

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Бийский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова»
(АлтГТУ)

Факультет Инженерный спецфакультет
Кафедра РДВУАС
Специальность Боеприпасы и взрыватели

УДК 623.56:623.455.1(079.2)

Допустить к защите в ГЭК

Зав. кафедрой Верещагин А.В. Литвинов
(подпись) (инициалы, фамилия)
"22" 01 2018 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

ДР 17.05.01.09.000 ПЗ
(обозначение проекта)

Исследование конечной баллистики пуль стрелкового оружия
(тема проекта)

Пояснительная записка

Студент группы БиВ-21

Самарин Ренат Алексеевич

Руководитель проекта Верещагин доц., к.т.н. П.В. Верещагин
(должность, ученая степень) (подпись) (инициалы, фамилия)

Консультанты:

Экономика Волкова доц., к.э.н. Н.В. Волкова
(раздел проекта) (должность, ученая степень) (подпись) (инициалы, фамилия)

БЖД Овчаренко проф., д.т.н. А.Г. Овчаренко
(раздел проекта) (должность, ученая степень) (подпись) (инициалы, фамилия)

Бийск 2018

Содержание

Введение	4
1 Аналитический обзор	5
1.1 Основные определения и понятия раневой баллистики	5
1.2 Аспекты поражающего действия пули и формирования раневого канала	10
1.3 Влияние характеристик пуль и условий встречи с мягкими тканями на их объем поражения	15
1.4 Математическое описание объема поражения огнестрельной раны	17
2 Исследование влияния характеристик пули винтовочного патрона и условий встречи с желатиновым блоком на его объем поражения.....	19
2.1 Обоснованность выбранной модели.....	19
2.2 Показатели, характеризующие объем поражения цели.....	25
2.3 Объем поражения цели при углах проникания пули 0°, 2° и 4° на разных скоростях встречи	27
2.4 Объем поражения цели при массе пули 7, 9,5 и 12 г на разных скоростях встречи	45
2.5 Объем поражения цели при остроконечной и полусферической форме головной части пули на разных скоростях встречи	59
2.6 Анализ влияния характеристик пули винтовочного патрона и условий встречи с желатиновым блоком на его объем поражения.....	73
3 Исследование влияния условий встречи с целью пули пистолетного патрона на объем поражения цели	76
4 Оценка затрат на проведение НИР	82
4.1 Этапы работы и их продолжительность	82
4.2 Расчёт затрат на выполнение дипломной работы	83
4.3 Затраты на электроэнергию и накладные расходы	85

ДР 17.05.01.09.000 ПЗ								
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Исследование конечной баллистики пуль стрелкового оружия	Лит	Лист	Листов
Разраб.		Самарин Р. А.	<i>Самарин</i>	22.01			2	108
Пров.		Верещагин П.В.	<i>Верещ</i>	22.01		БТИ филиал Алт. ГТУ гр. БуВ-21		
Т.Контр.								
Н. Контр.		Верещагин П.В.	<i>Верещ</i>	22.01				
Утв.		<i>Литвинцев</i>	<i>Верещ</i>	22.01				

5 Безопасность жизнедеятельности.....	87
5.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов при выполнении дипломной работы.....	87
5.2 Расчет искусственного освещения помещения.....	94
5.3 Инструкция по технике безопасности при работе с персональным компьютером.....	97
Заключение.....	101
Список использованной литературы.....	102
Приложение А. Задание на дипломную работу	106

Введение

Каждый патрон имеет свое назначение. Характер его действия по цели определяется формой пули, динамическими и массовыми характеристиками, скоростью встречи с целью. На сегодняшний день систематических исследований действия этих параметров по цели нет, потому что практическое исследование по живым целям очень трудоемко и негуманно, использование имитаторов живой ткани решает эту проблему, однако этот процесс не менее трудоемкий и дорогостоящий. С появлением современных программных продуктов, таких как «Ansys. Engineering Simulation & 3-D Design Software», «LS-Dyna. Finite Element Analysis Software», адекватно описывающих динамическое взаимодействие тел, появляется возможность численного моделирования действия пули по цели. Это позволяет в широких пределах изменять как форму пули, так и динамические характеристики без значительных материальных затрат. Поэтому проведение исследований является актуальным и позволит обоснованно выбирать параметры выстрела исходя не только из назначений внешней баллистики, но и требований конечной баллистики – действия по цели.

Целью дипломной работы является исследование влияния характеристик пули и условий встречи с имитатором мягкой ткани на ее объем поражения.

Задачи дипломной работы:

1) Исследовать влияние характеристик и условий встречи с целью пули образца 1908/30 гг. патрона калибра 7,62 мм на объем поражения цели при:

а) Углы нутации 0° , 2° и 4° и скоростях 300, 400, 600 и 800 м/с;

б) Массе пули 7, 9,5 и 12 г и скоростях 400, 600 и 800 м/с;

в) Остроконечной и полусферической форме головной части пули и скоростях 400, 600 и 800 м/с.

2) Исследовать влияние характеристик и условий встречи с целью пули оболочечной пули патрона калибра 9 мм на объем поражения цели при скоростях 200, 300, 400 и 600 м/с.

1 Аналитический обзор

1.1 Основные определения и понятия раневой баллистики

Изучением движения снаряда в тканях организма занимается раневая баллистика.

Баллистика – это наука о законах движения снаряда. Различают внутреннюю, внешнюю и терминальную баллистику. Внутренняя баллистика изучает движение снаряда внутри ствола оружия или в приспособлении для запуска; внешняя – во время движения снаряда в воздухе, воде или в космосе. Терминальная баллистика характеризует поведение снаряда при попадании в объект; если это касается живого организма, то говорят о раневой баллистике.

Таким образом, раневая баллистика изучает механизм действия огнестрельного снаряда в теле человека в процессе формирования ранения. Изучение основных законов раневой баллистики проводилось при исследовании баллистических свойств пуль. Последние зависят от технических данных оружия, формы, массы, живой силы и характера движения (полета) пули (рисунок 1 (1 – ось пули; 2 – направление действия силы тяжести; 3 – направление полета пули (траектория); 4 – ось медленного периодического конусообразного движения пули благодаря которому все тело раскачивается; 5 – ось быстрого периодического конусообразного движения пули, которое больше всего совершается ее верхушкой)).

вихревое (турбулентное) движение и устремляются за пулей)). При скорости выше 700 м/с возникающий в тканях «пульсирующий эффект» может в десятки раз превышать поперечник пули. Размеры «временной пульсирующей полости» определяются величиной переданной тканям кинетической энергии пули. В момент пульсации полости наблюдаются перепады давления, что приводит к резкому расслоению, смещению, контузии органов и тканей, проникновению в глубину раны инородных тел и микроорганизмов на значительное расстояние от раневого канала. Как показывают результаты исследований, в момент ранения и сразу после него в среде регистрируются два вида волн - ударные и волны давления.

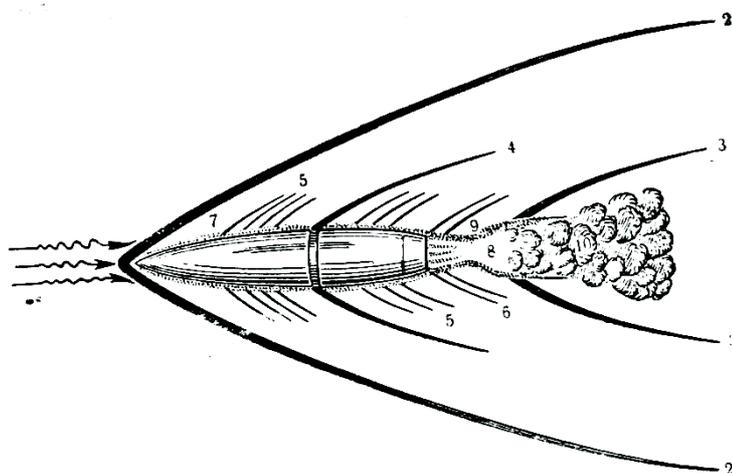


Рисунок 2 – Схема сопротивления воздуха движущейся пули, летящей со сверхзвуковой скоростью (более 330 м/с)

Эта головная волна состоит из уплотненного воздушного конуса, где давление воздуха достигает 5 - 6 кг/см², который и способен самостоятельно нанести тяжелые разрушения тканям со «взрывным» эффектом. Даже простые пули, шарики, осколки и любое тело при высоких скоростях движения, а следовательно, с большей кинетической энергией могут обладать разрывными свойствами.

Взрывной эффект является следствием максимального проявления бокового и отраженного ударов, когда вся пробивная способность травмирующего предмета сводится к нулю, превращаясь в энергию ударной волны. Эта энергия исчисляется многими сотнями килограммометров, мгновенно действующих на ткани. Частицы

тканей в зоне ударной волны получают огромное ускорение, а так как амортизация силового воздействия на несжимаемые ткани, богатые водой, оказывается невозможной, то возникает разрушение органа. Наиболее часто взрывной эффект наблюдается в плотных органах, до предела наполненных жидким содержимым. В мышцах взрывной эффект возникает при резком их напряжении. Часто его можно наблюдать при ранениях коротких костей, разрывающихся на мелкие кусочки.

Законы раневой баллистики распространяются на все виды огнестрельного оружия, в том числе и на осколки, шарики, картечь и дробь, но последние, благодаря их необтекаемой и неправильной форме и беспорядочному полету, несмотря на большую начальную скорость, быстро теряют ее, их кинетическая энергия тоже быстро погашается.

Исследователи в данной области выяснили, что механизм действия огнестрельного снаряда и весь процесс формирования огнестрельной раны протекает в два этапа: на первом происходит разрушение органа непосредственно от действия снаряда и сопровождающей его головной воздушной ударной волны. Весь этот процесс протекает в течение 0,0001 - 0,001 сек. На втором этапе ранения, после того как ранящий снаряд покидает тело, в тканях и органах наблюдаются длительные и сложные процессы разрушения, которые зависят от образования временной полости и ее «пульсации». Этот этап протекает в течение 0,04 - 0,19 сек., т. е. в 300 - 500 раз дольше, чем время пребывания самого ранящего снаряда в этих тканях и органах [1].

По мнению М. Б. Швыркова поражающее действие ранящего снаряда складывается из прямого удара и бокового удара. Прямое поражающее действие проявляется в стенках раневого канала разрывом, размозжением, расщеплением и раздвижением тканей. Зона бокового удара располагается снаружи от раневого канала. При прохождении высокоскоростной пули через ткани и быстрой передачи энергии в них возникает временная пульсирующая полость, в десятки раз превосходящая диаметр пули [2].

Эта полость за 5 - 10 мсек. успевает совершить несколько сотен пульсаций, выбрасывая обрывки тканей по ходу и против хода пули - феномен фонтана (рисунок 3).



Рисунок 3 – Типичное образование ранящим снарядом фонтанов из вещества мишени при ее сквозном поражении

При ударной травме более плотные ткани приобретают большую скорость движения и, "настигая" менее плотные, внедряются в них.

Степень сопротивления тканей определяют:

- плотность;
- вязкость;
- эластичность;
- насыщенность водой;
- анатомическая и гистологическая структура.

Максимальное сопротивление ударной кинетической энергии оказывают плотные, практически несжимаемые ткани, плотные органы с оболочкой и полужидким содержимым.

Минимальным оно оказывается в рыхлой соединительной клетчатке. Энергия разрушения при ранении зависит от:

- массы ранящего предмета;

- скорости его полета при ударе;
- быстроты амортизации живой силы, т. е. от физического состояния тканей.

Ударные волны характеризуются кратковременностью существования 1-3 мс, высокой амплитудой и скоростью распространения в тканях - до 1400-1500 м/с. Их непосредственное повреждающее действие менее выражено, чем у волн давления. Волны давления регистрируют в течение 20-30 мс, что соответствует продолжительности существования временной пульсирующей полости. С действием волн давления связывают непосредственные повреждения тканей по периферии от раневого канала. При отражении от плотных структур может происходить интерференция, что приводит к локальному увеличению повреждения.

Чем больше масса и скорость ранящего предмета, тем сильнее удар и разрушение тканей. Экспериментально установлено, что чем больше пробивная способность пули, тем слабее рассеивание кинетической энергии, и наоборот.

Чем масса пули больше, а скорость меньше, тем больше пробивная способность, но меньше способность к боковому удару (отдаче энергии тканям).

1.2 Аспекты поражающего действия пули и формирования раневого канала

Пулевые ранения характеризуются [3]:

- 1) дефектом ткани по ходу раневого канала, всегда индивидуального по локализации, длине, ширине и направлению;
- 2) наличием зоны некротизированной ткани (мертвой, нежизнеспособной ткани) вокруг раневого канала;
- 3) расстройством кровообращения и питания в тканях, граничащих с зоной ранения.

Решающее значение имеет величина переданной тканям энергии. При ранении возникают повреждения, связанные с непосредственным разрушительным действием силы прямого удара и действием бокового удара вследствие распространения энергии снаряда в стороны от оси его движения.

Кинетическая энергия прямого и бокового ударов находится в обратном отношении друг к другу. Сила бокового удара увеличивается, когда возрастает плотность и вязкость пронизываемых тканей. В этих условиях пуля теряет кинетическую энергию, передавая ее тканям. Последние приходят в ритмично-колебательное движение.

Пуля (скорость меньше 300 м/с) большой массы и большого калибра обеспечивает поражение за счёт непосредственного воздействия: большая пробивная способность (глубокое проникновение), широкий (соответственно калибра) раневой канал и, соответственно, достаточно массивное повреждение тканей по ходу раневого канала. Энергия расходуется на проникновение.

Пуля со скоростью выше 700 м/с уже через 0,0005 с после первичного контакта начинает оказывать взрывоподобное действие, отслаивая кожу и формируя временную пульсирующую полость, которая пульсирует со снижающейся амплитудой. Полость начинает формироваться в процессе прохождения пули [4].

Зарегистрированная динамика изменения пульсирующей полости и колебаний давления в процессе образования пулевого ранения показывает, что они представляют собой волнообразный процесс, выражающийся в резком и высоком первичном подъеме, а затем в столь же резком снижении давления с последующими более пологими и постепенно затухающими волнами. Первичный высокий подъем давления называют ударной волной. С ней связано поступательное повреждающее действие непосредственно самого огнестрельного снаряда. Последующие изменения принято обозначать как волны давления или сжатия. Их действием объясняют разрушения в тканях, окружающих раневой канал. Однако такое представление не вполне точно отражает происходящие процессы. На самом деле временная пульсация полости и волнообразные изменения давления свидетельствуют о попеременном действии на поражаемые ткани положительного и отрицательного давления.

Биологические ткани более устойчивы к положительному давлению и в меньшей степени способны противостоять отрицательной полуволне. Отрицательное давление в водонасыщенной среде вызывает кавитацию:

образование вакуумных полостей. Формируясь из ядра, полость вначале расширяется, а затем схлопывается. Весь процесс занимает несколько миллисекунд. При схлопывании каверн возникают ударные волны значительной силы, приводящие к перепадам давления в несколько тысяч килопаскалей. Силы столь велики, что способны разрушать стальные и железобетонные конструкции. Именно с этим явлением связано образование очагов разрушения биологических тканей. Таким образом, кавитационное воздействие обладает взрывоподобным эффектом.

У пули со скоростью выше 300 м/с, малого калибра пробивная способность невелика, но зато максимально выражена отдача энергии.

Повреждающее действие этих пуль характеризуется выраженным увеличением площади первичного раневого канала и некоторым уменьшением глубины проникновения в ткани. При столкновении пули с тканью происходит распластывание пули, в результате чего увеличивается ее диаметр и уменьшается длина. Распластывание пули нарушает ее аэродинамическую форму, способствуя увеличению временной пульсирующей полости, а также первичного раневого канала вследствие выраженного разрушения тканей. Однако значительное увеличение «временной пульсирующей полости» происходит главным образом в результате разрушения пули. Мягкие скоростные пули при прохождении через ткани теряют от 59 до 77% своей массы вследствие раскалывания и образования многочисленных осколков, распространяющихся радиально от основной проекции пули на значительное расстояние [5].

При встрече с тканями пуля наносит удар, затрачивая часть своей энергии, при этом частицы тканей приобретают волнообразное колебательное движение, передающееся как по оси движения пули, так и в стороны. Внедряясь в ткани и разрушая их, пуля при движении непрерывно теряет свою энергию, при этом вокруг нее формируется поток частиц разрушенных тканей, которым непосредственно и передается часть энергии снаряда. Позади движущегося снаряда образуется временная полость, поперечник которой может в несколько раз превышать диаметр ранящего снаряда. Образование этой полости, которую называют «временной пульсирующей полостью» раневого канала, является результатом передачи

кинетической энергии снаряда непосредственно тем частицам тканей, которые с ним соприкасаются. Достигнув максимальных размеров, эта полость начинает спадаться, происходит ее "схлопывание", однако давление в полости раневого канала к этому моменту еще не успевает сравняться с давлением окружающей среды, поэтому вновь происходит увеличение ее размеров, но с меньшей амплитудой. После нескольких таких колебаний полости формируется раневой канал.

В ранах различают первичный раневой канал, зону контузии и зону сотрясения. Первичный раневой канал (первичная или постоянная полость) возникает вследствие расщепления, размозжения, разъединения и раздробления тканей по оси полета снаряда. Диаметр и контур одного и того же канала на всем протяжении различны, что связано с поведением пули и анатомической характеристикой поврежденных тканей. В момент ранения происходит первичная девиация раневого канала (отклонение от прямой линии, являющейся продолжением траектории движения пули) [6].

Зона контузии возникает на площади соприкосновения пули с тканями. В эту зону входят ткани, расположенные в непосредственной близости от раневого канала и подвергающиеся некрозу в момент ранения или ближайšie часы после него в результате физического воздействия на ткани ранящего снаряда. Глубина некроза тканей в стенках первичного раневого канала различна на его разных участках, в разных органах и тканях. Размеры зоны первичного некроза зависят от баллистической характеристики пули и структурно-функциональных особенностей поражаемых тканей. Чем больше энергия, переданная тканям пулей, тем больше площадь зоны контузии и первично некротизированной ткани

Зона сотрясения – зона бокового удара, непосредственно прилежащая к тканям, полностью потерявшим жизнеспособность в момент ранения или в ближайšie часы после него. В механизме формирования этой зоны главную роль играют образование временной пульсирующей полости раневого канала и распространение ударных волн, особенно волн давления. В зоне сотрясения ткани подвергаются непрямому воздействию пули. Ткани, расположенные вблизи зоны контузии, внутренний слой зоны сотрясения, подвергаются массивному сотрясению,

при котором происходит их резкое смещение в результате образования временной пульсирующей полости. В тканях, расположенных на большем отдалении от оси раневого канала, т. е. в наружном слое зоны сотрясения, сотрясение тканей менее выраженное. Объем повреждения тканей в зоне сотрясения колеблется в широких пределах и зависит от структуры тканей. Так, в органах, характеризующихся небольшим коэффициентом сжатия (мозг, печень, селезенка, кость), обычно преобладают эффекты разрыва или раскалывания на части. В тканях, содержащих большое количество коллагеновых и эластических волокон, повреждения менее значительны. Следует отметить, что внутренний слой зоны сотрясения характеризуется очень низкой жизнеспособностью клеток вследствие глубоких обменных расстройств, преимущественно на молекулярном уровне. Первоначально изменения в наружном слое зоны коммоции имеют в основном функциональный характер (расстройства кровообращения и питания тканей разной степени выраженности) [7].

Причины выраженного разрушающего действия современных малокалиберных пуль, с одной стороны, в высокой начальной скорости их полета, с другой - в особенности конструкции, проявляющейся в большей по сравнению с пулями калибра 7,62 отдаче кинетической энергии. При отклонении пули от первоначальной оси полета резко увеличивается площадь соприкосновения ее с тканями, что приводит к отдаче значительного количества кинетической энергии в очень короткий промежуток времени. Таким образом, хотя общая кинетическая энергия пули калибра 5,56 мм меньше, чем пули калибра 7,62 мм, величина переданной тканям энергии оказывается значительно большей, что и объясняет обширность разрушения тканей. Для высокоскоростных пуль характерно также их разрушение, особенно при контакте с костью.

Самым же значительным различием является то, что зона молекулярного сотрясения при действии высокоскоростных боеприпасов значительно больше по сравнению с таковой при действии низкоскоростных. Характерным признаком раневых каналов, образующихся при действии высокоскоростных боеприпасов, является то, что площадь или поперечник выходного отверстия больше, чем

площадь входного. Их действие характеризуется выраженной мозаичностью поражения различных тканей [8, с. 44].

Баллистические характеристики пуль зависят от массы, калибра, скорости полета, конструкции, материала, из которого они изготовлены. А вот масштабы разрушения тканей зависят прежде всего от скорости полета пули. Большое значение имеет устойчивость пули, поскольку изменение ее продольной ориентации в тканях немедленно приводит к значительному увеличению площади соприкосновения с ними и отдаче значительной части кинетической энергии боеприпаса. Это особенно характерно для малокалиберных пуль, при попадании которых в ткани происходят резкое изменение траектории движения, отклонение от оси, быстрое торможение, деформация, а нередко и разрушение.

В этих условиях распределение передаваемой по ходу раневого канала энергии идет по возрастающей в направлении к выходному отверстию, что определяет своеобразную конфигурацию раневого канала. Импульсивная передача энергии пули за тысячные доли секунды вызывает эффект «внутриканевого взрыва», образование «временной пульсирующей полости» значительных размеров и четко регистрируемых ударных волн, оказывающих выраженное влияние на внутриклеточные процессы [9].

1.3 Влияние характеристик пуль и условий встречи с мягкими тканями на их объем поражения

Остроконечные удлиненные пули нередко отдают поражаемым тканям лишь 1/10 часть своей кинетической энергии.

Наиболее существенные повреждения возникают при формировании сверхзвукового потока в тканях при передаче энергии. Остроконечные пули образуют такой поток при скорости 1300 м/с, пули с закругленной головной частью - при 800 м/с.

Мягкие безоболочечные пули обладают высокой пластичностью и при контакте с мягкими биологическими тканями тратят часть энергии на собственную

деформацию, увеличивают время воздействия и мощность удара. Смещение центра тяжести пули к хвостовой части значительно снижает устойчивость ее движения в воздушной среде и по ходу раневого канала.

Остроконечная пуля создаёт сверхзвуковой ударный поток в тканях при угле встречи 90 градусов на скорости около 1300 м/с, а при угле 45 градусов - около 600 м/с. При этом нередки разрушения пули и ее внутренние рикошеты.

Для тупоголовой пули при угле встречи с целью 45 градусов необходимая скорость составит меньше 400м/с.

Энергия малокалиберных и высокоскоростных пуль ниже энергии пуль калибра 7,62 мм на всех дистанциях выстрела. Однако объем переданной энергии выше.

Малокалиберная пуля обладает большим поражающим действием, так как способна отдавать поражаемому объекту большую долю кинетической энергии по сравнению с пулей среднего калибра [10, с. 89].

Интегрирующее поражающее действие:

- высокая начальная скорость;
- малая устойчивость в полете и в тканях;
- малая масса;
- смещенный к хвостовой части центр тяжести;
- мягкий сердечник.

В ранах, нанесенных высокоскоростными пулями по сравнению с повреждениями, вызванными пулями с низкой скоростью полета, более выражены изменения тканей по ходу раневого канала. Это подтверждается формированием большего по размерам первичного раневого канала, что можно объяснить образованием более крупной «временной пульсирующей полости».

1.4 Математическое описание объема поражения огнестрельной раны

Пулевые и осколочные ранения до идентификации ранящего снаряда обозначаются как огнестрельные ранения. Они образуются в результате взаимодействия тканей, органов и систем человека с ранящим снарядом, поэтому характеристика огнестрельной раны определяется, с одной стороны, баллистическими свойствами ранящего снаряда, а с другой – структурой повреждаемых тканей.

Раневая баллистика опирается в своих исследованиях на понимание физических законов, определяющих трансформацию полетных параметров пули (скорости, кинетической энергии и пр.) при движении в живых тканях.

Повреждающие свойства ранящего снаряда характеризуются скоростью его полета, массой, площадью поперечного сечения, степенью устойчивости при попадании в ткани, склонностью к деформации и фрагментации, величиной кинетической энергии в момент ранения.

Результирующим при этом является количество кинетической энергии ранящего снаряда, передаваемой тканям (потеря энергии).

Потеря кинетической энергии определяется экспериментально как разница кинетической энергии в момент ранения – контактной энергии и остаточной кинетической энергии на выходе из объекта по формуле (1):

$$\Delta E = E_c - E_o = \frac{m}{2} (v_c^2 - v_o^2), \quad (1)$$

где ΔE – потеря или затрата кинетической энергии на образование огнестрельной раны, Дж;

V_c – контактная скорость, м/с;

V_o – остаточная скорость на выходе из объекта, м/с;

m – масса ранящего снаряда, кг.

На основании квадратичного закона сопротивления Ньютона потеря энергии может быть выражена в зависимости от кинетической энергии в момент ранения формулой (2):

$$\Delta E = E_c \cdot \frac{C_1 \rho S_0}{m}, \quad (2)$$

где C_1 – безразмерный коэффициент лобового сопротивления;

ρ – плотность среды г/см³;

S_0 – площадь поперечного сечения ранящего снаряда, см²;

m – масса ранящего снаряда, г;

x – длина раневого канала, см.

Из приведенной зависимости следует, что потеря кинетической энергии в среде пропорциональна кинетической энергии в момент попадания в цель, плотности среды, длине раневого канала, коэффициенту лобового сопротивления C_1 , площади поперечного сечения ранящего снаряда и обратно пропорциональна массе ранящего снаряда [10].

2 Исследование влияния характеристик пули винтовочного патрона и условий встречи с желатиновым блоком на его объем поражения

2.1 Обоснованность выбранной модели

Большое количество статистических данных указывают на то, что в современных боевых действиях 25% ранений солдат происходит от осколков, остальные 75% – от пуль и ударных волн [11]. Таким образом, очень важно понимать механизм, возникающий в мягких тканях при проникании в них средств поражения. Баллистический желатин и глицериновое мыло очень часто используются в качестве имитатора биологических тканей, позволяющий оценить ущерб, нанесенный объектом и взрывной нагрузкой мягких тканей [12]. Чаще всего при исследованиях используют две модели желатина – желатин Мартина Факлера и желатин НАТО. Они отличаются процентным содержанием веществ, входящих в смесь и температурой, при которой проводится эксперимент. При проектировании модели в дипломной работе использовалась модель желатина Мартина Факлера, однако, как и в случае с желатином НАТО, с некоторыми допущениями, так как точная имитация модели требует данных о скорости деформации, зависящей от температуры, что доступно только в закрытой литературе [13]. Однако можно найти источники, в которых встречается большое количество опытов, проведенных с желатином Мартина Факлера, и описывается возможная зависимость процессов, отсутствующая в открытой литературе [14]. Таким образом, за модель желатина взята модель статьи 11, в которой учитываются результаты трудов исследователей данного вопроса (опыты Кронина и Фалзона, Сэлисбури и Кронина, Вайлбэка, Квона и Сабхаша, Нагаймы, Коэна и Пэпи, Шена, Дикмэна, Миниси, Муни-Ривлина, Эйхаити и Гимли и Апплебай-Томаса) и представлена «собирабельная» модель, учитывающая их полученные данные о поведении желатина, которых нет в открытых источниках [15-19].

До проведения серий экспериментов была протестирована ранее принятая модель желатина на ее адекватность и пригодность при проведении опытов. Для

этого проводилось сравнение результатов стрельбы сферами диаметром 3, 4 и 4,8 миллиметров по блоку желатина (модель Мартина Факлера) с размерами 250мм×200мм×330мм с данными, полученными при моделировании таких же исходных данных в программе Ansys Workbench.

Стрельба велась из опытной винтовки с расстояния 15 метров. Скорость перед проникновением измерялась с помощью двойного оптического детектора. Размер и расположение полости, а также скорость сферы в желатине были определены при помощи высокоскоростной камеры (рисунки 4 и 5), способной делать 20000 кадров в секунду и находившейся на расстоянии 6 метров от стенда с желатином. Яркий свет был специально направлен на блок с целью улучшения его прозрачности для наглядной визуализации «баллистического феномена».

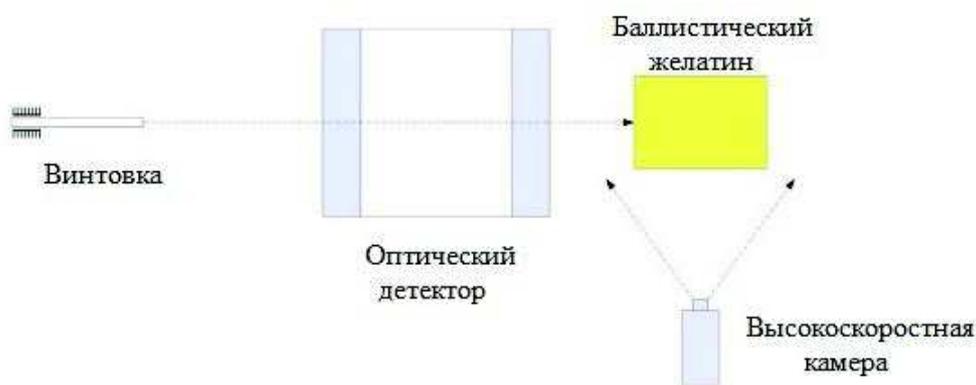


Рисунок 4 – Схема экспериментальной установки



Рисунок 5 – Экспериментальная установка

Производилось шесть экспериментов, определялась глубина проникания и максимальный диаметр полости, результаты этих тестов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Экспериментальные данные скорости проникания и максимального размера полости

Диаметр, мм	Скорость проникания, м/с	Начальная кинетическая энергия, Дж	Максимальный временный размер полости, мм	Время проникания при максимальном размере полости, мс
4,8	721	118	62,1	2,1
4,8	728	120	63,7	2,2
4,8	731	121	63,9	2,2
4,8	947	203	76,2	2,7
4	717	67	48,7	1,7
3	659	24	37,5	1,4

Для того чтобы убедиться в адекватности выбранной модели желатина, сравним данные, полученные при проникании в блок сферы размера 4,8 мм при начальных скоростях 728 м/с и 947 м/с.

Главным объектом исследования при проникновении сферы в желатин является объем временной полости. Кинетическая энергия сферы переходит в энергию, связанную с деформацией желатина в радиальном и осевом направлениях. Из рисунка 6 можно сделать вывод, что для желатина, со скоростью проникания сферы 728 м/с, максимальный диаметр полости составил 63,7 мм экспериментально и 60,3 мм, используя расчетный метод.

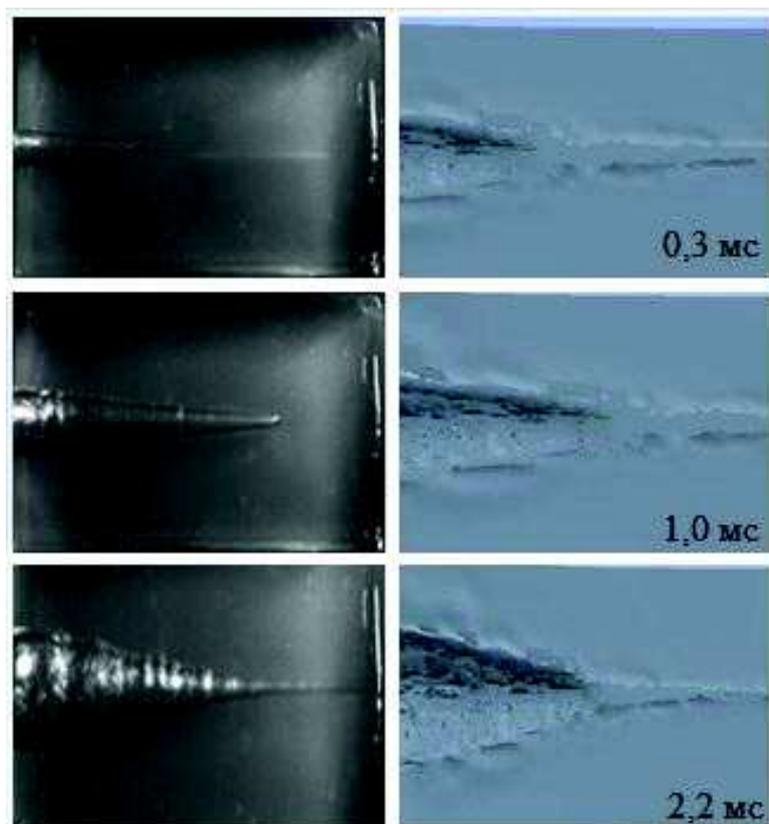


Рисунок 6 – Экспериментальный (слева) и расчетный (справа) процесс проникания сферы в желатин при скорости 728 м/с

Рисунок 7 иллюстрирует процесс проникания для экспериментального и расчетного случаев сферы в желатин при скорости 947 м/с. Максимальный диаметр полости составил 76,2 мм экспериментально и 73,6 мм, используя расчетный метод.

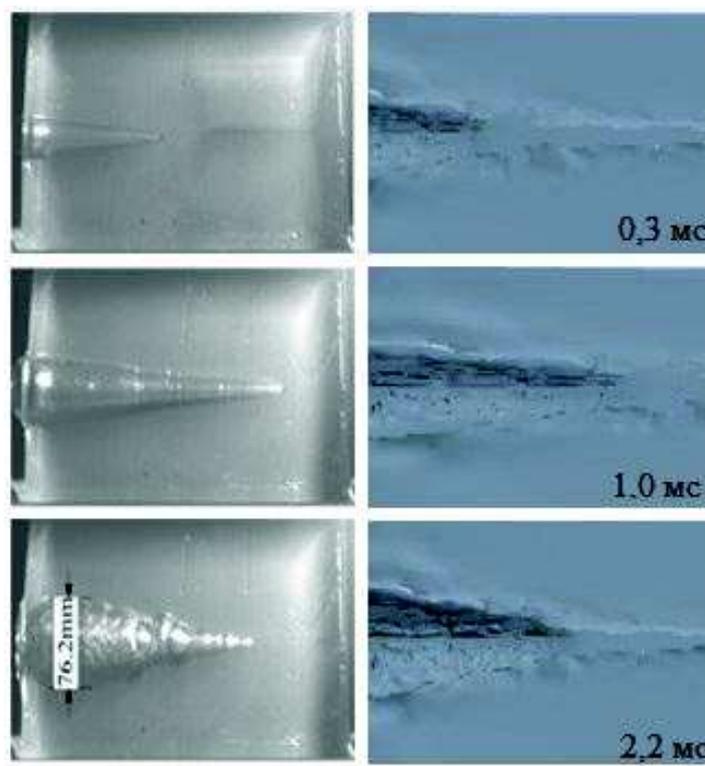


Рисунок 7 – Экспериментальный (слева) и расчетный (справа) процесс проникания сферы в желатин при скорости 947 м/с

Из рисунков 6 и 7 следует, что погрешность между экспериментом и расчетом составляет 5,5% для скорости проникновения 728 м/с и 3,5% для 947 м/с.

На рисунке 8 представлены экспериментальные и расчетные данные о глубине проникания сферы в желатин при скоростях 728 м/с и 947 м/с.

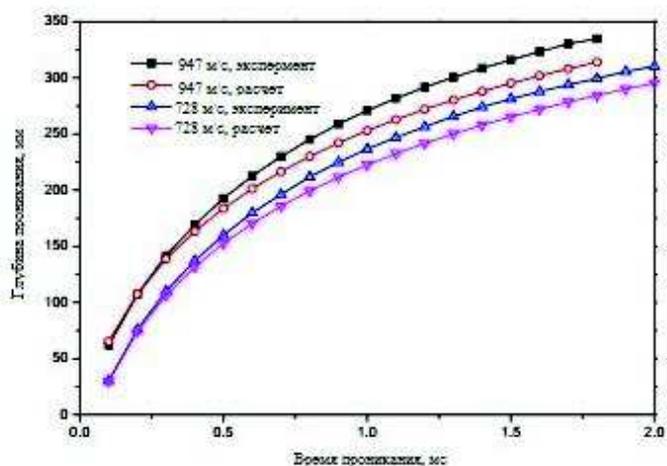


Рисунок 8 – Экспериментальные и расчетные данные о глубине проникания сферы в желатин при скоростях 728 м/с и 947 м/с

Важным фактором при проведении расчетов было критическое значение пластической деформации. В таблице 2 представлены влияние заданного значения пластической деформации на результаты расчета и их сравнение с экспериментальными данными для 4,8 мм сферы со скоростью проникания 728 м/с.

Таблица 2 – Экспериментальные и расчетные данные по глубине проникания сферы и максимального размера полости желатина

Критическое значение пластической деформации	Глубина проникания, мм	Максимальный размер полости, мм
0,7	234,3	58,7
0,9	231,7	60,3
1,1	227,6	66,3
Эксперимент	236,7	63,7

Зависимость качества конечной элементной сетки на результат испытания представлена на рисунке 9. Размеры элементов сетки очень сильно влияют на итог расчета, чем они мельче, тем ближе расчетные данные будут приближаться к экспериментальным. Для получения расчетов с небольшой погрешностью необходимо учитывать, что разность между размерами конечных элементов всех тел должна не превышать размер наименьшего элемента. Однако добиться идентичных

результатов очень сложно, так как это требует мощного программного обеспечения или большого количества временного ресурса.

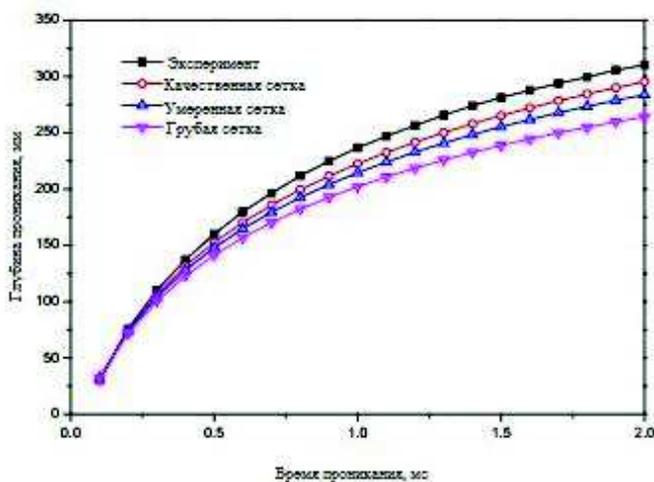


Рисунок 9 – Зависимость качества конечной элементной сетки на результат испытания

При разбиении желатина качественной элементной сеткой погрешность между экспериментальным и расчетным значением не превышает 7%.

2.2 Показатели, характеризующие объем поражения цели

Убойное действие пули зависит от множества ее конструктивных и баллистических характеристик, а также от условий, определяемых значимостью и тяжестью поражения жизненно важных органов, степенью нарушения физиологических и биологических связей. Попадая в живую ткань, пуля совершает разрушительную работу, которая возрастает при увеличении запаса кинетической энергии.

Таким образом, для обеспечения убойного действия пуля должна обладать достаточной пробивной работоспособностью, чтобы проникнуть в различные области организма. Двигаясь внутри организма со сравнительно большой скоростью, пуля разрушает ткани, расположенные на пути ее движения, и наносит повреждения вблизи расположенным органам. Такое боковое действие пули

значительно расширяет поражаемую область, увеличивая вероятность повреждения наиболее важных для жизни органов. При этом усиливается останавливающее действие пули, характеризуемое сокращением времени между попаданием пули и моментом расстройств жизненно важных функций организма.

С учетом вышесказанного убойное действие пули можно характеризовать величиной ее кинетической энергии в момент встречи с целью. Считается, что для вывода человека из строя пуле среднего калибра (5,5...8,0 мм) необходимо, чтобы она обладала кинетической энергией не менее 80 Дж, а для поражения крупного животного – 200 Дж.

Следует учесть, что разная степень поражения организма пулями различных размеров и формы при одной и той же кинетической энергии не дает основания считать ее абсолютно достоверной характеристикой убойного действия, хотя и устанавливает уровень поражающей способности пули.

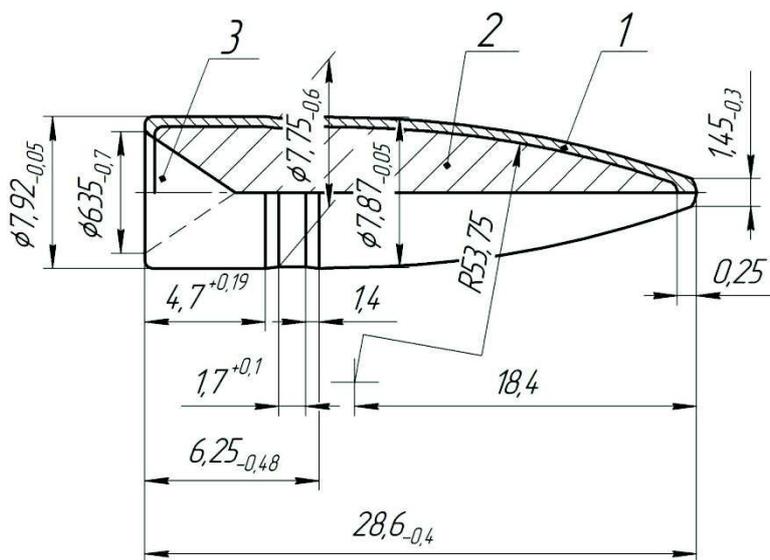
Моделирование поражающего действия пули при стрельбе по мишеням из материалов, имитирующих мышечную ткань, дает возможность измерить объем очага разрушения, используя его для сравнительной оценки убойного действия пуль [21, с. 24].

Таким образом, в качестве показателей объема поражения желатинового блока используется максимальный объем его полости, возникший в результате проникновения пули и потеря кинетической энергии – разница кинетической энергии пули в момент проникновения – контактной энергии и остаточной кинетической энергии на выходе из блока.

Объем полости желатинового блока рассчитывался с помощью программного обеспечения Компас-3D.

2.3 Объем поражения цели при углах проникания пули 0°, 2° и 4° на разных скоростях встречи

При проведении серии опытов использовалась легкая пуля образца 1908/30 гг. патрона калибра 7,62 мм массой 9,5 г (рисунок 10) [22].



1-оболочка; 2-свинцовый сердечник; 3-углубление.

Рисунок 10 – Легкая пуля образца 1908/30 гг.

Движение пули в различных средах характеризуется углом нутации, т.е. углом между продольной осью пули и вектором скорости (рисунок 11) [8].

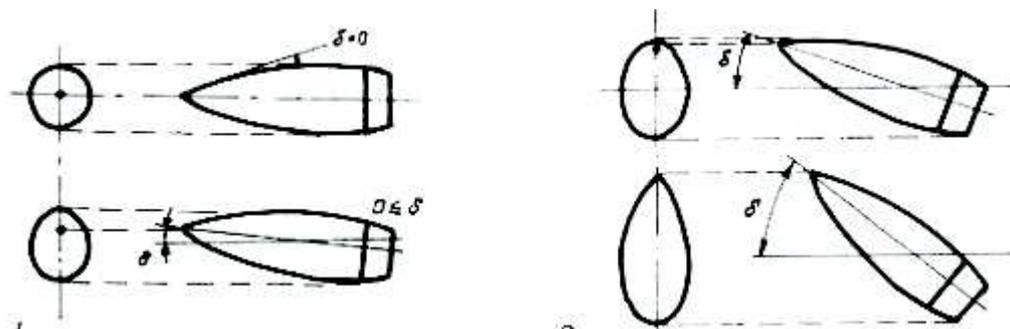


Рисунок 11 – Схема проекции пули на плоскость, перпендикулярную вектору скорости

На рисунке 12 представлены выстрелы 5,45 мм пулей патрона 7Н6 из автомата АК74 при скорости проникновения 900 м/с в 20% желатиновые блоки. Приведенные данные показывают, что угол нутации существенно увеличивает передачу кинетической энергии. При увеличении угла нутации отечественной 5,45 мм пули патрона 7Н6 до 15° площадь проекции пули возрастает в 3 раза [23].

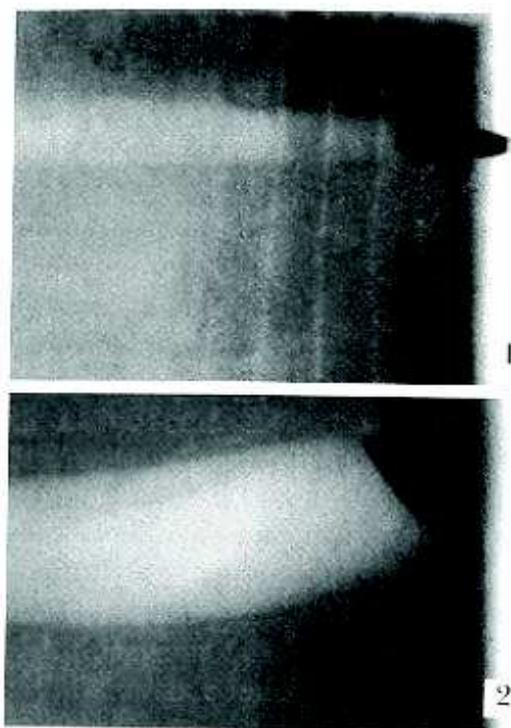


Рисунок 12 – Выстрелы 5,45 мм пулей патрона 7Н6 из автомата АК74 при скорости проникновения 900 м/с в 20% желатиновые блоки (1 – устойчивое прохождение пули, 2 – опрокидывание пули)

2.3.1 Объем поражения желатинового блока при дозвуковой контактной скорости пули

При контактной скорости пули 300 м/с отсутствует головная баллистическая волна, окружающая пулю, и временная пульсирующая полость не возникает. Поэтому возникает лишь сквозное отверстие постоянного объема [24].

В таблице 3 представлены экспериментальные данные о потере кинетической энергии пули и максимальном объеме временной полости желатинового блока при скорости проникания 300 м/с.

Таблица 3 – Экспериментальные данные о потере кинетической энергии пули и максимальном объеме временной полости желатинового блока при скорости проникания 300 м/с

Максимальный объем временной полости, мм ³	Передача кинетической энергии желатиновому блоку, Дж	Передача кинетической энергии в % от контактной энергии, %
126083,78	77	18,01

На рисунке 13 представлены экспериментальные данные о максимальном объеме временной полости в желатиновом блоке при проникании пули и ее контактная и остаточная скорости, при скорости проникания 300 м/с.

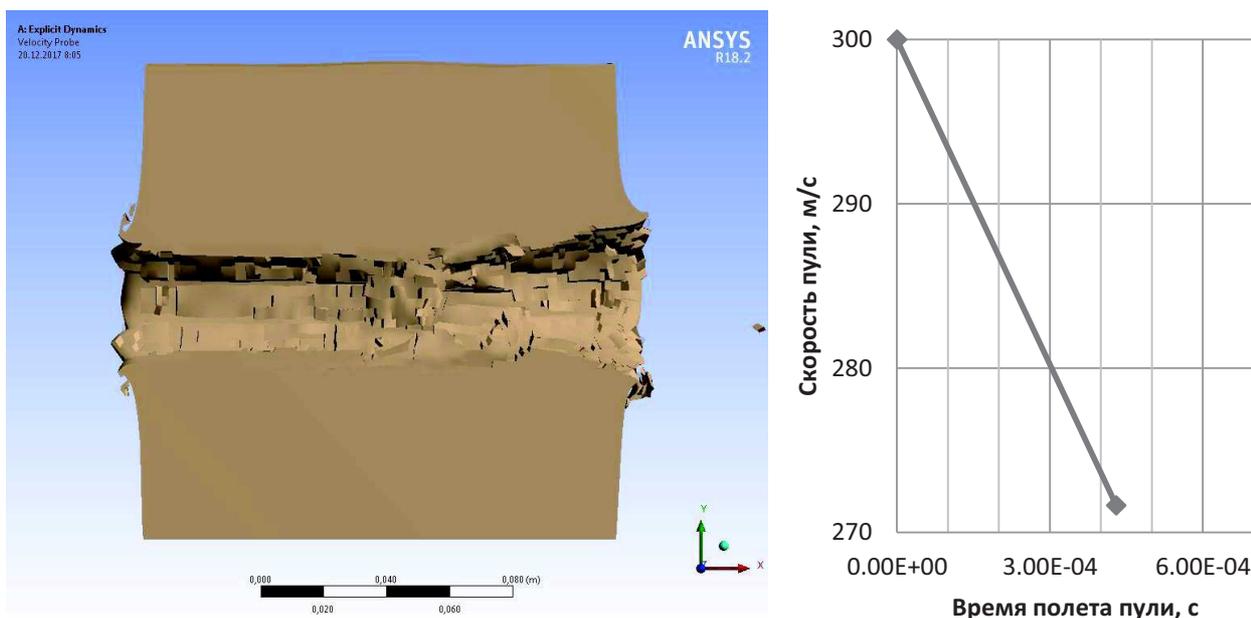


Рисунок 13 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 300 м/с

2.3.2 Объем поражения цели при углах проникания пули 0°, 2° и 4° и скорости 400 м/с

В таблице 4 представлены экспериментальные данные об угле нутации пули, потере ее кинетической энергии и максимальном объеме временной полости желатинового блока при скорости проникания 400 м/с.

Таблица 4 – Экспериментальные данные об угле нутации пули, потере ее кинетической энергии и максимальном объеме временной полости желатинового блока при скорости проникания 400 м/с

Угол нутации, град	Максимальный объем временной полости, мм ³	Передача кинетической энергии желатиновому блоку, Дж	Передача кинетической энергии в % от контактной энергии, %
0	272437,64	108	14,21
2	415372,16	119	15,66
4	624200,23	140	18,42

На рисунках 14-16 представлены экспериментальные данные о максимальном объеме временной полости в желатиновом блоке при проникании пули и ее контактная и остаточная скорости, при скорости проникания 400 м/с и углах нутации 0, 2, 4° соответственно.

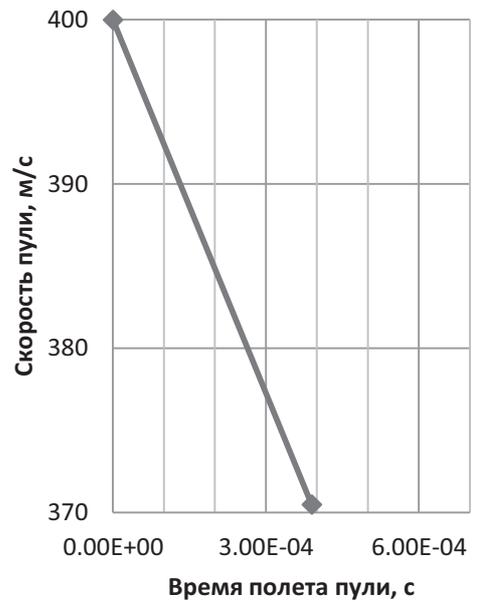


Рисунок 14 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 400 м/с и угле нутации 0°

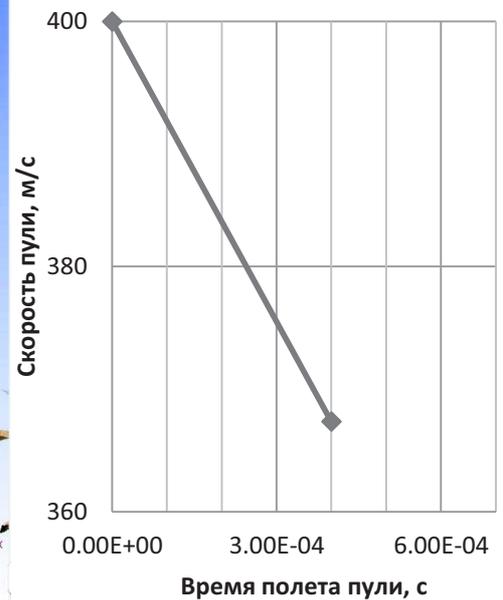
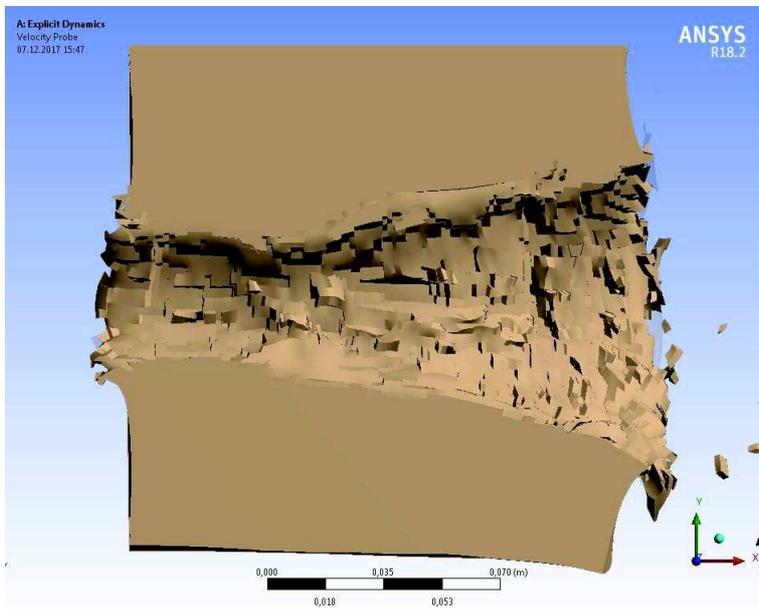


Рисунок 15 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 400 м/с и угле нутации 2°

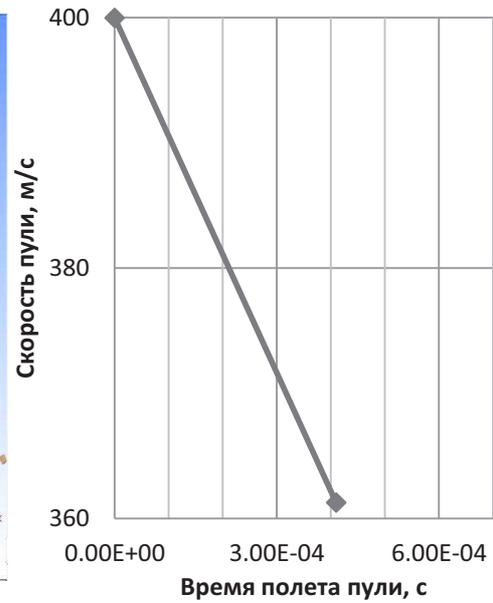
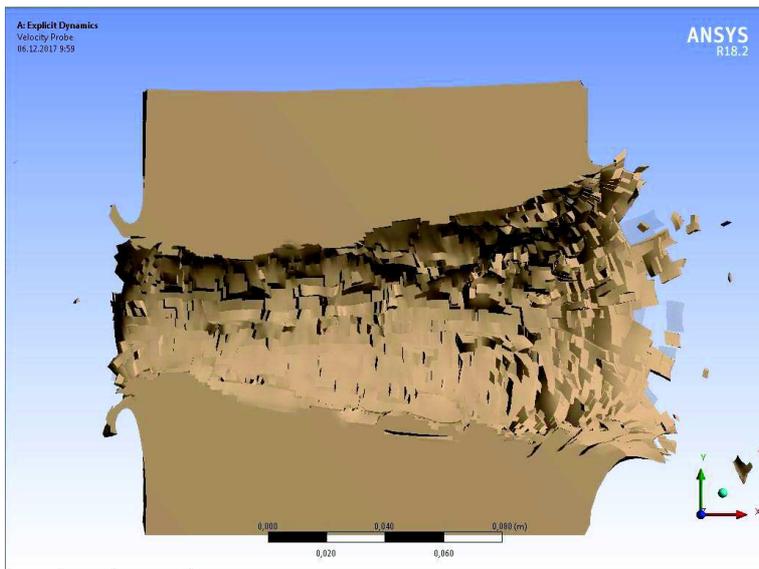


Рисунок 16 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 400 м/с и угле нутации 4°

На рисунке 17 представлена зависимость относительного объема полости (отношения максимального объема временной полости, образующейся в результате пробития, к объему полости при скорости проникания 300 м/с) от угла нутации пули.

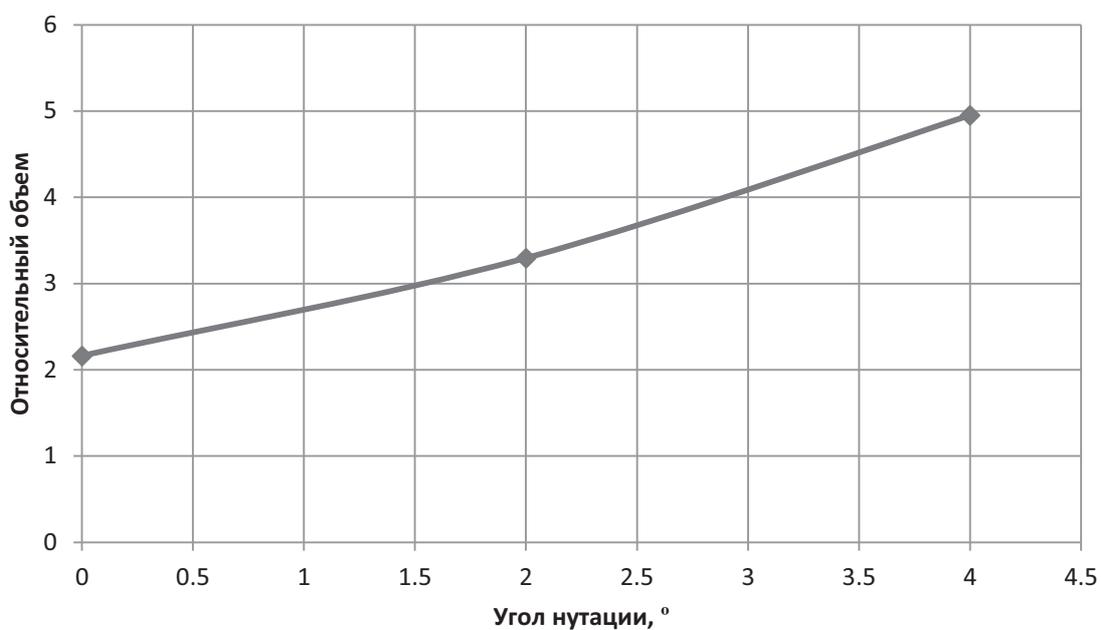


Рисунок 17 – Зависимость относительного объема от угла нутации пули

Рисунок 18 иллюстрирует зависимость относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку (отношения передачи кинетической энергии при данной скорости к передаче кинетической энергии при скорости проникания 300 м/с) от угла нутации пули.

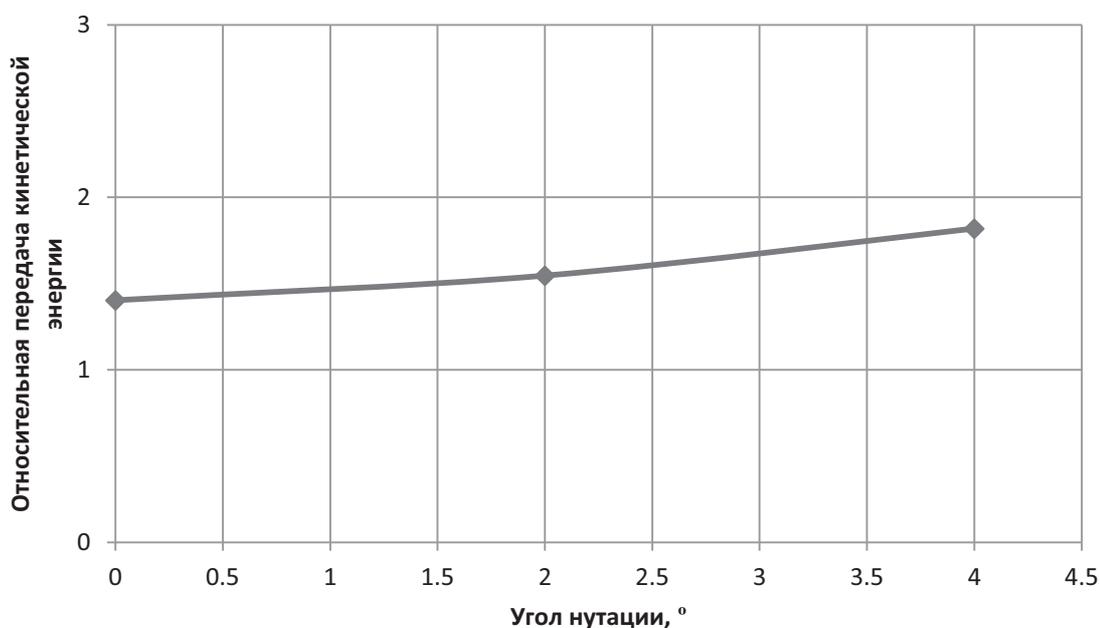


Рисунок 18 – Зависимость относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку от угла нутации пули

2.3.3 Объем поражения цели при углах проникания пули 0°, 2° и 4° и скорости 600 м/с

В таблице 5 представлены экспериментальные данные об угле нутации пули, потере ее кинетической энергии и максимальном объеме временной полости желатинового блока при скорости проникания 600 м/с.

Таблица 5 – Экспериментальные данные об угле нутации пули, потере ее кинетической энергии и максимальном объеме временной полости желатинового блока при скорости проникания 600 м/с

Угол нутации, град	Максимальный объем временной полости, мм ³	Передача кинетической энергии желатиновому блоку, Дж	Передача кинетической энергии в % от контактной энергии, %
0	612335,64	169	9,88
2	846341,17	183	10,70
4	1189866,98	217	12,69

На рисунках 19-21 представлены экспериментальные данные о максимальном объеме временной полости в желатиновом блоке при проникании пули и ее контактная и остаточная скорости, при скорости проникания 600 м/с и углах нутации 0, 2, 4° соответственно.

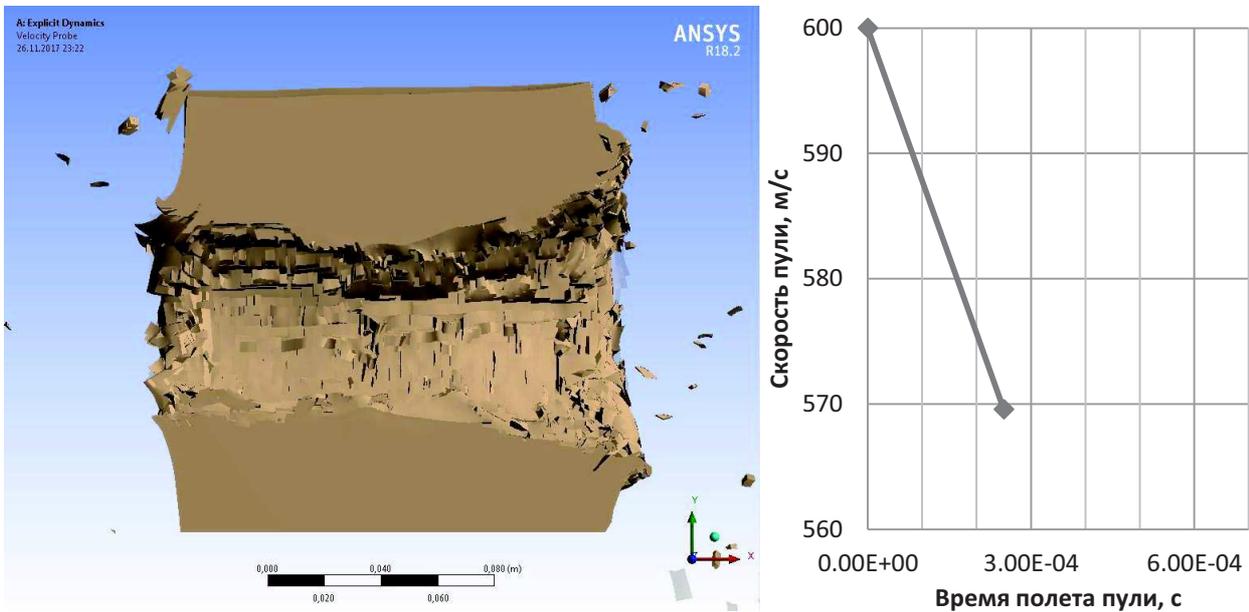


Рисунок 19 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 600 м/с и угле нутации 0°

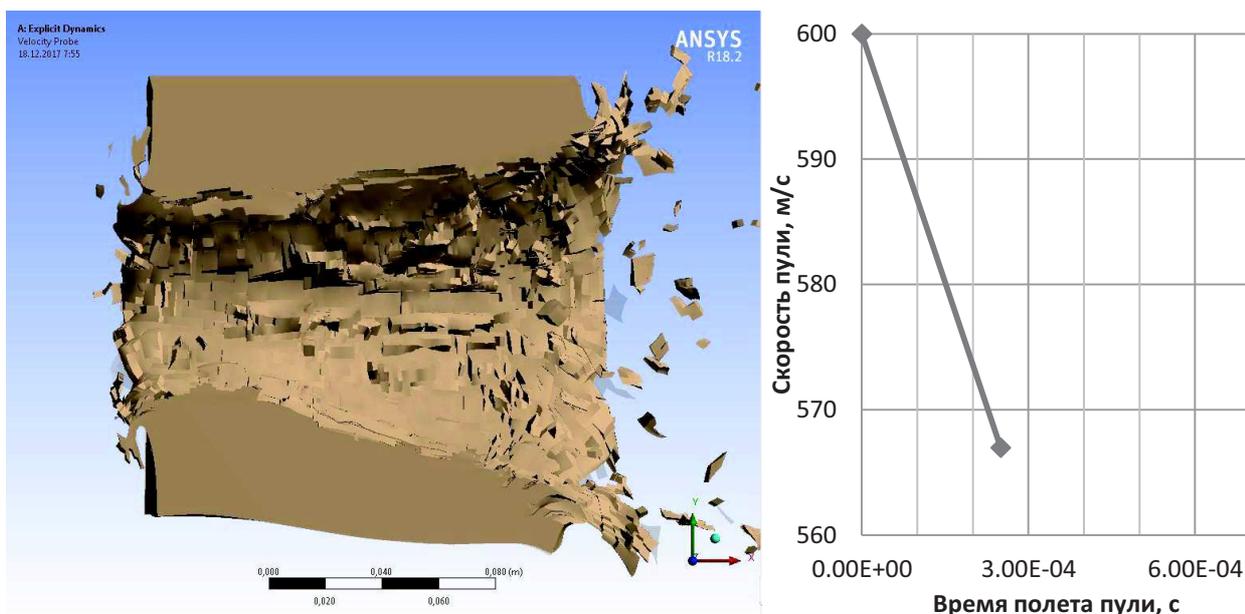


Рисунок 20 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 600 м/с и угле нутации 2°

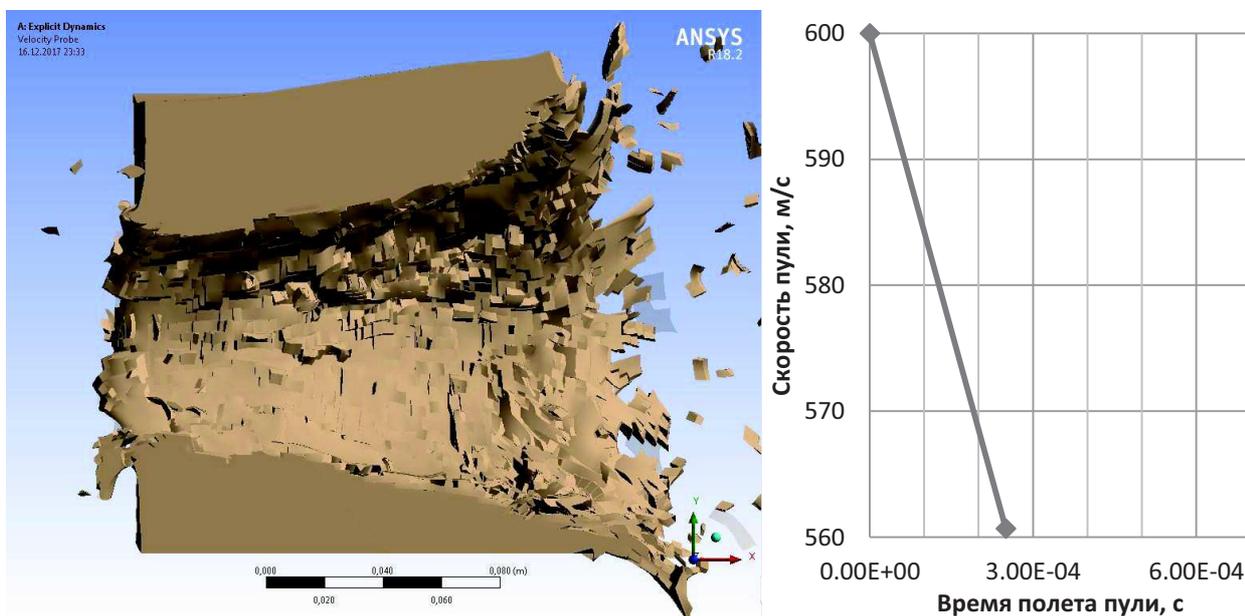


Рисунок 21 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 600 м/с и угле нутации 4°

На рисунке 22 представлена зависимость относительного объема от угла нутации пули.

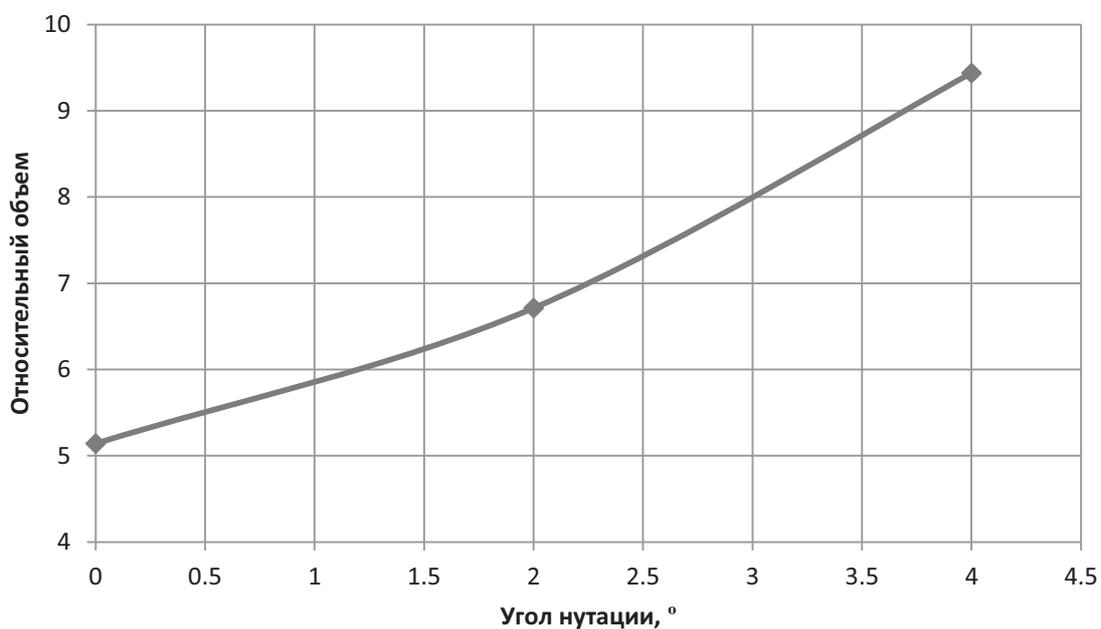


Рисунок 22 – Зависимость относительного объема от угла нутации пули

Рисунок 23 иллюстрирует зависимость относительной передачи кинетической энергии от угла нутации пули.

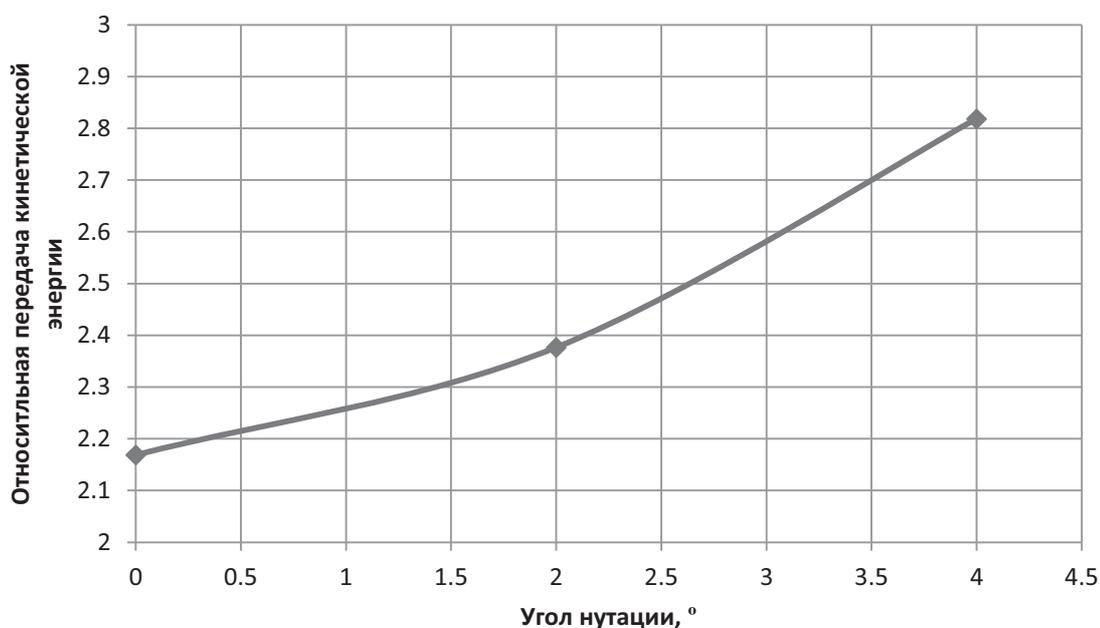


Рисунок 23 – Зависимость относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку от угла нутации пули

2.3.4 Объем поражения цели при углах проникания пули 0°, 2° и 4° и скорости 800 м/с

В таблице 6 представлены экспериментальные данные зависимости угла нутации пули, потери ее кинетической энергии и максимального объема временной полости желатинового блока при скорости проникания 800 м/с.

Таблица 6 – Экспериментальные данные зависимости угла нутации пули, потери ее кинетической энергии и максимального объема временной полости желатинового блока при скорости проникания 800 м/с

Угол нутации, град	Максимальный объем временной полости, мм ³	Передача кинетической энергии желатиновому блоку, Дж	Передача кинетической энергии в % от контактной энергии, %
0	1085801,21	450	14,80
2	1715683,07	675	22,20
4	2168353,00	764	25,13

На рисунках 24-26 представлены экспериментальные данные о максимальном объеме временной полости в желатиновом блоке при проникании пули и ее контактная и остаточная скорости, при скорости проникания 800 м/с и углах нутации 0, 2, 4° соответственно.

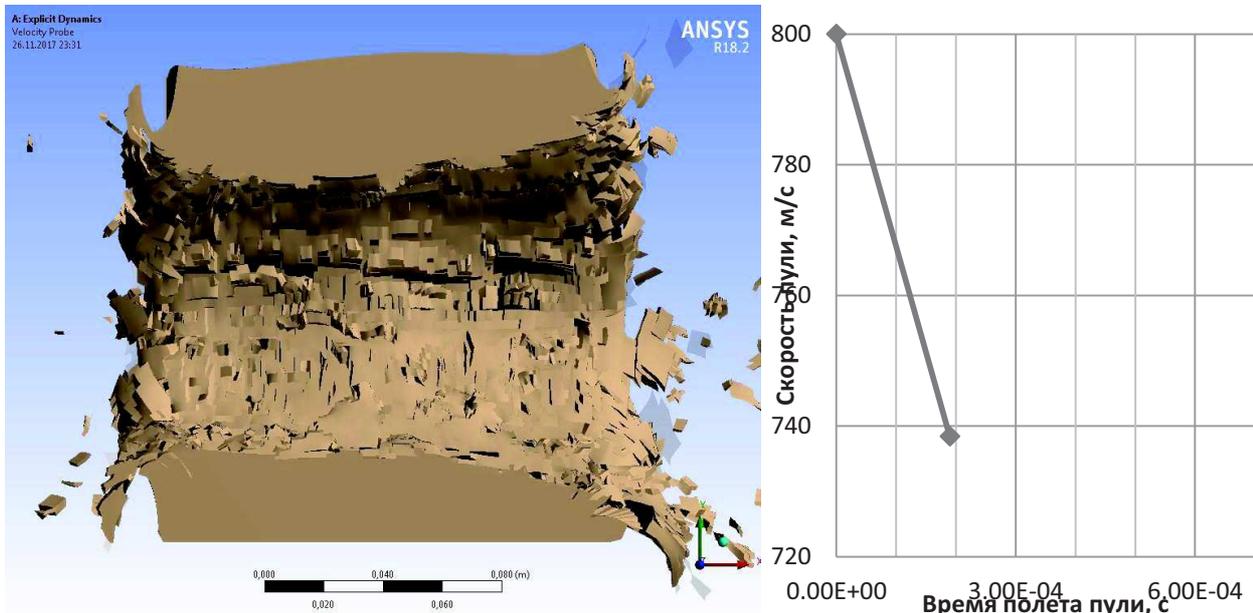


Рисунок 24 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 800 м/с и угле нутации 0°

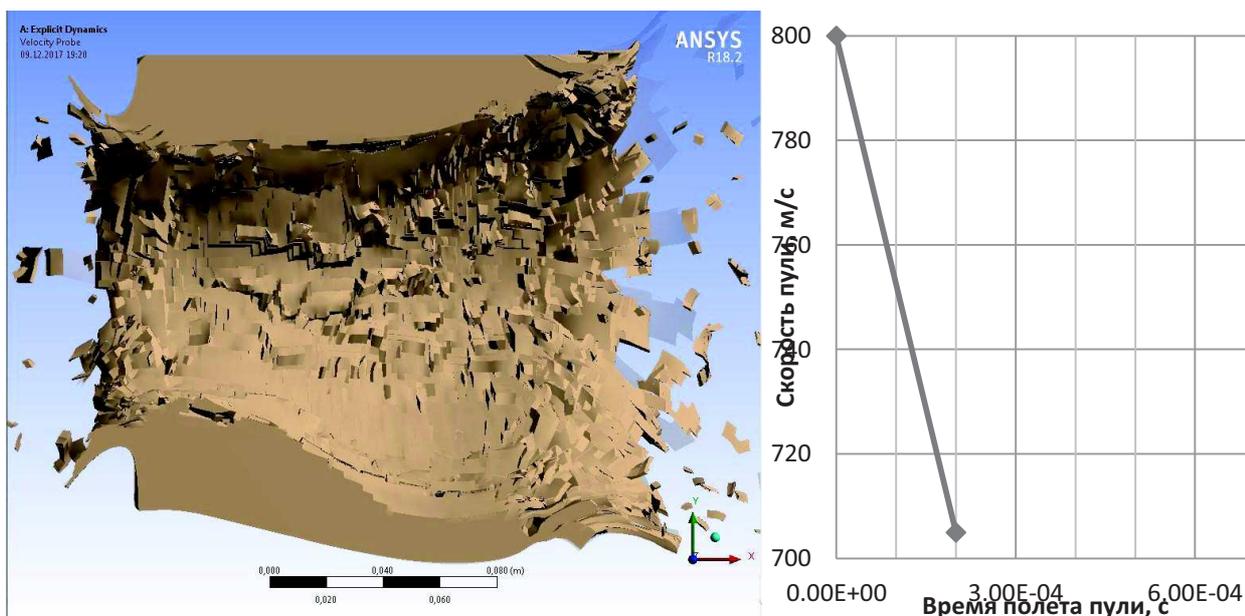


Рисунок 25 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 800 м/с и угле нутации 2°

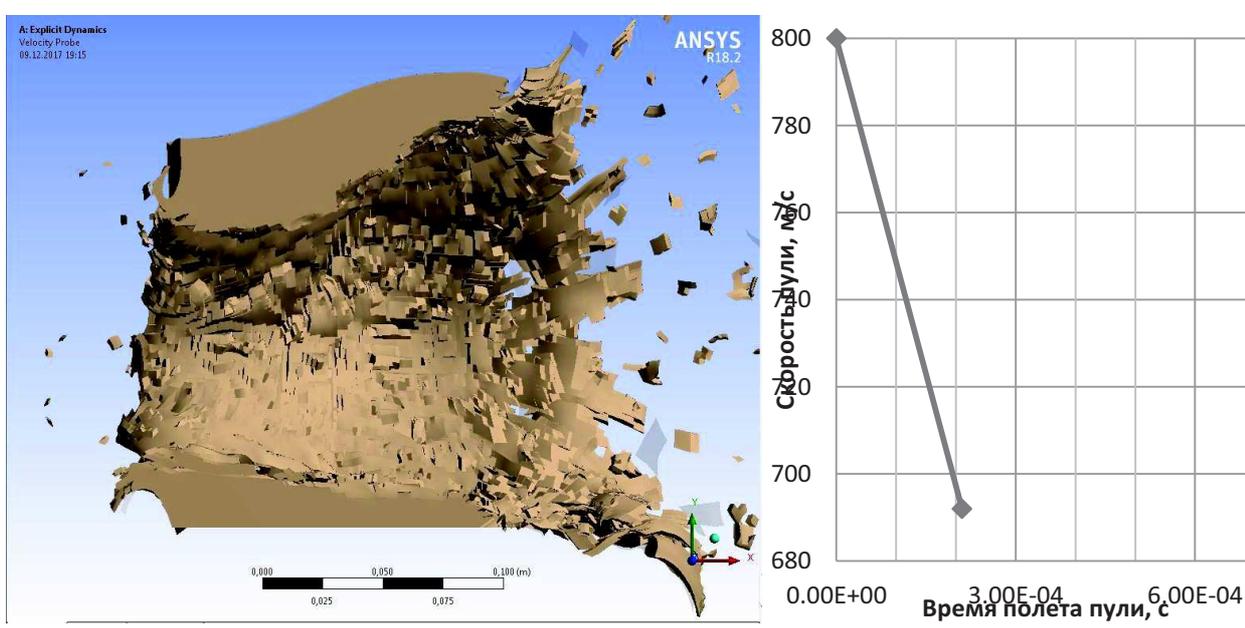


Рисунок 26 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 800 м/с и угле нутации 4°

На рисунке 27 представлена зависимость относительного объема от угла нутации пули.

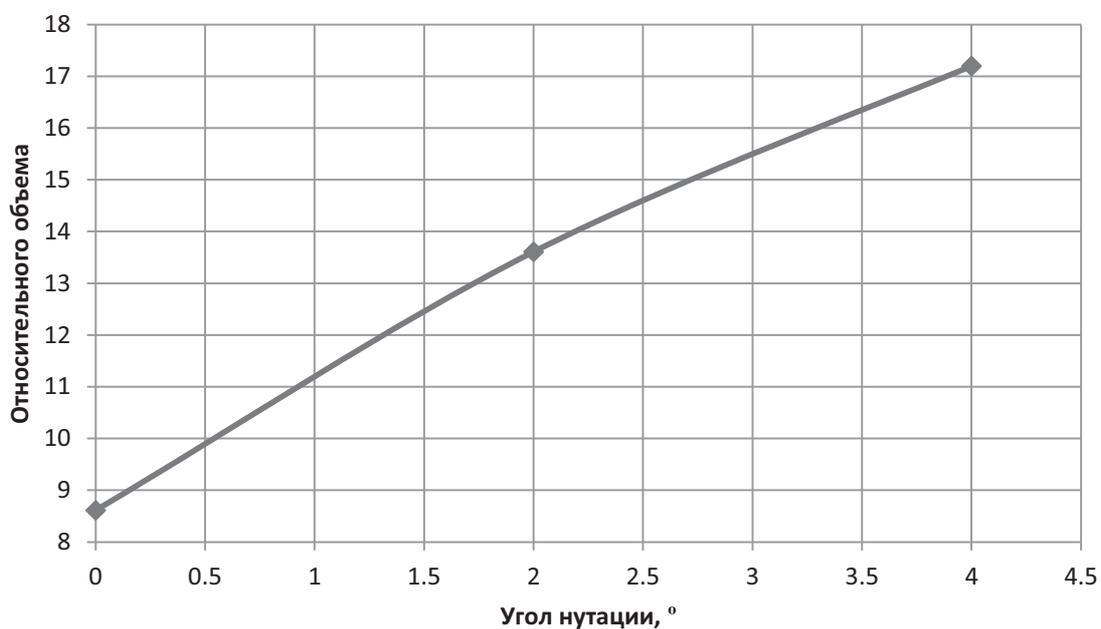


Рисунок 27 – Зависимость относительного объема от угла нутации пули

Рисунок 28 иллюстрирует зависимость относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку от угла нутации пули.

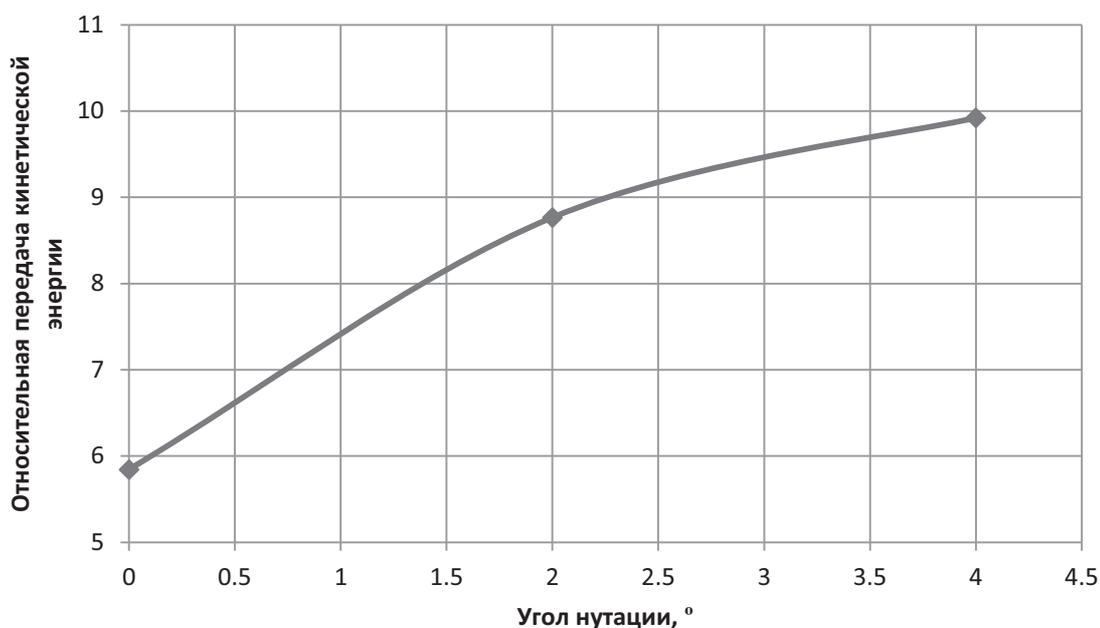


Рисунок 28 – Зависимость относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку от угла нутации пули

2.3.5 Сравнительная характеристика объема поражения цели при углах проникания пули 0°, 2° и 4° на разных скоростях встречи

На рисунке 29 представлена сравнительная характеристика зависимости относительного объема от углов проникания пули 0°, 2° и 4° и скорости ее встречи с целью. С увеличением скорости проникания пули, увеличивается максимальный объем временной полости. Также, увеличение угла нутации пули до 4° позволяет увеличить максимальный объем временной полости в два раза.

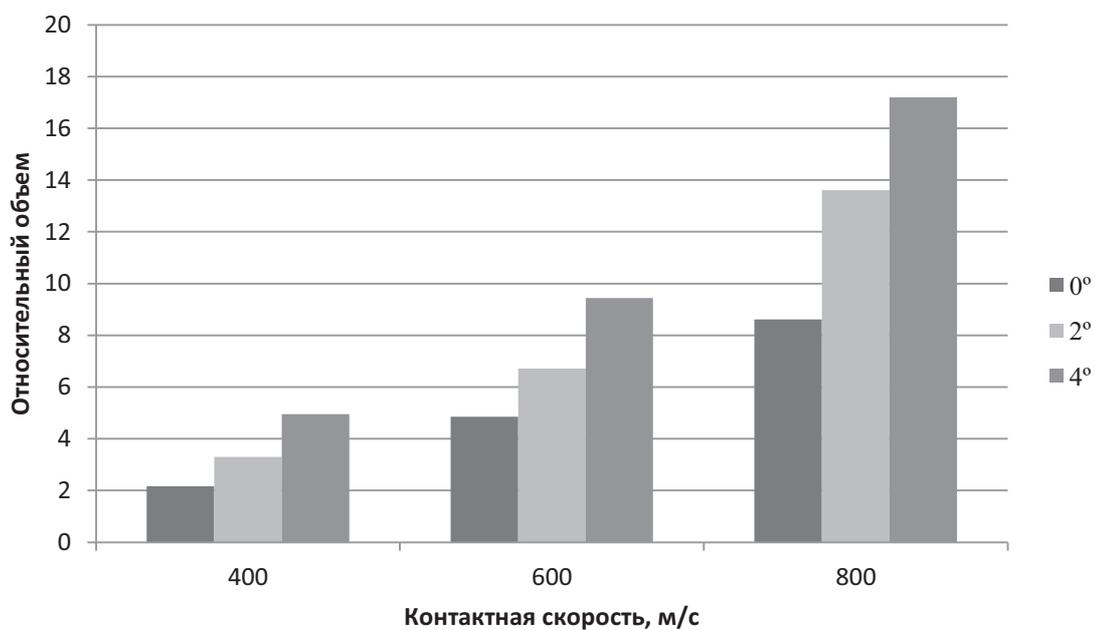


Рисунок 29 – Сравнительная характеристика зависимости относительного объема от углов проникания пули 0°, 2° и 4° и скорости ее встречи с целью

Рисунок 30 иллюстрирует сравнительную характеристику зависимости относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку от углов проникания пули 0°, 2° и 4° и скорости ее проникания. С увеличением скорости проникания пули, увеличивается передача кинетической энергии желатиновому блоку.

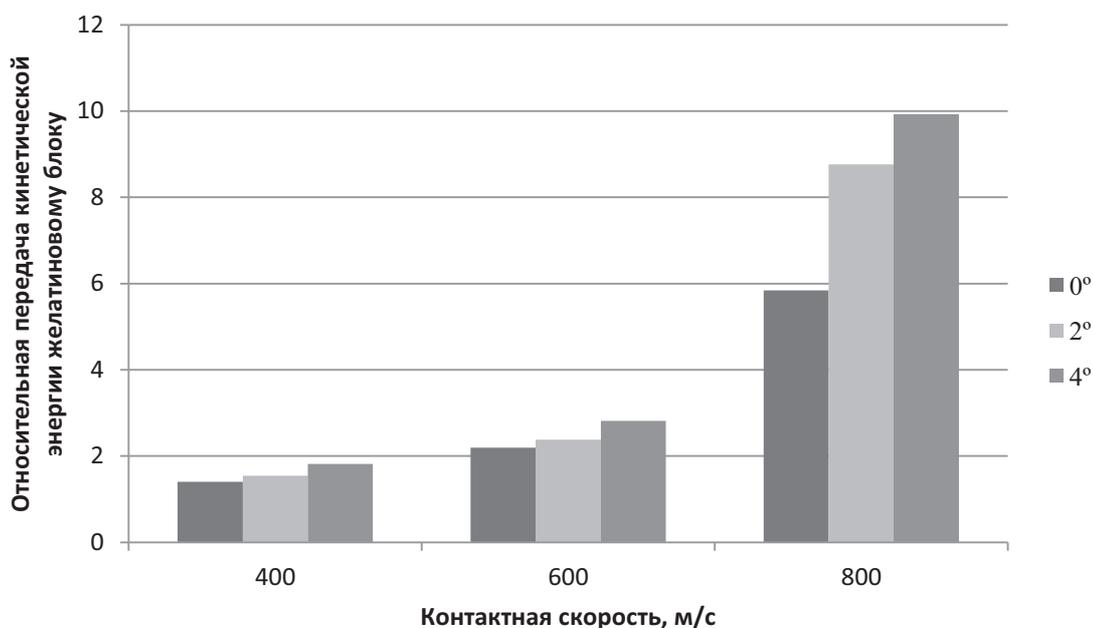


Рисунок 30 – Сравнительная характеристика зависимости относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку от углов проникания пули 0°, 2° и 4° и скорости ее проникания.

Стоит отметить, что при скорости встречи пули с желатиновым блоком более 600 м/с, наблюдается заметное увеличение передачи кинетической энергии, что объясняется гидродинамическим эффектом, который образуется скачкообразным возрастанием сопротивления жидкой среды, которое приводит к резкому повышению давления и сильнейшему разрушающему воздействию на организм [25].

Кроме того, при 800 м/с передача кинетической энергии, по сравнению с опытом при 600 м/с, увеличивается как минимум на 100%, при соответствующих углах нутации пули, в то время, как при скоростях 400 и 600 м/с разница при передаче кинетической энергии не превышает 50%.

Таким образом, с увеличением угла нутации пули и скоростью ее проникания возрастает максимальный объем временной полости и передача кинетической энергии желатиновому блоку.

2.4 Объем поражения цели при массе пули 7, 9,5 и 12 г на разных скоростях встречи

2.4.1 Объем поражения цели при массе пули 7, 9,5 и 12 г и скорости проникания 400 м/с

В таблице 7 представлены экспериментальные данные о массе пули, потере ее кинетической энергии и максимальном объеме временной полости желатинового блока при скорости проникания 400 м/с.

Таблица 7 – Экспериментальные данные о массе пули, потере ее кинетической энергии и максимальном объеме временной полости желатинового блока при скорости проникания 400 м/с

Масса пули, г	Максимальный объем временной полости, мм ³	Передача кинетической энергии желатиновому блоку, Дж	Передача кинетической энергии в % от контактной энергии, %
7	283748,96	114	20,36
9,5	272437,64	108	14,21
12	357380,89	136	14,17

На рисунках 31-33 представлены экспериментальные данные о максимальном объеме временной полости в желатиновом блоке при проникании пули и ее контактная и остаточная скорости, при скорости проникания 400 м/с и массе пули 7, 9,5 и 12 г соответственно.

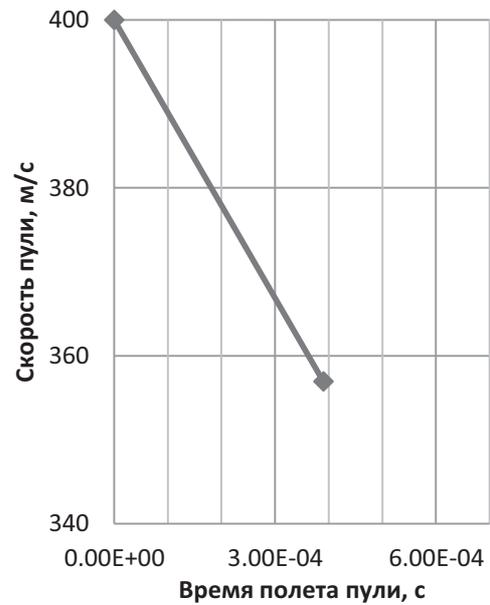
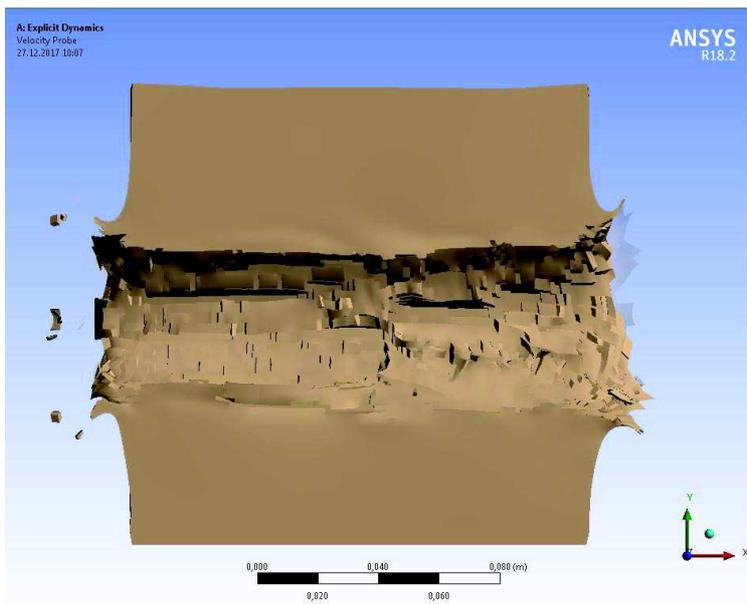


Рисунок 31 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 400 м/с и массе пули 7 г

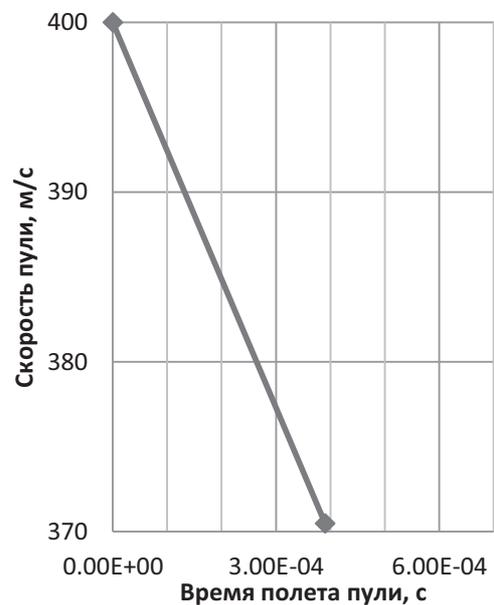


Рисунок 32 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 400 м/с и массе пули 9,5 г

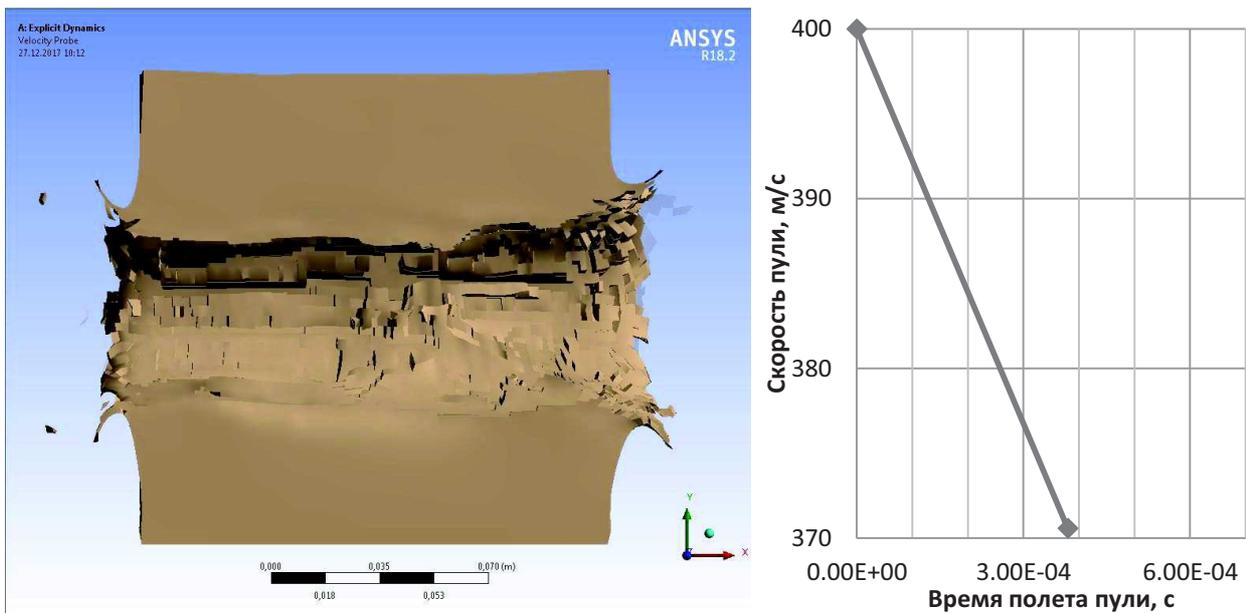


Рисунок 33 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 400 м/с и массе пули 12 г

На рисунке 34 представлена зависимость относительного объема желатинового блока от массы пули.

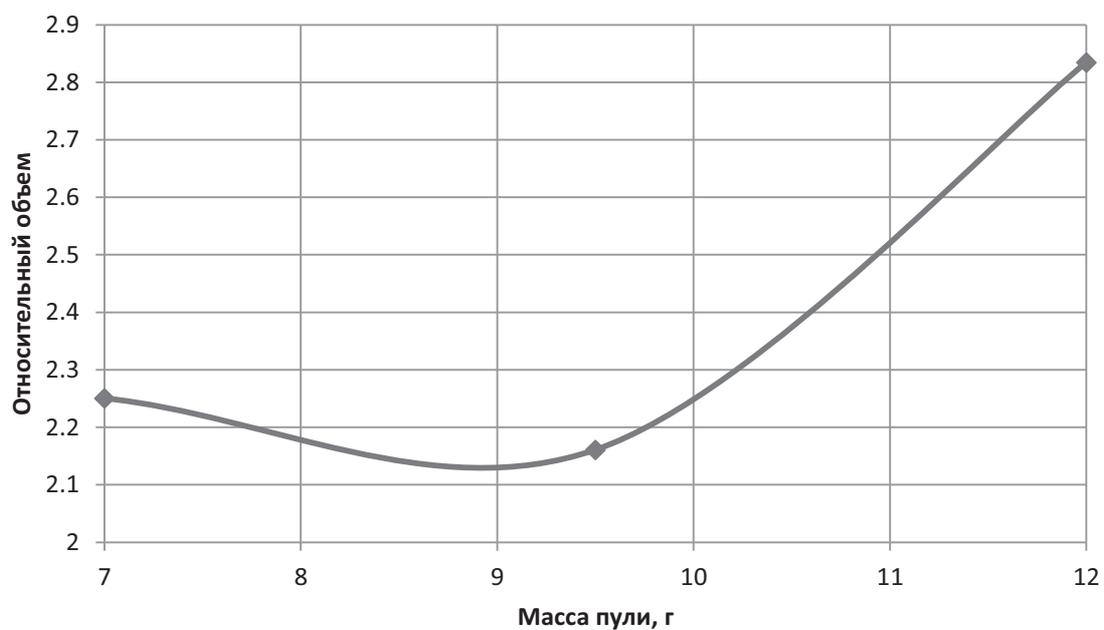


Рисунок 34 – Зависимость относительного объема желатинового блока от массы пули

Рисунок 35 иллюстрирует зависимость относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку от массы пули.

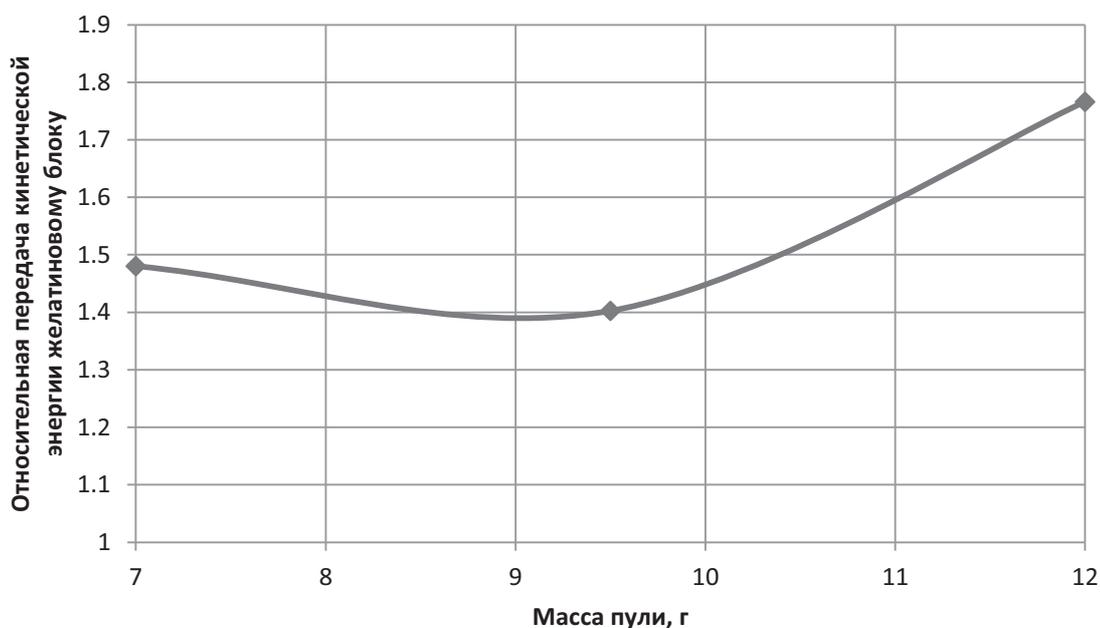


Рисунок 35 – Зависимость относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку от массы пули

2.4.2 Объем поражения цели при массе пули 7, 9,5 и 12 г и скорости проникания 600 м/с

В таблице 8 представлены экспериментальные данные зависимости массы пули, потери ее кинетической энергии и максимального объема временной полости желатинового блока при скорости проникания 600 м/с.

Таблица 8 – Экспериментальные данные зависимости массы пули, потери ее кинетической энергии и максимального объема временной полости желатинового блока при скорости проникания 600 м/с

Масса пули, г	Максимальный объем временной полости, мм ³	Передача кинетической энергии желатиновому блоку, Дж	Передача кинетической энергии в % от контактной энергии, %
7	779735,01	213	16,91
9,5	612335,64	169	9,88
12	695621,83	183	8,47

На рисунках 36-38 представлены экспериментальные данные о максимальном объеме временной полости в желатиновом блоке при проникании пули и ее контактная и остаточная скорости, при скорости проникания 600 м/с и массе пули 7, 9,5 и 12 г.

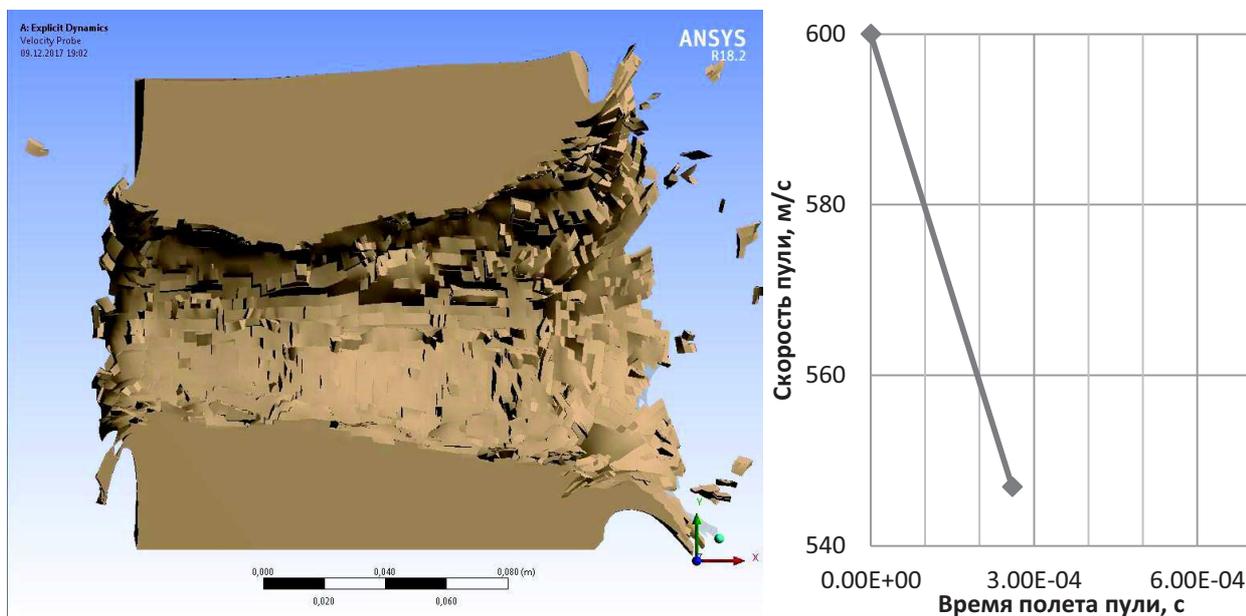


Рисунок 36 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 600 м/с и массе пули 7 г

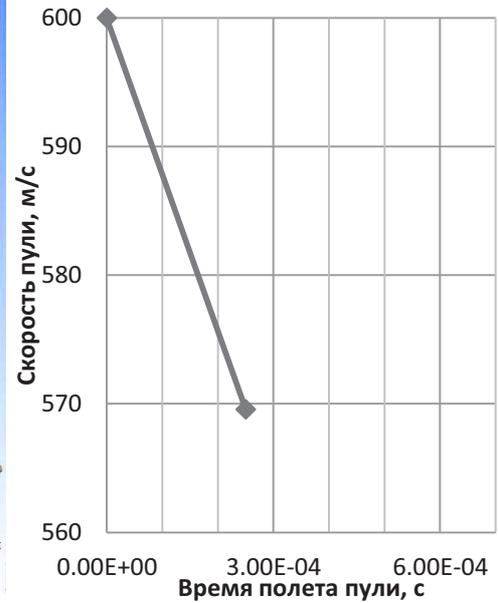
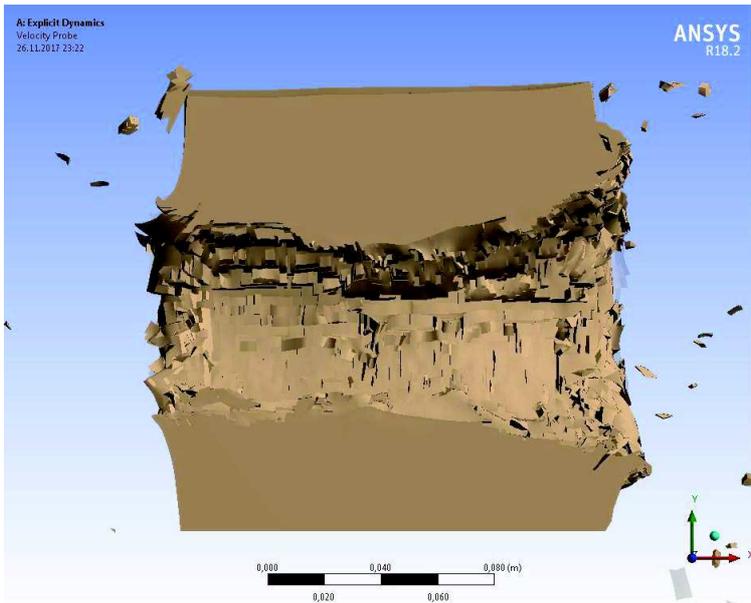


Рисунок 37 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 600 м/с и массе пули 9,5 г

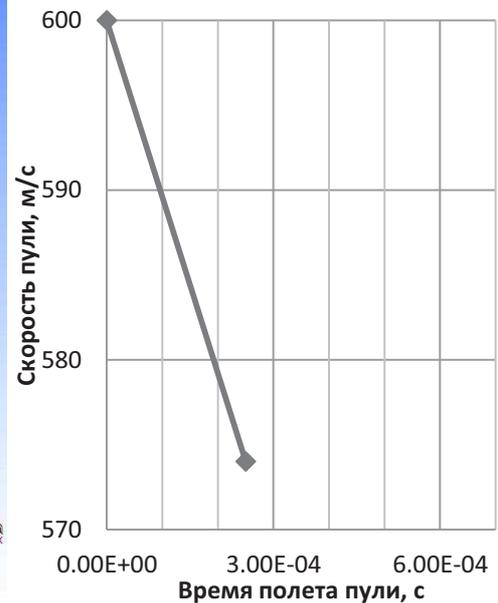
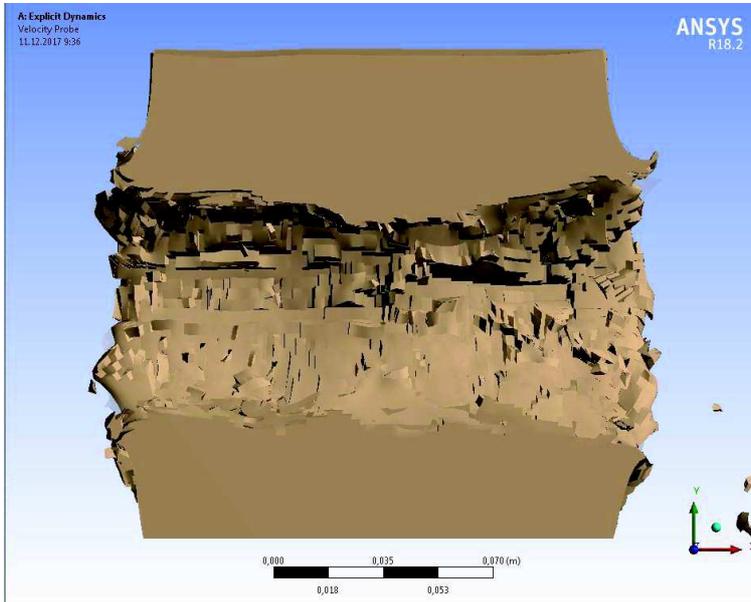


Рисунок 38 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 600 м/с и массе пули 12 г

На рисунке 39 представлена зависимость относительного объема желатинового блока от массы пули.

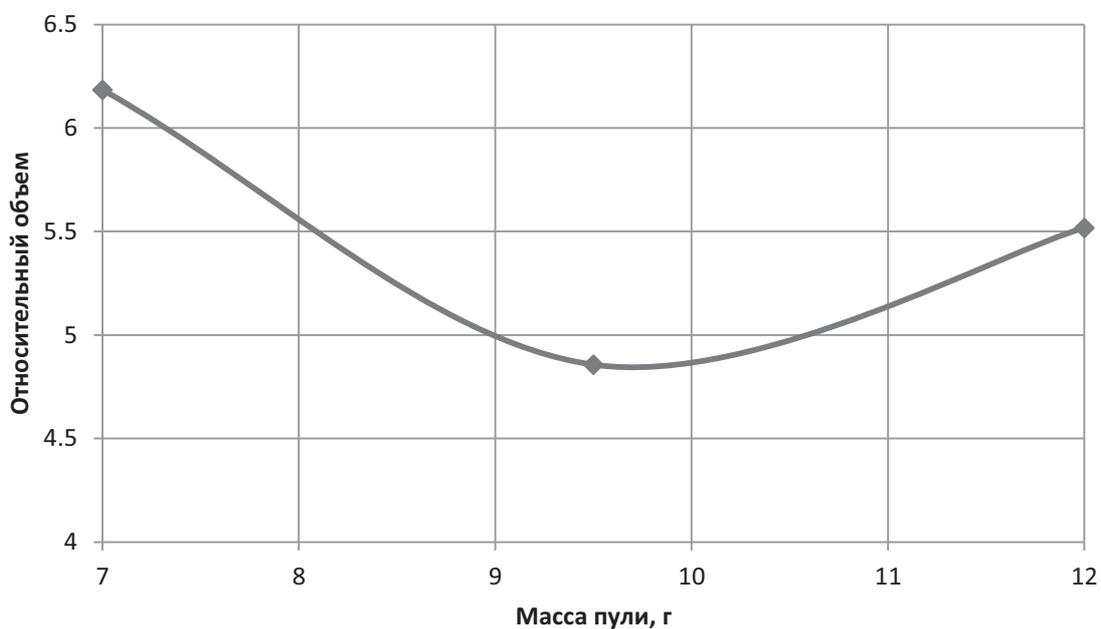


Рисунок 39 – Зависимость относительного объема желатинового блока от массы пули

Рисунок 40 иллюстрирует зависимость относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку от массы пули.

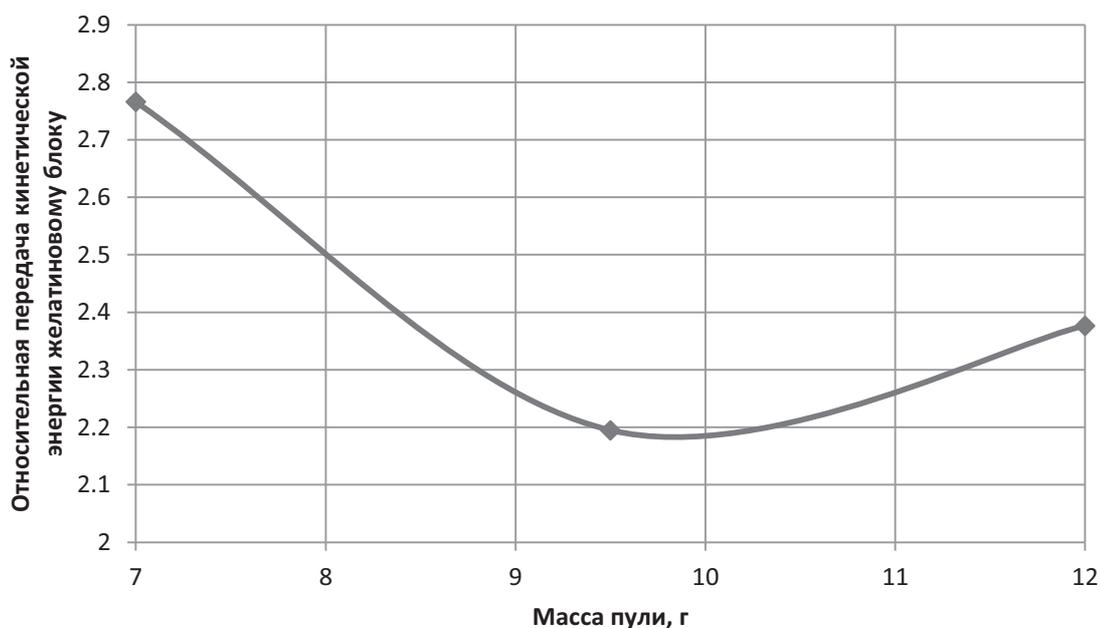


Рисунок 40 – Зависимость относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку от массы пули

2.4.3 Объем поражения цели при массе пули 7, 9,5 и 12 г и скорости проникания 800 м/с

В таблице 9 представлены экспериментальные данные зависимости массы пули, потери ее кинетической энергии и максимального объема временной полости желатинового блока при скорости проникания 800 м/с.

Таблица 9 – Экспериментальные данные зависимости массы пули, потери ее кинетической энергии и максимального объема временной полости желатинового блока при скорости проникания 800 м/с

Масса пули, г	Максимальный объем временной полости, мм ³	Передача кинетической энергии желатиновому блоку, Дж	Передача кинетической энергии в % от контактной энергии, %
7	1437856,35	483	20,13
9,5	1085801,21	450	14,80
12	1811068,12	534	13,91

На рисунках 41-43 представлены экспериментальные данные о максимальном объеме временной полости в желатиновом блоке при проникании пули и ее контактная и остаточная скорости, при скорости проникания 800 м/с и массе пули 7, 9,5 и 12 г.

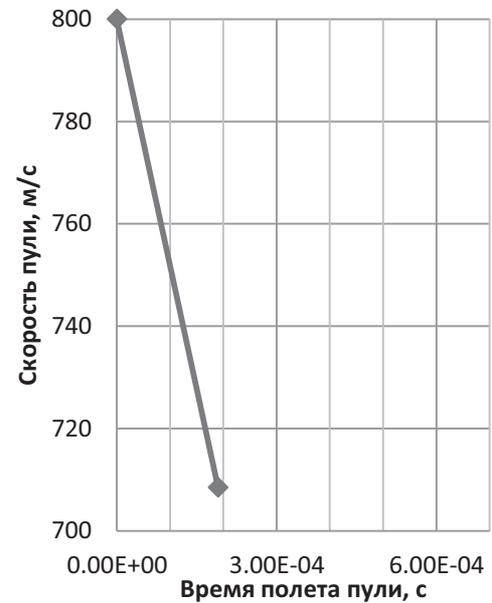
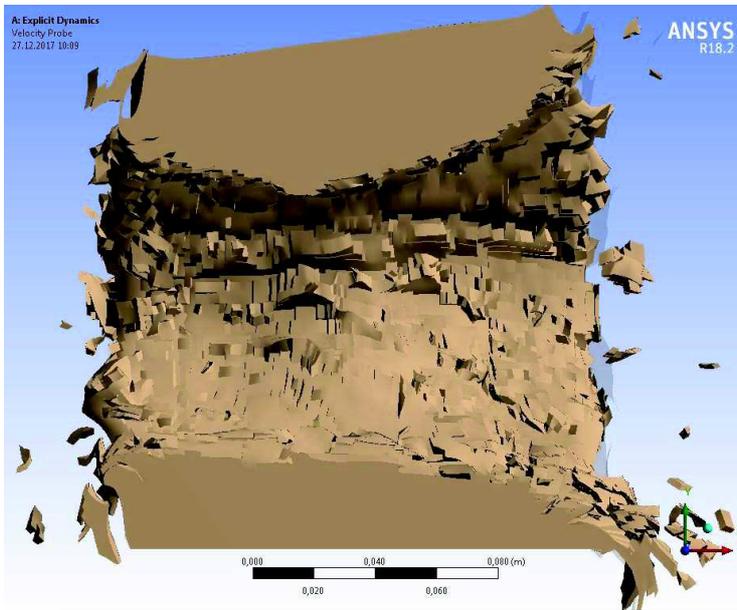


Рисунок 41 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 800 м/с и массе пули 7 г

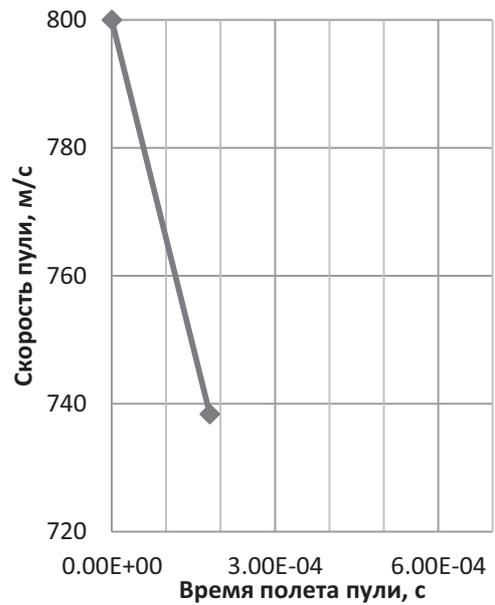
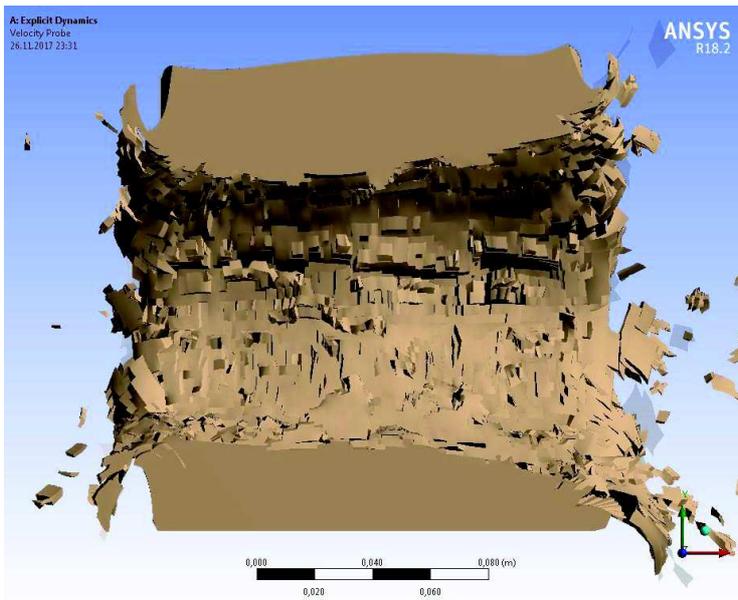


Рисунок 42 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 800 м/с и массе пули 9,5 г

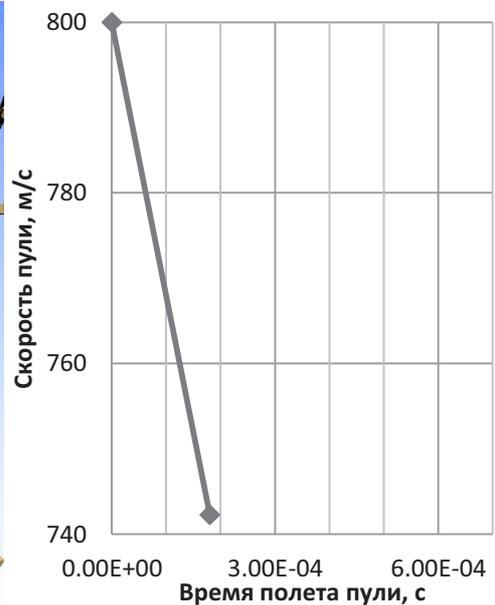
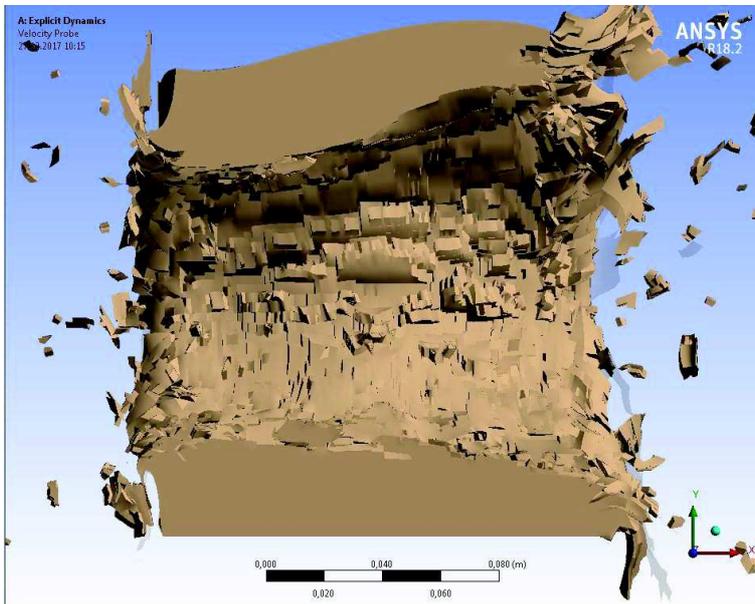


Рисунок 43 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 800 м/с и массе пули 12 г

На рисунке 44 представлена зависимость относительного объема желатинового блока от массы пули.

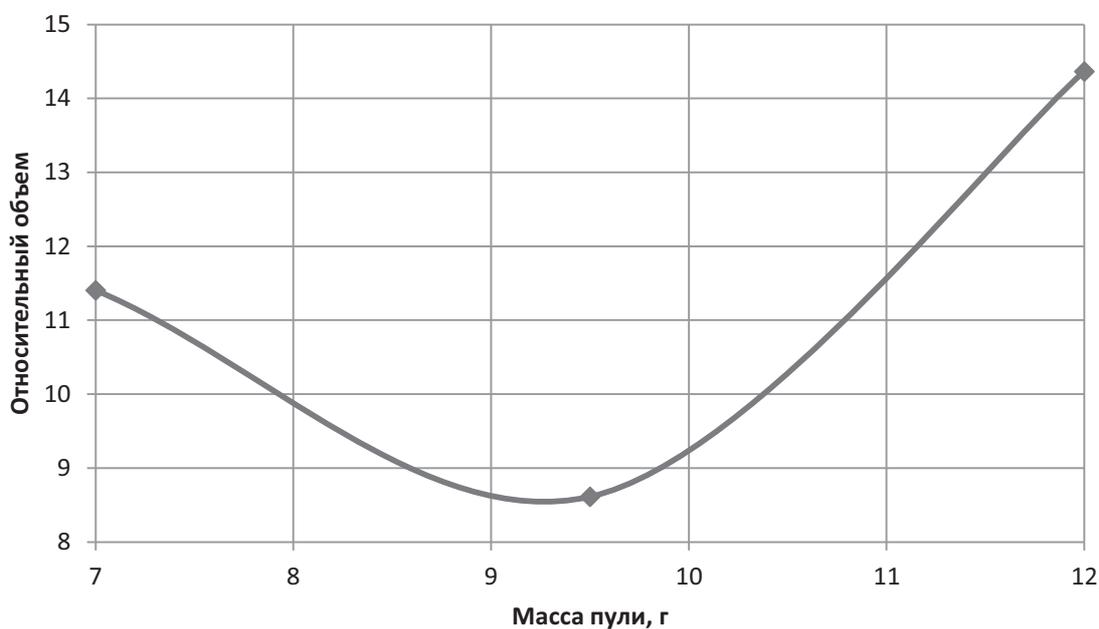


Рисунок 44 – Зависимость относительного объема желатинового блока от массы пули

Рисунок 45 иллюстрирует зависимость относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку от массы пули.

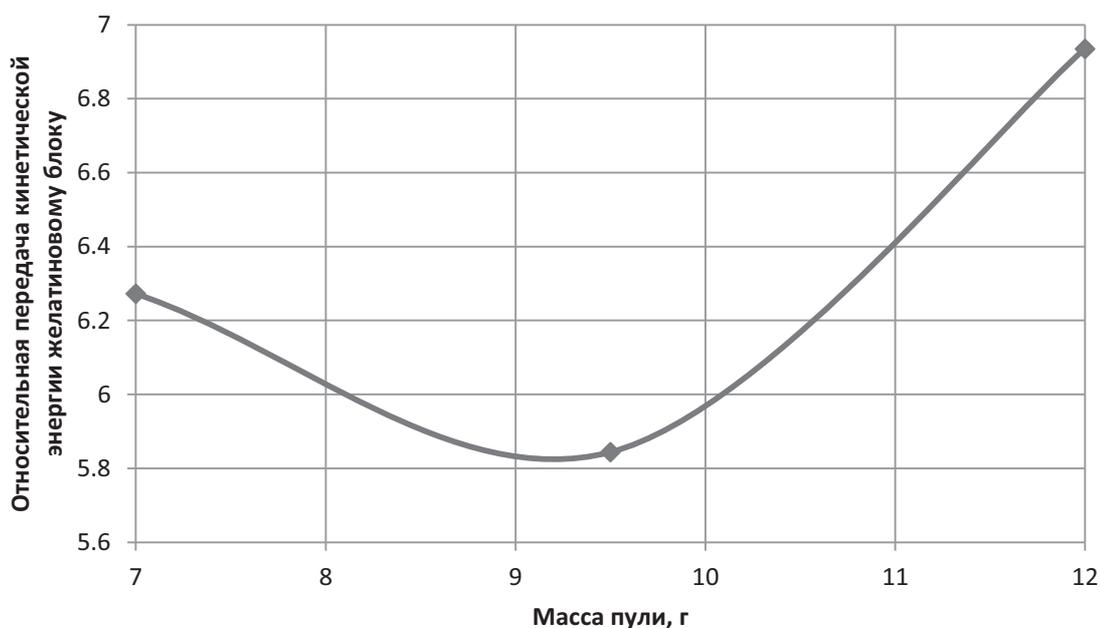


Рисунок 45 – Зависимость относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку от массы пули

2.4.4 Сравнительная характеристика объема поражения цели при массе пули 7, 9,5 и 12 г на разных скоростях встречи

На рисунке 46 представлена сравнительная характеристика зависимости относительного объема желатинового блока при массе пули 7, 9,5 и 12 г от скорости ее встречи с целью.

При 400 м/с разница в максимальном объеме временной полости практически отсутствует, однако при возрастании скорости проникания, пули с измененной массой (7 и 12 г) создают больший объем временной полости, причем с увеличением скорости, разница существенно возрастает. Для пуль массой 7 и 12 г по сравнению с легкой пулей образца 1908/30 гг. патрона калибра 7,62 мм разница между объемом временной полости составит:

- при 600 м/с – 27% и 13% соответственно;
- при 800 м/с – 32% и 67% соответственно.

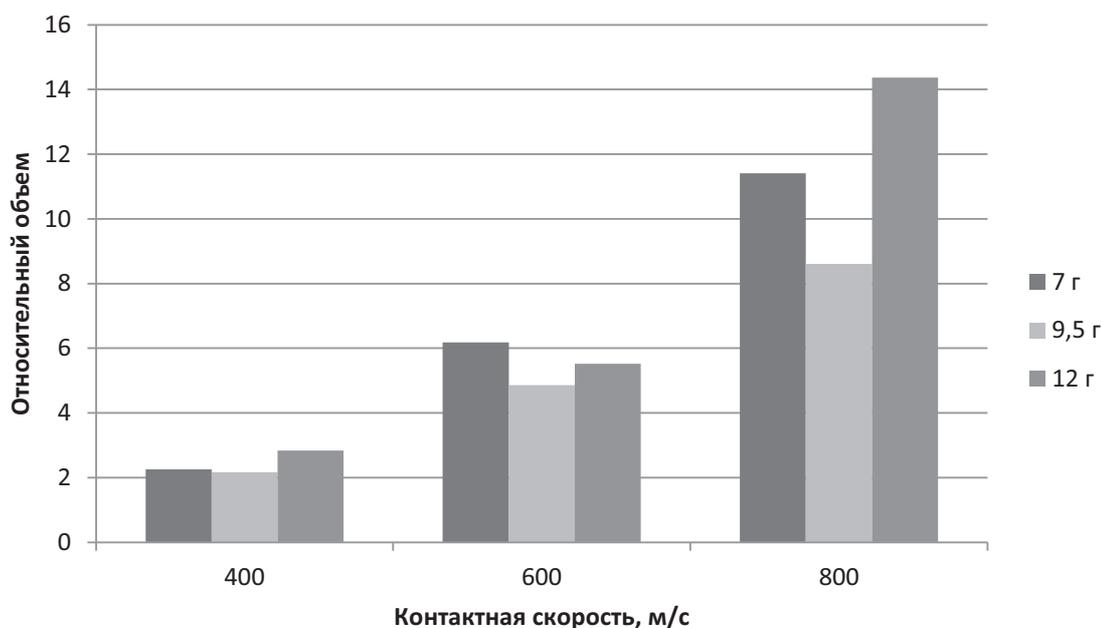


Рисунок 46 – Сравнительная характеристика зависимости относительного объема желатинового блока при массе пули 7, 9,5 и 12 г от скорости ее встречи с целью

На рисунке 47 представлена сравнительная характеристика зависимости относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку при массе пули 7, 9,5 и 12 г от скорости ее встречи с целью. При скорости проникания 800 м/с передача кинетической энергии желатиновому блоку возрастает более чем на 250%, по сравнению со скоростью проникания 600 м/с, однако разница при скоростях встречи 400 и 600 м/с не превосходит 186%.

Несмотря на малую разницу при передаче кинетической энергии желатиновому блоку на трех участках скоростей между пулями разной массы, наблюдается увеличение разницы между значениями максимального объема временной полости с возрастанием скорости проникания.

Кроме того, при 600 м/с наибольшую максимальную временную полость (779735 мм^3) и передачу кинетической энергии (213 Дж) имеет желатиновый блок при проникании пулей массой 7 грамм, при 800 м/с – при проникании пулей массой 12 грамм (максимальный объем временной полости составляет 1811068 мм^3 ,

передача кинетической энергии – 534 Дж), что не позволяет сделать точных выводов о закономерностях влияния массы пули на максимальный объем временной полости и передачу кинетической энергии желатиновому блоку.

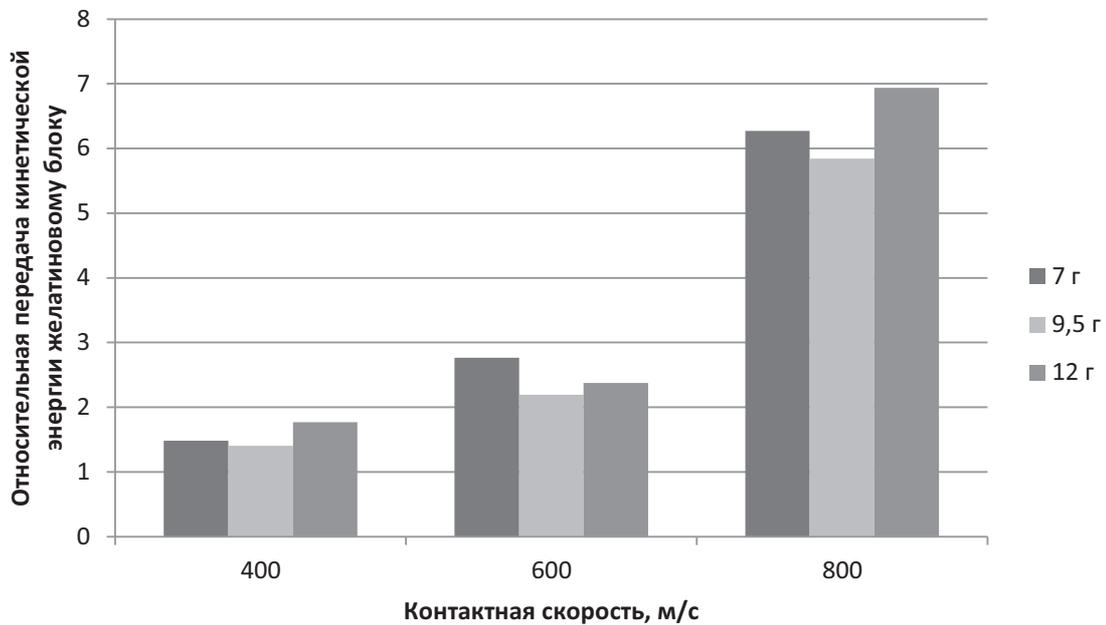


Рисунок 47 – Сравнительная характеристика зависимости относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку при массе пули 7, 9,5 и 12 грамм от скорости ее встречи с целью

2.5 Объем поражения цели при остроконечной и полусферической форме головной части пули на разных скоростях встречи

На рисунке 48 представлена пуля с полусферической формой головной части (масса 9,5 г).



Рисунок 48 – Пуля с полусферической формой головной части

2.5.1 Объем поражения цели при остроконечной и полусферической форме головной части пули и скорости проникания 400 м/с

В таблице 10 представлены экспериментальные данные зависимости формы головной части пули, потери ее кинетической энергии и максимального объема временной полости желатинового блока при скорости проникания 400 м/с.

Таблица 10 – Экспериментальные данные зависимости формы головной части пули, потери ее кинетической энергии и максимального объема временной полости желатинового блока при скорости проникания 400 м/с

Форма головной части	Максимальный объем временной полости, мм ³	Передача кинетической энергии желатиновому блоку, Дж	Передача кинетической энергии в % от контактной энергии, %
остроконечная	272437,57	108	14,21
полусферическая	413325,44	143	18,82

На рисунках 49, 50 представлены экспериментальные данные о максимальном объеме временной полости в желатиновом блоке при проникании пули и ее контактная и остаточная скорости, при скорости проникания 400 м/с и разных формах головной части пули.

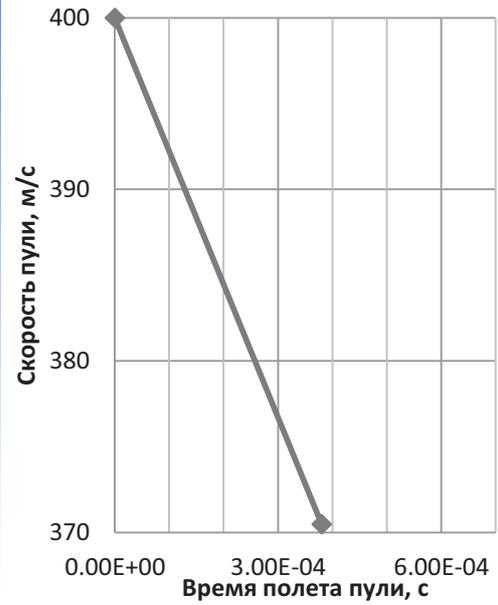
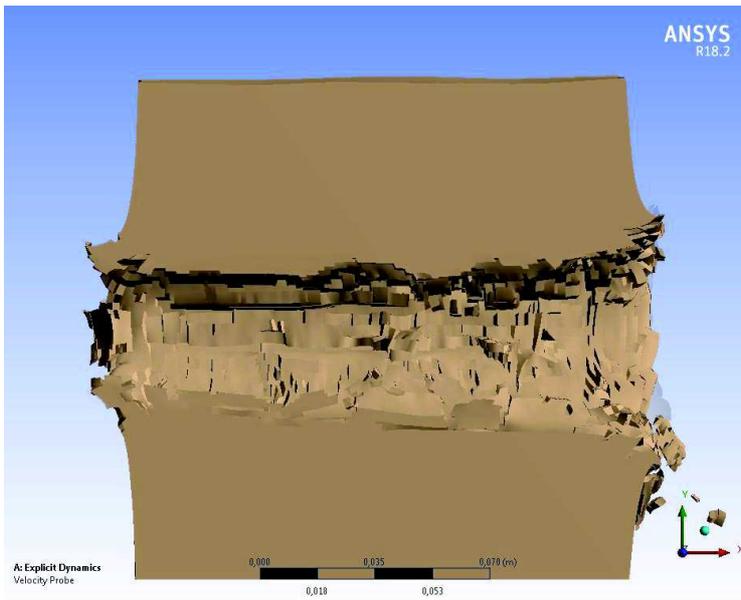


Рисунок 49 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 400 м/с и остроконечной форме головной части пули

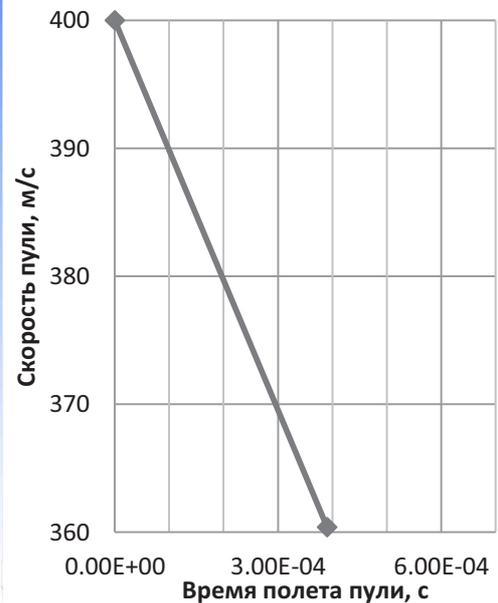
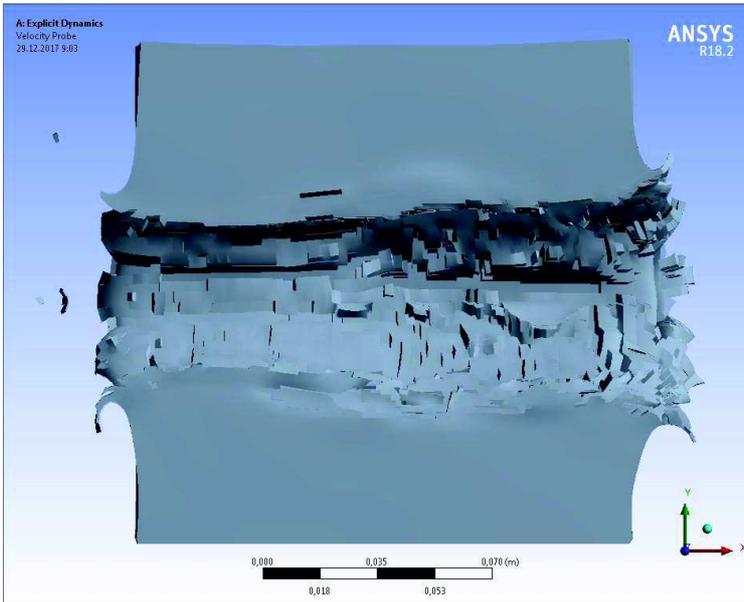


Рисунок 50 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 400 м/с и полусферической форме головной части пули

На рисунке 51 представлена сравнительная характеристика относительного объема желатинового блока при проникании остроконечной и полусферической формами головной части пули при скорости встречи 400 м/с.

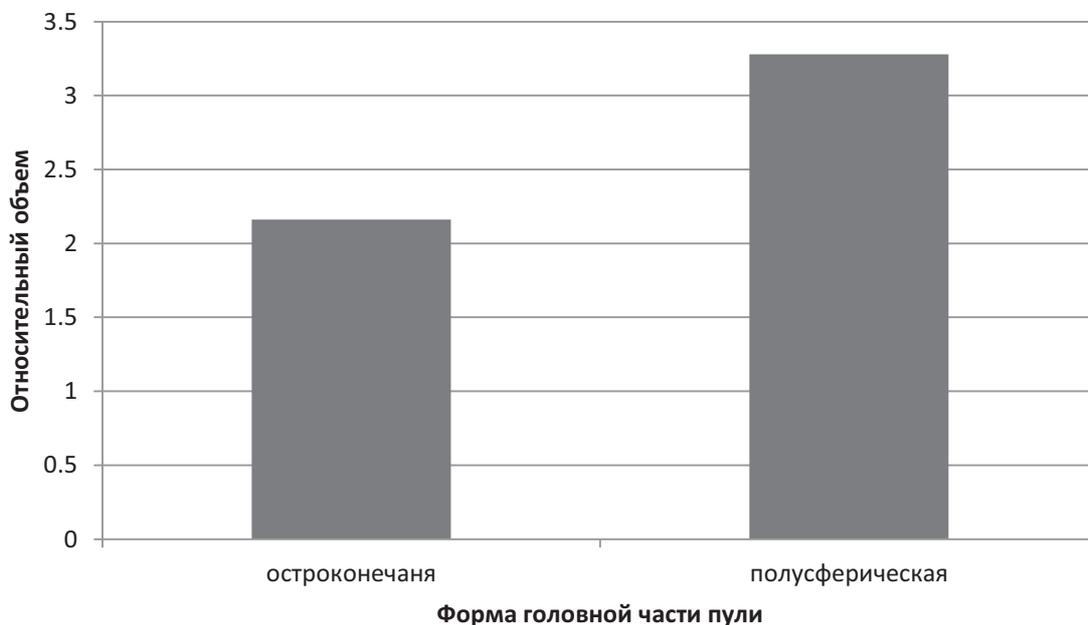


Рисунок 51 – Сравнительная характеристика относительного объема временной полости желатинового блока при проникании остроконечной и полусферической формами головной части пули при скорости встречи 400 м/с

Рисунок 52 иллюстрирует сравнительную характеристику относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку при проникании остроконечной и полусферической формами головной части пули при скорости встречи 400 м/с.

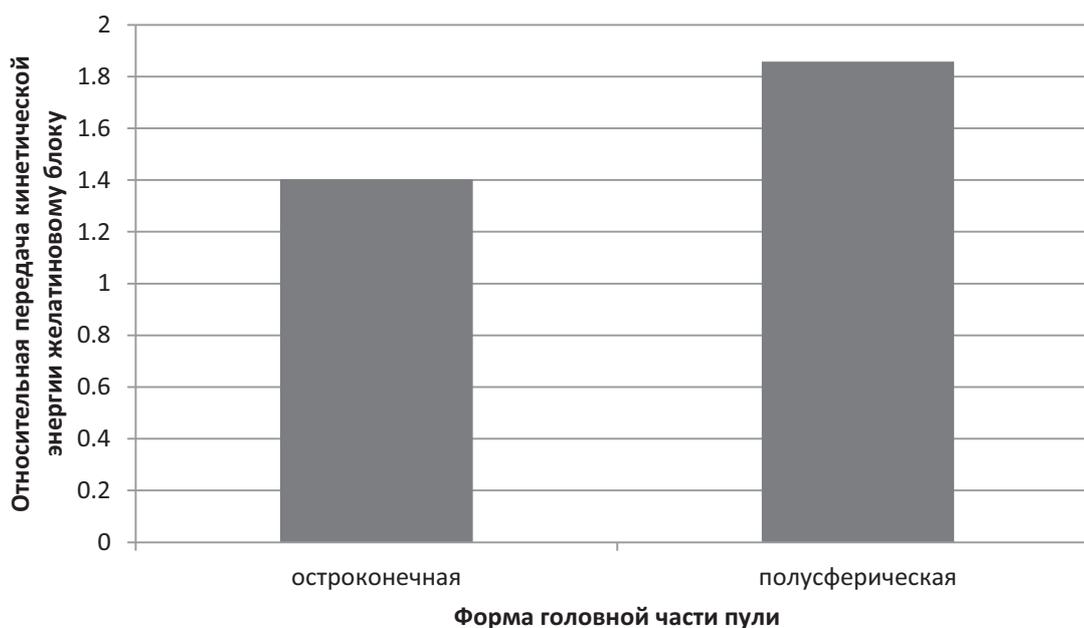


Рисунок 52 – Сравнительная характеристика относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку при проникании остроконечной и полусферической формами головной части пули при скорости встречи 400 м/с

2.5.2 Объем поражения цели при остроконечной и полусферической форме головной части пули и скорости проникания 600 м/с

В таблице 11 представлены экспериментальные данные зависимости формы головной части пули, потери ее кинетической энергии и максимального объема временной полости желатинового блока при скорости проникания 600 м/с.

Таблица 11 – Экспериментальные данные зависимости формы головной части пули, потери ее кинетической энергии и максимального объема временной полости желатинового блока при скорости проникания 600 м/с

Форма головной части	Максимальный объем временной полости, мм ³	Передача кинетической энергии желатиновому блоку, Дж	Передача кинетической энергии в % от контактной энергии, %
остроконечная	612335,64	169	9,88
полусферическая	895556,68	211	12,34

На рисунках 53, 54 представлены экспериментальные данные о максимальном объеме временной полости в желатиновом блоке при проникании пули и ее контактная и остаточная скорости, при скорости проникания 600 м/с и разных формах головной части пули.

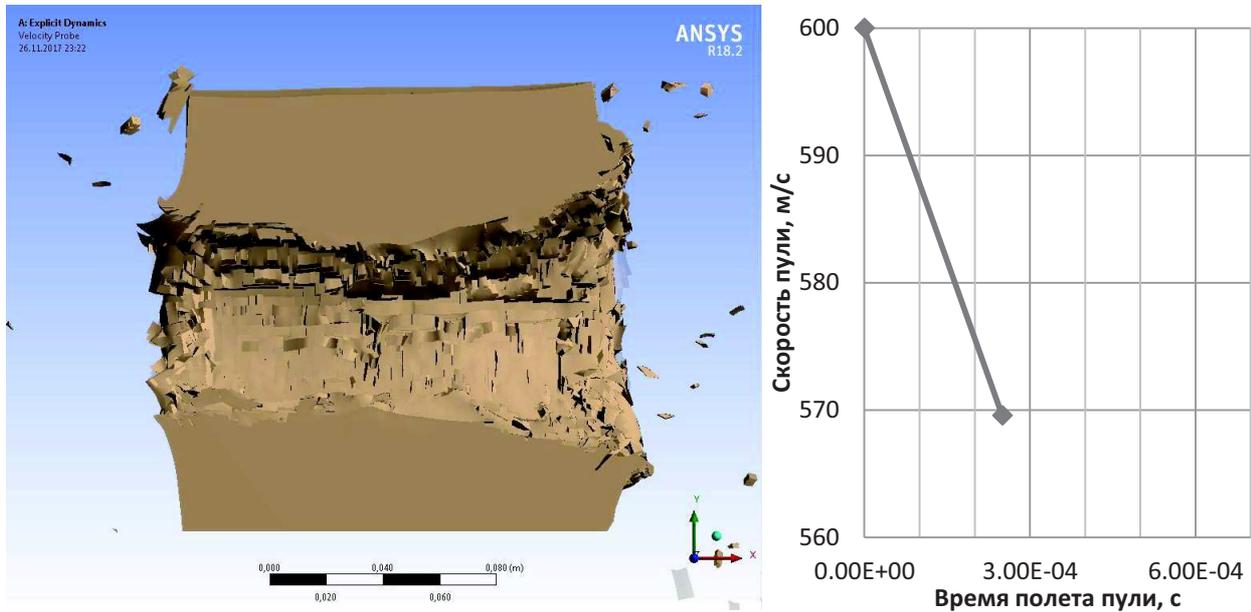


Рисунок 53 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 600 м/с и остроконечной форме головной части пули

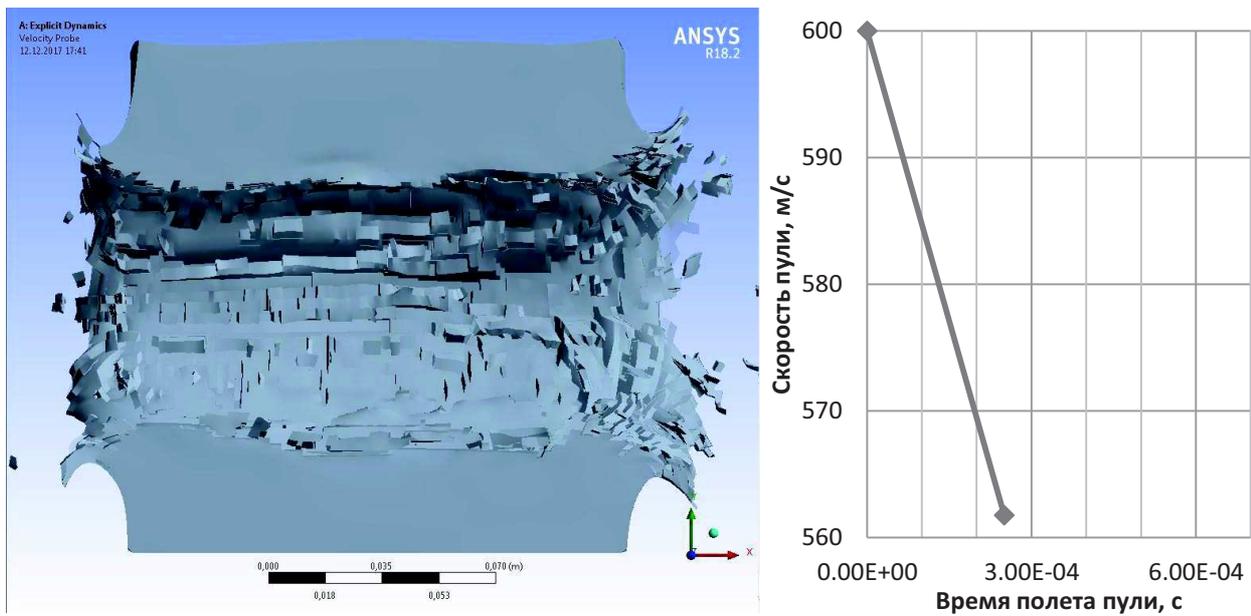


Рисунок 54 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 600 м/с и полусферической форме головной части пули

На рисунке 55 представлена сравнительная характеристика относительного объема желатинового блока при проникании остроконечной и полусферической формами головной части пули при скорости встречи 600 м/с.

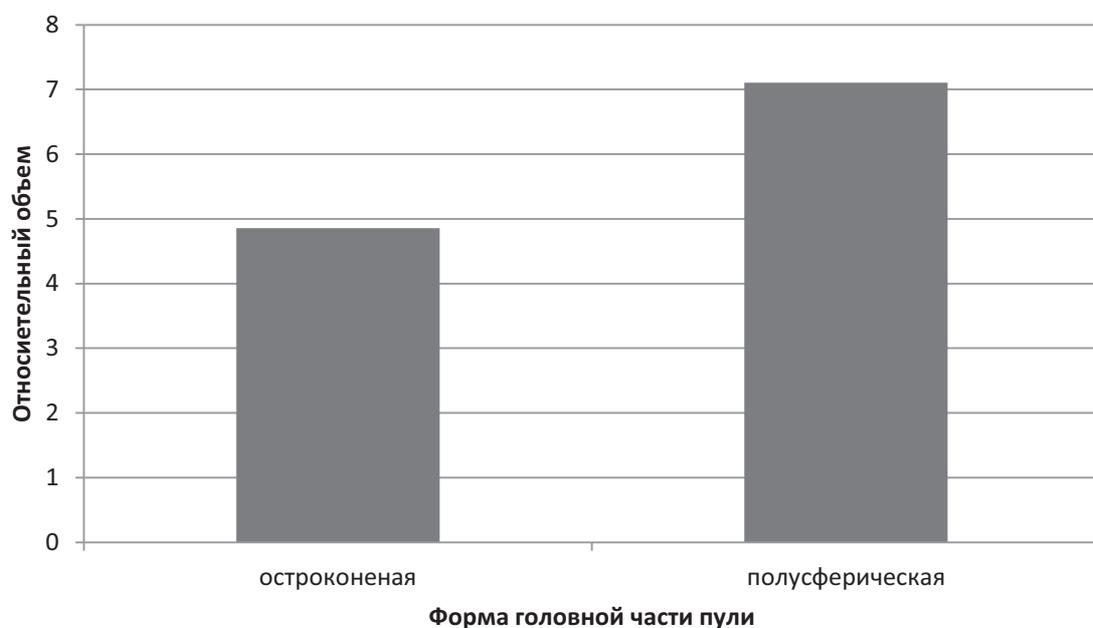


Рисунок 55 – Сравнительная характеристика относительного объема желатинового блока при проникании остроконечной и полусферической формами головной части пули при скорости встречи 600 м/с

Рисунок 56 иллюстрирует сравнительную характеристику относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку при проникании остроконечной и полусферической формами головной части пули при скорости встречи 600 м/с.

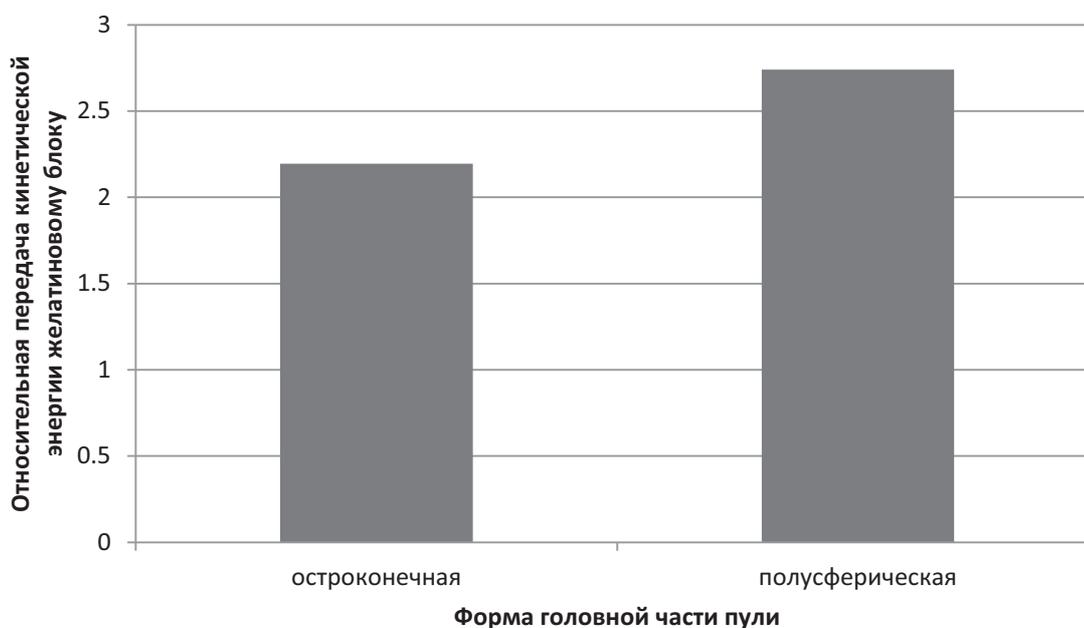


Рисунок 56 – Сравнительная характеристика относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку при проникании остроконечной и полусферической формами головной части пули при скорости встречи 600 м/с

2.5.3 Объем поражения цели при остроконечной и полусферической форме головной части пули и скорости проникания 800 м/с

В таблице 11 представлены экспериментальные данные зависимости формы головной части пули, потери ее кинетической энергии и максимального объема временной полости желатинового блока при скорости проникания 800 м/с.

Таблица 11 – Экспериментальные данные зависимости формы головной части пули, потери ее кинетической энергии и максимального объема временной полости желатинового блока при скорости проникания 800 м/с

Форма головной части	Максимальный объем временной полости, мм ³	Передача кинетической энергии желатиновому блоку, Дж	Передача кинетической энергии в % от контактной энергии, %
остроконечная	1085801,21	450	14,80
полусферическая	2111328,88	702	23,09

На рисунках 57, 58 представлены экспериментальные данные о максимальном объеме полости в желатиновом блоке при проникании пули и ее контактная и остаточная скорости, при скорости проникания 800 м/с и разных формах головной части пули.

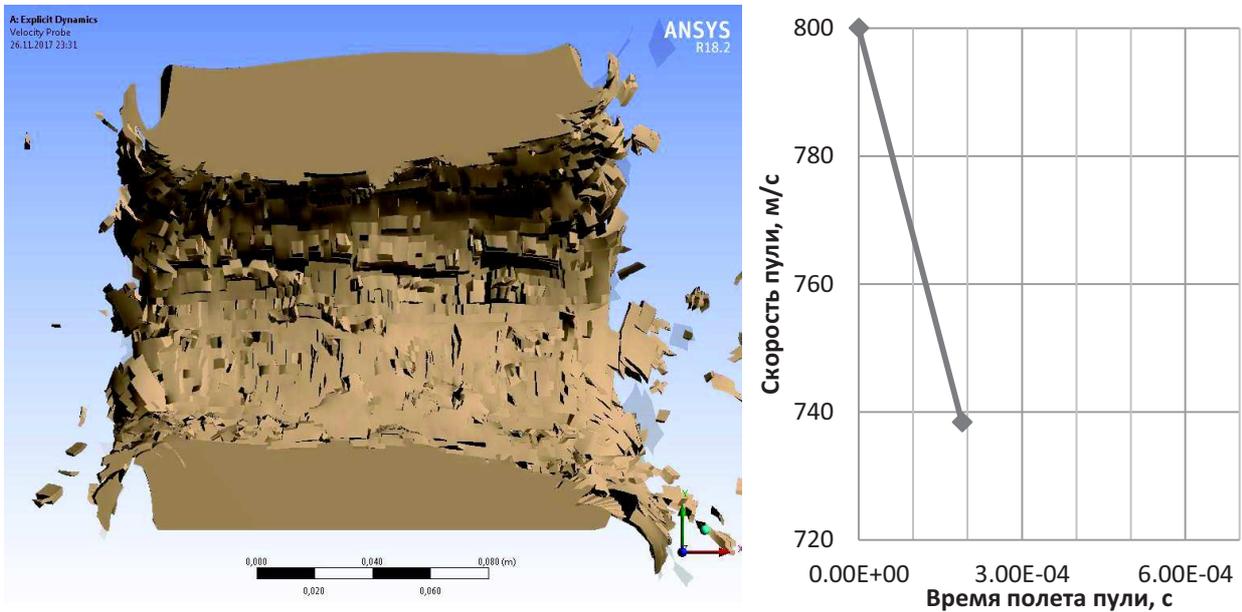


Рисунок 57 – Максимальный объем полости временной блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 800 м/с и остроконечной форме головной части пули

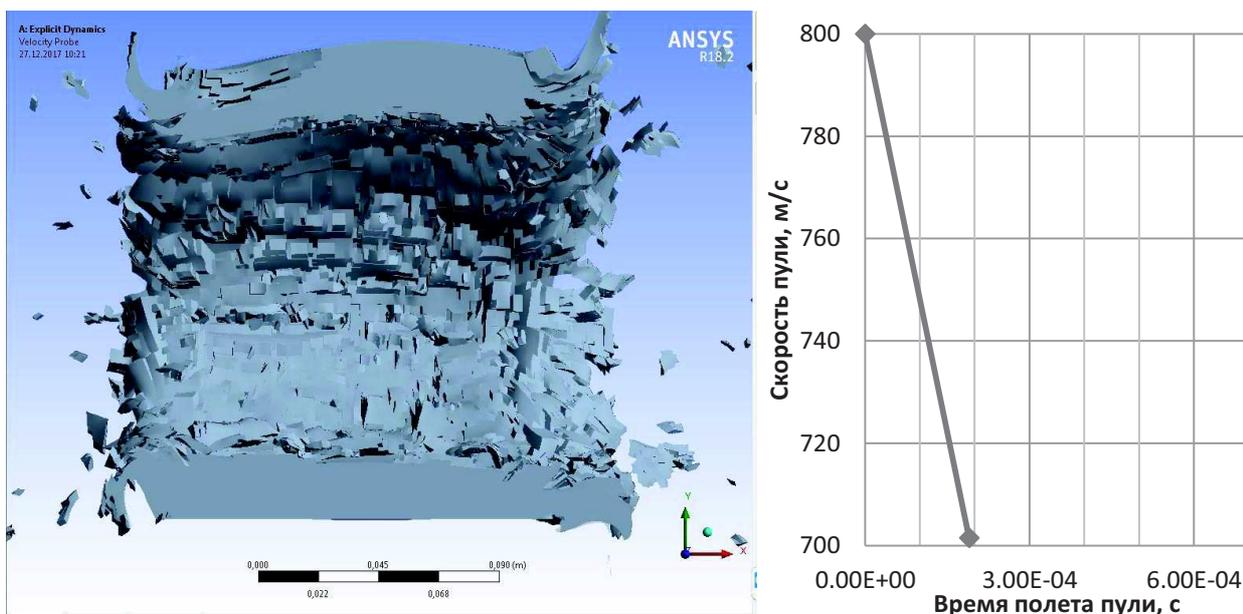


Рисунок 58 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 800 м/с и полусферической форме головной части пули

На рисунке 59 представлена сравнительная характеристика относительного объема желатинового блока при проникании остроконечной и полусферической формами головной части пули при скорости встречи 800 м/с.

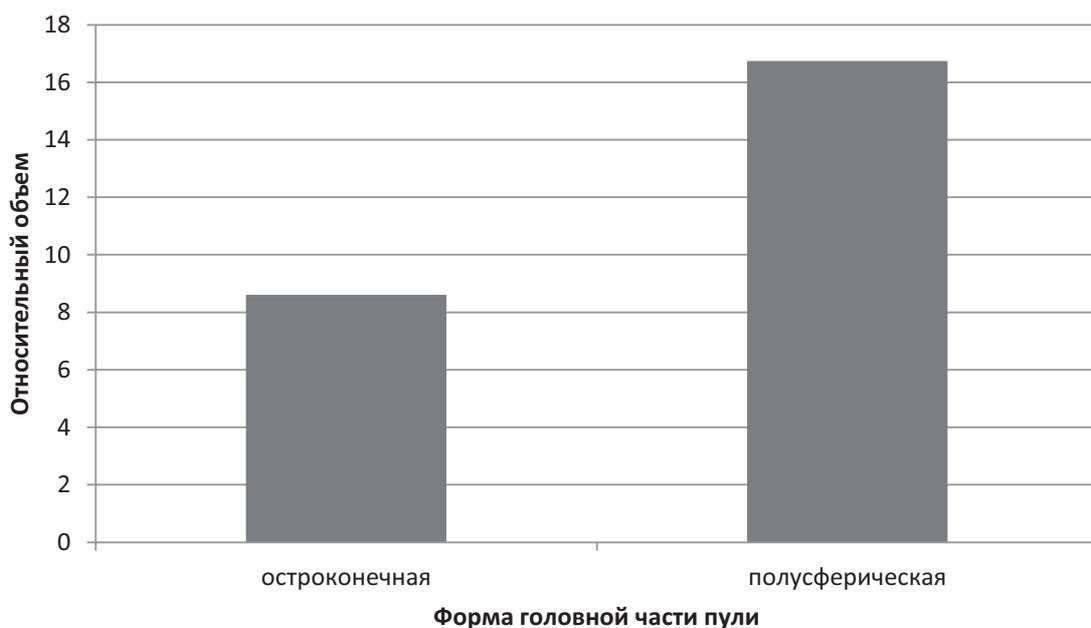


Рисунок 59 – Сравнительная характеристика относительного объема желатинового блока при проникании остроконечной и полусферической формами головной части пули при скорости встречи 800 м/с

Рисунок 60 иллюстрирует сравнительную характеристику относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку при проникании остроконечной и полусферической формами головной части пули при скорости встречи 600 м/с.



Рисунок 60 – Сравнительная характеристика относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку при проникании остроконечной и полусферической формами головной части пули при скорости встречи 800 м/с

2.5.4 Сравнительная характеристика объема поражения цели при остроконечной и полусферической формами головной части пули на разных скоростях встречи

На рисунке 61 представлена сравнительная характеристика относительного объема остроконечной и полусферической формы головной части пули на разных скоростях.

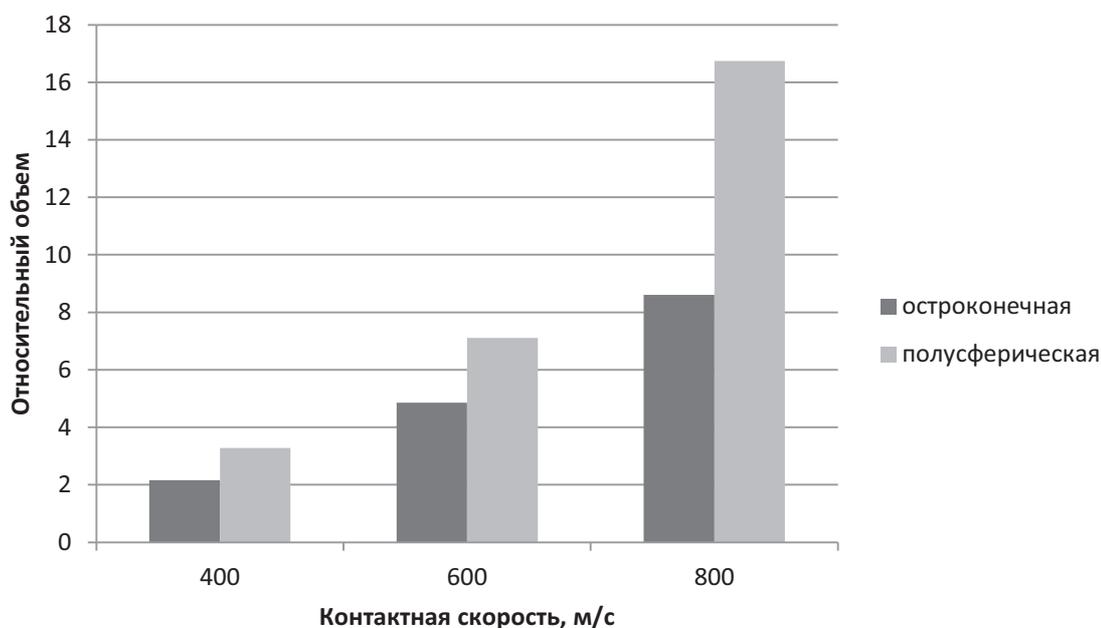


Рисунок 61 – Сравнительная характеристика зависимости относительного объема от остроконечной и полусферической формы головной части пули на разных скоростях

Рисунок 62 иллюстрирует сравнительную характеристику зависимости относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку от остроконечной и полусферической формы головной части пули на разных скоростях.

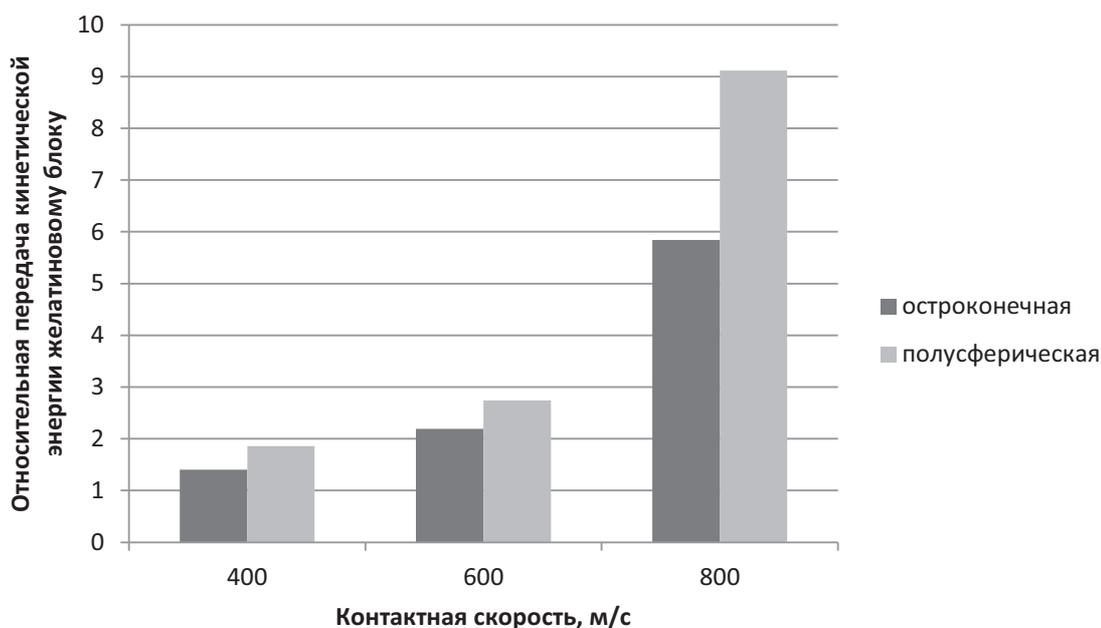


Рисунок 62 – Сравнительная характеристика зависимости относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку от остроконечной и полусферической формы головной части пули на разных скоростях

Полусферическая пуля обладает большим максимальным объемом временной полости и передачей кинетической энергии желатиновому блоку, так как при такой форме головной части пули, разница между контактной и остаточной скоростью на выходе из желатинового блока значительно больше, чем у остроконечной формы головной части пули.

2.6 Анализ влияния характеристик пули винтовочного патрона и условий встречи с желатиновым блоком на его объем поражения

На рисунке 63 представлены данные о зависимости относительного объема желатинового блока от характеристик пули винтовочного патрона и условий встречи с ним.

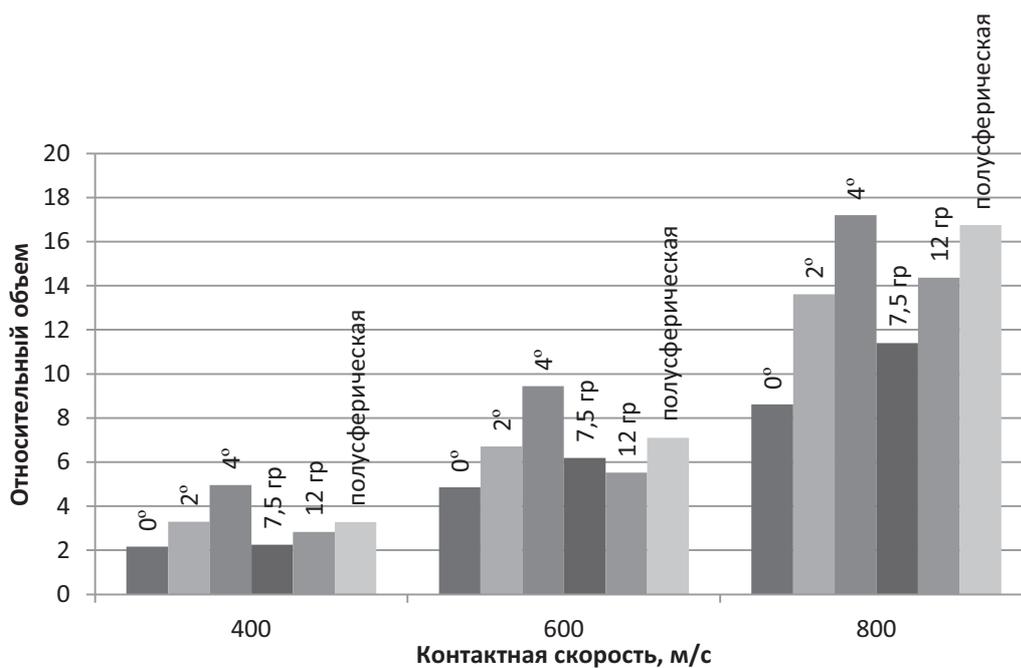


Рисунок 63 – Данные о зависимости относительного объема желатинового блока от характеристик пули винтовочного патрона и условий встречи с ним

Рисунок 64 иллюстрирует данные о зависимости относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку от характеристик пули винтовочного патрона и условий встречи с ним.

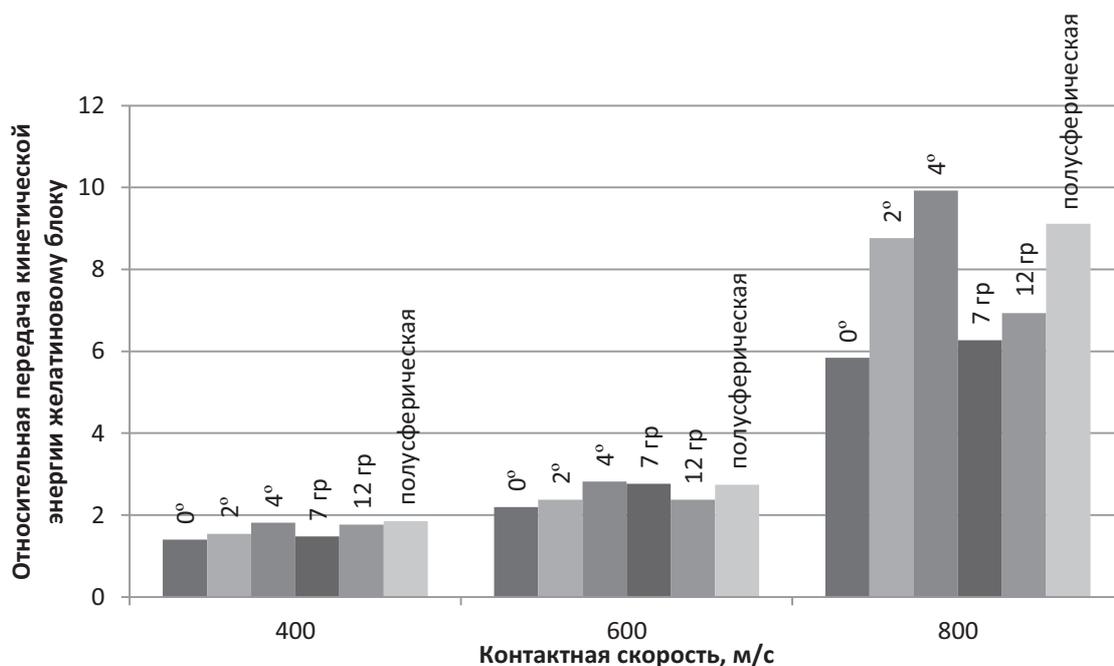


Рисунок 64 – Данные о зависимости относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку от характеристик пули винтовочного патрона и условий встречи с ним

Наибольшее значение максимальной временной полости и передачи кинетической энергии желатиновому блоку при скоростях 400, 600 и 800 м/с имеет желатиновый блок, в который проникает пуля под углом 4°. Следующее по наибольшему значению объема поражения цели обладает желатиновый блок, в который попадает пуля с полусферической формой головной части.

Наименьшим значением объема поражения обладает желатиновый блок, в который проникает пуля под углом 0°.

Таким образом, изменение начальных характеристик пули: ее массы (при отклонении на 25%), формы головной части (полусферической вместо остроконечной) и угла встречи увеличивает объем поражения цели.

3 Исследование влияния условий встречи с целью пули пистолетного патрона на объем поражения цели

При проведении серии опытов использовалась пистолетная пуля пистолета Макарова массой 6,1 г (рисунок 65).

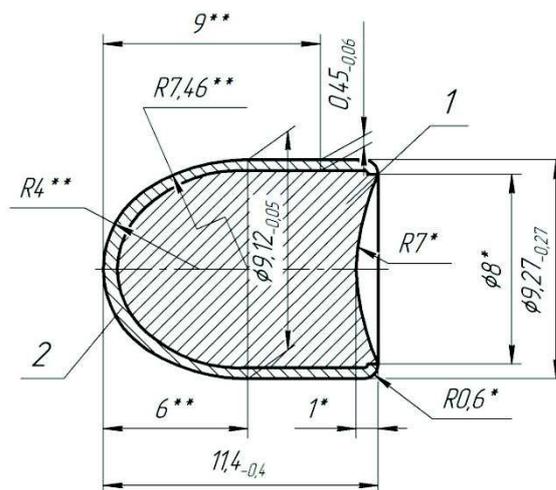


Рисунок 65 – Пистолетная пуля пистолета Макарова

В таблице 12 представлены экспериментальные данные влияния скорости проникания пули на потерю ее кинетической энергии и максимальный объем временной полости желатинового блока.

Таблица 12 – Экспериментальные данные влияния скорости проникания пули на потерю ее кинетической энергии и максимальный объем временной полости желатинового блока

Контактная скорость, м/с	Максимальный объем временной полости, мм ³	Передача кинетической энергии желатиновому блоку, Дж	Передача кинетической энергии в % от контактной энергии, %
200	68067,34	34	27,87
300	164547,30	68	24,77
400	610302,21	151	30,94
600	1258782,51	243	22,13

На рисунках 66-69 представлены экспериментальные данные о максимальном объеме временной полости в желатиновом блоке при проникании пули и ее контактная и остаточная скорости, при скорости встречи 200, 300, 400 и 600 м/с соответственно.

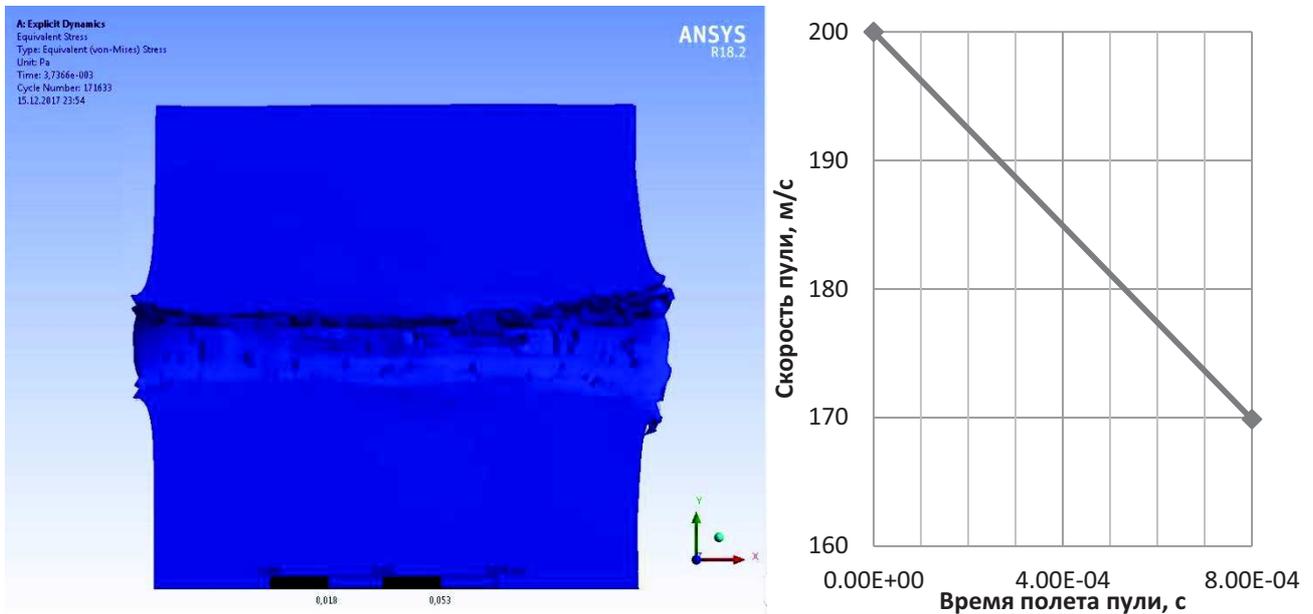


Рисунок 66 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 200 м/с

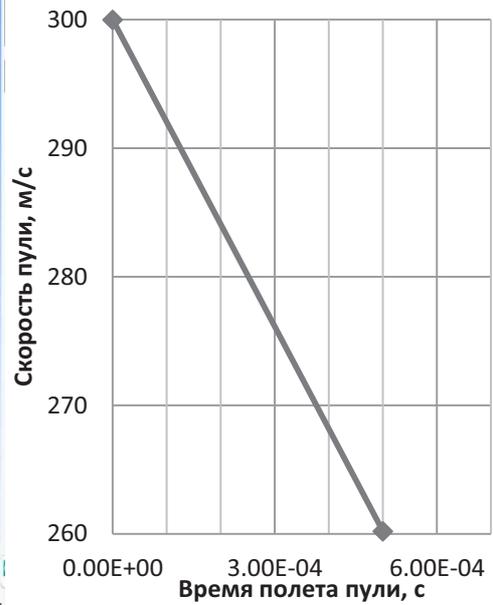
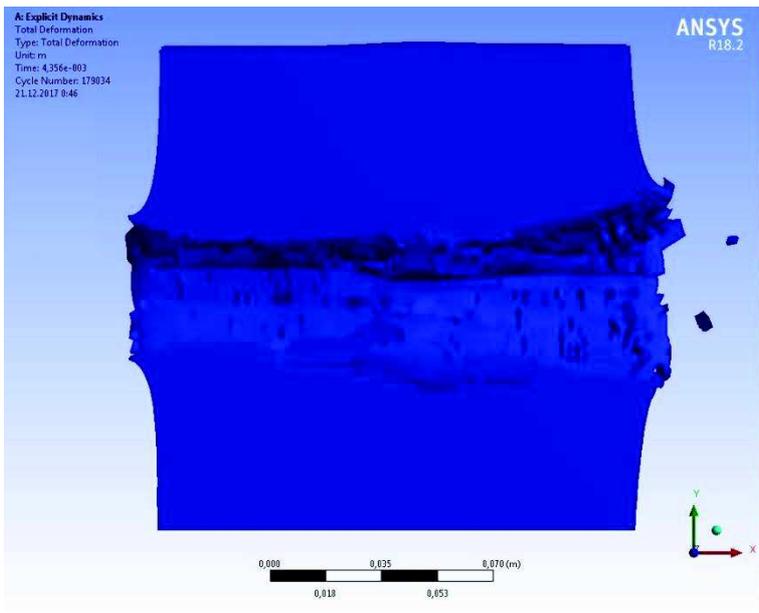


Рисунок 67 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 200 м/с

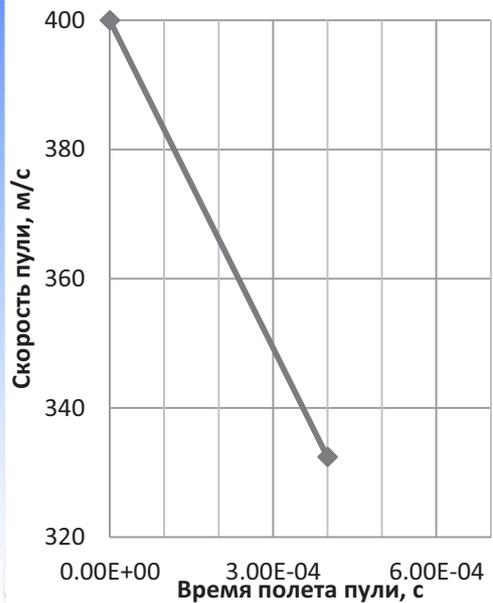
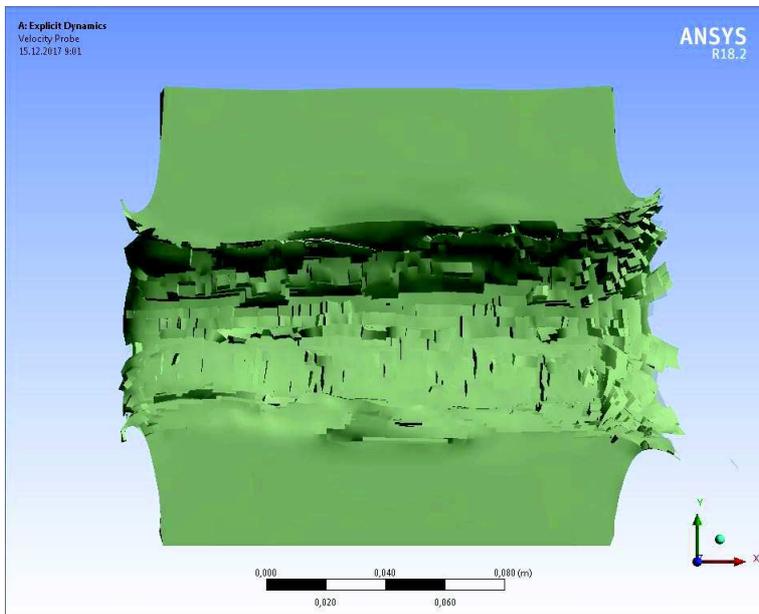


Рисунок 68 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 400 м/с

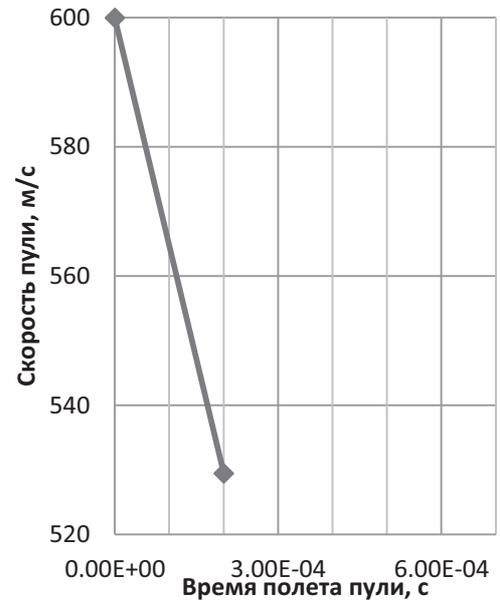
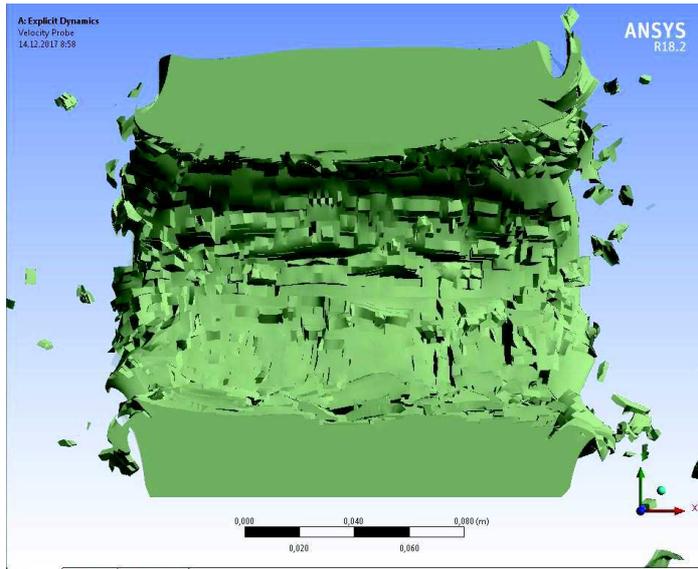


Рисунок 69 – Максимальный объем временной полости блока желатина, контактная и остаточная скорости пули, при скорости проникания 600 м/с

На рисунке 70 представлена зависимость относительного объема от скорости проникания пули в желатиновый блок.

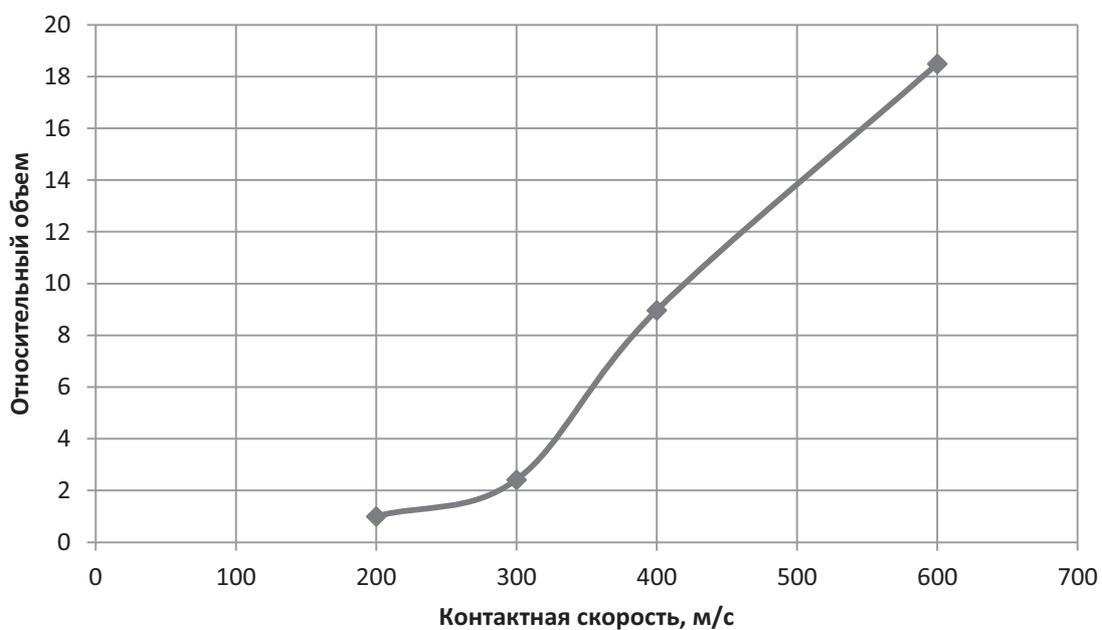


Рисунок 70 – Зависимость относительного объема от скорости проникания пули в желатиновый блок

Рисунок 71 иллюстрирует зависимость относительной передачи кинетической энергии желатиновому блоку от скорости проникания пули в него.

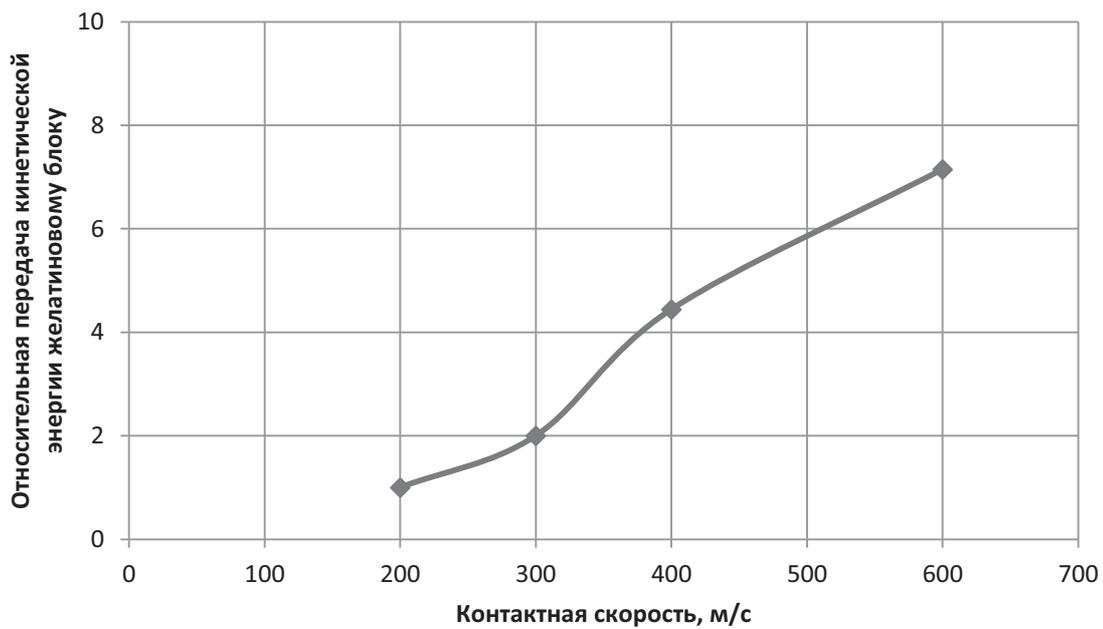


Рисунок 72 – Зависимость передачи кинетической энергии желатиновому блоку от скорости проникания пули в него

4 Оценка затрат на проведение НИР

4.1 Этапы работы и их продолжительность

Любая работа требует временных затрат и материальных ресурсов. Эти затраты могут быть выражены в денежном эквиваленте. В качестве временных затрат выступает время на сбор информации об имеющихся аналогах и вариантах исполнения проектируемых изделий или систем; время на разработку собственного образца, отвечающего конкретным задачам; время на испытания отдельных частей или всего изделия в целом; время на доработку, если такая потребуется; и время на составление всей необходимой проектной документации. К этому же пункту относятся временные затраты всех консультантов проектной работы. В качестве материальных выступают затраты, связанные с амортизацией проектного оборудования, расходным материалом, а также материалом для проведения испытаний.

Для определения фонда времени, затраченного на данный проект, составим календарный план выполнения работ (таблица 13).

Таблица 13 – Календарный план выполнения работ

Этап	Период выполнения
1. Определение темы дипломного проекта	01.09.17 - 30.09.17
2. Изучение литературы	01.10.17 - 15.10.17
3. Формулировка целей и путей решения поставленных задач	16.10.17 - 20.10.17
4. Проектирование, опытные исследования	21.10.17 - 30.11.17
5. Обработка полученных результатов	01.12.17 - 20.12.17
6. Анализ результатов, выводы, оформление работы	21.12.17 - 10.01.18

Оценим затраты на выполнение проектных работ.

Для вычисления затрат определим продолжительность выполнения работы в календарных днях (D_k). Продолжительность выполнения работы составляет 120 рабочих дней. Время использования вычислительной техники (ВТ) принимается 600 часов (T_{BT}) [26, с. 7].

Затраты на выполнение дипломной работы складываются из:

- 1) заработной платы, включая взносы в государственные внебюджетные фонды;
- 2) затрат на потребленную электроэнергию;
- 3) накладных расходов.

4.2 Расчёт затрат на выполнение дипломной работы

Статья «Заработная плата» имеет следующую структуру: [27, с. 15]

- стипендия (заработная плата) дипломника;
- заработная плата руководителя дипломной работы;
- заработная плата консультанта по экономической части;
- заработная плата консультанта по БЖД;
- отчисления в государственные внебюджетные фонды – 30,2 %

Заработная плата дипломника определяется по формуле 3:

$$S_D = C \cdot K, \quad (3)$$

где $C=4700$ – стипендия дипломника;

$K=4$ – количество месяцев дипломирования.

Таким образом, заработная плата дипломника составляет 18800 руб.

Заработная плата руководителя и консультантов рассчитывается по формуле 4:

$$S_P = \frac{O}{90} \cdot T_{\text{конс}} \cdot РК \quad (4)$$

где O – оклад руководителя или консультанта;

$T_{\text{конс}}$ – количество часов руководства;

$РК=1,15$ – районный коэффициент.

Оклад руководителя проекта – 17517 руб.

Оклад консультанта по БЖД – 23737 руб.

Оклад консультанта по экономической части проекта - 16978 руб.

Тогда заработная плата руководителя составит:

$$S_P = \frac{17517}{90} \cdot 31 \cdot 1,15 = 6939 \text{ руб.}$$

Заработная плата консультанта по БЖД 1061 руб.

Заработная плата консультанта по экономической части 804 руб.

Отчисления в государственные внебюджетные фонды составляют 30,2% и рассчитываются по формуле 5:

$$S_{\phi} = (S_P + S_{\text{кбжд}} + S_{\text{кэ}}) \cdot \text{ПК} \quad (5)$$

где S_P – заработная плата руководителя;

$S_{\text{кбжд}}$ – заработная плата консультанта по БЖД;

$S_{\text{кэ}}$ – заработная плата консультанта по экономической части.

Отчисления в государственные внебюджетные фонды составят 2898 руб.

Затраты на заработную плату представлены в таблице 14 и на рисунке 73.

Таблица 14 – Затраты на заработную плату

Наименование затрат	Сумма, руб.
ЗП дипломника	18800
ЗП руководителя	7730
ЗП консультанта по БЖД	1061
ЗП консультанта по экономической части	804
Отчисления в государственные внебюджетные фонды составят	2658
Итого	31053



Рисунок 73 – Затраты на заработную плату

4.3 Затраты на электроэнергию и накладные расходы

На всех этапах работы, начиная от изучения литературы и заканчивая разработкой и оформлением проектной документации, используется вычислительная техника.

Затраты на электроэнергию – это оплата электроэнергии, затраченной при работе на ПК и при использовании электрооборудования (формула 6):

$$S_{\text{ЭЛ}} = W \cdot T_{\text{ПК}} \cdot Q \quad (6)$$

где $W = 90 \text{ Вт} \cdot \text{ч}$ – электропотребление ПК;

$T_{\text{ПК}} = 600 \text{ ч}$ – время работы ПК;

$Q = 4 \text{ руб}$ – цена одного кВт · ч

$$S_{\text{ЭЛ}} = 0,09 \cdot 600 \cdot 4 \cdot 1,15 = 249 \text{ руб.}$$

К накладным расходам относятся расходы на оформление документации дипломной работы, которые представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Накладные расходы

Наименование вида затрат	Цена, руб.
Бумага для оформления пояснительной записки ДР	250
Печать графической части ДР	200
Канцелярские принадлежности	50
Итого	500

Сведем все расходы по выполнению дипломной работы в таблицу 16.

Таблица 16 – Расходы по выполнению дипломной работы

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.	Доля затрат в общем объеме, %
Заработная плата	31624	97,7
Затраты на электроэнергию	249	0,77
Накладные расходы	500	1,53
Итого	32373	100

Вопрос об экономической выгоде данной дипломной работы остается открытым, ее результаты дают возможность для проведения дальнейших исследований в области раневой баллистики, с последующей возможностью коммерциализации разработок.

5 Безопасность жизнедеятельности

5.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов при выполнении дипломной работы

В последние годы большое внимание уделяется улучшению условий труда пользователей электронно-вычислительных машин (ПЭВМ) и видеодисплейных терминалов (ВДТ), несмотря на то, что качество и безопасность самих ПЭВМ и ВДТ постоянно улучшаются. В развитых странах, в том числе в США, Германии, Швеции, вопрос об опасности работы за дисплеями поднялся до уровня национальной проблемы, а в Германии работа за дисплеями входит в список 40 наиболее вредных и опасных профессий.

Работа с персональным компьютером – это воспроизведение визуальной информации на дисплее, которая должна быстро и точно восприниматься пользователем.

Основным фактором, влияющим на производительность труда людей, работающих с ПЭВМ и ВДТ, являются комфортные и безопасные условия труда.

Условия труда пользователя, работающего с персональным компьютером, определяются:

- особенностями организации рабочего места;
- условиями производственной среды (освещением, микроклиматом, шумом, электромагнитными и электростатическими полями, визуальными эргономическими параметрами дисплея и т. д.);
- характеристиками информационного взаимодействия человека и персональных электронно-вычислительных машин.

При выполнении работ на персональном компьютере (ПК) согласно ГОСТу 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» могут иметь место следующие факторы:

- повышенная температура поверхностей ПК;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;

- выделение в воздух рабочей зоны ряда химических веществ;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенный или пониженный уровень отрицательных и положительных аэроионов;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- повышенная напряженность электрического поля;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- недостаточная искусственная освещенность рабочей зоны;
- повышенная яркость света;
- повышенная контрастность;
- прямая и отраженная блескость;
- зрительное напряжение;
- монотонность трудового процесса;
- нервно-эмоциональные перегрузки.

Работа на ПК сопровождается постоянным и значительным напряжением функций зрительного анализатора. Одной из основных особенностей является иной принцип чтения информации, чем при обычном чтении. При обычном чтении текст на бумаге, расположенный горизонтально на столе, считывается работником с наклоненной головой при падении светового потока на текст. При работе на ПК оператор считывает текст, почти не наклоняя голову, глаза смотрят прямо или почти прямо вперед, текст (источник – люминесцирующее вещество экрана) формируется по другую сторону экрана, поэтому пользователь не считывает отраженный текст, а смотрит непосредственно на источник света, что вынуждает глаза и орган зрения в целом работать в несвойственном ему стрессовом режиме длительное время [14].

Расстройство органов зрения резко увеличивается при работе более четырех часов в день. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) ввела понятие «компьютерный зрительный синдром» (КЗС), типовыми симптомами которого являются жжение в глазах, покраснение век и конъюнктивы, чувство инородного

тела или песка под веками, боли в области глазниц и лба, затуманивание зрения, замедленная перефокусировка с ближних объектов на дальние.

Нервно-эмоциональное напряжение при работе на ПК возникает вследствие дефицита времени, большого объема и плотности информации, особенностей диалогового режима общения человека и ПК, ответственности за безошибочность информации. Продолжительная работа на дисплее, особенно в диалоговом режиме, может привести к нервно-эмоциональному перенапряжению, нарушению сна, ухудшению состояния, снижению концентрации внимания и работоспособности, хронической головной боли, повышенной возбудимости нервной системы, депрессии.

Кроме того, при повышенных нервно-психических нагрузках в сочетании с другими вредными факторами происходит «выброс» из организма витаминов и минеральных веществ. При работе в условиях повышенных нервно-эмоциональных и физических нагрузок гиповитаминоз, недостаток микроэлементов и минеральных веществ (особенно железа, магния, селена) ускоряет и обостряет восприимчивость к воздействию вредных факторов окружающей и производственной среды, нарушает обмен веществ, ведет к изнашиванию и старению организма. Поэтому при постоянной работе на ПК для повышения работоспособности и сохранения здоровья к мерам безопасности относится защита организма с помощью витаминно-минеральных комплексов, которые рекомендуется применять всем, даже практически здоровым пользователям ПК [28].

Повышенные статические и динамические нагрузки у пользователей ПК приводят к жалобам на боли в спине, шейном отделе позвоночника и руках. Из всех недомоганий, обусловленных работой на компьютерах, чаще встречаются те, которые связаны с использованием клавиатуры. В период выполнения операций ввода данных количество мелких стереотипных движений кистей и пальцев рук за смену может превысить 60 тыс., что в соответствии с гигиенической классификацией труда относится к категории вредных и опасных. Поскольку каждое нажатие на клавишу сопряжено с сокращением мышц, сухожилия непрерывно скользят вдоль костей и соприкасаются с тканями, вследствие чего могут развиваться

болезненные воспалительные процессы. Воспалительные процессы тканей сухожилий (тендениты) получили общее название “травма повторяющихся нагрузок”.

Большинство работающих рано или поздно начинают предъявлять жалобы на боли в шее и спине. Эти недомогания накапливаются постепенно и получили название «синдром длительных статических нагрузок» (СДСН).

Другой причиной возникновения СДСН может быть длительное пребывание в положении “сидя”, которое приводит к сильному перенапряжению мышц спины и ног, в результате чего возникают боли и неприятные ощущения в нижней части спины. Основной причиной перенапряжения мышц спины и ног являются нерациональная высота рабочей поверхности стола и сидения, отсутствие опорной спинки и подлокотников, неудобное размещение монитора, клавиатуры и документов, отсутствие подставки для ног.

Для существенного уменьшения боли и неприятных ощущений, возникающих у пользователей ПК, необходимы частые перерывы в работе и эргономические усовершенствования, в том числе оборудование рабочего места так, чтобы исключать неудобные позы и длительные напряжения.

К числу факторов, ухудшающих состояние здоровья пользователей компьютерной техники, относятся электромагнитное и электростатическое поля, акустический шум, изменение ионного состава воздуха и параметров микроклимата в помещении. Немаловажную роль играют эргономические параметры расположения экрана монитора (дисплея), состояние освещенности на рабочем месте, параметры мебели и характеристики помещения, где расположена компьютерная техника.

С 30 июня 2003 г. Введены новые Санитарно-эпидемиологические правила СанПиН 2.2.2/2.4. 1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». Требования Санитарных правил распространяются на вычислительные электронные цифровые машины персональные и портативные; периферические устройства вычислительных комплексов (принтеры, сканеры, клавиатуру, модемы внешние); устройства

отображения информации (видеодисплейные терминалы — ВДТ) всех типов, условия и организацию работы с ПЭВМ и направлены на предотвращение неблагоприятного влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды и трудового процесса при работе с ПЭВМ. Рабочие места с использованием ПЭВМ и помещения для их эксплуатации должны соответствовать требованиям Санитарных правил.

К физическим вредным и опасным факторам относятся: повышенные уровни электромагнитного, рентгеновского, ультрафиолетового и инфракрасного излучения; повышенный уровень статического электричества и запыленности воздуха рабочей зоны; повышенное содержание положительных аэронов и пониженное содержание отрицательных аэронов в воздухе рабочей зоны; повышенный уровень блескости и ослепленности; неравномерность распределения яркости в поле зрения; повышенная яркость светового изображения; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

Психофизиологические вредные и опасные факторы: напряжение зрения и внимания; интеллектуальные, эмоциональные и длительные статические нагрузки; монотонность труда; большой объем информации, обрабатываемый в единицу времени; нерациональная организация рабочего места.

Типичными ощущениями, которые испытывают к концу рабочего дня операторы ПЭВМ, являются: переутомление глаз, головная боль, тянущие боли в мышцах шеи, рук и спины, снижение концентрации внимания.

Уже в первые годы компьютеризации было отмечено специфическое зрительное утомление у пользователей дисплеев, получившее общее название «компьютерный зрительный синдром». Одной из причин служит то, что сформировавшаяся за миллионы лет эволюции зрительная система человека приспособлена для восприятия объектов в отраженном свете (печатные тексты, рисунки и т.п.), а не для работы за дисплеем. Изображение на дисплее принципиально отличается от привычных глазу объектов наблюдения — оно светится, мерцает, состоит из дискретных точек, а цветное компьютерное

изображение не соответствует естественным цветам. Но не только особенности изображения на экране вызывают зрительное утомление. Большую нагрузку орган зрения испытывает при вводе информации, так как пользователь вынужден часто переводить взгляд с экрана на текст и клавиатуру, находящиеся на разном расстоянии и по-разному освещенные. Зрительное утомление проявляется жалобами на затуманивание зрения, трудности при переносе взгляда с ближних предметов на дальние и с дальних на ближние, кажущиеся изменения окраски предметов, их двоение, чувство жжения, «песка» в глазах, покраснение век, боли при движении глаз.

Длительная и интенсивная работа на компьютере может стать источником тяжелых профессиональных заболеваний, таких, как травма повторяющихся нагрузок (ТПН), представляющая собой постепенно накапливающиеся недомогания, переходящие в заболевания нервов, мышц и сухожилий руки.

К профессиональным заболеваниям, связанным с ТПН, относятся:

- тендовагинит — воспаление сухожилий кисти, запястья, плеча;
- тендосиновит — воспаление синовиальной оболочки сухожильного основания кисти и запястья;
- синдром запястного канала (СЗК) – вызывается ущемлением срединного нерва в запястном канале. Накапливающаяся травма вызывает образование продуктов распада в области запястного канала, в результате чего вначале возникает отек, а затем СЗК.

Появляются жалобы на жгучую боль и покалывание в запястье, ладони, а также пальцах, кроме мизинца. Наблюдается болезненность и онемение, ослабление мышц, обеспечивающих движение большого пальца.

Эти заболевания обычно наступают в результате непрерывной работы на неправильно организованном рабочем месте.

Механизм нарушений, происходящих в организме под влиянием электромагнитных полей, обусловлен их специфическим (нетепловым) и тепловым действием.

Специфическое воздействие ЭМП отражает биохимические изменения, происходящие в клетках и тканях. Наиболее чувствительными являются центральная и сердечно-сосудистая системы. Возможны отклонения со стороны эндокринной системы.

В начальном периоде воздействия может повышаться возбудимость нервной системы, проявляющаяся раздражительностью, нарушением сна, эмоциональной неустойчивостью. В последующем развиваются астенические состояния, т.е. физическая и нервно-психическая слабость. Поэтому для хронического воздействия ЭМП характерны: головная боль, утомляемость, ухудшение самочувствия, гипотония (снижение артериального давления), брадикардия (урежение пульса), боли в сердце. Указанные симптомы могут быть выражены в разной степени.

Тепловое воздействие ЭМП характеризуется повышением температуры тела, локальным избирательным нагревом клеток, тканей и органов вследствие перехода ЭМП в тепловую энергию. Интенсивность нагрева зависит от количества поглощенной энергии и скорости оттока тепла от облучаемых участков тела. Отток тепла затруднен в органах и тканях с плохим кровоснабжением. К ним в первую очередь относится хрусталик глаза, вследствие чего возможно развитие катаракты. Тепловому воздействию ЭМП подвергаются также паренхиматозные органы (печень, поджелудочная железа) и полые органы, содержащие жидкость (мочевой пузырь, желудок). Нагревание их может вызвать обострение хронических заболеваний.

В таблице 17 представлены данные о временных допустимых уровнях ЭМП, создаваемых ЭВМ [29].

Таблица 17 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемые ЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл

Продолжение таблицы 17

Наименование параметров	ВДУ ЭМП
Электростатический потенциал экрана видеомонитора	500 В

5.2 Расчет общего искусственного освещения помещения

Основываясь на данных источника [30], работа за ПК относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений (таблица 18).

Таблица 18 – Разряды зрительных работ

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы
Наивысшей точности	Менее 0,15	I
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III
Средней точности	Св. 0,5 до 1,0	IV
Малой точности	Св. 1,0 до 5	V
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII
Общее наблюдение за ходом производственного процесса	-	VIII

Поэтому важным является расчет искусственного освещения помещения, в котором осуществляются подобные типы работ.

Основная задача освещения – создание наилучших условий для видения.

Задачей расчета является определение потребляемой мощности электрической установки для создания в производственном помещении заданной освещенности.

Проектируя осветительную установку, необходимо решить ряд вопросов.

- выбрать тип источника света;
- определить систему освещения;
- выбрать тип светильников с учетом их характеристик;
- распределить светильники и определить их количество;

– определить норму освещенности на рабочем месте.

Источники света являются важнейшими составными частями осветительных установок. Правильный выбор типов и мощности ламп оказывает решающее влияние на эксплуатационные качества и экономическую эффективность осветительных установок.

Помещение имеет общее освещение, т.е. естественное и искусственное. В темное время рабочего дня комната освещается четырьмя светильниками (рисунок 74).

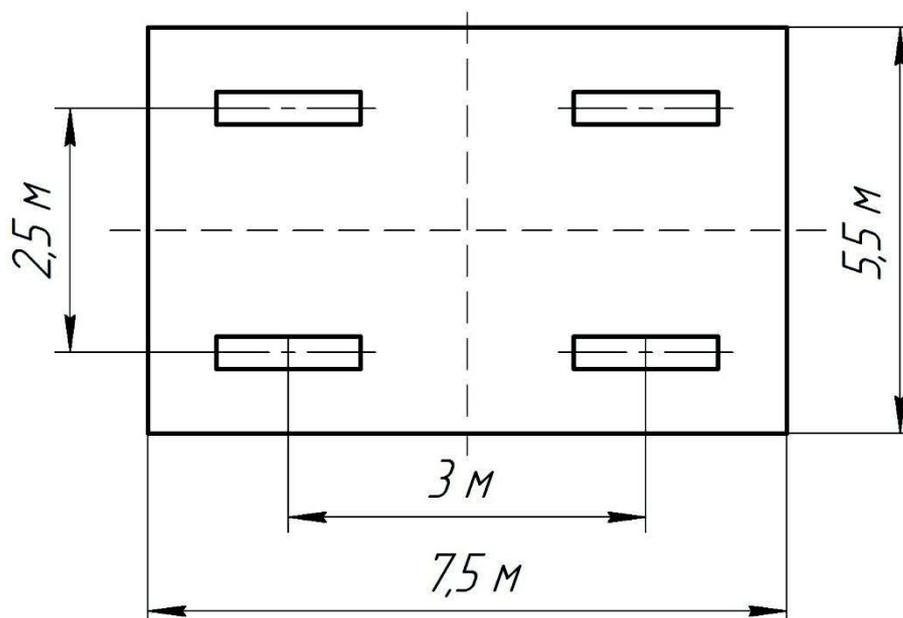


Рисунок 74 – Схема расположения светильников в помещении

Для расчета общего равномерного освещения при горизонтальной рабочей поверхности основным является метод светового потока (коэффициента использования), учитывающий световой поток, отраженный от потолка и стен [31, с. 67]. Световой поток $\Phi_{л}$ рассчитывается по формуле 7:

$$\Phi_{л} = \frac{100 \cdot E_{н} \cdot S \cdot z \cdot k}{n \cdot N \cdot \eta} \quad (7)$$

где E_n – нормативное значение освещенности,

$$E_n = 300 \text{ лк (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03);}$$

S – освещаемая площадь помещения, $S = 5,5 \cdot 7,5 = 41,25 \text{ м}^2$;

z – коэффициент неравномерности освещения, для люминесцентных ламп, $z = 1,1$;

k – коэффициент запаса, $k = 1,3$;

n – количество ламп в светильнике, $n = 2$;

N – количество светильников – в помещении используется 4 светильника марки ЛПО46, $N = 4$;

η – коэффициент использования светового потока ламп, зависящий от КПД и кривой распределения силы светильника, от коэффициента отражения потолка ρ_{Π} и стен $\rho_{\text{С}}$, высоты подвеса светильников и показателя помещения i , %.

Рассчитаем показатель помещения по формуле 8:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)} \quad (8)$$

где A и B – два характерных размера помещения, $A = 5,5 \text{ м}$, $B = 7,5 \text{ м}$;

H_p – высота светильников над поверхностью, $H_p = 2 \text{ м}$.

Тогда:

$$i = \frac{5,5 \cdot 7,5}{2 \cdot (5,5 + 7,5)} = 1,58.$$

Значение коэффициента использования светового потока (при $i = 1,5$; $\rho_{\Pi} = 60\%$ (побеленный в сухих помещениях потолок), $\rho_{\text{н}} = 60\%$ (стены свежепобеленные с окнами, закрытыми белыми шторами), следовательно $\eta = 57\%$). Таким образом, световой поток лампы:

$$\Phi_{л} = \frac{100 \cdot 300 \cdot 40 \cdot 1,1 \cdot 1,3}{8 \cdot 57} = 3763 \text{ лм.}$$

В соответствии с рассчитанным световым потоком лампы, подбираем ближайшую стандартную лампу типа ЛХБ65-4 мощностью 65 Вт. Световой поток этой лампы равен 3820 лм.

Допускается отклонение светового потока выбранной лампы от расчетного от -10% до +20%. В данном примере отклонение светового потока выбранной лампы составляет:

$$\Delta\Phi = \left(\frac{\Phi_{ст} - \Phi_{л}}{\Phi_{л}} \right) \cdot 100 = \left(\frac{3820 - 3763}{3763} \right) \cdot 100 = 1,5\%.$$

Данный расчет подтвердил соответствие выбранной лампы для создания необходимой освещенности рабочего помещения.

Определим электрическую мощность всей осветительной системы:

$$P = N \cdot P_{л} = 8 \cdot 65 = 520 \text{ Вт.}$$

5.3 Инструкция по охране труда при работе с персональным компьютером

5.3.1 Общие требования безопасности

К работе за ЭВМ допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электрооборудованием.

Пользователь персонального компьютера несет личную ответственность за нарушение правил техники безопасности и инструкций по эксплуатации оборудования.

Не допускается работа при обнаружении таких неисправностей как: механические повреждения токопроводящих частей; обнаружение напряжения на корпусе компьютера; отсутствие заземления корпуса компьютера [32].

Эксплуатация персонального компьютера разрешается только в помещениях, где соблюдаются следующие условия:

- температура воздуха не ниже +5 °С и не выше +40 °С;
- относительная влажность воздуха не выше 75 %;
- не выделяется токопроводящая пыль.

Не рекомендуется работать только при искусственном освещении.

5.3.2 Требования безопасности перед началом работы

Перед началом работы с ПК:

- убедиться в том, что в зоне досягаемости отсутствуют оголенные провода и различные шнуры. Они не только мешают работе, но и несут потенциальную опасность в случае короткого замыкания;

- нельзя начинать работу на технике с видимым повреждением. В случае обнаружения трещины на корпусе или повреждений другого рода, нужно обратиться за помощью в сервисный центр. Это же относится к ПК с неисправным индикатором включения/выключения;

- предметы на столе не должны мешать обзору, пользованию мышкой и клавиатурой;

- поверхность экрана должна быть абсолютно чистой;

- на системном блоке не должно находиться никаких предметов, так как в результате вибраций может нарушиться работа устройства;

- убедиться в том, что никакие посторонние предметы не мешают работе системе охлаждения;

- недопустимо включать персональный компьютер в удлинители и розетки, в которых отсутствует заземляющая шина;

- запрещается начинать работу в помещениях с повышенной влажностью, а также в случае, если рядом присутствуют открытые источники влаги (лужи, мокрый пол). Включить технику можно лишь после полного высыхания окружающих предметов;

– недопустимо часто включать и выключать компьютер в течение рабочего дня без особой нужды. Система не справляется с необходимостью быстро сворачивать все процессы.

5.3.3 Требования безопасности во время работы

Во избежание повреждения изоляции проводов и возникновения коротких замыканий не разрешается: Вешать что-либо на провода, закрашивать и белить шнуры и провода, закладывать провода и шнуры за газовые и водопроводные трубы, за батареи отопительной системы, выдергивать штепсельную вилку из розетки за шнур, усилие должно быть приложено к корпусу вилки.

Для исключения поражения электрическим током запрещается:

- часто включать и выключать компьютер без необходимости, прикасаться к экрану и к тыльной стороне блоков компьютера;
- работать на средствах вычислительной техники мокрыми руками;
- работать на средствах вычислительной техники, имеющих нарушения целостности корпуса, нарушения изоляции проводов, неисправную индикацию включения питания, с признаками электрического напряжения на корпус;
- класть на средства вычислительной техники и периферийном оборудовании посторонние предметы;
- запрещается под напряжением очищать от пыли и загрязнения электрооборудование;
- запрещается проверять работоспособность электрооборудования в непригодных для эксплуатации помещениях с токопроводящими полами, сырых, не позволяющих заземлить доступные металлические части;
- недопустимо под напряжением проводить ремонт средств вычислительной техники.

Ремонт электроаппаратуры производится только специалистами-техниками с соблюдением необходимых технических требований. Во избежание поражения электрическим током, при пользовании электроприборами нельзя касаться

одновременно каких-либо трубопроводов, батарей отопления, металлических конструкций, соединенных с землей. При пользовании электроэнергией в сырых помещениях соблюдать особую осторожность.

5.3.4 Требования безопасности в аварийных ситуациях

Своевременная бдительность поможет избежать опасных ситуаций для жизни и сохранить целостность техники. Действия в аварийных ситуациях:

- при неполадках любого рода в электроснабжении устройства необходимо сразу отключить компьютер от сети;
- знать о том, где находятся средства для гашения пламени и куда нужно звонить в случае пожара;
- при поражении человека электрическим током, прежде всего, оказывается первая помощь: искусственное дыхание и внешний интенсивный массаж сердца. В первые же мгновения после удара током, вызывается скорая помощь.

5.3.5 Требования безопасности после окончания работы

Перед завершением нужно правильно закрыть все программы и окна. Нельзя оставлять активные носители информации. Стоит отметить, что порядок выключения составляющих частей ПК отличается от порядка их включения ровно наоборот. Запуск компьютера происходит по цепочке: общее питание – периферия – системный блок. Выключение, соответственно, начинается с системного блока. Вытаскивать штепсельную вилку необходимо крепко держась за её корпус. Нельзя совершать резких рывков и тем более тянуть за провод. После завершения работы, желательно устранять лишнее статическое напряжение с поверхности электроприборов и проводить влажную уборку рабочего места.

Заключение

При выполнении дипломной работы были выполнены следующие задачи:

– Рассмотрено понятие «раневая баллистика», описано формирование пулевого ранения, приведено математическое описание передачи кинетической энергии пулей цели;

– Исследовано влияние характеристик и начальных условий пули винтовочного и пистолетного патрона на объем поражения цели, по результатам которого были сделаны следующие выводы:

1) При увеличении угла нутации, скорости встречи пули с целью и изменении формы головной части пули на полусферическую объем поражения цели возрастает;

2) Изменение массы пули не позволяет сделать точных выводов о ее влиянии на объем поражения.

– В экономическом разделе был выполнен расчет затрат на дипломную работу и рассчитана заработная плата преподавателю и консультантам экономической и БЖД частей.

– В разделе БЖД был выполнен расчет общего освещения в рабочем помещении, где проводилась работа и описана техника безопасности при работе за ПК.

Список использованной литературы

- 1) «Раневая баллистика. Огнестрельные поражения челюстно-лицевой области» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://popgun.ru/viewtopic.php?f=148&t=598122>.
- 2) Швырков М.Б. Огнестрельные ранения лица и функциональные нарушения / Швырков М.Б. // Российский стоматологический журнал, «Медицина». М: 2003. – С. 152–157.
- 3) «Раневая баллистика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://yamedik.org/?p=10&c=gospitalnaya_hirurgiya/vrx_gum.
- 4) «Раневая баллистика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://forum.guns.ru/forummessage/135/894255-m22640252.html>.
- 5) Александров Л. Н., Дыскин Е. А., Озерцовский Л. Б. Об одной ошибочной теории образования огнестрельных ран / Александров Л. Н., Дыскин Е. А., Озерцовский Л. Б. // «Вестник хирургии». 1964. – №5. – С. 59–63.
- 6) Беркутов А. Н. Особенности современных огнестрельных ран / Беркутов А. Н. // Объедин. научн. сес. по соврем. проблемам травматологии. – Л., – С.25-26.
- 7) Гирголав С. С. Механизм и структура огнестрельной раны / Гирголав С. С. // «Вестник хирургии». 1955. – №1. – С. 86.
- 8) Озерковский Л. Б., Гуманенко Е. К., Бояринцев В.В. Раневая баллистика. История и современное состояние огнестрельного оружия и средств индивидуальной бронезащиты. / Озерковский Л. Б., Гуманенко Е. К., Бояринцев В.В. – СПб, 2006. – 110 с.
- 9) Брюсов П. Г., Хрупкин В. И. Современная огнестрельная травма / Брюсов П. Г., Хрупкин В. И. // Военно-медицинский журнал. 1999. – №9 – С.36-39.
- 10) Молчанов В. И., Попов В. Л., Калмыков К. Н. Огнестрельные повреждения и их судебно-медицинская экспертиза. / Молчанов В. И., Попов В. Л., Калмыков К. Н. // Л., 1990 – 154 с.

11) Yaoke W., Cheng X., Haosheng W., Aijun Chen., R.C. Batra. Impact of steel spheres on ballistic gelatin at moderate velocities /Yaoke W., Cheng X., Haosheng W., Aijun Chen., R.C. Batra.// – 2013. С. 1-6.

12) Судебная экспертиза. Выпуск 1 (45) 2016 : научно-практический журнал. — Волгоград : ВА МВД России, 2016. – 146 с.

13) Муравьева О. В., Богдан О. П., Мурашова Д. С., Кузнецов Е.П. Методика и устройство оценки сдвиговых модулей мягких тканей с использованием статической эластографии. // Муравьева О. В., Богдан О. П., Мурашова Д. С., Кузнецов Е.П. // Вестник ИЖГТУ. 2013. – №4. – С. 106–110.

14) Hallquist JO. LS-DYNA keyword user's manual. Version 971. Livermore: Livermore Software Technology Corporation, LSTC; 2012.

15) J. Hub, J. Komenda , F. Racek. The Analysis of Terminal-Ballistic Behaviour of a Pistol Bullet Penetrating a Block of Substitute Biological Material / J. Hub, J. Komenda , F. Racek // Problems of mechatronics. 2013– №4. – С. 19–36.

16) Danielle D. Finite element analysis and modeling of a .38 Lead round nose ballistic gelatin test. / Danielle D.// 2010. – 75 с.

17) Dyckmans G, Ndompetelo N, Chabotier A. Numerical and experimental study of the impact of small caliber projectiles on ballistic soap./ Dyckmans G, Ndompetelo N, Chabotier A. // 7th international conference on mechanical and physical behaviour of materials under dynamic loading. 2003. – С. 110-114.

18) Koene L, Papy A. Experimental and numerical study of the impact of spherical projectiles on ballistic gelatin at velocities up to 160m/s. / Koene L, Papy A// 25th international symposium on ballistics 2010. – С. 24-26.

19) Nagayama K, Mori Y, Motegi Y, Nakahara M. Shock Hugoniot for biological materials. / Nagayama K, Mori Y, Motegi Y, Nakahara M. // Shock Waves. 2006. С. 36-44.

20) Kwon J, Subhash G. Compressive strain rate sensitivity of ballistic gelatin. / Kwon J, Subhash G. // Biomech. 2010. – С. 6-9.

21) Данилин Г.А., Огородников В.П., Заволокин А.Б. Основы проектирования патронов к стрелковому оружию / Данилин Г.А., Огородников В.П., Заволокин А.Б.// – СПб.: Балт. гос. тех. ун-т, 2005. – 374 с.

22) Н. Г. Меньщиков. Альбом конструкций патронов стрелкового и крупнокалиберного автоматического оружия (от 6,5 до 37 мм.) / Н. Г. Меньщиков.// М.: 1946. – 196 с.

23) Berlin R., Janzon B., Rybeck B. A proposed standart methodology for estimating the wounding capacity of small caliber projectiles or other missiles / Berlin R., Janzon B., Rybeck B.// Acta chir. Scand. 1983. – №. 589. – С. 11–29.

24) B. Janzon. Drag and tumbling behavior of small caliber projectiles in tissue stimulant / B. Janzon // Acta chir. Scand. 1979. – №. 489. – С. 57–71.

25) «Образование ран» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.molnlycke.ru/situations/necrotic-wounds/#confirm>.

26) Волкова Н.В. Методические указания по подготовке организационно-экономической части выпускной квалификационной работы для специальности 170501 «Боеприпасы и взрыватели»: Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. - Бийск : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2016. - 14 с.

27) Жаринов, Ю. Б. Техничко-экономическая оценка технических решений: учебное пособие по выполнению расчетов для технико-экономической оценки инженерных решений для студентов при выполнении дипломных проектов специальностей 160302 «Ракетные двигатели», 170104 «Высокоэнергетические устройства автоматических систем», 220501 «Управление качеством» / Ю. Б. Жаринов, А. В. Бакулина ; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. - Бийск : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2011. - 29 с.

28) «Техника безопасности при работе с компьютером» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://proremontpk.ru>.

29) Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях».

30) Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

31) Овчаренко А. Г. Расчет естественного и искусственного освещения производственных помещений: учебное пособие к практическим занятиям по курсу «Безопасность жизнедеятельности» для студентов технических вузов различных направлений подготовки всех форм обучения / Овчаренко А. Г., Раско С. Л., Фролов А. В.; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. Гос. Техн. Ун-та, 2012. 102 с.

32) «Инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/instructions/166/146180.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Бийский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
(БТИ АлтГТУ)

ОТЗЫВ

на дипломную работу

студента группы БиВ-21 Самарина Рената Алексеевича

тема: Исследование конечной баллистики пуль стрелкового оружия

Объем дипломной работы _____

1. Количество листов пояснительной записки 103

2. Количество выполненных чертежей _____

3. Количество приложений 1

Актуальность тематики дипломной работы Тема дипломной работы актуальна

Степень соответствия дипломной работы заданию на дипломную работу

Дипломная работа полностью соответствует заданию на дипломную работу

Характеристика выполнения разделов работы, правильно ли методически решены вопросы выбора средств измерений при проведении эксперимента; использование вычислительной техники; наличие самостоятельного исследования по выбранной теме, навыков ведения научной работы, теоретического анализа и обобщения, умения последовательно и четко излагать свои мысли

В первом разделе «Аналитический обзор» рассмотрены основные определения и понятия раневой баллистики и аспекты поражающего действия пули и формирования раневого канала. Приведено математическое описание объема поражения огнестрельной раны.

Во втором разделе рассмотрены показатели, характеризующие объем поражения цели, проанализировано влияние характеристик пуль винтовочного и пистолетного

безопасность жизнедеятельности» произведен анализ вредных и опасных производственных факторов при выполнении дипломной работы, произведен расчет общего освещения помещения и приведена инструкция по технике безопасности при работе с персональным компьютером.

Замечания по работе.

Существенных замечаний в работе не выявлено. Выявлены незначительные недостатки работы: Небольшое количество проведенных опытов.

Оценка дипломной работы:

Дипломная работа заслуживает оценки «отлично», а студент Самарин Р. А. заслуживает присвоения квалификации «инженер».

Рецензент



Танана Р.А.

Начальник контрольно-испытательной станции
АО «Барнаулский патронный завод»

«19» января 2018 г.



АНТИПЛАГИАТ
ТВОРИТЕ СОБСТВЕННЫМ УМОМ

Алтайский государственный
технический университет

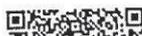
СПРАВКА

о результатах проверки текстового документа
на наличие заимствований

Проверка выполнена в системе
Антиплагиат.ВУЗ

Автор работы	Самарин Ренат Алексеевич
Факультет, кафедра, номер группы	Инженерный спецфакультет, кафедра РДВУАС, Биб-21
Тип работы	Выпускная квалификационная работа
Название работы	Исследование конечной баллистики пуль стрелкового оружия
Название файла	Исследование конечной баллистики пуль стрелкового оружия.doc
Процент заимствования	10,57%
Процент цитирования	0,01%
Процент оригинальности	89,41%
Дата проверки	12:20:02 18 января 2018г.
Модули поиска	Модуль поиска "АлтГТУ"; Модуль поиска ЭБС "БиблиоРоссика"; Модуль поиска ЭБС "BOOK.ru"; Коллекция РГБ; Цитирование; Модуль поиска ЭБС "Университетская библиотека онлайн"; Модуль поиска ЭБС "Айбукс"; Модуль поиска Интернет; Модуль поиска ЭБС "Лань"; Модуль поиска ЭБС "Юрайт"; Кольцо вузов
Работу проверил	Литвинов Андрей Владимирович ФИО проверяющего
Дата подписи	18.01.2018 

Подпись проверяющего



Справка выдана в соответствии с результатами проверки. Если обнаружено заимствование, то оно будет выделено в документе.