ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ ГИМНАЗИЯ №56

ПЕТРОГРАДСКОГО РАЙОНА Г.САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

ТЕМА

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ С АРГОНОВЫМ И ВОЗДУШНЫМ ИЗОЛЯТОРОМ СОСТОВЛЯЮЩИХ ВОДОЛАЗНОЕ СНАРЯЖЕНИЕ ПРИ ПОГРУЖЕНИЯХ В АКВАТОРИИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ С АППАРАТАМИ ОТКРЫТОГО ЦИКЛА

Ученица: 8-В класса Кравчук Екатерины

Учитель: Масленникова Елена Георгиевна

Санкт-Петербург

2015-2016год

Введение:

Выбранная мною тема непосредственно связана с безопасностью выполнения длительных погружений в холодной воде.

Данная тема находится на стыке нескольких научных направлений: физики, математики и физиологии человеческого организма. Результаты, полученные в процессе исследовательской работы, помогут водолазам, выполняющим длительные погружения в холодной воде эффективней защитить себя от переохлаждения, что позволит значительно снизить риск развития декомпрессионной болезни, а также сохранить жизнь и здоровье водолаза.

Актуальность:

Каждое длительное погружение в холодную воду связано с риском переохлаждения, поэтому методы сохранения тепла очень важны. Многослойные материалы с разными изоляторами являются основным средством сохранения тепла внутри гидрокостюма водолаза. При понижении температуры ткани организма становятся более упругими, что замедляет естественную циркуляцию крови и как следствие скорость вывода инертного газа из тканей, в этом случае расчетные декомпрессионные обязательства не соответствуют реальным, что приводит к образованию пузырей инертного газа в переохлажденных тканях организма и как следствию развитию Декомпрессионной болезни. Особенно это актуально при погружениях в холодную воду с высоким насыщением организма инертным газом, так как выход на поверхность осуществляется в соответствии с декомпрессионным планом и может составлять несколько часов. Выход на поверхность быстрее чем предписано декомпрессионным планом может привести к гибели водолаза.

Цель:

Целью учебно-исследовательской работы является создание моделей многослойных материалов с воздушным и аргоновым изолятором, на основе

полученных экспериментальным путем данных доказать и обосновать наилучшее сочетание многослойных материалов и изолятора для наиболее эффективного сохранения тепла внутри гидрокостюма водолаза.

Задачи:

1.создать модели многослойных материалов с воздушными и аргоновыми изоляторами

2. сбор экспериментальных данных

3. обработка экспериментальных данных

4. доказать и обосновать наилучшее сочетание многослойных материалов и изолятора для наиболее эффективного сохранения тепла внутри гидрокостюма водолаза.

Методы работы:

1. моделирование

2. термоэлектрический метод сбора данных

3. графический анализ

4. математические вычисления

5. анализ полученных результатов

Оглавление:

Введение

Глава 1 Анализ существующей ситуации

- Культурное наследие Балтийского моря
- Краткая характеристика Балтийского моря
- Методы исследования подводных объектов в Балтийском море
- Технический метод декомпрессионных погружений
- Оборудование, используемое в исследовательских погружениях
- Снаряжение для длительных погружений в холодной воде
- Физиологические аспекты погружений в холодной воде

Глава 2 Постановка задачи

Глава 3 Ход выполнения работы

3.1 Создание модели многослойных материалов с аргоновым и воздушным изолятором

3.2 Постановка экспериментов

3.2.1 Измерение теплопотерь модели без изолятора

3.2.2 Измерение зависимости изменения температуры модели от времени с штатным утеплителем в гидрокостюме из неопрена толщиной 6,5 мм и изолятором-воздух

3.2.3 Измерение зависимости изменения температуры модели от времени с штатным утеплителем в гидрокостюме из неопрена толщиной 6,5 мм и изолятором аргон

3.2.4 Измерение зависимости изменения температуры модели от времени с штатным утеплителем в гидрокостюме из компресс неопрена толщиной 4 мм и изолятором воздух

3.2.5 Измерение зависимости изменения температуры модели от времени с штатным утеплителем в гидрокостюме из компресс неопрена толщиной 4 мм и изолятором аргон

3.2.6 Измерение зависимости изменения температуры модели от времени с штатным утеплителем в гидрокостюме из материала кордура и изолятором воздух

3.2.7 Измерение зависимости изменения температуры модели от времени с штатным утеплителем в гидрокостюме из материала кордура и изолятором аргон

3.3 Получение количества переданной теплоты для различных материалов

3.4 Получение коэффициента теплопроводности

Глава 4 Заключение

Глава 5 Список используемой литературы

Глава 1 Анализ существующей ситуации

• Культурное наследие Балтийского моря

В акваториях морей и рек Российской Федерации имеются тысячи затонувших судов большинство из которых являются потенциальными объектами культурного наследия, однако в отличие от наземных памятников археологии и истории они изучены в значительно меньшей степени и поэтому в большинстве стран не стоят на государственной охране .С развитием и совершенствованием поисковой техники в конце XX века ,когда проникновение в подводный мир стало более доступно, появилась возможность быстрого обнаружения и подъема затонувших судов и их грузов. Начиная с 1996 г. в рамках мониторинговой группы Балтийских стран по морской археологии осуществляется многостороннее сотрудничество в этой области. Главной задачей этой организации является обмен научной информацией, обобщение сведений о состоянии подводного историко-культурного наследия Балтики и выработка рекомендаций по его изучению, сохранению и использованию. Немаловажную роль играет и популяризация этого наследия, выражающаяся в совместных выставках, конференциях, публикациях, проектах.

Количество выявленных подводных объектов культурного наследия в странах Балтийского региона составляет 26703(статистика от 2006 года). Из них 12372 охраняются как исторические памятники. Наибольшее их количество выявлено в Швеции – около 15000. Из них на охране стоят 3218. В двух землях Германии – Мекленбурге и Шлезвиг-Гольштейне, имеющих выход к Балтике, охраняются 1150 объектов. В Дании из 7247 известных объектов охраняются 3781, в Финляндии из 1074 – 728, в Эстонии из 200 – 13, в Латвии из 291 – 14, в Польше из 65 – 1, в Российской акватории Финского залива на учете стоят 20.

Если обратиться к международному опыту, первым крупномасштабным проектом по музеефикации целого корабля был Шведский проект «Ваза». После находки корабля в 1956 г., подготовительные работы по его подъему, включавшие археологические обследования, укрепление и герметизацию корпуса, а также сами судоподъемные работы велись в 1957–1961 гг. Полные археологические раскопки производились на уже поднятом судне. Впоследствии, в 1963–1967 гг., были организованы дополнительные подводные археологические исследования на месте находки. Консервация судна путем опрыскивания полиэтилен-гликолем продолжалась 17 лет.

Таким образом, с момента обнаружения корабля до начала его музейного экспонирования прошло 34 года.

С 2008 г. российской и финской сторонами обсуждается возможность подъема судна «Фрау Мария». Это голландское судно (размеры 26 х 7 м), перевозившее российский груз, затонуло в Балтийском море недалеко от Турку в 1771 г. Оно было обнаружено в 1999 г. и признано специалистами одним из уникальных по сохранности торговых судов XVIII в. Ранее предполагалось сохранение его на месте обнаружения. Первоначально российская сторона проявила интерес к грузу корабля, включавшему предметы искусства, закупленные для Екатерины II, среди которых были полотна известных голландских и английских живописцев. Однако несколько совместных совещаний показали, что подъем груза возможен либо вместе с кораблем, либо после многолетних археологических исследований корабля и его содержимого на месте обнаружения. По предварительным оценкам некоторых экспертов сокровища остающиеся на Балтийском дне стоят не менее 1.5млрд. евро.

- **Краткая характеристика Балтийского моря.**

Балтийское море расположено в северной части Европы, оно принадлежит бассейну Атлантического океана. Рельеф дна Балтийского моря – неровный. Море целиком лежит в пределах шельфа. Дно его котловины изрезано подводными впадинами и разделенными возвышенностями. Донные осадки Балтийского моря в основном представлены илами и песком. Для грунтов Балтийского моря характерны камни и валуны, часто встречающиеся на дне моря. В прибрежных районах распространены песчаные отложения. В Финском заливе большая часть дна покрыта песками с отдельными пятнами илов, занимающих небольшие впадины. Климат Балтийского моря морской умеренных широт с чертами континентальности. Самые холодные месяцы Январь и Февраль - средняя температура воздуха -3 на севере и минус 5-8 на востоке, летом дуют западные, северо-западные слабые до умеренных ветры с ними связанная характерная для моря прохладная и влажная летняя погода. Среднемесячная температура самого теплого месяца равна плюс 14-15 градусов. Температурные условия вод Балтийского моря неодинаковы и зависят не только от географического положения места, но и от метеорологических и гидрологических особенностей данного района. В поверхностных слоях температура меняется в широких пределах и, на глубинах, превышающих 50 метров, температура удерживается в пределах

3-4 градуса Цельсию в южной часть моря и около нуля в северном Ботническом районе, в летние месяцы температура воды близка к температуре воздуха, зимой восточные участки моря холоднее западных. Поверхностные течения формируются в северной части результате течения вод, выходящих из Ботнического и Финского заливов скорость постоянных течений Балтийского моря очень невелика и равна примерно 3-4 см/с иногда она увеличивается до 10-15см/с. Схема течений весьма неустойчивая и часто нарушается ветром. Преобладающие в море ветровые течения особенно интенсивны осенью и зимой, а во время сильных штормов их скорость может достигать 100-150 см/с. Балтийское море в некоторых районах покрывается льдом. Раньше всего лед образуется в северной части Ботнического залива, в мелких бухтах и у берегов. Затем начинают замерзать мелководные участки Финского залива.

В последние десятилетия наблюдаются экологические проблемы Балтийского моря, связанные с постепенным ухудшением кислородных условий глубинных слоев моря. Кислород исчезает полностью на глубине в 150, где образуется сероводород эти изменения являются следствием как естественных изменений среды, главным образом температуры, солености и водообмена, так и антропогенным воздействием, выражающимся в основном, в увеличении поступления питательных солей в виде различных форм азота и фосфора. Загрязнение поступает в моря непосредственно со сточными водами или с судов, диффузно через реки или атмосферу, основная масса загрязняющих веществ приносится в море со стоком рек Нева и Висла. Наибольший вред водной среде причиняют токсические вещества (соли тяжелых металлов, фенолы и прочие), нефтепродукты, органические биогенные вещества.

- **Методы исследования подводных объектов в Балтийском море.**

Исследование подводных объектов Балтийского моря выполняется различными методами, телеметрическим, гидроакустическим, магнитометрическим, методом водолазных погружений с аппаратами открытого и закрытого цикла и т.д. Наибольшую эффективность представляют исследования в которых используется совокупность выше перечисленных методов. Наиболее объективным, и самым дорогим методом исследования является метод водолазных погружений. Этот метод позволяет человеку своими глазами увидеть исследуемый объект. Водолазные погружения могут выполняются различными способами, в

зависимости от возможностей экспедиции. Высокобюджетные экспедиции имеют возможность использовать водолазные суда с глубоководным оборудованием, профессиональными водолазами, погружающимися на аппаратах закрытого цикла, и медицинским обеспечением, однако таких экспедиций проводится очень мало, и они не могут охватить большую часть требующих идентификации и обследования подводных объектов. Мало бюджетные экспедиции организуются значительно чаще, могут исследовать большее количество подводных объектов. Для обнаружения подводных объектов малобюджетные экспедиции используют гидроакустический метод, после чего дальнейшее обследование производится методом технических декомпрессионных погружений на аппаратах открытого цикла.

1.4 Технический метод декомпрессионных погружений

Технический метод декомпрессионных погружений – это совокупность знаний умений и навыков, позволяющих безопасно выполнять длительные погружения в диапазоне глубин до 100 м с использованием различных типов газовых смесей, в самостоятельно подобранном снаряжении в условиях холодных и теплых водоемов, на уровне моря и в высокогорных районах на аппаратах открытого и закрытого типа, самостоятельно или в составе группы.

В мало бюджетных экспедициях при погружениях в Балтийском море данный метод используется для исследования объектов, находящихся на глубинах до 100м, погружения выполняются с использованием специальных дыхательный смесей (TRIMIX), в условиях холодной воды на уровне моря в аппаратах открытого цикла, самостоятельно или в составе группы.

1.5 Факторы, влияющие на безопасность выполнения технических декомпрессионных погружений в Балтийском море.

Технические декомпрессионные погружения всегда требуют особого внимания к обеспечению безопасности. Балтийское море в силу своих климатических, гидрографических и метеорологических особенностей является регионом повышенной сложности.

Погружения в Балтийском море выполняются в период с мая по сентябрь. В этот период наиболее благоприятная ветряная обстановка, однако, солнце, как правило, закрыто плотной облачностью.

Донные грунты на южной стороне балтийского моря в основном состоят из глины и ила, что приводит к нулевой видимости при не значительном волнении моря.

Под водой темно. На глубине более 20м полностью отсутствует солнечный свет, что создает дополнительные стрессовые условия.

Все подводные объекты опутаны сетями, это существенно повышает риск запутывания.

Подводные течения требуют точного планирования погружений и наличия маркерных буев.

Основным фактором, влияющим, на безопасность технических декомпрессионных погружений в Балтийском море является холодная вода. Холодная вода воздействует на водолазное снаряжение, делая его жестким и хрупким, что может привести к отказу жизненно важных элементов, дыхательных автоматов, замерзанию клапанов, запотеванию стекол и т.д.

Оборудование в условиях холодной воды имеет значительно меньшую длительность работы, быстрая разрядка элементов питания фонарей, декомпрессионных компьютеров и т.д.

Человек в холодной воде подвержен значительному стрессу. Холодная вода является фактором, усиливающим воздействия высокого парциального давления азота, на центральную нервную систему (азотный наркоз), гипотермии – переохлаждении организма.

1.6 Переохлаждение организма (Гипотермия)

Вода в силу особых физических свойств обладает по сравнению с воздухом более высокой теплоемкостью и теплопроводностью, поэтому в случае погружения водолаза в холодную воду происходит быстрая передача тепла от тела в окружающую среду. Охлаждение организма в водной среде имеет ряд особенностей, которые обусловлены физическими свойствами воды. Вода отнимает от организма человека в 11 раз больше тепла, чем воздух такой же температуры, а мокрая одежда отдает в 4 раза больше тепла, чем

сухая. Во время пребывания человека в холодной воде теплообразование в организме увеличивается в 3-9 раз, однако оно не может компенсировать теплопотери, в результате чего наступает переохлаждение (Гипотермия).
При погружении человека в холодную воду в действие вступают приспособительные механизмы, осуществляющие терморегуляцию организма в направлении уменьшения теплоотдачи и увеличения теплопродукции. Непосредственный физиологический эффект проявляется в сужении кровеносных сосудов, повышении артериального давления, учащении дыхания, повышении мышечного тонуса и интенсивности обмена веществ. Механизм тепловой изоляции развит неравномерно в разных частях тела. Особенно чувствительны к холоду у водолазов отделы конечностей.
Также холод оказывает серьезное воздействие на кровоток в организме, что замедляет вывод азота, растворенного в тканях. Это приводит к образованию в тканях организма пузырей инертного газа и как следствие к декомпрессионной болезни.

Глава 2 Постановка задачи

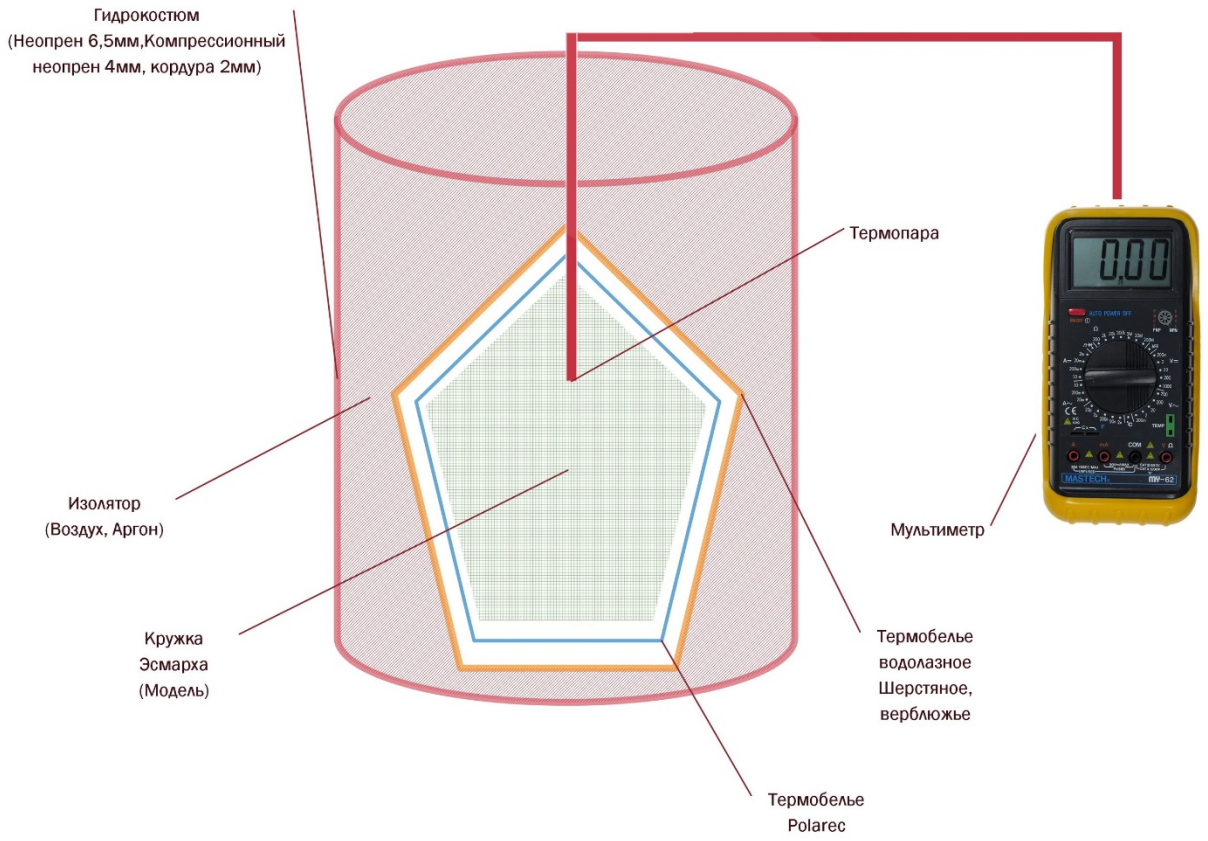
Задачей данной исследовательской работы является исследование теплопроводности многослойных материалов с различными изоляторами.

Для выполнения задачи потребуется создать модели многослойных материалов с воздушным и аргоновым изоляторами. На основе полученных экспериментальным путем данных доказать и обосновать наилучшее сочетание многослойных материалов и изолятора для наиболее эффективного сохранения тепла внутри гидрокостюма водолаза.

Глава 3 Ход выполнения работы

3.1 Описание экспериментальной установки

Схема установки показана на рисунке ниже. Экспериментальный участок представляет собой кружку Эсмарха объемом 1.7 литра заполненную горячей водой. В крышке имеется отверстие в которое на глубине 12 см закреплена термопара. К термопаре подключен мультиметр с возможностью измерения температуры. Поверх кружки Эсмарха надевается стандартный водолазный утеплитель, штатно применяемый для выполнения технических декомпрессионных погружений в «Школе технического дайвинга». Водолазный утеплитель состоит из двух компонентов, первый компонент водолазное термобелье из материала Polartec, второй утеплитель водолазное термобелье из верблюжьей шерсти, затем конструкция помещается в гидрокостюм, который изнутри заполняется газом-изолятором аргоном или воздухом. Таким образом моделируется водолаз выполняющий погружение в холодной воде в сухом гидрокостюме с аргоновым или воздушным изолятором.



3.2 Постановка экспериментов

Для решения выше описанных задач необходимо провести семи экскрементов с гидрокостюмами из различных материалов, заполненных аргоном и воздухом в качестве изолятора.

1. Измерение теплопотерь модели без изолятора

2. Измерение зависимости изменения температуры модели от времени с штатным утеплителем в гидрокостюме из неопрена толщиной 6,5 мм и изолятором-воздух.

3. Измерение зависимости изменения температуры модели от времени с штатным утеплителем в гидрокостюме из неопрена толщиной 6,5 мм и изолятором аргон.

4. Измерение зависимости изменения температуры модели от времени с штатным утеплителем в гидрокостюме из компресс неопрена толщиной 4 мм и изолятором воздух.

5. Измерение зависимости изменения температуры модели от времени с штатным утеплителем в гидрокостюме из компресс неопрена толщиной 4 мм и изолятором аргон.

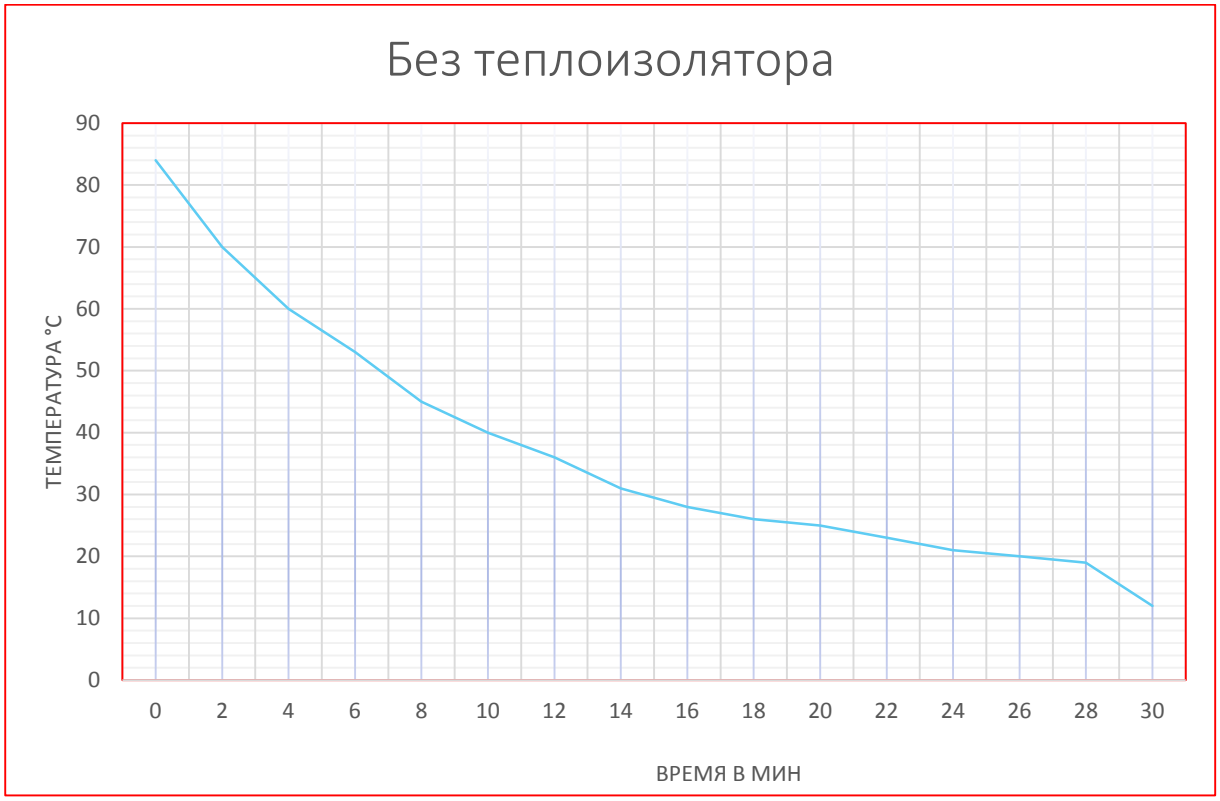
6. Измерение зависимости изменения температуры модели от времени с штатным утеплителем в гидрокостюме из материала кордура с изолятором воздух.

7. Измерение зависимости изменения температуры модели от времени с штатным утеплителем в гидрокостюме из материала кордура с изолятором аргон.

3.2.1 Измерение теплопотерь модели без изолятора

Сначала измерим теплопотери модели без теплоизоляторов. Таким образом мы увидим, как модель отдает тепло во внешнюю среду без многослойного изолятора. Для этого заливаем в кружку Эсмарха воду температурой в 84 градуса по Цельсию. Затем опускаем модель в емкость с водой, с температурой 14 градусов по Цельсию, объёмом 100 литров.

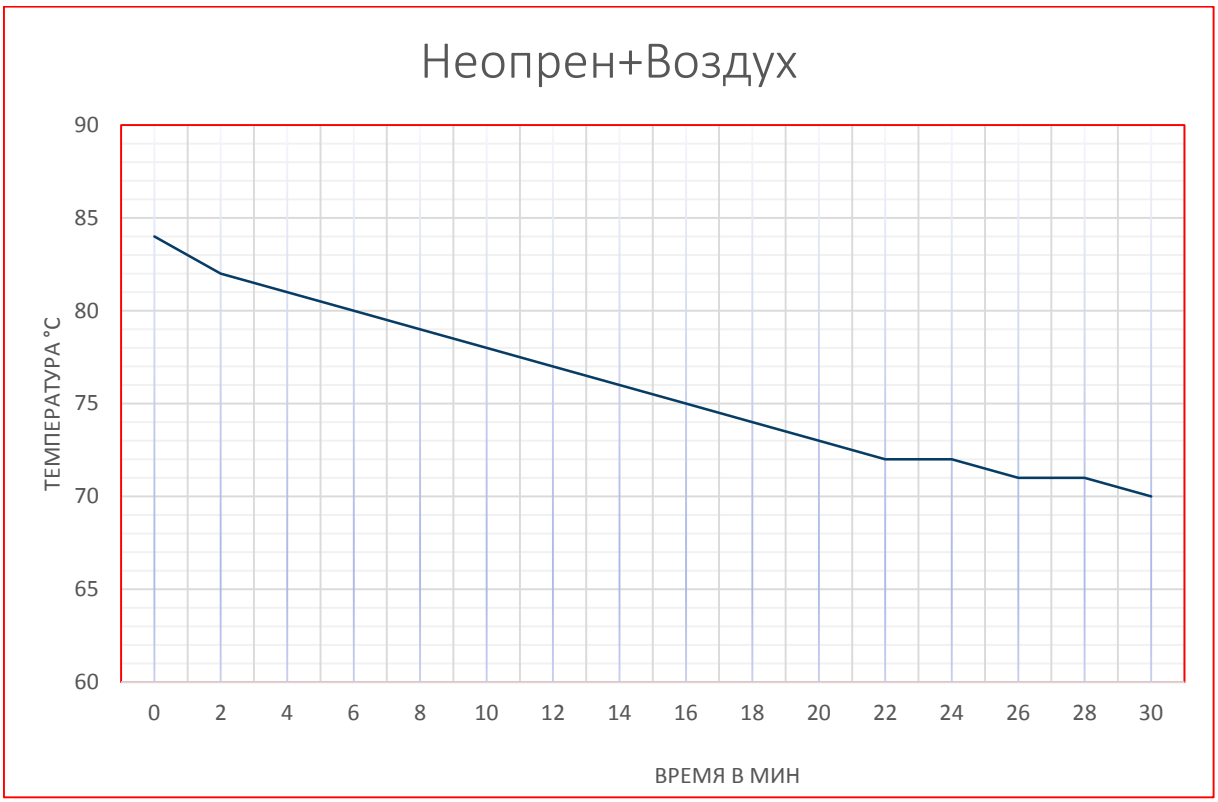
Каждые 2 минуты будем снимаем показания мултиметра. Спустя 30 минут мы получим график охлаждения модели без телоизолятора.

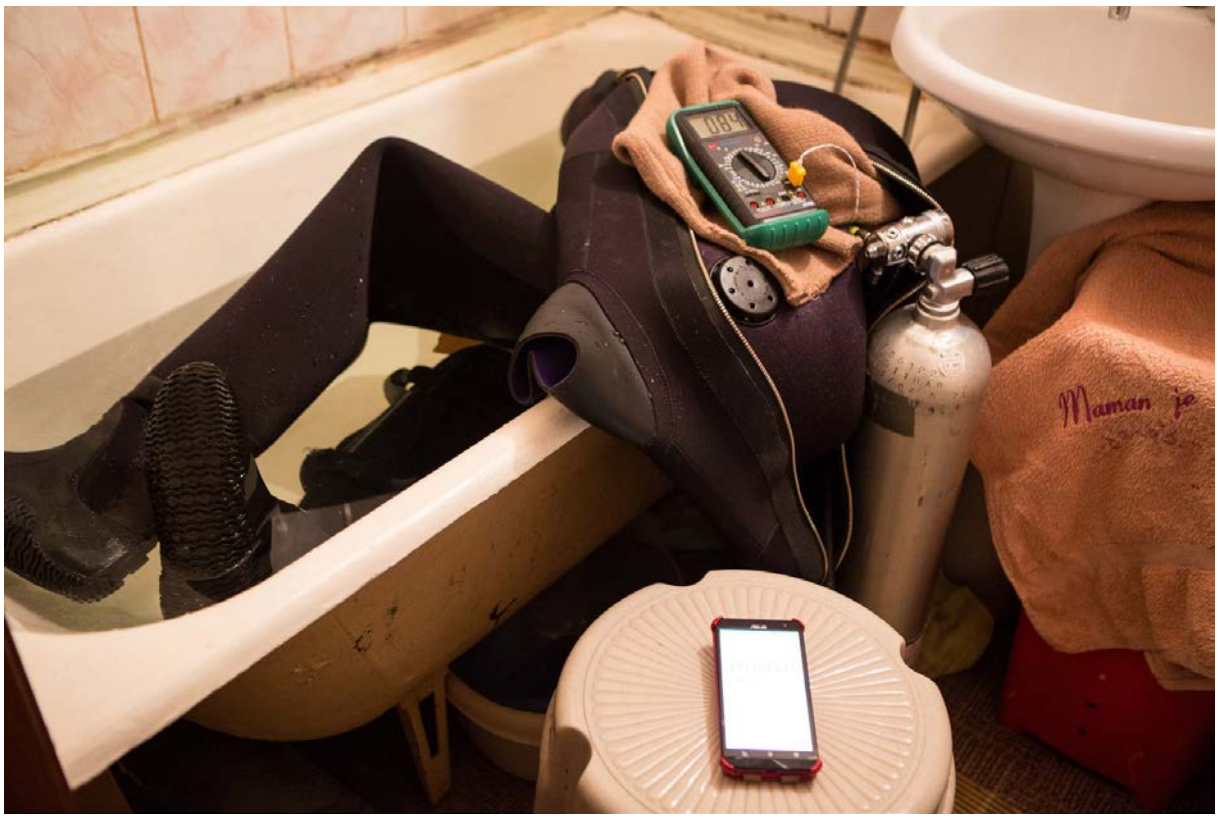

Без теплоизолятора
ТЕМПЕРАТУРА °С
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
ВРЕМЯ В МИН

3.2.2 Измерение зависимости изменения температуры модели от времени с штатным утеплителем в гидрокостюме из неопрена толщиной 6,5 мм и изолятором-воздух.

Для этого заливаем в кружку Эсмарха воду температурой в 84 градуса по Цельсию. Одеваем на кружку Эсмака штатный двухслойный утеплитель, затем размещаем кружку Эсмарка в штатном утеплителе, в голени гидрокостюма наружу выводим контактную клемму термопары и шланг низкого давления от регулятора подключенного к баллону с воздухом. Место вывода шлангов герметизируем выше колена резиновым жгутом. Надуваем модель воздушным наполнителем, прикрепляем к голени груз 4 кг, чтобы модель полностью была погружена под воду. Наполнителя должно быть столько, чтобы изолированная модель находилась в нейтральной плавучести. Температура внешней воды 14 гр. Цельсия.

Каждые 2 минуты будем снимать показания мульти метра в течении 30 мин.





3.2.3 Измерение зависимости изменения температуры модели от времени с штатным утеплителем в гидрокостюме из неопрена толщиной 6,5 мм и изолятором аргон.

Для этого заливаем в кружку Эсмарха воду температурой в 84 градуса по Цельсию. Одеваем на кружку Эсмака штатный двухслойный утеплитель, затем размещаем кружку Эсмарка в штатном утеплителе, в голени гидрокостюма наружу выводим контактную клемму термопары и шланг низкого давления от регулятора подключенного к баллону с аргоном. Место вывода шлангов герметизируем выше колена резиновым жгутом. Надуваем модель воздушным наполнителем, прикрепляем к голени груз 4 кг, чтобы модель полностью была погружена под воду. Наполнителя должно быть столько, чтобы изолированная модель находилась в нейтральной плавучести. Температура внешней воды 14 гр. Цельсия.

Каждые 2 минуты будем снимать показания мульти метра в течении 30 мин.

Неопрен+Аргон
ТЕМПЕРАТУРА °С
85
84
83
82
81
80
79
78
77
76
75
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
ВРЕМЯ В МИН

3.2.4 Измерение зависимости изменения температуры модели от времени с штатным утеплителем в гидрокостюме их компресс неопрена толщиной 4 мм и изолятором воздух.

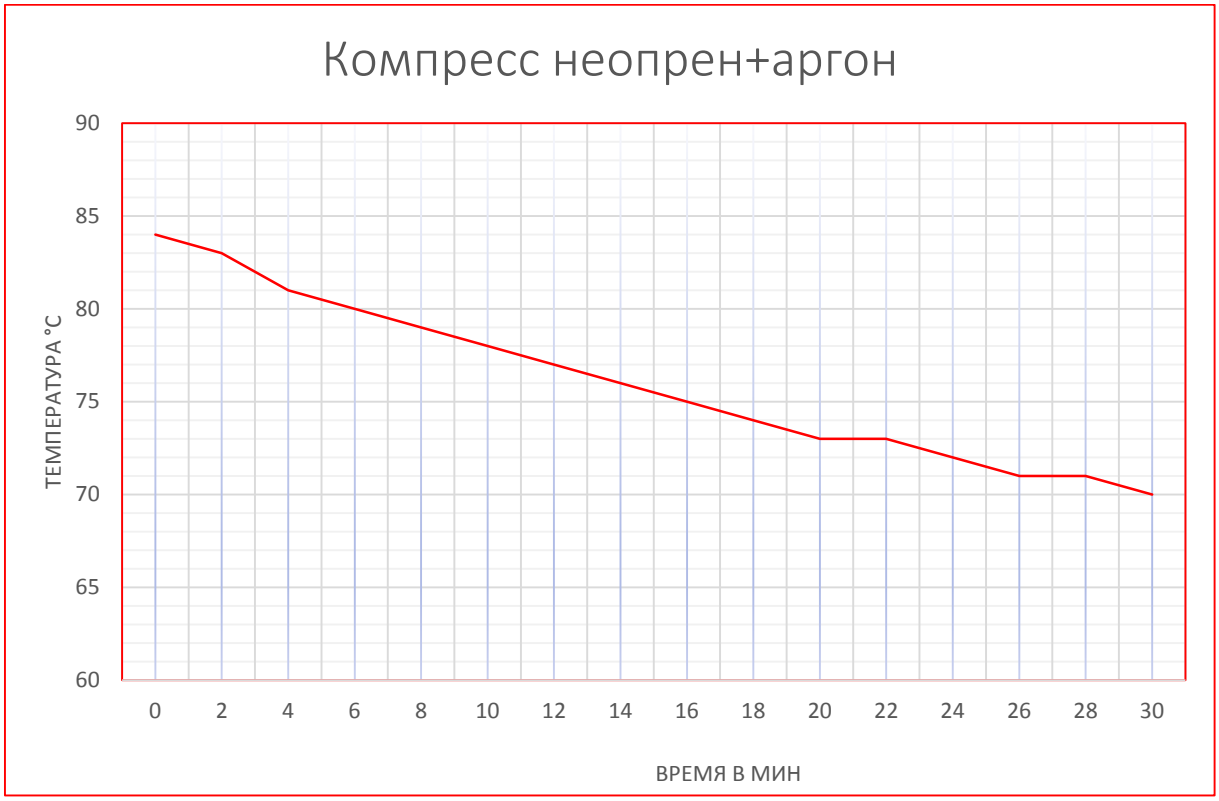
Для этого заливаем в кружку Эсмарха воду температурой в 84 градуса по Цельсию. Одеваем на кружку Эсмарха штатный двухслойный утеплитель, затем размещаем кружку Эсмарха в штатном утеплителе, в голени гидрокостюма наружу выводим контактную клемму термопары и шланг низкого давления от регулятора подключенного к баллону с воздухом. Место вывода шлангов герметизируем выше колена резиновым жгутом. Надуваем модель воздушным наполнителем, прикрепляем к голени груз 4 кг, чтобы модель полностью была погружена под воду. Наполнителя должно быть столько, чтобы изолированная модель находилась в нейтральной плавучести. Температура внешней воды 14 гр. Цельсия.

Каждые 2 минуты будем снимать показания мульти метра в течении 30 мин.

3.2.5 Измерение зависимости изменения температуры модели от времени с штатным утеплителем в гидрокостюме из компресс неопрена толщиной 4 мм и изолятором аргон.

Для этого заливаем в кружку Эсмарха воду температурой в 84 градуса по Цельсию. Одеваем на кружку Эсмарха штатный двухслойный утеплитель, затем размещаем кружку Эсмарка в штатном утеплителе, в голени гидрокостюма наружу выводим контактную клемму термопары и шланг низкого давления от регулятора подключенного к баллону с аргоном. Место вывода шлангов герметизируем выше колена резиновым жгутом. Надуваем модель воздушным наполнителем, прикрепляем к голени груз 4 кг, чтобы модель полностью была погружена под воду. Наполнителя должно быть столько, чтобы изолированная модель находилась в нейтральной плавучести. Температура внешней воды 14 гр. Цельсия.

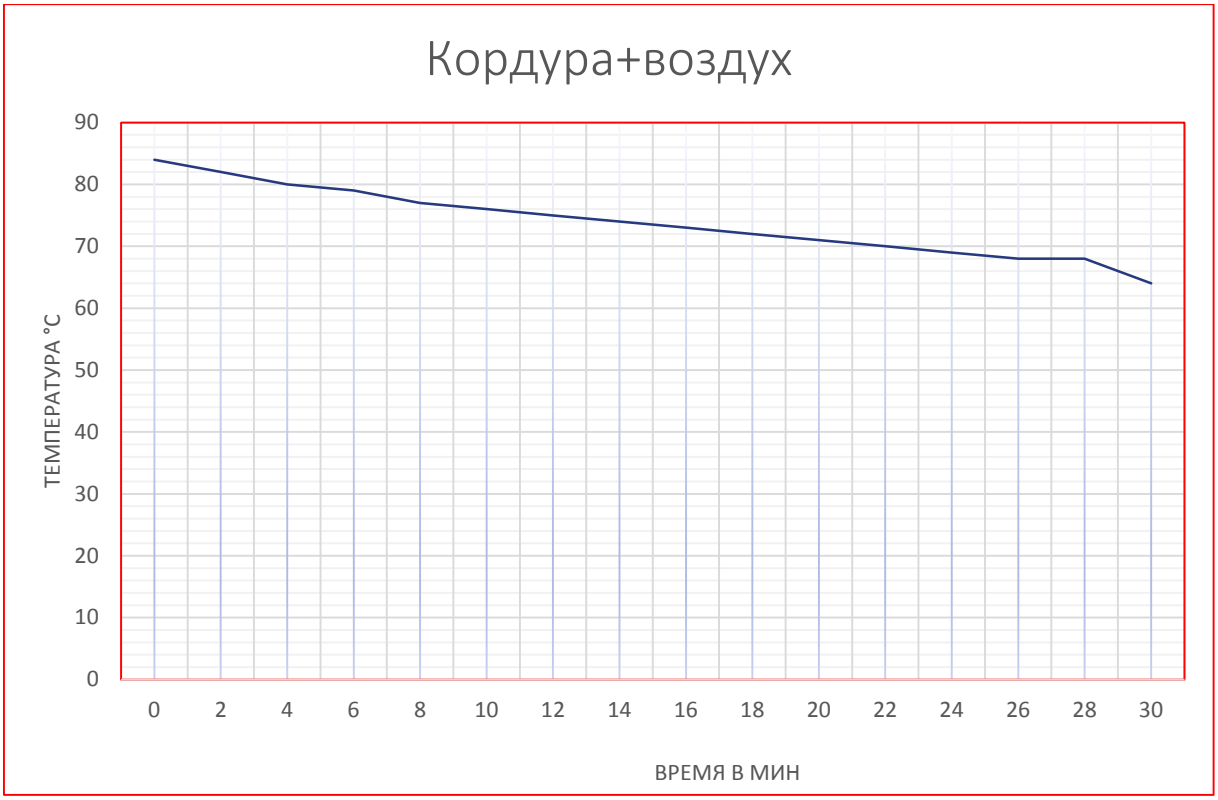
Каждые 2 минуты будем снимать показания мульти метра в течении 30 мин.



3.2.6 Измерение зависимости изменения температуры модели от времени с штатным утеплителем в гидрокостюме из материала кордура с изолятором воздух.

Для этого заливаем в кружку Эсмарха воду температурой в 84 градуса по Цельсию. Одеваем на кружку Эсмака штатный двухслойный утеплитель, затем размещаем кружку Эсмарка в штатном утеплителе, в голени гидрокостюма наружу выводим контактную клемму термопары и шланг низкого давления от регулятора подключенного к баллону с воздухом. Место вывода шлангов герметизируем выше колена резиновым жгутом. Надуваем модель воздушным наполнителем, прикрепляем к голени груз 4 кг, чтобы модель полностью была погружена под воду. Наполнителя должно быть столько, чтобы изолированная модель находилась в нейтральной плавучести. Температура внешней воды 14 гр. Цельсия.

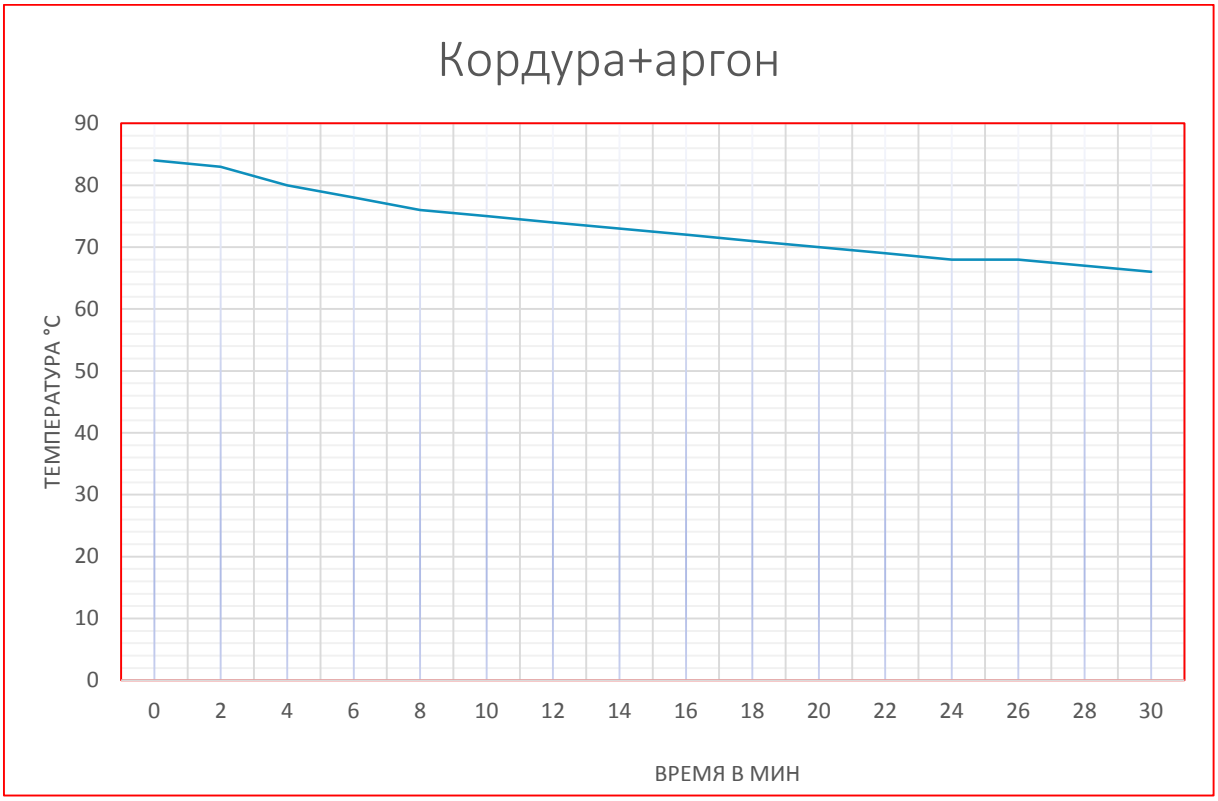
Каждые 2 минуты будем снимать показания мульти метра в течении 30 мин.



3.2.7 Измерение зависимости изменения температуры модели от времени с штатным утеплителем в гидрокостюме их кордура и изолятором аргон.

Для этого заливаем в кружку Эсмарха воду температурой в 84 градуса по Цельсию. Одеваем на кружку Эсмарха штатный двухслойный утеплитель, затем размещаем кружку Эсмарка в штатном утеплителе, в голени гидрокостюма наружу выводим контактную клемму термопары и шланг низкого давления от регулятора подключенного к баллону с аргоном. Место вывода шлангов герметизируем выше колена резиновым жгутом. Надуваем модель воздушным наполнителем, прикрепляем к голени груз 4 кг, чтобы модель полностью была погружена под воду. Наполнителя должно быть столько, чтобы изолированная модель находилась в нейтральной плавучести. Температура внешней воды 14 гр. Цельсия.

Каждые 2 минуты будем снимать показания мульти метра в течении 30 мин.



3.3 Получение количества переданной теплоты для различных материалов

Для того, чтобы получить переданное количество теплоты, воспользуемся формулой (1)

$$W=c*m*(t1-t2) \quad (1)$$

W-количество переданной теплоты, Дж;
c-удельная теплоёмкость вещества, Дж/(кг*°С) ;
m - масса тела , кг ;
t1-t2 - разность температур, °С.

Количество теплоты, переданной при измерении теплопроводности для модели без теплоизолятора:

W=4187 Дж/(кг*°С)*1,7 кг *(84°С -14°С)=498253 Дж

Количество теплоты, переданной при измерении теплопроводности модели со штатным утеплителем в гидрокостюме из неопрена толщиной 6,5 мм и изолятором-воздух:

W=4187 Дж/(кг*°С)*1,7 кг *(84°С -70°С)= 99650 Дж

Количество теплоты, переданной при измерении теплопроводности модели со штатным утеплителем в гидрокостюме из неопрена толщиной 6,5 мм и изолятором-аргон:

W=4187 Дж/(кг*°С)*1,7 кг*(84°С -78°С)=42707,4 Дж

Количество теплоты, переданной при измерении теплопроводности модели со штатным утеплителем в гидрокостюме из компресс неопрена толщиной 4 мм и изолятором-воздух :

W=4187 Дж/(кг*°С)*1,7 кг *(84°С -65°С)=135240,1 Дж

Количество теплоты, переданной при измерении теплопроводности модели со штатным утеплителем в гидрокостюме из компресс неопрена толщиной 4 мм и изолятором аргон

W=4187 Дж/(кг*°С)*1,7 кг *(84°С -70°С)=99650 Дж

Количество теплоты, переданной при измерении теплопроводности модели со штатным утеплителем в гидрокостюме из материала кордура и изолятором воздух

W=4187 Дж/(кг*°С)*1,7 кг *(84°С -64°С)= 142358 Дж

Количество теплоты, переданной при измерении теплопроводности модели со штатным утеплителем в гидрокостюме из материала кордура и изолятором аргон

W=4187 Дж/(кг*°С)*1,7 кг *(84°С -66°С)= 128122,2 Дж

Таблица количества переданной теплоты для различных материалов

W, Дж	W, Дж	W, Дж неопрен 6,5 мм,	W, Дж компресс неопрен 4	W, Дж компресс неопрен	W, Дж	W, Дж

Без теплоизолятора	неопрен 6,5 мм, изолятор **воздух**	изолятор **аргон**	мм изолятор **воздух**	4мм изолятор **аргон**	Кордура изолятор **воздух**	Кордура изолятор **аргон**
498253	99650	42707,4	135240,1	99650	142358	128122,2

3.4 Получение коэффициента теплопроводности

Передача теплоты теплопроводностью представляет собой перенос тепла внутри среды из области более высокой температуры в область более низкой температуры или между двумя соприкасающимися телами, имеющими различную температуру. Тепловодность определяется коэффициентом теплопроводности. Он характеризует способность вещества, из которого состоит тело, проводить теплоту.

Из закона о распространении теплоты путем теплопроводности т.е закона Фурье следует, что коэффициент теплопроводности численно равен количеству теплоты, которое проходит в единицу времени (1с) в теле через единицу поверхности (1м^2) при падении температуры на 1 °С на 1м пути теплового потока.

$$\lambda = \frac{W\delta}{(t_c^I - t_c^{II})F\tau} \quad (1)$$

W - количество переданной теплоты, Дж;
λ - коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С);
tcl - температура одной поверхности стенки, °С;
tcll - температура другой поверхности стенки, °С;
δ - толщина стенки, м;
F - площадь поверхности стенки, м2;
τ - время, с.

3.4.1.Получение коэффициента теплопроводности для различных материалов

Коэффициент теплопроводности модели без теплоизолятора:

λ=498253 Дж *0,015 м/(84С-14С)*0,086 м^2 *1800 ≈ **0,68** Вт/(м°С)

Коэффициент теплопроводности модели со штатным утеплителем в гидрокостюме из неопрена толщиной 6,5 мм и изолятором-воздух :

$$\lambda=99650 \text{ Дж}*0{,}022 \text{ м}/(84C-14C)*0{,}086 \text{ м}^2 *1800 \approx \mathbf{0{,}21} \text{ Вт}/(\text{м}°C)$$

Коэффициент модели со штатным утеплителем в гидрокостюме из неопрена толщиной 6,5 мм и изолятором-аргон :

$$\lambda=42707{,}4 \text{ Дж}*0{,}022 \text{ м}/(84C-14C)*0{,}086 \text{ м}^2 *1800 \approx \mathbf{0{,}09} \text{ Вт}/(\text{м}°C)$$

Коэффициент теплопроводности модели со штатным утеплителем в гидрокостюме из компресс неопрена толщиной 4 мм и изолятором-воздух :

$$\lambda=135240{,}1 \text{ Дж} *0{,}02 \text{ м}/(84C-14C)*0{,}086 \text{ м}^2 *1800 \approx \mathbf{0{,}25} \text{ Вт}/(\text{м}°C)$$

Коэффициент теплопроводности модели со штатным утеплителем в гидрокостюме из компресс неопрена толщиной 4 мм и изолятором аргон:

$$\lambda=99650 \text{ Дж} *0{,}02 \text{ м}/(84C-14C)*0{,}086 \text{ м}^2 *1800 \approx \mathbf{0{,}18} \text{ Вт}/(\text{м}°C)$$

Коэффициент теплопроводности модели со штатным утеплителем в гидрокостюме из материала кордура и изолятором воздух:

$$\lambda=142358 \text{ Дж}*0{,}017 \text{ м}/(84C-14C)*0{,}086 \text{ м}^2 *1800 \approx \mathbf{0{,}22} \text{ Вт}/(\text{м}°C)$$

Коэффициент теплопроводности модели со штатным утеплителем в гидрокостюме из материала кордура и изолятором аргон:

$$\lambda=128122{,}2 \text{ Дж} * 0{,}017 \text{ м}/(84C-14C)*0{,}086 \text{ м}^2 *1800 \approx \mathbf{0{,}2} \text{ Вт}/(\text{м}°C)$$

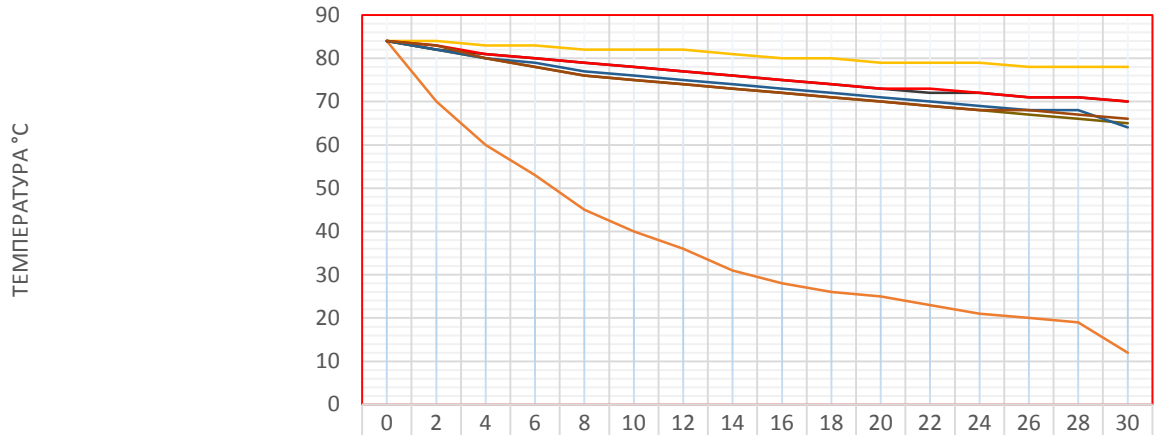
Таблица коэффициентов теплопроводности для различных материалов

λ , Вт/(м°С) Без теплоизолятора	λ , Вт/(м°С) неопрен 6,5 мм, изолятор **воздух**	λ , Вт/(м°С) неопрен 6,5 мм, изолятор **аргон**	λ , Вт/(м°С) компресс неопрен 4 мм изолятор **воздух**	λ , Вт/(м°С) компресс неопрен 4мм изолятор **аргон**	λ , Вт/(м°С) Кордура изолятор **воздух**	λ , Вт/(м°С) Кордура изолятор **аргон**
0,68	0,21	0,09	0,25	0,18	0,22	0,20

Глава 4 Заключение

В результате проделанной работы было произведено исследование шести моделей и определив коэффициенты теплопроводности для шести различных многослойных материалов с воздушным и аргоновым изолятором без учета сжимаемости материала, что соответствует длительным погружениям на небольшие глубины.

- Штатный утеплитель, неопрен 6,5мм, изолятор воздух
- Штатный утеплитель, неопрен 6,5мм, изолятор аргон
- Штатный утеплитель, компресс неопрен 4мм, изолятор воздух
- Штатный утеплитель, компресс неопрен 4мм, изолятор аргон
- Штатный утеплитель, кордура 4мм, изолятор воздух
- Штатный утеплитель, кордура 4мм, изолятор аргон



	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Без изолятора	84	70	60	53	45	40	36	31	28	26	25	23	21	20	19	12
Неопрен+воздух	84	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	72	71	71	70
Неопрен+аргон	84	84	83	83	82	82	82	81	80	80	79	79	79	78	78	78
Компресс неопрен+аргон	84	83	81	80	79	78	77	76	75	74	73	73	72	71	71	70
Компресс неопрен+воздух	84	82	80	78	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65
Кордура+воздух	84	82	80	79	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	68	64
Кордура+аргон	84	83	80	78	76	75	74	73	72	71	70	69	68	68	67	66

ВРЕМЯ В МИН

В результате исследований были сделаны следующие теоретические выводы:

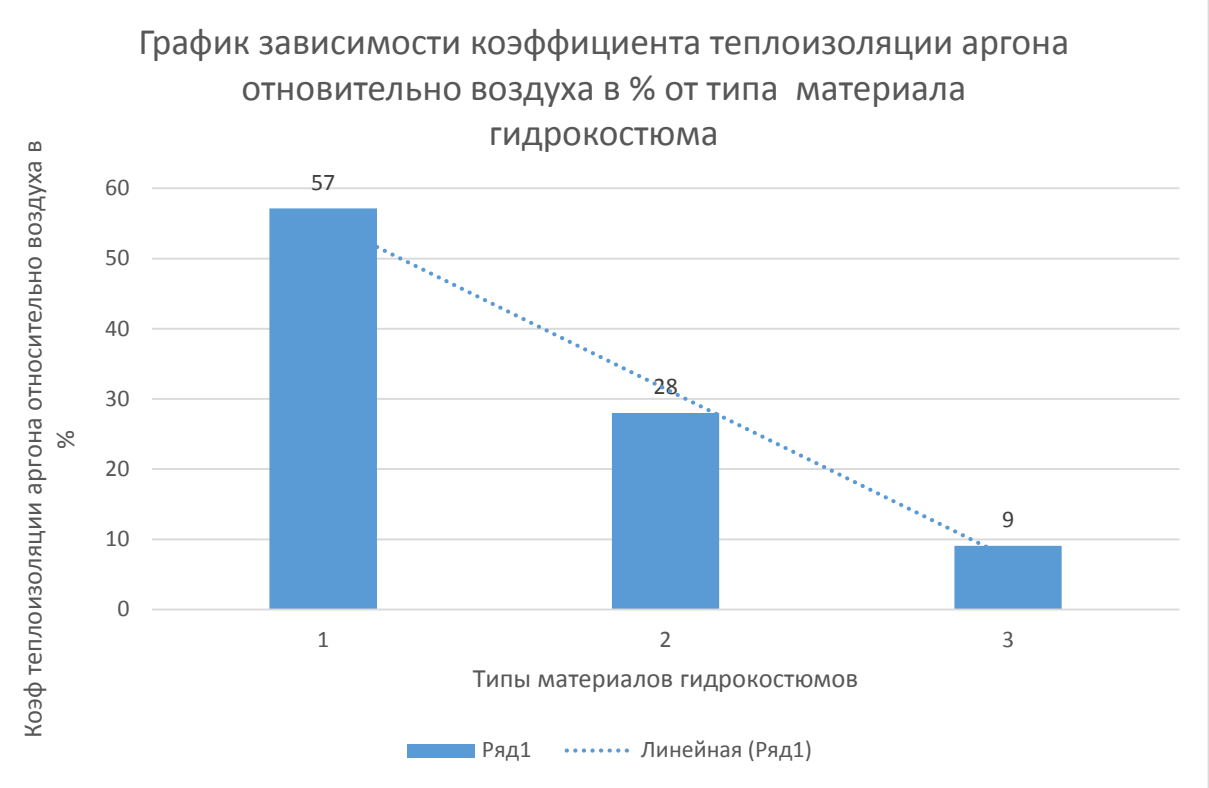
1.Материал, обладающий наилучшими теплоизоляционными свойствами неопрен 6,5 мм с аргоновым изолятором.

2.Материал, обладающий худшими теплоизоляционными свойствами кордура с воздушным наполнителем.

3.Аргон улучшает теплоизоляционные свойства многослойных материалов от 10% до 58% в зависимости от типа материала гидрокостюма.

1 тип – Гидрокостюм из материала с наименьшим коэффициентом теплопроводности

2 тип - Гидрокостюм из материала со средним коэффициентом теплопроводности
3 тип - Гидрокостюм из материала с наибольшим коэффициентом теплопроводности
Это показывает, что аргон в качестве изолятора наиболее эффективен в гидрокостюмах с наименьшей теплопроводностью.



Использование аргона для увеличения теплоизоляционных свойств в технических декомпрессионных погружениях целесообразно для неопреновых гидрокостюмов или гидрокостюмов с наименьшим коэффициентом теплопроводности.

На основании теоретических выводов данной работы даны следующие практические рекомендации:

- При выполнении длительных технических декомпрессионных погружений для обеспечения наибольшей безопасности дайвера необходимо использовать неопреновые гидрокостюмы с аргоновым изолятором.
- Учитывая наименьшую стоимость неопреновых гидрокостюмов, а также их высокую ремонтопригодность, с экономической точки зрения использование неопреновых гидрокостюмов наиболее предпочтитено.

Словарь терминов и определений:

Аппарат открытого цикла – подводный дыхательный аппарат, в котором вдыхаемый газ выдыхается в воду.

Аппарат закрытого цикла – подводный дыхательный аппарат, в котором весь вдыхаемый газ после выдоха проходит очистку от углекислого газа, наполняется недостающим уровнем кислорода и подается обратно на вдох.

Декомпрессионная болезнь - комплекс патологических явлений в организме, связанных с наличием свободных газовых пузырьков в крови и тканях, которые вызывают раздражение нервной системы, нарушение нормального кровообращения, а иногда и прямое механическое повреждение клеток органов и тканей.

TRIMIX – дыхательная смесь состоящая из трех видов газов, Кислород, Гелий и Азот

Изолятор - средство для изоляции (отделения, обособления, отграничения) чего-либо от остальной среды

Технические декомпрессионные погружения – погружения с большим насыщением тканей организма биологически инертными газами требующие расчета специального погружения.

План погружения – график зависимости глубины всплытия и времени декомпрессионных остановок.

Декомпрессионная остановка – время нахождения водолаза на заданной глубине для понижения уровня напряжения инертного газа в определенных группах тканей организма.

Гипотермия - патологическое состояние организма в условиях низкой температуры окружающей среды при превышении теплоотдачи над теплообразованием в организме, сопровождающееся понижением температуры тела и нарушением физиологических и биохимических процессов.

Биологически инертный газ – это газ не участвующий в процессе жизнедеятельности организма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ