

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа № 30 г. Пензы

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

«Исследование эффективности конструкции окопных свечей».

Выполнила
ученица 11 «А» класса
Киченко Алина

Научный руководитель
Тростянская Ю.Г.

г. Пенза, 20254

Оглавление	
Введение	3
Глава 1.....	4
Глава 2.....	10
Заключение	15
Литература.....	17

Введение

В настоящее время военнослужащие в зоне СВО испытывают острую нехватку индивидуальных источников тепла, особенно в холодное время года. Окопная свеча оказалась наиболее доступным индивидуальным средством обогрева. К сожалению, точная конструкция окопной свечи, либо стандарты её изготовления – отсутствуют. Каждая группа поддержки участников СВО занимается изготовлением окопных свечей, по схемам из общедоступных источников или полученным опытным путем. Вместе с тем, оценка эффективности таких конструкций, до настоящего времени не проводилась. В сети Интернет наиболее распространена конструкция свечи со спиральным фитилём, но если следовать ей, то свеча выделяет излишний дым, который очень заметен в условиях боевых действий. Данная тема меня заинтересовала, так как я хочу помочь нашим бойцам хотя бы немного облегчить непростые фронтовые условия при помощи создания наиболее эффективной окопной свечи.

Актуальность: обусловлена необходимостью выработки наиболее эффективной с экономической и эксплуатационной точек зрения конструкции окопной свечи для массового производства в неспециализированных условиях.

Постановка проблемы: отсутствие надежной и эффективной конструкции окопной свечи для удобного использования.

Объект исследования: окопная свеча.

Предмет исследования: изучение конструкции окопной свечи.

Цель исследования: найти наиболее подходящую конструкцию окопной свечи для удобного и эффективного использования в зоне военных действий.

Задачи исследования:

1. Изучить имеющиеся конструкции окопных свечей.
2. Ознакомиться с документами, регламентирующими производство свечей.
3. Создать образцы окопных свечей с разным составом горючего.
4. Сравнить конструкции по заданным критериям.
5. Составить методическое пособие по изготовлению эффективных и надежных конструкций окопных свечей.

Практическая значимость: наилучшая конструкция окопной свечи будет применяться в зоне СВО для обеспечения потребностей военнослужащих в источниках тепла.

Новизна: данная исследовательская работа поможет выявить наилучшую конструкцию окопной свечи, которая будет оптимальной по физическим, экономическим и технологическим критериям.

Гипотеза: наиболее эффективная конструкция окопной свечи создается на основе свечной массы в составе 80% парафина, 20% стеарина.

Методы исследования:

1. Изучение специальной литературы.
2. Обобщение и систематизация материала по данной теме.
3. Наблюдение и фиксация наблюдений.

Глава 1.

История возникновения

Первые свечи были изобретены египтянами еще 5000 лет назад и использовались в качестве источника света. В период Средневековья появились восковые и сальные свечи которые вошли в широкое употребление с XIII века.

Вплоть до начала XIX века сало и пчелиный воск были основными материалами для изготовления свечей. XIX век произвел революцию в свечном производстве. В 1825 году М. Шеврёль и Ж. Гей-Люссак разработали и запатентовали способ получения стеарина, что впоследствии привело к появлению стеариновых свечей.

Спустя 5 лет, в 1830 году, немецкий химик, философ, геолог и натуралист, К. Рейхенбах, открыл парафин, а в 1850-х гг. был разработан способ его промышленного получения из бурого угля и битуминозных сланцев. Это позволило начать изготовление парафиновых свечей, похожих на современные нам.

Во время Первой Мировой войны в немецкой армии была создана специальная свеча, названная «свечой Гинденбурга» (Hindenburglicht), по имени командующего фельдмаршала фон Гинденбурга, но больше известная как «окопная свеча». Она была разработана для использования в экстремальных условиях войны, когда нужно было освещать объемные и плохо освещенные сооружения – окопы и блиндажи. «Окопная свеча» изготавливалась из гофрокартона и парафина. Свеча представляла собой плоскую чашку диаметром примерно 5-8 см и глубиной 1-1,5 см, заполненную салом, воском или керосином. В центре находился короткий фитиль, который горел в течение нескольких часов. Конструкция свечи обеспечивала поддержание пламени и минимизировала выбросы дыма.

Изначально окопные свечи использовались во время войн, но позже они нашли свое применение в туристических лагерях и походах, где тоже нужно было обеспечить освещение и тепло в экстремальных условиях.

Новую жизнь окопные свечи получили с началом Специальной военной операции. Как оказалось, во время боевых действий XXI века с роботами, беспилотниками и высокоточным оружием, методы спасения солдата от холода остались те же, что и в Первую мировую войну. В настоящее время солдаты в зоне СВО испытывают острую нехватку окопных свечей, особенно в холодное время года.



Свеча Гинденбурга

ТОПЛИВО.

Рассмотрим виды горючего, используемого для изготовления окопных свечей.

1. **Парафин** - это результат переработки остатков нефтеперегонки, похожий на воск. Является смесью предельных углеводородов. В зависимости от количества тяжелых и легких углеводородов делается твердым, жидким, мелкокристаллическим. Входит в состав различных материалов, включая строительные.

Парафин получают:

- из нефти и нефтепродуктов, имеющих высокое содержание парафинов,
- из побочных продуктов производства масел (гачей, петралатумов),

Физические свойства парафина:

Расцветка	Белая/желтоватая/немного коричневая (в зависимости от степени очистки)
Запах	Отсутствует
Агрегатное состояние (при 20 °С и атмосферном давлении 1 атм.)	Твердое вещество, жирное на ощупь
Температура плавления	45-65°С
Температура закипания	от 370°С
Плотность при 15°С	0,880-0,915 г/см ³
Удельная теплота сгорания, МДж/кг	11,2
Коэффициент теплопроводности (при 20 °С и атмосферном давлении 1 атм.), Вт/(м·К)	0,267
Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)	2200

Парафин с температурой плавления +52 градуса Цельсия отличается высокой химической инертностью (исключение составляют кислород и азотная кислота), устойчив к воздействию кислот, щелочей и других агрессивных сред. Обладает водоотталкивающими свойствами, практически не растворяется в воде, но легко растворяется в органических растворителях, таких как бензин, эфир и керосин. Для изготовления окопных свечей применяют парафин марки П-2.

2. **Пчелиный воск** - органическое многокомпонентное вещество с характерным медовым запахом, по происхождению являющееся продуктом восковыделительных желёз рабочих особей медоносной пчелы, используемое пчёлами для отстройки сотов гнезда. Представляет собой твёрдое, мелкозернистое на изломе вещество, окраска которого колеблется от почти бесцветной до тёмно-жёлтой, светло-коричневой и коричневой.

Расцветка	Бесцветный/ жёлто-зеленоватый, тёмно-жёлтый, светло-коричневый, коричневый
Запах	Запах пасечного воска – медовый, производственного воска – кисловатый запах с тонами мёда и прополиса, экстракционного воска восковой запах с наличием следов бензина.

Агрегатное состояние (при 20 °С и атмосферном давлении 1 атм.)	Твёрдое вещество с микрокристаллическим строением
Температура плавления	60–70°С
Температура закипания	300°С
Плотность при 15°С	0,95–0,97 г/см ³
Удельная теплота сгорания, МДж/кг	30,1
Коэффициент теплопроводности (при 20 °С и атмосферном давлении 1 атм.), Вт/(м·К)	0,101
Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)	2000

Состав:

- сложные эфир
- карбоновые и оксикарбоновые кислоты
- высшие спирты
- углеводороды и ряд других соединений

Пчелиный воск безвкусен; производственный и экстракционный воск приобретают незначительный специфический привкус. Нерастворим в воде и глицерине, малорастворим в этиловом и других низших одноатомных спиртах. При комнатной температуре пчелиный воск частично растворяется в петролейном и диэтиловом эфирах, бензине, сероуглероде, ацетоне, бензоле, толуоле, ксилоле, скипидаре, жирных и эфирных маслах, животных жирах, четырёххлористом углероде, ди- и трихлорэтилене, хлороформе и его смесях с ацетоном и муравьиной кислотой. Полное растворение в названных растворителях наблюдается только при нагревании (до 30 °С и выше).

Температура плавления пчелиного воска колеблется в пределах от 62 до 68 °С, температура застывания – от 61 до 70,5 °С. Относительная плотность воска (воск – при 20 °С, вода – при 4 °С) в среднем 0,96 г/см (от 0,95 до 0,97). С понижением температуры плотность воска увеличивается.

Расплавленный пчелиный воск характеризуется вязкостью, которая с понижением температуры увеличивается. Так, при 100 °С вязкость воска в среднем равна 0,014 Па·с, а при температуре 64 °С – 0,022 Па·с (в среднем).

3. **Соевый воск** – это натуральный материал, получаемый из сои, растения, которое принадлежит семейству бобовых. Он почти не имеет запаха, хорошо проводит и отдаёт ароматы, не изменяя их. Это вещество легко плавится при температуре 50°С, отлично смешивается с жирными кислотами и эфирными маслами.

Консистенция и текстура. Это жирное по консистенции вещество, в составе которого нет глицерина. Соевый воск имеет хорошую способность смешиваться с другими ингредиентами, такими как жирорастворимые отдушки, эфирные масла, красители, а также с другими видами воска.

Температура плавления и затвердевания. Соевый воск имеет более низкую температуру плавления по сравнению с традиционными восками, такими как парафиновый воск. Обычно температура плавления соевого воска составляет около 45-50 градусов Цельсия, что позволяет свечам быстро расплавиться и

начать гореть. При этом соевый воск также имеет стабильную температуру затвердевания, обеспечивая сохранение формы свечи после остывания.

Передача аромата. Соевый воск не имеет ярко выраженного запаха и поэтому не перебивает запах эфирных масел и отдушек, что позволяет использовать его для ароматерапии и ароматизации помещения.

Цвет и прозрачность. Природный цвет соевого воска - от светло-желтого до слегка кремового оттенка. Этот натуральный цвет соевого воска придает свечам естественный эстетичный и приятный внешний вид.

Склеивается и затвердевает при охлаждении. После плавления и формирования изделий соевый воск склеивается и затвердевает при охлаждении. Он приобретает свою окончательную текстуру и становится прочным материалом с высокой степенью устойчивости. Однако застывать соевый воск после плавления иногда может неоднородно и на поверхности свечи могут образовываться дыры и рыхлости. Данное явление не является дефектом свечи или воска, а лишь свидетельствует о его натуральности.

Не оставляет липкости. Соевый воск обладает свойством не оставлять липкости после остывания. Это означает, что свечи, изготовленные из соевого воска, не будут липнуть к поверхностям и сохранят свою текстуру и форму.

4. **Кокосовый воск** – это натуральный природный материал, который становится все более популярным среди мастеров по изготовлению свечей. Он сочетает в себе множество преимуществ, от экологичности до длительного горения и возможности создания прекрасных ароматов.

5. **Стеариновая (октадекановая) кислота** - это высококачественный стеарин с высоким содержанием жирных стеариновой и пальмитиновой кислот, обозначаемых как C18 и C16. Она производится из чистого растительного сырья и имеет вид белых гранул, не растворимых в воде. Отличается устойчивой температурой плавления и высокой теплопроводностью.

Расцветка	Белая
Запах	Отсутствует
Агрегатное состояние (при 20 °С и атмосферном давлении 1 атм.)	Порошкообразное
Температура плавления	69,3°С
Температура закипания	361°С
Плотность при 15°С	0,9408 г/см ³
Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)	2010

Высокая температура плавления. Стеариновая кислота (далее везде по тексту – стеарин) обладает высокой температурой плавления, что делает ее идеальным компонентом для свечей. Благодаря этому свечи из стеарина не оплывают и не деформируются при высоких температурах, сохраняя свою форму и эстетический вид в любых условиях.

Ровное и яркое горение. Стеарин снижает склонность к дроблению и склеиванию воска в процессе изготовления свечи, что приводит к более долгому и равномерному горению.

Отсутствие копоти и нагара. При сжигании не выделяют копоти и не образуют нагара, что делает их идеальным выбором для домашнего использования.

Экологичность. Стеариновые свечи считаются безопасными для здоровья и окружающей среды. Они не содержат вредных химических веществ и токсинов и не загрязняют воздух в помещении.

Стандарты изготовления.

Методика изготовления свечей в том числе рецептура свечной массы устанавливались отраслевым стандартом ОСТ 6-15-402-90 от 12.11.1990 и ТУ 6-15-1658-90 от 12.09.1990. В ходе исследования мне не удалось найти эти документы среди действующих. Исходя из данных на упаковках свечей, продающихся в магазинах, можно сделать вывод, что они изготавливаются по техническим условиям, действующим на конкретных предприятиях.

В соответствии с ТУ 6-15-1658-90 от 12.09.1990, свечи представляют собой свечную массу, состоящую из нефтяных парафинов с добавлением стеариновой кислоты, церезина, оксизина, полиэтиленового воска, копролактама, красителей, отдушек и фитиля из хлопчатобумажной пряжи. Точно также свечная масса, как смесь парафина и стеарина, описывалась в ОСТ 6-15-402-90 и ГОСТ 983-41.

Рецептура свечной массы по ОСТ 6-15-402-90.

Тип свечи	Состав свечной массы		Температура плавления
Хозяйственные	1	Парафин – 96,99% Стеарин – 3% Красители органические жирорастворимые – 0,01%	52°C
	2	Парафин – 91,99% Церезин синтетический – 3-5% Полиэтиленовый воск – 3-5% Красители органические жирорастворимые – 0,01%	
	3	Парафин – 86,99% Стеарин – 3% Церезин окисленный (оксизин) – 10% Красители органические жирорастворимые – 0,01%	
Новогодние	1	Парафин – 94,99% Стеарин – 5% Красители органические жирорастворимые – 0,01%	52°C
	2	Парафин – 91,99% Церезин синтетический – 3-5% Полиэтиленовый воск – 3-5% Красители органические жирорастворимые – 0,01%	
	3	Парафин – 86,99% Стеарин – 3% Церезин окисленный (оксизин) – 10% Красители органические жирорастворимые – 0,01%	
Юбилейные	1	Парафин – 89,99% Стеарин – 10% Красители органические жирорастворимые – 0,01%	52°C
	2	Парафин – 91,99% Церезин синтетический – 3-5%	

		Полиэтиленовый воск – 3-5% Красители органические жирорастворимые – 0,01%	
	3	Парафин – 86,99% Стеарин – 3% Церезин окисленный (оксизин) – 10% Красители органические жирорастворимые – 0,01%	
Декоративные с рельефной рубашкой		Парафин – 78% Стеарин – 21,99% Красители органические жирорастворимые – 0,01%	52°C

Свечи, содержащие, наряду с парафином стеарин в различных пропорциях называются композиционными. Такая смесь имеет более низкую точку плавления, чем чистые парафин и стеарин. Прибавка к парафину 3-4% стеарина делает парафиновые свечи внешне похожими на стеариновые (непрозрачными), удешевляет стоимость свечной массы и повышает световую силу свечи¹.

¹ Рудаков В.Г. Производство свечей. Чита, Печатное дело, 1928, с. 86.

Глава 2.

Практическая часть

1. Методика изготовления окопных свечей (основе парафино-стеариновой смеси);

2. Проведение и расчет эксперимента.

Изготовление свечей.

Для изготовления окопной свечи необходимы следующие материалы:

1. Консервная банка.

2. Свечная масса.

3. Картон.

Консервные банки лучше использовать среднего (наподобие банок из-под сгущённого молока 380-400 мл) и небольшого (из-под оливок, морской капусты) размера.

Большие банки (например, из-под ананасов) использовать нецелесообразно, поскольку на изготовление одной такой свечи уходит слишком много свечной массы.



Также нецелесообразно использовать банки с внутренним полимерным покрытием (белые внутри). При сгорании оно выделяет вредные вещества, что небезопасно особенно при эксплуатации свечи в замкнутом пространстве с плохой вентиляцией (блиндажи, укрытия и т.п.).

Полимерное покрытие можно предварительно выжигать, но это усложняет техпроцесс.

Свечная масса. Является рабочим элементом свечи. В парафино-стеариновой смеси парафин является топливом для свечи, стеарин – замедляет горение, обеспечивает его стабильность более высокую температуру пламени и отсутствие копоти. В зависимости от сочетания парафина и стеарина можно регулировать время горения свечи.

При изготовлении свечей для исследовательской работы использовалось сочетание 80% парафина и 20% стеарина.

Для изготовления смеси необходимо применять только пищевой парафин марки П-2. Применение технического парафина недопустимо поскольку он даёт много копоти. Отличить пищевой парафин от технического можно по характерному желтому оттенку последнего.

Стеарин (стеариновая кислота) продается как правило в виде гранулированного порошка. Подойдет пальмовый стеарин.

Картон.

Функция фитиля в любой свече – доставка топлива к пламени за счет впитывания первого (т.н. капиллярного действия).

Поэтому важным является два аспекта:

1. Материал фитиля.
2. Конструкция фитиля.

Фитиль окопной свечи изготавливается из картона. Картон не должен иметь пропитки, скотча, краски и других вещей, ухудшающих горение или делающих его токсичным. Поэтому целесообразно перед использованием проверить выбранные образцы картона на качество горения (в том числе количество копоти).

Вполне подходящим для изготовления фитилей окопных свечей является картон коробок от бумаги.

Что касается конструкции фитиля, то в первое время СВО в Интернете активно распространялась конструкция типа «спираль». При этом указывалось что картон нужно набить в банку как можно туже и залить парафином.

Проведенными экспериментами установлено, что эта конструкция не работает. Пламя от неё конечно большое, и парафина уходит мало, но такая свеча, состоящая практически полностью из фитиля, даёт очень много копоти.

Оптимальными конструкциями для фитиля окопной свечи являются «крест» и «снежинка». Свечи с таким фитилями дают достаточное пламя и практически не коптят.

Изготовление.

Для организации заливки необходимы:

1. Кухонные весы.
2. Плитка.
3. Нож для разделки парафина (лучше всего подойдет нож для колки льда).
4. Разделочная доска.
5. Тигли (емкости для плавления смеси, подойдут большие банки из-под ананасов и др. Их размер подбирается индивидуально в зависимости от размера емкости для водяной бани).
6. Емкость для установки тиглей на водяную баню (подойдет широкая кастрюля).
7. Мерная ёмкость для стеарина.
8. Строительные перчатки.
9. Клеёнка или полиэтилен.



1 этап.

Процесс приготовления свечей начинается с дробления парафина, нарезки и установки фитилей. Одновременно с этим целесообразно сразу поставить нагреваться воду в ёмкости для водяной бани.

Воды необходимо наливать немного, но в тоже время её должно быть достаточно для водяной бани. Вода не должна выкипать. Оптимально – от 1/3 до 1/2 объема емкости. Попадание воды в тигли со свечной массой недопустимо.

Дробление парафина осуществляется на небольшие кусочки. Никаких стандартов тут нет, общее правило – чем мельче раздробите, тем быстрее растопите.

2 этап.

Тигель устанавливается на весы и заполняем парафином. Для простоты расчета необходимого количества стеарина целесообразно, чтобы масса парафина в тигле ровнялась целому числу. Например – 300 грамм.

После этого взвешиваем и добавляем в тигли необходимое количество стеарина из расчета 80% процентов парафина на 20% стеарина. Например, на 300 грамм парафина нам понадобится 60 грамм стеарина.

Взвешивание производится без учета веса тары. После завершения взвешивания заполненные тигли помещаем в ёмкость с кипящей водой и ожидаем, когда свечная масса расплавится, став прозрачной.

После расплавления смеси свечной массы в ней возможно наличие небольшого количества осадка. На качество свечей это не влияет. Когда в тиглях не останется твердых кусков смеси, извлекаем их из емкости с водой (в перчатках) и заливаем расплавленную свечную массу в заготовки.

При заливке необходимо быть осторожным. Свечная масса заливается настолько чтобы до края банки оставалось приблизительно 0,5 см. свободного пространства и была не залита часть фитиля. Если фитиль залить целиком, то затвердевшую свечу будет сложно разжечь.

3 этап.

После затвердевания свечной массы в свечах, можно увидеть, что в ней присутствуют полости и углубления. Это происходит из-за попадания воздуха и впитывания части смеси в картон. Полости заливаются дополнительным слоем свечной массы. Горячая масса заполняет углубления, одновременно подтапливая верхний слой, затвердевшей ранее, и образует монолитный состав.

Когда свечи остынут, их можно использовать.

Проведение и расчет эксперимента.

Для проведения эксперимента были изготовлены 4 свечи со свечной массой, состоящей из различных видов топлива: парафина, пчелиного воска, соевого воска, соево-кокосового воска и 4 свечи с такой же свечной массой, но с добавлением 20% стеарина, для проверки его влияния на физические свойства этих видов топлив.

Свечи были отлиты в одинаковых банках из-под оливок, ёмкостью 314 мл. В целях минимизации потерь тепла, для свечей были изготовлены 4 термостата.

1. Рассчитаем время горения свечи:

$$t_{\text{горение свечи}} = \frac{m_{\text{потери}} t_{\text{горения свечи}}}{m_{\text{свечи}}}$$

Заполним таблицу

номер свечи	наполнитель	общая начальная масса	масса банки	масса наполнителя	потеря массы	общее время горение свечи	в часах
1	Пчелиный воск	266	46	220	14	447,23	7,45
2	Парафин	252	44	208	11	326,75	5,45
3	Соевый	274	44	230	24	603,75	10,06
4	Соево-кокосовый воск	301	48	253	29	549,62	9,16
5	Пчел+стеор	276	42	234	24	526,50	8,78
6	Соев+стеор	292	46	246	18	601,33	10,02
7	Пар+стеор	277	46	231	11	399,00	6,65
8	Соев-кок+стеор	310	43	267	22	596,26	9,94

2. Рассчитаем стоимость одной свечи:

номер свечи	наполнитель	масса наполнителя	общее время горение свечи (час)	Цена стеарина	Стоимость горючего ¹	МАССА	ЦЕНА СВЕЧИ (РУБ)
1	Пчелиный воск	220	7,45		10726	25000	94,39
2	Парафин	208	5,45		3192	24500	27,10
3	Соевый	230	10,06		9732	15000	149,22
4	Соево-кокосовый воск	253	9,16		8887	20000	112,42
5	Пчел+стеор	234	8,78	468	10726	25000	102,22
6	Соев+стеор	246	10,02	468	9732	15000	150,71
7	Пар+стеор	231	6,65	468	3192	24500	45,70
8	Соев-кок+стеор	267	9,94	468	8887	20000	119,90

¹ На основе анализа предложений торговых площадок Wildberries, Озон и Яндекс Маркет.

3. Рассчитаем удельную теплоемкость горючего

$$\text{КПД} = \frac{Q_{\text{нагреваемой воды}}}{Q_{\text{топлива}}} \cdot 100\%$$

где Q – количество теплоты

$$Q_{\text{нагрев}} = C m_0 \Delta t$$

где C – удельная теплоёмкость

m_0 – масса воды

Δt – изменение температуры

$$Q_{\text{топлива}} = qm$$

где q – удельная теплота горения

m – масса топлива

$$q = \frac{C m_0 \Delta t}{\text{КПД} \cdot m_{\text{топлива}}}$$

КПД

Номер свечи	Наполнитель	Общая начальная масса	Масса банки	Масса наполнителя	Масса до горения	Масса после горения	Время горения	Начальная температура	Конечная температура	q (кДЖ/г)
1	воск пчелин	266	46	220	256	242	28,46	10	95	35,66
2	парафин	252	44	208	237	226	17,28	10	95	45,39
3	воск соевый	274	44	230	262	238	63	10	86	18,60
4	воск соево-кочосовый	301	48	253	285	256	63	10	86	15,39
5	пчел+стеор	276	42	234	260	236	54	10	90	19,58
6	соев+стеор	292	46	246	278	260	44	10	95	27,74
7	пар+стеор	277	46	231	260	249	19	10	95	45,39
8	соев-кок+стеор	310	43	267	291	269	49,13	10	95	22,70

Закключение

В ходе исследовательской работы были проанализированы теоретические аспекты организации промышленного свечного производства а также особенности изготовления окопных свечей в неспециализированных условиях. Разработаны рекомендации по изготовлению окопных свечей.

Испытательные образцы окопных свечей были оценены по следующим критериям:

1. Время горения
2. Удельная теплота сгорания топлива
3. Скорость закипания воды
4. Стоимость изготовления

Поскольку в настоящее время окопные свечи в качестве источников света на фронте не применяются, а используются только как индивидуальные источники тепла, их светосила не оценивалась.

Наибольшим временем горения – 10,06 часа обладает свеча из соевого воска. При использовании свечи из соевого воска, который имеет удельную теплоту сгорания 20,8 кДж/г, для доведения воды до заданной температуры (95 градусов) затрачено наибольшее время – 63 минуты.

Добавление стеарина существенно влияет на удельную теплоту сгорания этого вида топлива, повышая её до 27,74 кДж/г и сокращает время нагрева воды до 44 минут. В данном случае стеарин выступает как катализатор, а не замедлитель горения.

Свеча из пчелиного воска способна гореть до 7,45 ч. Пчелиный воск обладает удельной теплотой сгорания 35,66 кДж/г, что позволило довести воду до заданной температуры за 28,46 мин.

Добавление стеарина существенно ухудшает характеристики пчелиного воска, снижая удельную теплоту сгорания практически в два раза. Вследствие этого время, необходимое для нагрева воды увеличилось до 54 мин. при этом заданная температура достигнута не была (90 градусов)

Худшими характеристиками среди исследованных образцов обладают свечи из соево-кокосового воска. Имея максимальную массу в снаряжённом состоянии (более 300 грамм) и время горения более 9 часов, в силу низкой удельной теплоты сгорания топлива (15,39 кДж/г и 20,39 кДж/г для свечи с добавлением стеарина) смогли нагреть воду только до 86 градусов. Вместе с тем, принимая во внимание выявленное улучшение характеристик топлива при добавлении стеарина, в ходе дальнейших экспериментов возможно нахождение комбинированного состава с приемлемыми характеристиками.

Наименьшим общим временем горения обладают свечи, изготовленные на основе парафина. Общее время горения для парафиновой свечи составляет 5,4 часа. Для парафино-стеариновой – 6,65 часа. Однако составы на основе парафина имеют лучшую по сравнению с другими образцами удельную теплоту сгорания – 45,39 кДж/г, благодаря чему на разогрев воды до установленного значения потребовалось лишь 17,2 минуты. Добавление стеарина не оказывает влияния на удельную теплоту сгорания парафина и лишь незначительно (на 1 час)

увеличивает время горения. Парафиновая свеча имеет наименьшую массу среди всех представленных образцов.

С точки зрения себестоимости производства наиболее эффективным является использование парафина. Стоимость парафиновой свечи составляет 27 руб. 10 коп. в 3-5 раз меньше свечей, изготовленных с использованием других видов топлива. При этом добавление стеарина повышает себестоимость парафиновой свечи в 1,5 раза (до 45 руб. 39 коп). Учитывая отсутствие влияния на удельную теплоту сгорания топлива и незначительное увеличение времени горения, применение парафино-стеариновой смеси нецелесообразно.

Использование парафино-стеариновой смеси при промышленном производстве свечей обусловлено тем, что свечи из чистого парафина получаются слишком мягкие, гнутся, особенно в теплых условиях, имеют синевато-белый, полупросвечивающий цвет, а при затвердевании в парафиновой свече образуются видимые белые пятна. Добавление стеарина делает парафиновые свечи крепче и белее¹. Но поскольку окопные свечи изготавливаются в твёрдом непрозрачном корпусе (консервной банке), эти недостатки для них не актуальны.

Таким образом наиболее эффективной и удобной окопной свечой для индивидуального обогрева и приготовления пищи военнослужащими является свеча на основе парафина, изготовленная с фитилями типа «крест» или «снежинка».

Вместе с тем результаты испытаний комбинированного состава на основе соевого воска свидетельствуют, что, учитывая большое время горения, из него можно изготавливать «окопные свечи» для длительного отопления блиндажей.

¹Рудаков В.Г. Производство свечей. Чита, Печатное дело, 1928, с. 76.

Литература

1. ГОСТ 983-41. Свечи парафиновые. М. 1941.
2. ОСТ 6-15-402-90. Свечи парафиновые. Общие технические условия. М. 1990.
3. ТУ 6-15-1658-90. Свечи парафиновые. Технические условия. М. 1990.
4. Парафин. — Текст : электронный // Laparet.ru : [сайт]. — URL: <https://laparet.ru/glossary/parafin/> (дата обращения: 21.11.2024).
5. Парафин, свойства, марки, получение и применение. — Текст : электронный // Вторая индустриализация России : [сайт]. — URL: <https://втораяиндустриализация.рф/parafin-s-voystva-marki-poluchenie-i-primenenie/#fizicheskie-svoystva-parafina> (дата обращения: 21.11.2024).
6. Пчелиный воск. — Текст : электронный // Большая российская энциклопедия : [сайт]. — URL: <https://bigenc.ru/c/pchelinyi-vosk-74764a> (дата обращения: 15.11.2024).
7. Все, что нужно знать о соевом воске для свечей: характеристики, свойства и преимущества. — Текст : электронный // Фонтан творчества : [сайт]. — URL: <https://fon-tan.ru/blog/poleznoe/vse-cto-nuzhno-znat-o-soevom-voske-dlya-svechey-kharakteristiki-svoystva-i-preimushchestva/?ysclid=m2unzd6amz723884562> (дата обращения: 25.11.2024).
8. Кокосовый воск для свечей: свойства и преимущества. — Текст : электронный // Фонтан творчества : [сайт]. — URL: <https://fontan.ru/blog/poleznoe/vse-cto-nuzhno-znat-o-soevom-voske-dlya-svechey-kharakteristiki-svoystva-i-preimushchestva/?ysclid=m2unzd6amz723884562> (дата обращения: 01.12.2024).
9. Стеариновая кислота. — Текст : электронный // Космохим : [сайт]. — URL: https://cosmochim.ru/__stati/stearinovaya-kislota/ (дата обращения: 29.11.2024).
10. Рудаков, В. Г. Производство свечей / В. Г. Рудаков. — Чита : Печатное дело, 1928. — 104 с. — Текст : электронный.

Рецензия
на исследовательскую работу
«Исследование эффективности конструкции окопных свечей»
учащейся МБОУ СОШ № 30 г. Пензы,
Киченко Алины Игоревна

Специальная военная операция поставила множество вызовов перед российским государством и обществом. В их числе – обеспечение наших воинов современными средствами экипировки и индивидуальными источниками тепла. На нужды бойцов откликнулись добровольцы, волонтеры, которые своими силами стали собирать гуманитарные посылки и отправлять их на фронт. К сожалению, не всегда поставляемое снаряжение соответствует условиям его применения. Особенно актуальна эта проблема для предметов, изготавливаемых кустарным способом, по материалам из Интернета, в отсутствие стандартов и нормативов.

Подобная ситуация произошла с окопными свечами. Конструкция окопной свечи со спиральным фитилём, информация о которой была широко распространена в первые месяцы СВО, оказалась неэффективной. В этой связи актуальным является исследование различных конструкций окопных свечей с целью выявления наиболее оптимальной с эксплуатационной и экономической точек зрения.

Содержание полностью соответствует заявленной теме. Работа включает в себя введение, две главы, заключение, список используемой литературы.

Во введении ученица четко определяет актуальность изучения данной темы, а также грамотно характеризует научный аппарат: цель, задачи, и сроки выполнения исследовательской работы.

В первой главе данной работы автором раскрыт исторический аспект создания свечей, а также даны характеристики различным видам топлива, применяемым для их изготовления.

Вторая глава содержит разработанную автором методику производства свечей, а также практическую часть, включающую в себя сравнение физических, эксплуатационных характеристик свечей с различным составом топлива, оценку стоимости их изготовления.

В заключении проведен анализ результатов эксперимента, в ходе которого определена наиболее эффективная конструкция окопной свечи, дано её обоснование с точки зрения теории свечного производства.

Автором проделан большой объём теоретической и опытной работы.

Исследовательская работа имеет несомненную практическую значимость, поскольку в ходе неё экспериментальным путём была найдена наиболее эффективная конструкция окопной свечи.

Выводы подтверждают практическую значимость самой исследовательской работы, работа завершена логично.

Исследовательская работа соответствует требованиям, демонстрирует глубокое понимание автором освещаемой темы.

Рецензент

Учитель МБОУ СОШ № 30 г. Пензы

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized, cursive script that appears to be the initials 'Ю.Г.'.

Тамбовцевой Ю.Г.