

ОТДЕЛ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДИЩЕНСКОГО РАЙОНА  
МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА №1  
С.СРЕДНЯЯ ЕЛЮЗАНЬ

Научно – практическая  
конференция  
«Старт в науку»

# Какой камень лучше?

Работу выполнил учащийся  
11А класса Бухминов Юныс  
МОУСОШ №1 с.Средняя Елюзань  
Научный руководитель - учитель  
физики Куряев Аббяс Ибрагимович –  
заслуженный учитель РСФСР

2011г

**Цель работы:** научиться исследовать тепловые свойства камней.

**Задачи:** Экспериментальным путем измерить удельные теплоемкости разных сортов камней для парного отделения бани

# Теоретическая часть

Все окружающие нас тела обладают энергией. Кроме механической энергии, существует еще один вид энергии.

Это внутренняя энергия.

Энергия, которую получает или теряет тело при теплопередаче, называется количеством теплоты.

Внутренняя энергия зависит от температуры тела, агрегатного состояния вещества и других факторов. Она не является какой-то постоянной величиной. У одного и того же тела она может изменяться.

Количество теплоты, которое необходимо для нагревания тела (или выделяемое при остывании), зависит от массы этого тела, от изменения температуры и рода вещества.

Количество теплоты обозначают буквой  $Q$ , измеряют в джоулях (Дж). Количество теплоты, которое необходимо передать телу массой 1 кг для того, чтобы его температура изменилась на  $1^\circ\text{C}$ , называется удельной теплоемкостью вещества. Удельная теплоемкость обозначается буквой  $c$  и измеряется в Дж/кг $\times$ град.

Чтобы рассчитать количество теплоты, необходимое для нагревания тела или выделяемое им при охлаждении, следует удельную теплоемкость умножить на массу тела и на разность между конечной и начальной температурами

$$Q = c \times m \times (t_2 - t_1)$$

Опыты показывают, что если между телами происходит теплообмен, то внутренняя энергия всех нагреваемых тел увеличивается на столько, на сколько уменьшается внутренняя энергия остывающих тел.

$$Q_1 = Q_2$$

В парном отделении бани получают пар при соприкосновении воды с раскаленными камнями. Вода, испаряющаяся на поверхности камней, расположенных ниже, поднимается через горячие камни нагревается до температуры, выше  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Этот пар называют «сухим» паром. Для получения «сухого» пара камни нужно нагреть до довольно высокой температуры. «Паропроизводительность» бани, надо полагать, зависит от множества факторов: от рода (сорта) камней, размеров камней, плотности, теплоемкости и т.д.

Я поставил цель измерить удельную теплоемкость разных сортов камней калориметрическими опытами.

# Исследовательская часть

В нашем селе бани имеют практически каждая семья, они отличаются по конструкции, каждый хозяин старается улучшить экономичность и удобство своего сооружения.

Как построить баню с оптимально хорошими показателями — однозначно ответить не может никто.

Я попытался ответить на один вопрос: какой камень способен дать, при прочих равных условиях, больше пара или как подобрать камень с лучшей «паропроизводительностью» при одинаковом расходе топлива.

Для этого я взял шесть образцов камней и опытным путем вычислил их удельные теплоемкости при охлаждении от  $100^{\circ}\text{C}$ .

# Образцы камней



№1

№2

№3

№4

№5

№6

№1 Пережженный кирпич – Камешкирский «свар»

№2 Опока камешкирская

№3 Песчаник чаадаевский

№4 Песчаник рязанский

№5 Окатыш черноморский

№6 Опока Набережно - Челнынская

# Данные, полученные в ходе эксперимента, указаны в таблице

№ образца	$m_k, \text{г}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$m_b, \text{г}$	$C_k, \text{кДж}/^\circ\text{C}$
1	$121 \pm 1$	$10,5 \pm 0,5$	$100 \pm 0,5$	$22 \pm 0,5$	$120 \pm 1$	$(6,1 \pm 0,7) \times 10^2$
2	$106 \pm 1$	$12 \pm 0,5$	$100 \pm 0,5$	$29 \pm 0,5$	$120 \pm 1$	$(120 \pm 2,5) \times 10^2$
3	$168 \pm 1$	$10 \pm 0,5$	$100 \pm 0,5$	$26,5 \pm 0,5$	$120 \pm 1$	$(6,7 \pm 0,6) \times 10^2$
4	$81 \pm 1$	$10 \pm 0,5$	$100 \pm 0,5$	$20 \pm 0,5$	$120 \pm 1$	$(7,7 \pm 1,0) \times 10^2$
5	$98 \pm 1$	$13 \pm 0,5$	$100 \pm 0,5$	$23,5 \pm 0,5$	$120 \pm 1$	$(7,2 \pm 0,9) \times 10^2$
6	$103 \pm 1$	$9 \pm 0,5$	$100 \pm 0,5$	$20 \pm 0,5$	$120 \pm 1$	$(6,7 \pm 0,8) \times 10^2$



## Обозначения величин в таблице:

- $m_k$ , г – масса камня  
 $t_1$ , °С – температура холодной воды  
 $t_2$ , °С – температура кипятка, (камня)  
 $t$ , °С – температура воды и камня после установления теплового равновесия  
 $m_v$ , г – масса воды в калориметре  
 $C_k$  – удельная теплоемкость камня

Из уравнения теплового баланса получена рабочая формула для вычисления удельной теплоемкости образца.

$$\tilde{N}_e = \frac{c_a \times m_a \times (t - t_1)}{m_e \times (t_2 - t)}$$

$C_v$  - удельная теплоемкость воды.

$$\tilde{N}_a = 4190 \frac{\text{Äæ}}{\hat{e}\tilde{a} \times \text{°}\tilde{N}}$$

## **Абсолютные погрешности**

$$\Delta m = 1\text{г}$$

$$\Delta t = 0,5^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta(t-t_1) = 1^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta(t_2-t) = 1^{\circ}\text{C}$$

## **Вычисление погрешностей**

$$1. A_c = A_{mk} + A_{mb} + \Delta t - t_1 + \Delta t_2 - t = 1/121 + 1/120 + 1/11,5 + 1/78 = 0,008 + 0,008 + 0,086 + 0,012 = 0,12$$

$$\Delta C = C \times A_c = 613 \times 0,13 = 73,56 \approx 7 \times 10$$

$$C_k = 613 \pm 70$$

$$2. A_c = 1/106 + 1/120 + 1/17 + 1/71 = 0,009 + 0,008 + 0,058 + 0,014 = 0,215 \approx 0,21$$

$$\Delta C = 613 \times 0,12 = 252 \approx 2,5 \times 10^2$$

$$C_k = 1204 \pm 252$$

$$3. A_c = 1/168 + 1/120 + 1/16,5 + 1/73,5 = 0,006 + 0,008 + 0,061 + 0,014 = 0,09$$

$$\Delta C = 672 \times 0,09 = 60,48 \approx 6 \times 10$$

$$C_k = 672 \pm 60$$

$$4. A_c = 1/81 + 1/120 + 1/10 + 1/80 = 0,012 + 0,008 + 0,100 + 0,012 = 0,132 \approx 0,13$$

$$\Delta C = 0,13 \times 776 = 102 = 10^2$$

$$C_k = 776 \pm 102$$

$$5. A_c = 1/98 + 1/120 + 1/10,5 + 1/76,5 = 0,010 + 0,008 + 0,096 + 0,013 = 0,125 \approx 0,13$$

$$\Delta C = 719 \times 0,13 = 93,47 \approx 93 = 9,3 \times 10$$

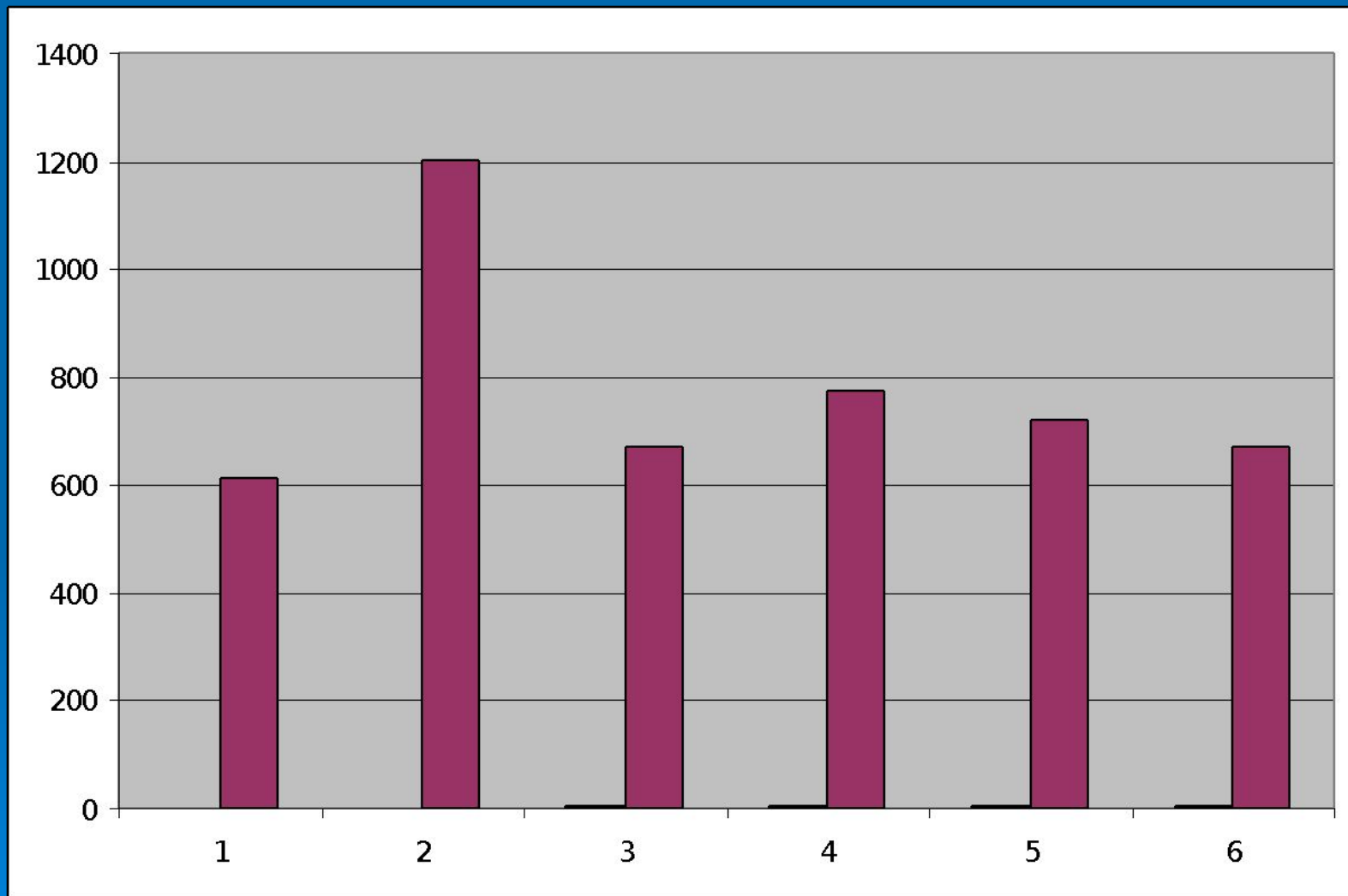
$$C_k = 719 \pm 93$$

$$6. A_c = 1/103 + 1/120 + 1/11 + 1/80 = 0,010 + 0,008 + 0,090 + 0,013 = 0,12$$

$$\Delta C = 0,12 \times 671 = 81$$

$$C_k = 671 \pm 81$$

C<sub>к</sub>



№ образца

В действительности в парном отделении камни нагреваются до более высоких температур. Но в кабинете физики нет термометра с пределом измерения больше  $100^{\circ}\text{C}$

Поэтому для дальнейших опытов в этом году решили использовать духовку бытовой газовой плиты «Дружковка», где имеется термометр с пределом измерения до  $300^{\circ}\text{C}$ . Недостатком является большая цена деления шкалы термометра ( $20^{\circ}\text{C}$ ), но нас больше интересуют удельные теплоемкости образцов камней в сравнительном плане, поэтому решили продолжить эксперимент с этой техникой.

Данные, полученные в ходе эксперимента, указаны в таблице.

№ образца	$m_k$ , кг	$t_1$ , °C	$t_2$ , °C	$t$ , °C	$m_b$ , кг	$C_k$ , кг/Дж×°C
1	0,121	11	300	40	0,15	579
2	0,106	12,5	300	48	0,15	835
3	0,168	12,5	300	49	0,15	544
4	0,081	15	300	36,5	0,15	633
5	0,096	15	300	39	0,15	602
6	0,103	8,5	300	36	0,15	610

Для проверки состоятельности показаний термометра газовой плиты поставили эксперимент с телами для калориметров из школьного набора кабинета физики. Взяли цилиндрики из латуни и стали и нагрели их в духовке до температуры  $t_2 = 300^\circ\text{C}$ .

Табличные данные удельных теплоемкостей латуни и стали известны, по известным массам цилиндриков, воды в калориметре и температуры воды  $t_1, ^\circ\text{C}$  и  $t, ^\circ\text{C}$  можно вычислить температуру  $t_2$ .

$$m_{\text{ст}} = 156\text{г}$$

$$m_{\text{лат}} = 162\text{г}$$

$$t_1 = 15^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{в}} = 120\text{г}$$

$$C_{\text{лат}} = 410\text{Дж/кг}\times\text{град}$$

$$C_{\text{ст}} = 500\text{Дж/кг}\times\text{град}$$

$$t_{\text{ст}} = 52^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{лат}} = 47^\circ\text{C}$$

$$C_{\text{в}} = 4200\text{Дж/кг}\times\text{град}$$

Вычислили для стали:

$$t_2 = C_{\text{в}}\times m_{\text{в}}\times (t - t_1)/C_{\text{ст}}\times m_{\text{ст}} + t = 4200\times 120\times (52 - 15)/500\times 156 + 52 = 291^\circ\text{C}$$

и для латуни:

$$t_2 = C_{\text{в}}\times m_{\text{в}}\times (t - t_1)/C_{\text{лат}}\times m_{\text{лат}} + t = 4200\times 120\times (47 - 15)/410\times 162 + 47 = 289^\circ\text{C}.$$

Получили температуры близкие к показанию термометра духовки, поэтому по результатам проведенных опытов можем утверждать, что лучшей «паропроизводительностью» обладает камень образца №2 – Камешкирского каменного карьера и №4 – Рязанского карьера.

# Заключение

Мне удалось оценить удельные теплоемкости камней, получили что «паропроизводительность» камня Камешкирского и Рязанского карьеров намного выше. Действительно, бани, имеющие такие камни в парном отделении, считаются у населения хорошими. Но есть недостаток: на первых порах при топке эти камни лопаются и осколки иногда летят со значительной скоростью, могут разбить оконное стекло.

Подбор камней позволяет построить экономически выгодную в энергетическом плане баню. Это очень актуально. У населения имеется некоторый житейский опыт в этом вопросе. Мне очень понравилась работа по постановке эксперимента. Я теперь примерно могу объяснить, почему бывают бани с разными характеристиками по тепловым качествам.

Я получил хорошие навыки работы с оборудованием, что мне понадобится в дальнейшей учебе.