилизатор полета и др.).

А вот Ю. Б. Харитон и Я. Б. Зельдович как талантливые физики теоретически обосновали конструкцию блока метания, который должен обеспечивать безударный старт гранаты, силу отдачи не выше, чем у противотанкового ружья, условие несрабатывания взрывателя от инерционных сил при старте. Эти условия сформулированы теоретически из условия равенства работы пороховых газов и энергии гранаты при ее выходе из ствола. Для реализации расчетных данных в конструкцию гранатомета был введен блок, подобный твердотопливному ракетному двигателю с камерой сгорания для метательного порохового заряда и с соплом, через которое рабочий газ поступал в ствол. Размер критического сечения сопла рассчитывался из общего условия сохранения энергии.

В результате творческого союза специалистов НИИ-6 и ИХФ АН СССР уже 7–8 марта 1944 г. гранатомет испытывался на полигоне НИИ-6 стрельбой по бронелистам.

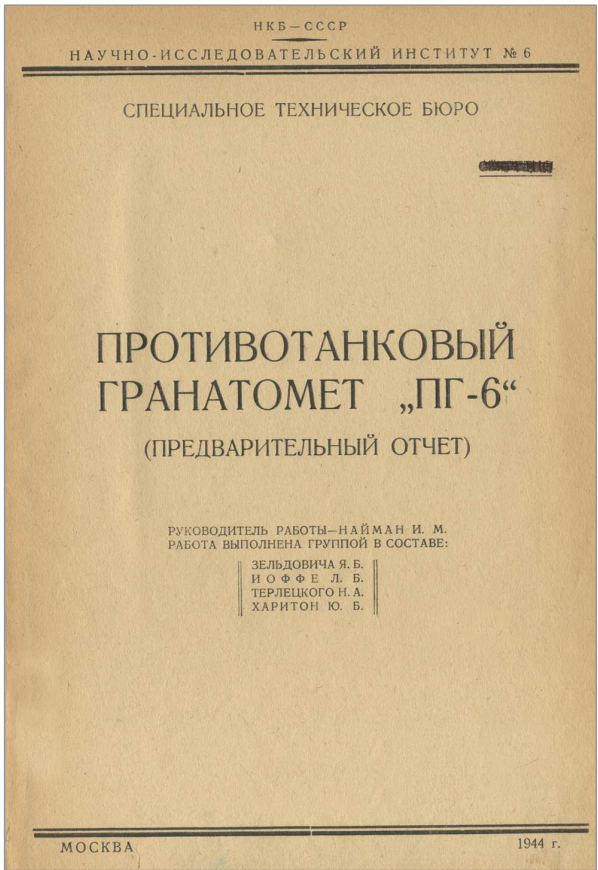


Рис. 2 Титульный лист отчета

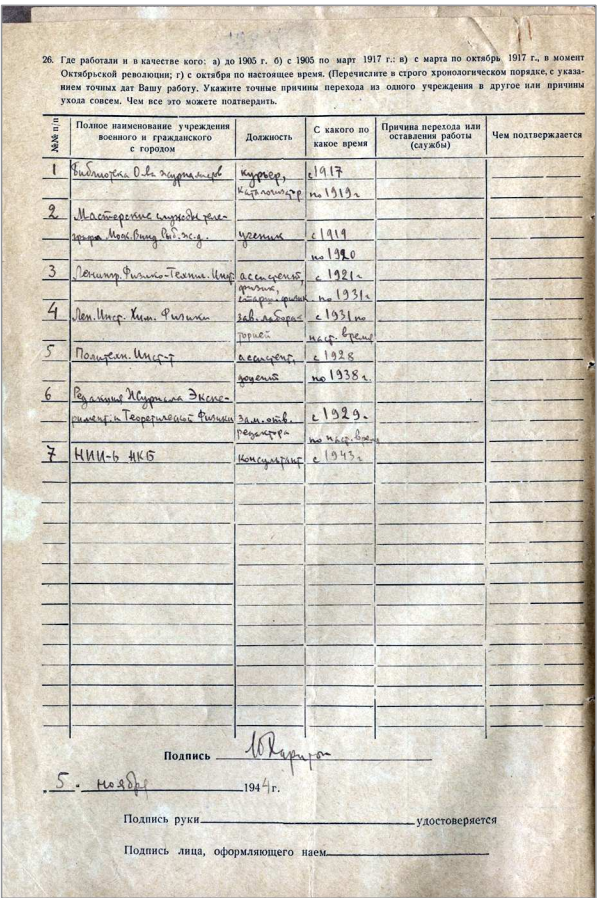


Рис. 3 Из личного дела Ю. Б. Харитона



Рис. 4 Общий вид гранатомета ПГ-6



Рис. 5 Станковый противотанковый гранатомет СПГ-9

На рис. 4 показана фотография этого первого в истории нашей страны гранатомета, а на рис. 5 показан общий вид гранатомета СПГ-9, принятого на вооружение в 1962 г.

Справедливо сделать вывод: совместная работа НИИ-6 и ИХФ АН СССР послужила становлению широко применяемого ныне вида противотанкового оружия.

Важность и результативность совместных работ НИИ-6 и ИХФ АН СССР подтверждается награждением в 1944 г. Ю. Б. Харитона орденом Красной Звезды (как им самим сформулировано в личном

деле — «...награжден по НИИ-6 орденом Красная Звезда») (рис. 6).

ФГУП «ЦНИИХМ» надеется, что представленный материал послужит дальнейшему уточнению творческой биографии знаменитых отечественных ученых Ю. Б. Харитона и Я. Б. Зельдовича.

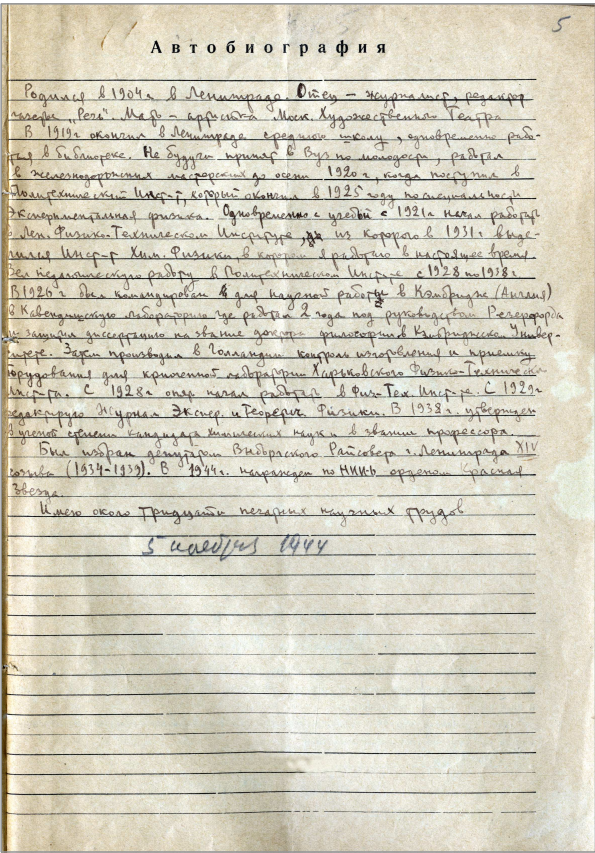


Рис. 6 Автобиография Ю. Б. Харитона

С. А. Бобков, Д. Г. Перменов, И. И. Архипов, В. Н. Товчигречко, А. С. Шибанов