



Номинация
«Научные
исследования в
области
энергосберегающих
технологий»

ИССЛЕДОВАНИЕ
ЗАВИСИМОСТИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
РАБОТЫ ГОРЕЛКИ
БЫТОВОЙ ГАЗОВОЙ ПЛИТЫ ОТ
РЕЖИМА ГОРЕНИЯ

Ставропольский краевой конкурс-выставка
научно-технического творчества молодёжи 2012
«Талант XXI века»

Конкурсная работа учащихся МОУ «Средняя
общеобразовательная школа № 10
с. Солдато-Александровского Советского
района»

- Куприянов Иван Дмитриевич
- Смоляков Дмитрий Сергеевич
- Чаплыгин Сергей Александрович

Руководитель – учитель физики

- Терещенко Александр Петрович

Учащиеся 8 класса МОУ СОШ №10 – авторы исследовательского проекта



МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТ А

Цель данного школьного исследовательского проекта является выяснение зависимости коэффициента полезного действия для газовой горелки бытовой варочной плиты от расхода газа на горелку. Для каждого опыта рассчитывается КПД использования топлива как отношение теплоты нагревания воды к теплоте сгорания топлива.

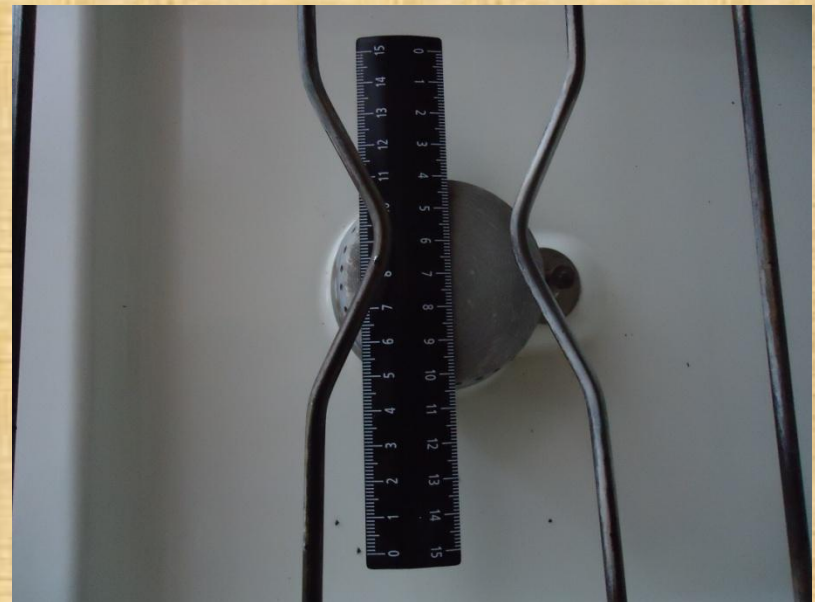


Эксперименты проводятся на бытовой плите «Брест» с тремя горелками различного диаметра. В нескольких сериях опытов нагревание воды производится на каждой горелке на различных расходах газа (контроль по газовому счётчику).

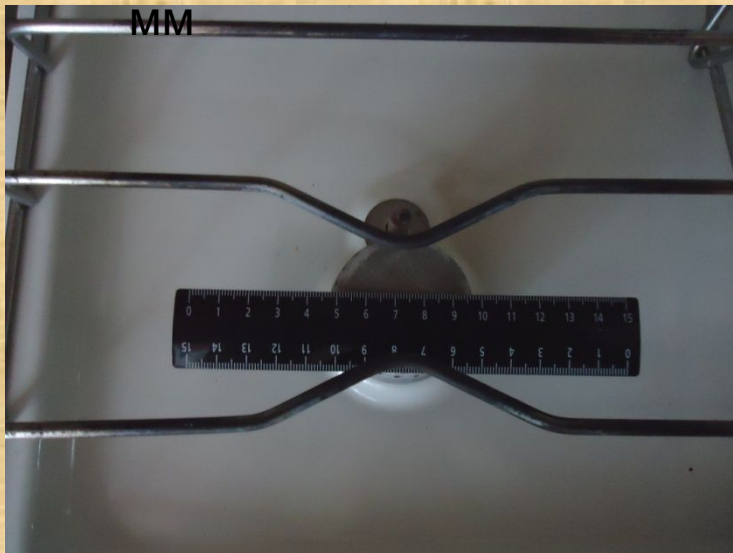
Горелка №1 – \varnothing 40
мм



Горелка №3 – \varnothing 65 мм



Горелка №2 – \varnothing 50
мм



А – «малое» пламя: минимально возможное устойчивое, не допуская обрыва (5 – 7 мм высотой)



Б – «среднее» пламя: высота
пламени
 $\approx 10 - 15$ мм



В – «высокое» пламя: максимально возможная на данной горелке высота огня (30 – 40 мм)





Кроме того, опыты повторяются в аналогичных условиях с посудой с другим диаметром дна (из того же материала). Обработка результатов опытов с построением графиков нагревания воды и расхода топлива производится с помощью электронных таблиц.

Расчёт теплоты сгорания газа

$$Q_{\text{сгорания}} = qm \text{ (Дж)}$$

где

$q = 45 \text{ МДж/кг}$ – средняя удельная теплота сгорания - физическая величина, показывающая, какое количество теплоты выделяется при полном сгорании 1 кг данного топлива;

m – масса топлива (кг)

Расчёт массы газа

Масса топлива в нашем исследовании рассчитывается по формуле

$$m = \rho V \quad (\text{кг})$$

где

$\rho = 0,8 \text{ кг/м}^3$ – средняя плотность природного газа;

V – объём сгоревшего топлива по газовому счётчику (м^3).

Расчёт теплоты сгорания газа

Таким образом, теплота сгорания в исследовательской работе вычисляется, исходя из расхода топливного газа по показаниям газового счётчика V по формуле:

$$Q_{\text{сгорания}} = q\rho V \text{ (Дж)}$$

Расчёт количества теплоты нагревания

$$Q_{\text{нагревания}} = cm (T_{\text{конечная}} - T_{\text{начальная}}) = cm\Delta T$$

Количество теплоты, необходимое для нагревания тела и выделяемое им при охлаждении равно произведению удельной теплоемкости, массы и разности конечной и начальной температур

Для воды $c = 4200 \text{ Дж/кг}^\circ\text{С}$, масса воды в опытах 1 кг , $\Delta T = 10^\circ\text{С}$

Методика расчёта результатов эксперимента

Эффективность работы горелки характеризует коэффициент полезного действия (КПД) η , который выражается, как правило, в процентах:

$$\eta = \frac{Q_{\text{нагревания}}}{Q_{\text{сгорания}}} \cdot 100\% = \frac{cm_{\text{воды}}\Delta T}{qm_{\text{газа}}} \cdot 100\% = \frac{cm_{\text{воды}}\Delta T}{q\rho V} \cdot 100\%$$

После подстановки неизменяющихся величин:

$c = 4200$ Дж/(кг·К) – удельная теплоёмкость воды;

$m_{\text{воды}} = 1$ кг – масса нагреваемой во всех опытах воды;

$\Delta T = 10^{\circ}\text{C}$ – на сколько градусов нагревается вода;

$q = 45 \cdot 10^6$ Дж/кг – удельная теплота сгорания природного газа;

$\rho = 0,8$ кг/м³ – плотность природного газа

После подстановки постоянных величин формула преобразуется так, что в ней лишь одна переменная V (0,1 литра) – объём газа по счётчику (множитель 10^{-4} – коэффициент перевода показаний газового счётчика в м³):

$$\eta = \frac{4200 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 100\%}{45 \cdot 10^6 \cdot 0,8 \cdot V \cdot 10^{-4}} = \frac{11,67 \cdot 100\%}{V}$$

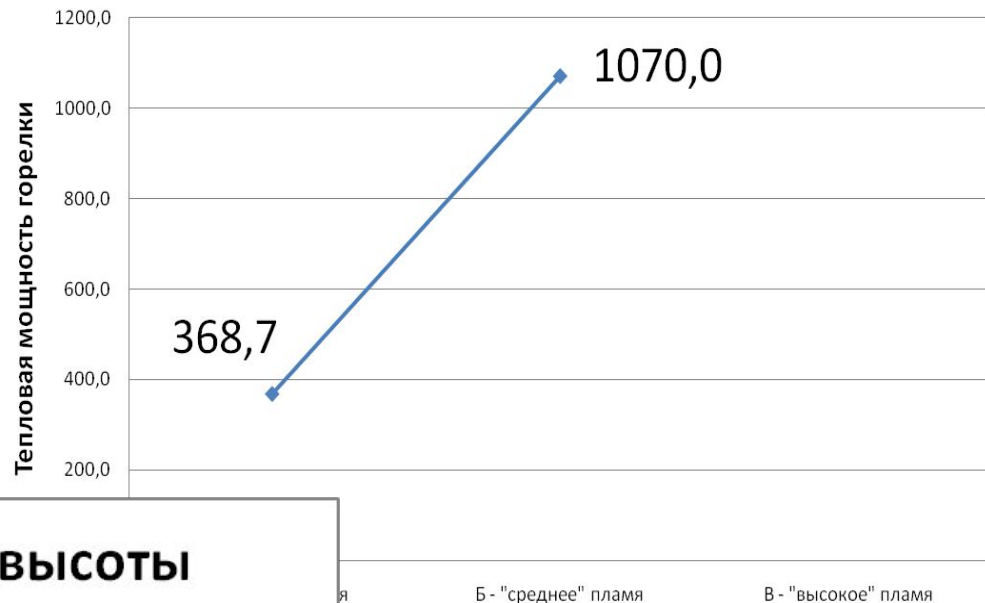
Методика расчёта результатов эксперимента

Для оценки тепловой нагрузки горелки на всех этапах вычисляется мощность пламени N (Вт) по формуле, которая после подстановки справочных значений $q = 45 \cdot 10^8$ Дж/кг и $\rho = 0,8$ кг/м³ включает в себя переменные V (в единицах показаний счётчика 0,1 литра) – объём газа по счётчику (множитель 10^{-4} – коэффициент перевода показаний газового счётчика в м³) и t (секунды) – время нагревания по секундомеру:

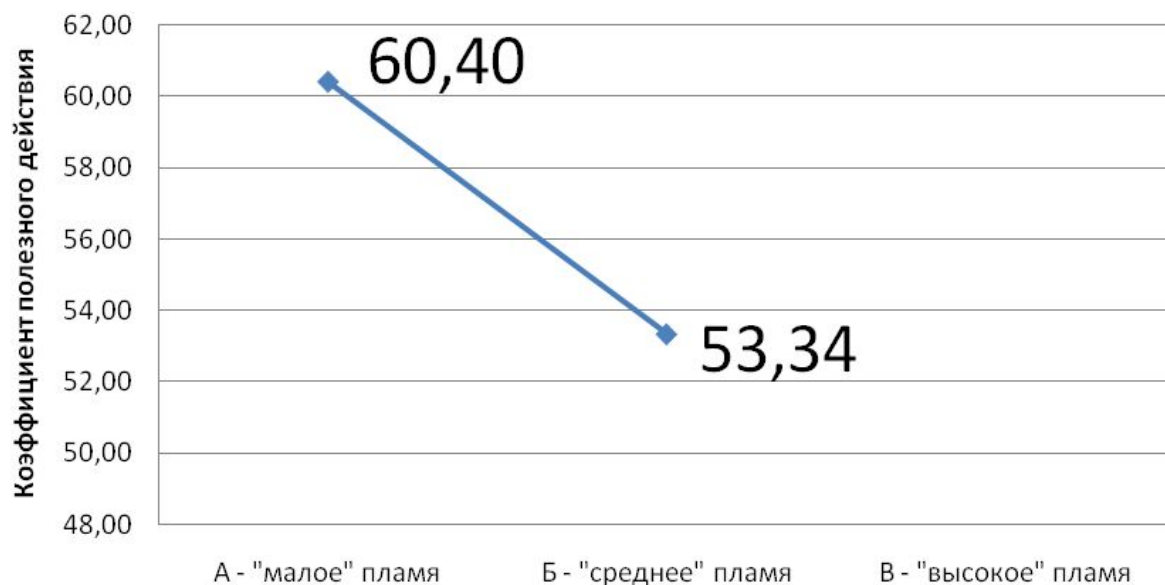
$$N = \frac{Q_{\text{сгорания}}}{t} = \frac{q m_{\text{газа}}}{t} = \frac{q \rho V}{t} = \frac{45 \cdot 10^6 \cdot 0,8 \cdot V \cdot 10^{-4}}{t} = 3600 \cdot \frac{V}{t} \text{ (Вт)}$$

Результаты исследования

Зависимость тепловой мощности горелки от высоты пламени для горелки №1 и сосуда I

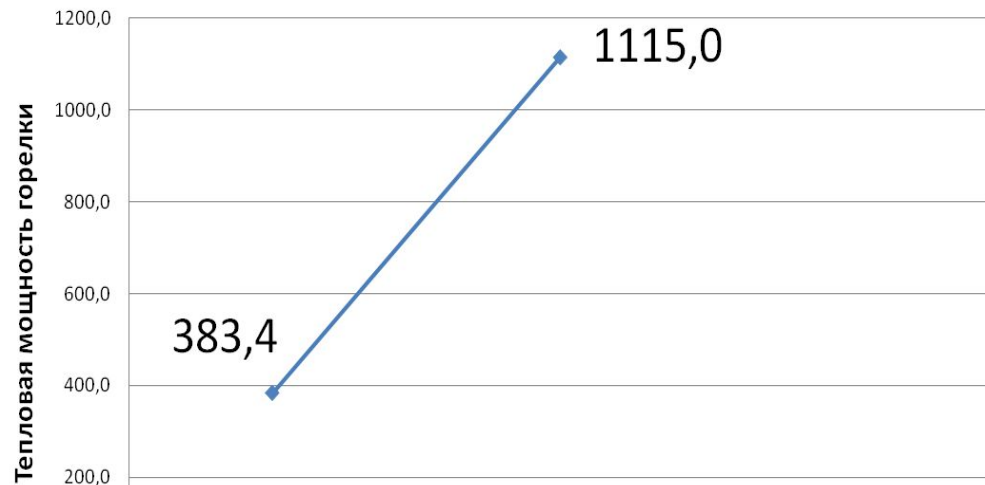


Зависимость КПД горелки от высоты пламени для горелки №1 и сосуда I

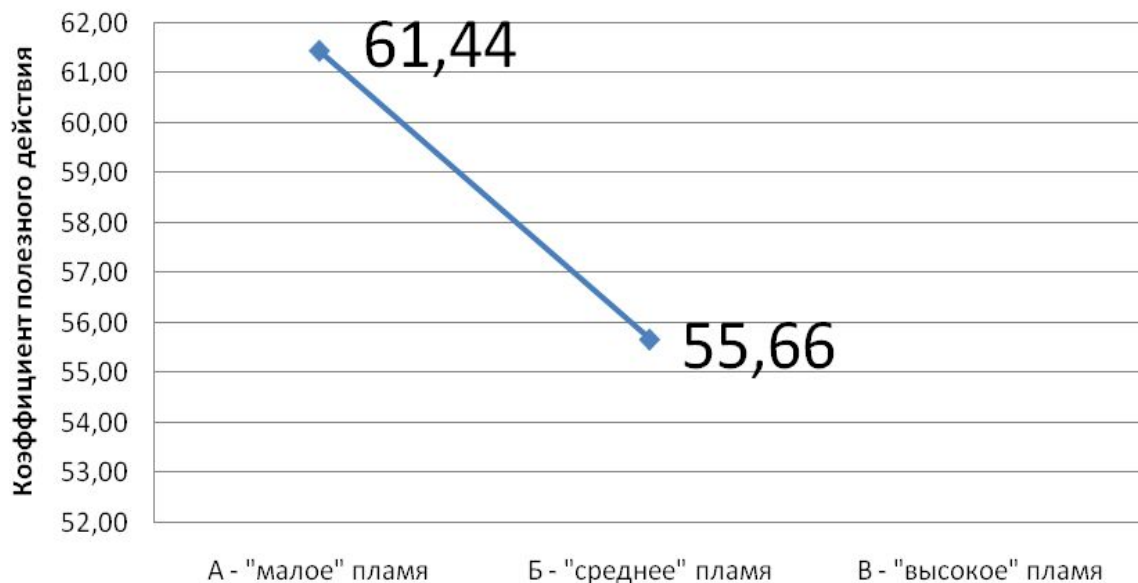


Результаты исследования

Зависимость тепловой мощности горелки от
высоты пламени для горелки №1 и сосуда II

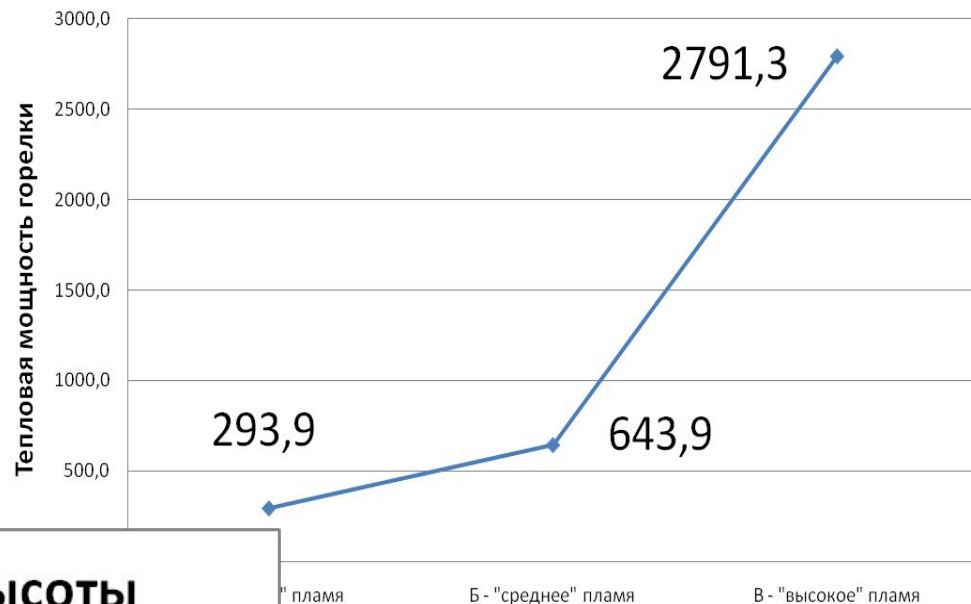


Зависимость КПД горелки от высоты
пламени для горелки №1 и сосуда II

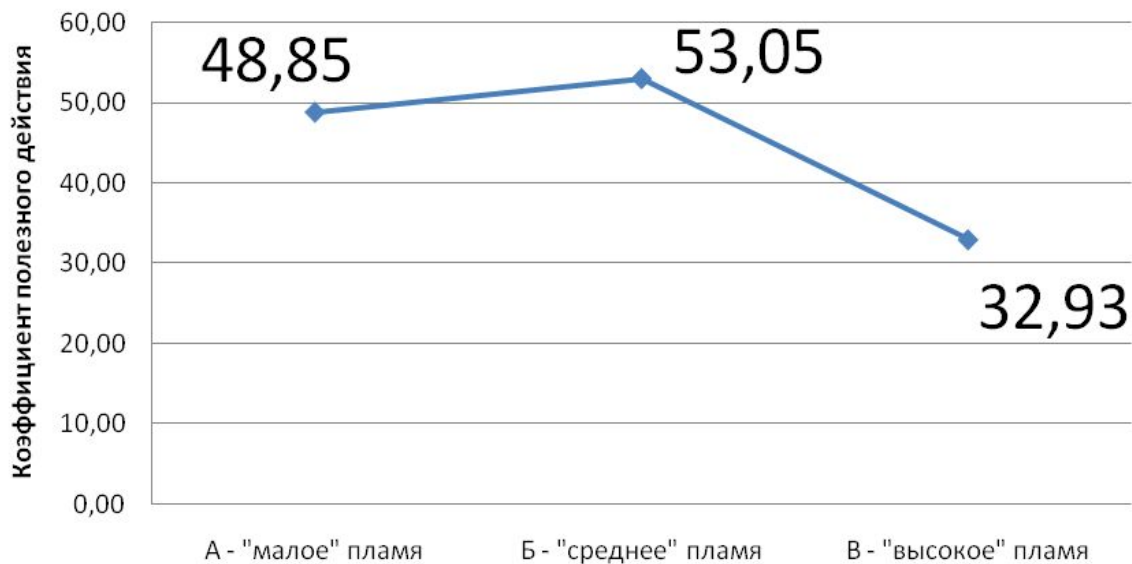


Результаты исследования

Зависимость тепловой мощности горелки от
высоты пламени для горелки №2 и сосуда I

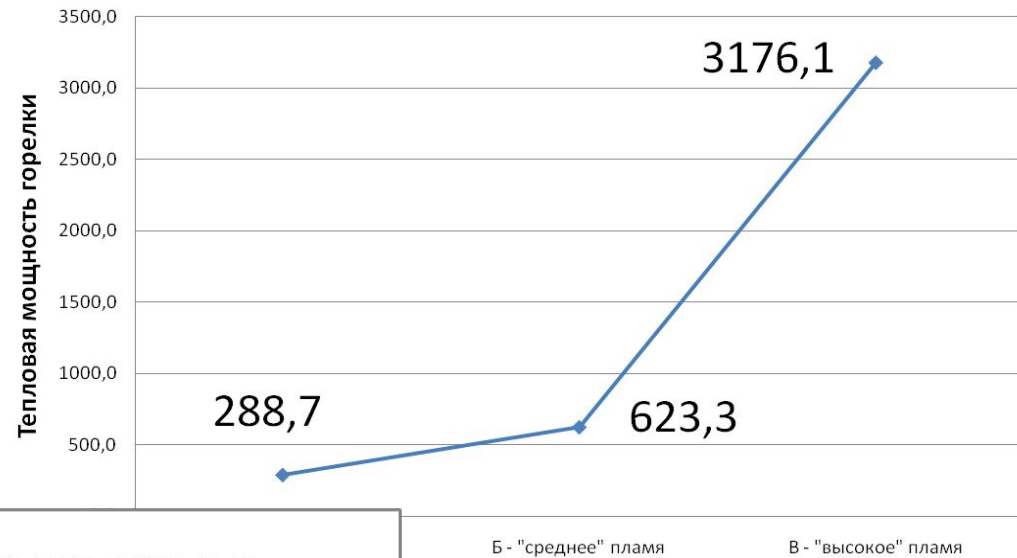


Зависимость КПД горелки от высоты
пламени для горелки №2 и сосуда I

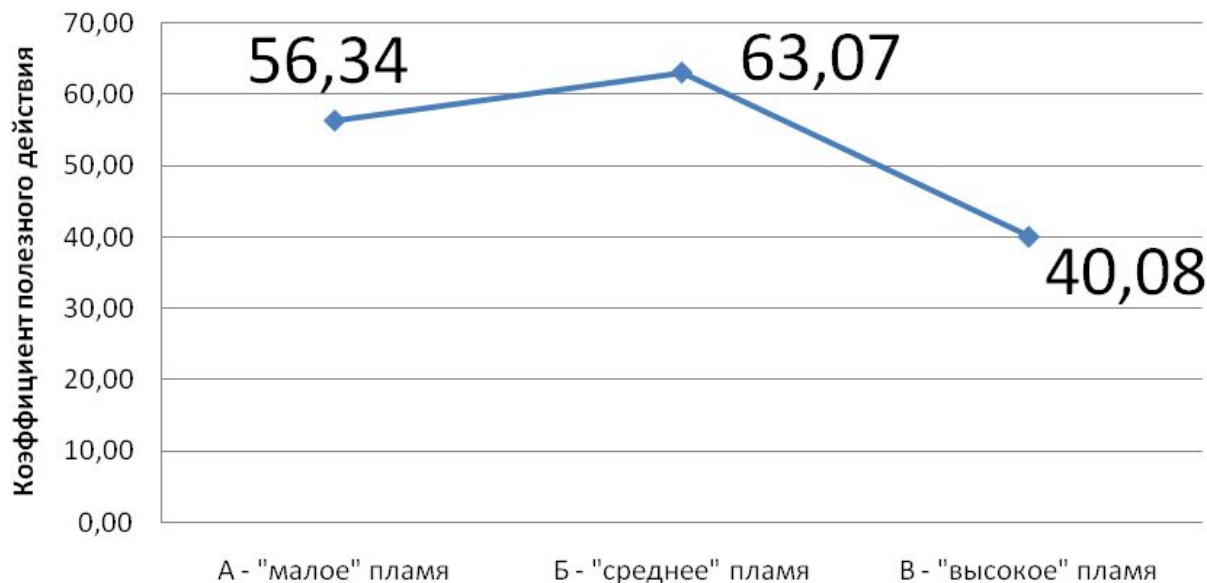


Результаты исследования

Зависимость тепловой мощности горелки от
высоты пламени для горелки №2 и сосуда II

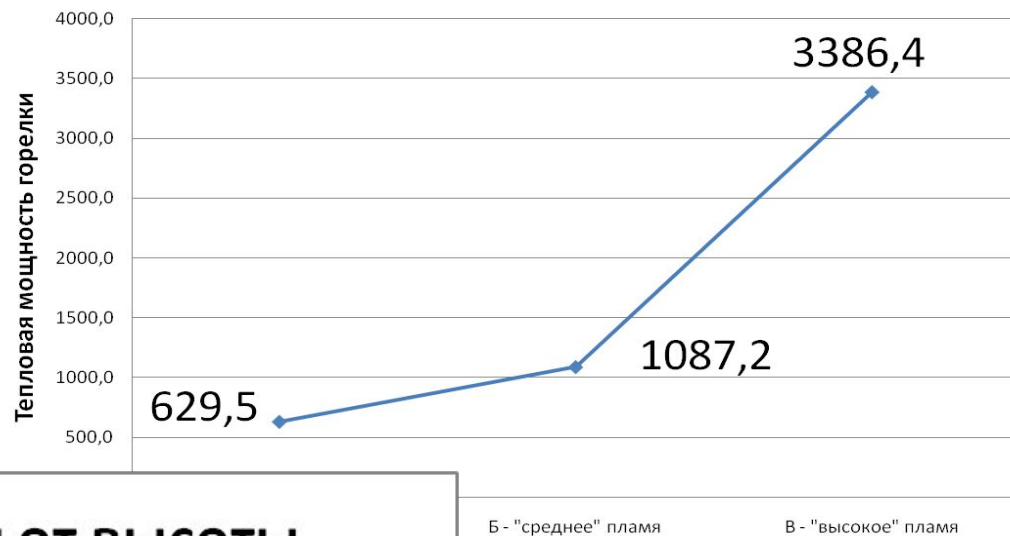


Зависимость КПД горелки от высоты
пламени для горелки №2 и сосуда II

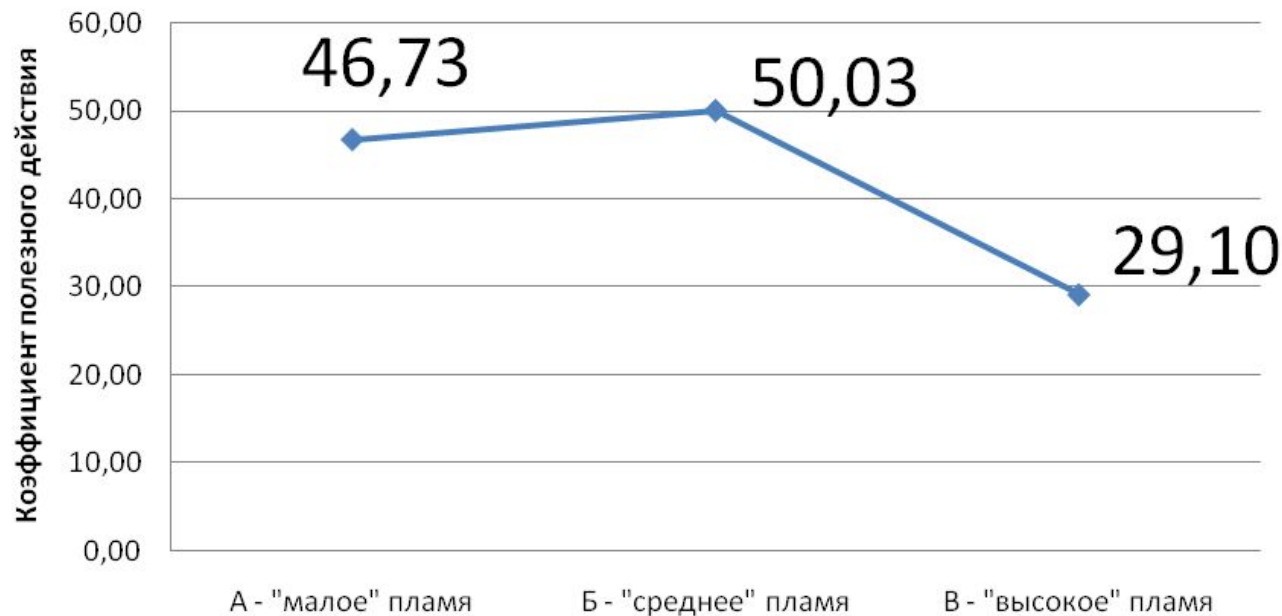


Результаты исследования

Зависимость тепловой мощности горелки от
высоты пламени для горелки №3 и сосуда I

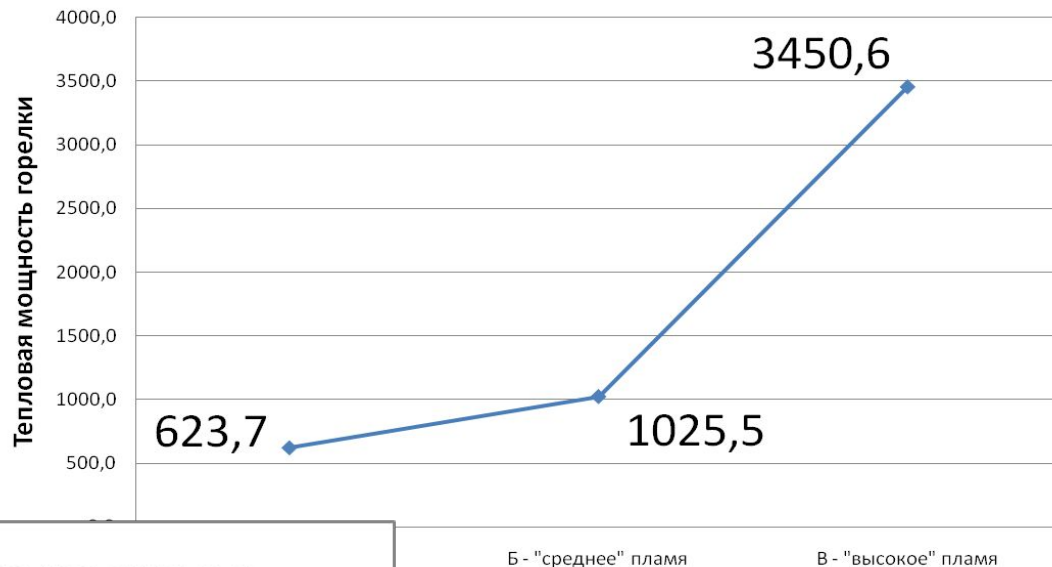


Зависимость КПД горелки от высоты
пламени для горелки №3 и сосуда I



Результаты исследования

Зависимость тепловой мощности горелки от высоты пламени для горелки №3 и сосуда II



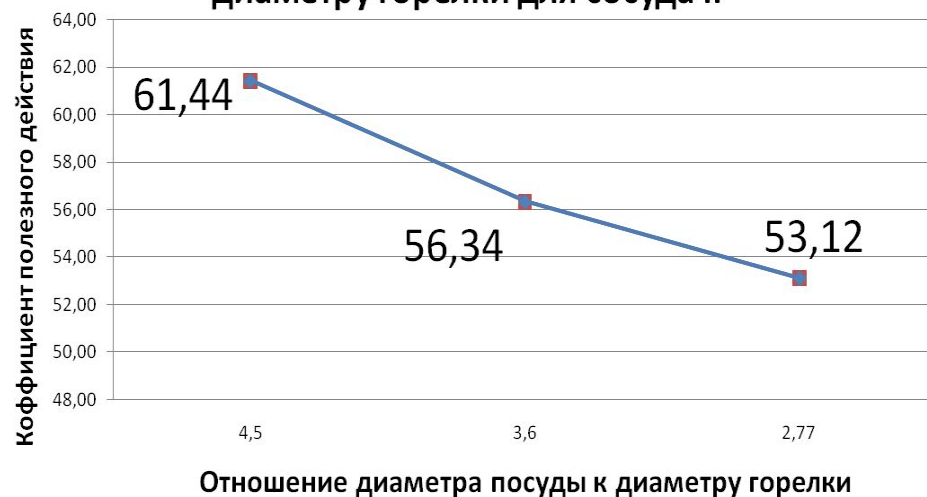
Зависимость КПД горелки от высоты пламени для горелки №3 и сосуда II



**Зависимость КПД горелки при малом
пламени от соотношения диаметра посуды к
диаметру горелки для сосуда I**



**Зависимость КПД горелки при малом
пламени от соотношения диаметра посуды к
диаметру горелки для сосуда II**



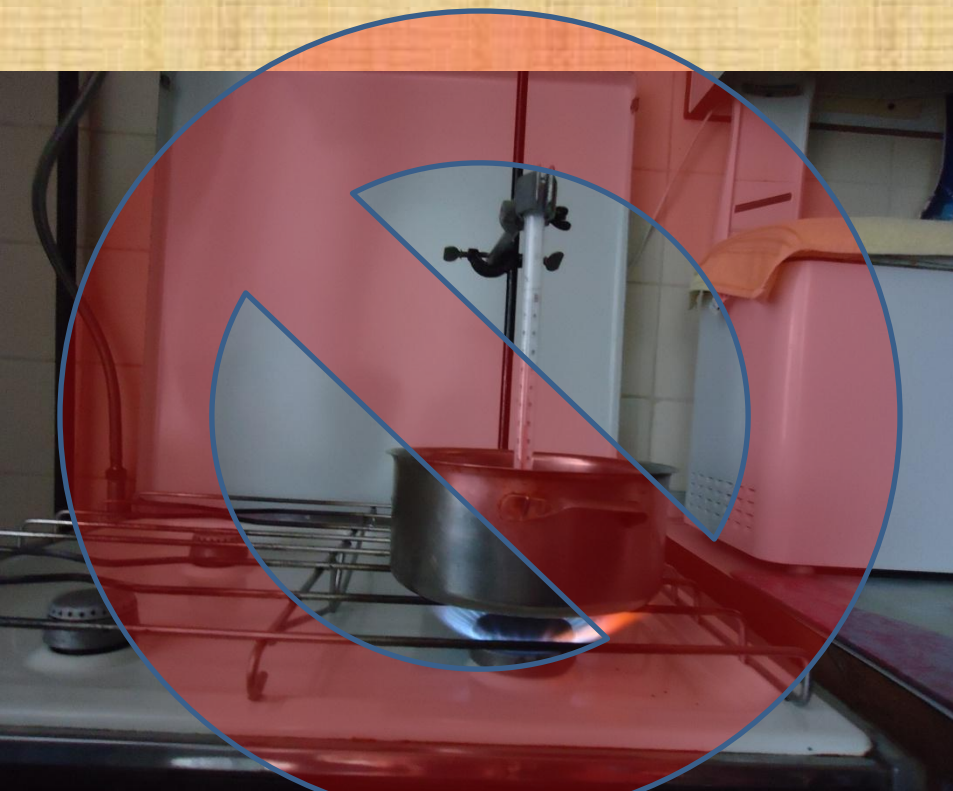
**Зависимость КПД горелки при среднем
пламени от соотношения диаметра посуды к
диаметру горелки для сосуда I**



**Зависимость КПД горелки при среднем
пламени от соотношения диаметра посуды к
диаметру горелки для сосуда II**

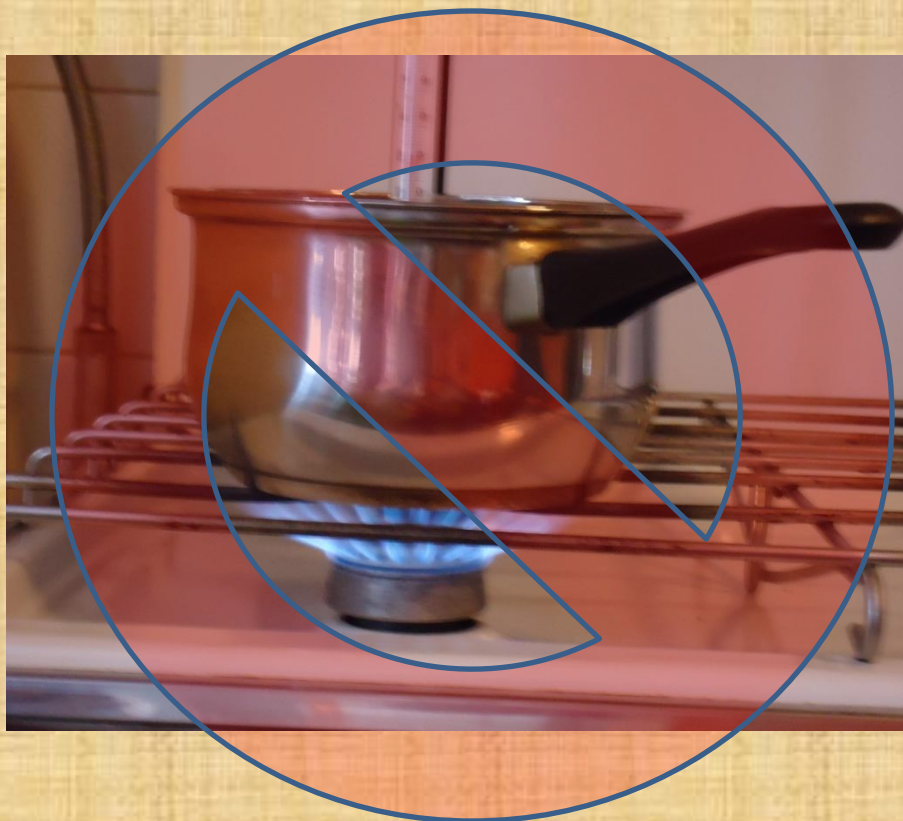


На малом и
среднем огне
КПД горения от
48,85% до 63,07%



На высоком
огне КПД
горения от
32,93% до 29,1%

Для посуды диаметром 180 мм
максимальный КПД 63,07% получен
при среднем пламени на горелке
диаметром 50 мм (соотношение 3,6)
и 61,44% на горелке \varnothing 40мм
(соотношение 4,5)



Для посуды диаметром 130 мм
минимальный КПД
48,85% на горелке \varnothing 50 мм
(соотношение 2,6) и 46,73% на
горелке \varnothing 65 мм (соотношение 2).