

**ТЕХНИКА ИЛИМДЕРИ**  
**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**  
**TECHNICAL SCIENCES**

**Сулайманов Р.У., Асанов Р.Э., Абдалиев У.К.**  
**ВЕРТИКАЛДЫК ТИПТЕГИ УНИВЕРСАЛДЫК**  
**КАЗАНДЫ ИШТЕП ЧЫГУУ**

**Сулайманов Р.У., Асанов Р.Э., Абдалиев У.К.**  
**СОЗДАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО КОТЛА**  
**ВЕРТИКАЛЬНОГО ТИПА**

**R.U. Sulaimanov, R.E. Asanov, U.K. Abdaliev**  
**CREATION OF THE UNIVERSAL COPPER**  
**OF VERTICAL TYPE**

УДК: 62.69

Бул макалада вертикалдык типтеги универсалдык казандын (ВТУК) иштелип чыгуусу берилип, андагы комплекстүү изилдөөлөр: 1) суунун температурасынын жогорулоосунун сууну ысытуу убактысынан көз карандылыгы; 2) алынган буунун массасынын аны өндүрүү убактысынан көз карандылыгы, тактап айтканда ВТУКдын буу өндүрүмдүүлүгү каралган. Ошондой эле сууну ВТУК жана РИ-5М ысытууга сарпталган убакыттар эксперименталдык график түрүндө салыштырылып, өзгөчөлүктөрү берилди. РИ-5М эксперименталдык графиги анын техникалык мүнөздөмөсүнөн алынды. Эксперименттин экинчи бөлүгүндө кайноодон кийинки бир саат аралыгында болгон буу өндүрүмдүүлүк процесстери изилденип салыштырылды. Буу өндүрүмдүүлүк процесстери 100°C-130°C температурада жана 0,4кгс/см<sup>2</sup>-2кгс/см<sup>2</sup> басым аралыгында каралып, изилдөөлөрдүн жыйынтыгында: 1) көлөмдөрү бирдей 172 литр болгон суу ВТУКда 4,6 эсе батыраак кайнаары; 2) ВТУКнын буу өндүрүмдүүлүгү РИ-5М ге караганда эки эсе жогору болоору аныкталды.

**Негизги сөздөр:** универсалдуу, казан, буу өндүрүмдүүлүк, катуу отун, техникалык мүнөздөмө, вертикалдык, буу, кайноо.

В этой работе разработан универсальный котел вертикального типа (УКВТ) и комплексно исследуются зависимости: 1) роста температуры воды от времени ее нагревания; 2) массы полученного пара от времени, т.е. паропроизводительность УКВТ. Также экспериментально в виде графиков сравниваются время затраченное на нагревание воды от 15°C до 100°C на универсальный котел вертикального типа (УКВТ) и РИ-5М. Экспериментальный график РИ-5М получается из его технических характеристик. Во второй части экспери-

мента исследуются и сравниваются процесс после кипения – парообразования за 1 час. На УКВТ используется 400 литров воды, а на паровом котле РИ-5М график парообразования составляется исходя из его технических характеристик. Парообразование рассматривается в пределах температур 100°C-130°C и давления 0,4 кгс/см<sup>2</sup>-2 кгс/см<sup>2</sup>. Исследованием установлено, что: 1) при одинаковом объеме воды равной 172 литров вода на УКВТ закипает в 4,6 раза быстрее: на УКВТ за 7,5 мин, на РИ-5М за 30 мин; 2) Паропроизводительность УКВТ превышает РИ-5М в два раза: у УКВТ - 400кг/час, у РИ-5М-200 кг/час.

**Ключевые слова:** универсальный, котел, паропроизводительность, твердое топливо, технические характеристики, вертикальный, пар, кипение.

In this work dependences are in a complex investigated: 1) growth of water temperature from time of its heating on the Universal Copper of Vertical Type (УКВТ); 2) the mass of the received steam from time, that is the steam generating capacity of УКВТ. Also experimentally in the form of schedules are compared time spent for heating of water from 15°C to 100°C on УКВТ and РИ-5М. The experimental schedule of РИ-5М turns out from its technical characteristics. In the second part of an experiment it is investigated and are compared process after boiling – steam formation in 1 hour. On УКВТ 400 liters of water are used, and on the РИ-5М boiler the schedule of steam formation is formed proceeding from its technical characteristics. Steam formation is considered within temperatures of 100 °C-130 of °C and 0,4kg/cm<sup>2</sup>-2kg/cm<sup>2</sup> pressure. By a research it is established that: 1) at the identical volume of water of equal 172 liters water on УКВТ begins to boil 4,6 times quicker: on УКВТ in 7,5 min., on РИ-5М in 30 min.; 2) The steam generating capacity of УКВТ exceeds РИ-5М twice: at UKVT-400kg/hour, at РИ-5М-200kg/hour.

**Key words:** *universal, copper, steam generating capacity, solid fuel, technical characteristics, vertical, steam, boiling.*

**Введение.** В связи с ростом потребления тепловой энергии в мире для различных бытовых нужд человека возникает необходимость, сделать современные паровые и тепловые котлы более энерго эффективными повышая их КПД. Большинство современных тепловых, паровых а также универсальных котельных агрегатов имеют КПД в пределах 85-90%. Это в первую очередь позволяет минимизировать тепло потери а также экономить различные виды топлив (твердых, жидких и газообразных).

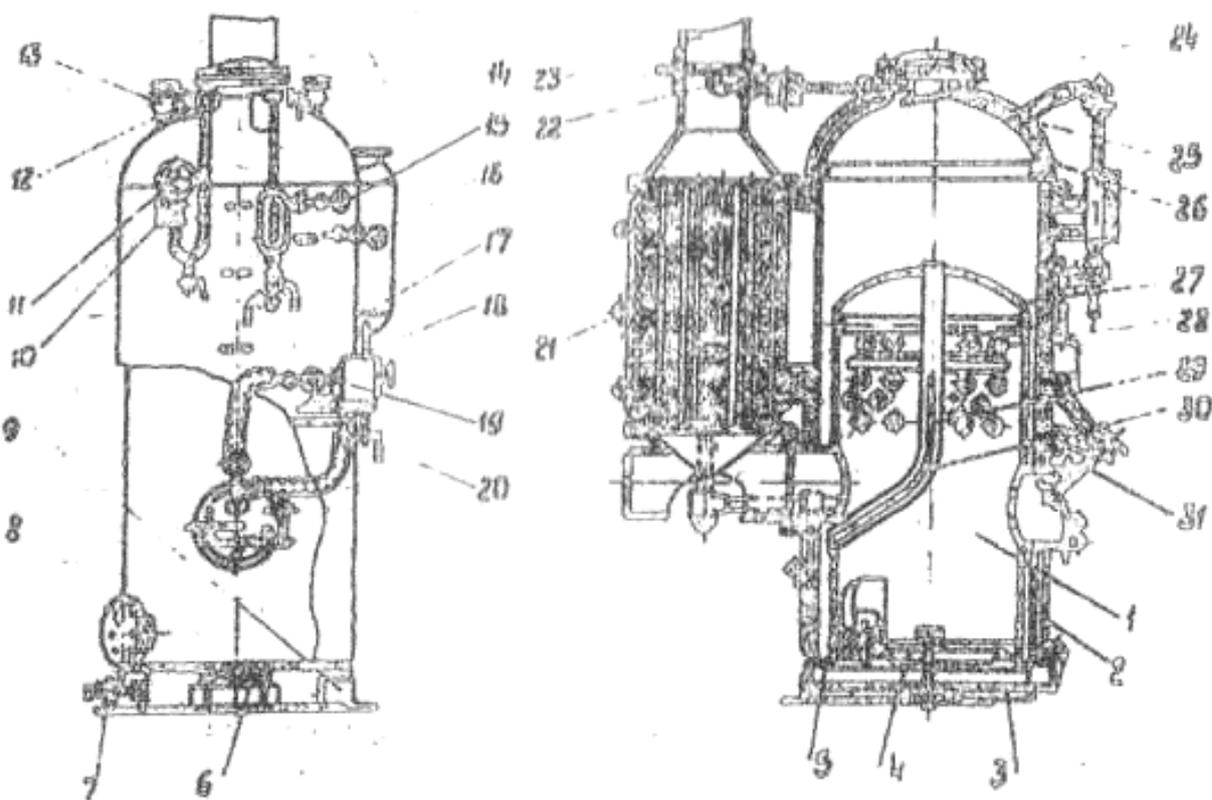
Вообще котел (отопительный, нагревательный или универсальный) – это устройство на основе закрытого сосуда, в котором теплоноситель (чаще всего вода или пар (паровой котёл)

нагревается до заданной температуры и служит для обеспечения потребителей теплом и (или) горячей водой [1,2,3,4,5].

Большинство современных универсальных котлов как вертикальные так и горизонтальные имеют ряд недостатков а именно:

1. Металлоемкость.
2. Сложность конструкции.
3. Большие габариты.
4. Непригодность топки для сжигания низкосортного топлива.
5. Трудность очистки поверхности котла от накипи.
6. Частые течи в местах вальцовки труб.
7. Малый КПД.

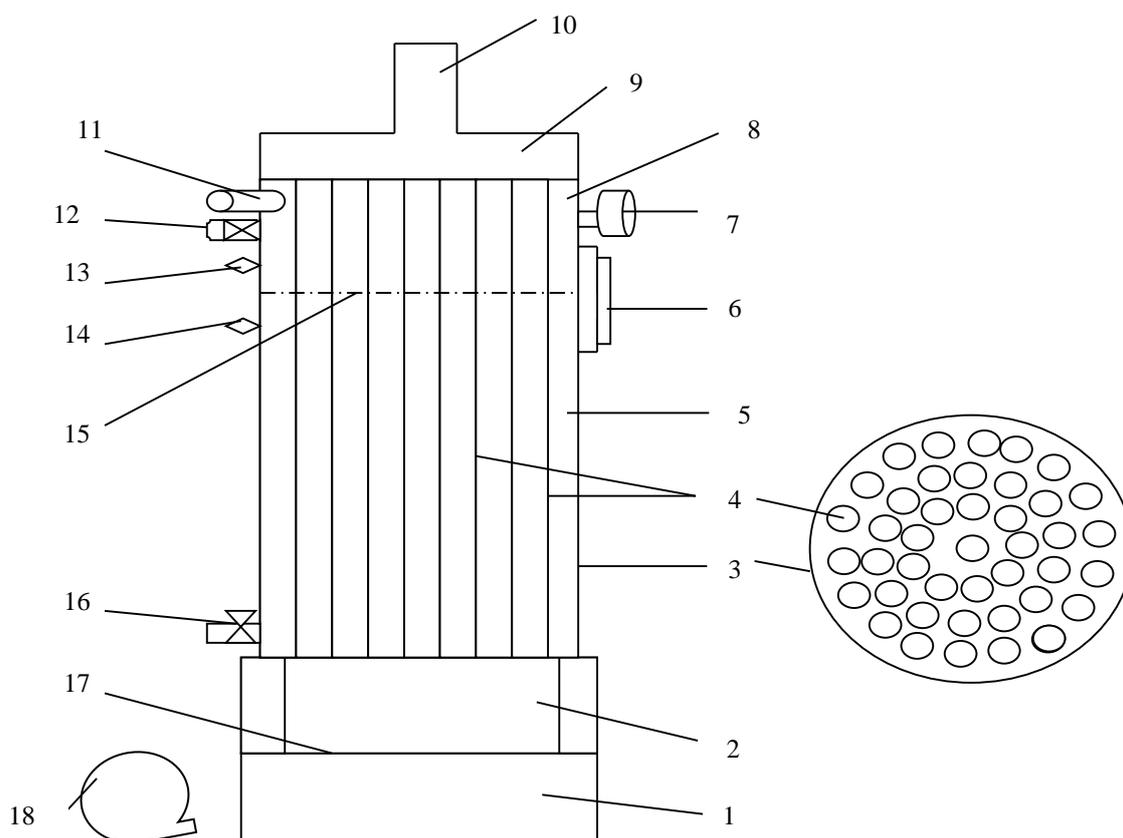
К примеру рассмотрим внутреннюю схему парового котла вертикального типа РИ-5М (рис. 1).



**Рис. 1.** Схема парового котла РИ-5М: 1-жаревая труба, 2-корпус котла, 3-поддон, 4-колосниковая решетка, 5-упорное кольцо, 5-дверца зольника, 6-вентиль для отпуска воды из котла, 7-спускной патрубков, 8-опорное полукольцо, 9-трехходовой кран, 10-манометр, 11-главный запорный вентиль, 12-предохранительный клапан, 13-водоуказательное стекло, 14-верхний водопроводный кран, 15-нижний водопроводный кран, 16-бачок для жидкого топлива, 17-вентиль для пуска топлива в форсунку, 18-конденсационный бачок, 19- краник для спуска конденсата, 20-водо подогреватель, 21-сифон, 22-дымовая труба, 23-смотровой люк, 24-сепаратор, 25-копия котла, 26-днище топки, 27-поперечные кипящие трубы, 28-вертикальные кипящие трубы, 29-перегородка, 30-форсунка.

Из рисунка 1 можно убедиться, что внутренняя конструкция парового котла РИ-5М довольно сложная, к тому же они дорогостоящие из за сложности и металлоемкости конструкций. А также существует ТЭНевые электрические котлы. У них имеется сложная конструкция и по-

требления электроэнергии расходы на нагревание и парообразование воды дорогостоящие. Чтобы минимизировать такие недостатки паровых или нагревательных котлов мы создали следующий универсальный котельный агрегат вертикального типа схема которого приведена на рисунке 2:



**Рис. 2.** а) Схемы УКВТ; б) Вид сверху УКВТ: 1-золосборник, 2-камера сгорания, 3-корпус котла, 4-дымовые трубы теплообменника, 5-камера для воды, 6-водомерное стекло, 7-манометр, 8-камера для сбора пара, 9-дымосборочная крышка, 10-дымоход, 11-труба для подачи пара, 12-аварийный клапан, 13-датчик верхнего уровня воды, 14-датчик нижнего уровня воды, 15- уровень воды, 16-труба для подачи воды, 17-колосниковая решетка, 18-вентилятор поддува.

**Универсальный паровой котел вертикального типа (УКВТ). Общие и технические характеристики.** УКВТ используется для получения насыщенного пара и нагрева воды для различных бытовых целей. Устройство способно выдавать потребителю от 100 кг до 400 кг насыщенного пара за час при рабочем давлении 0,4 до 2 атмосферы. УКВТ построен по простой схеме (рис. 2). Внутри вертикально установленной в цилиндрической форме котла размещены множество вертикальных дымоходных труб. Котел

в работе неприхотливо и не нуждается в сложном обслуживании. Множество дымоходных труб очищается от нагара без разборки котлов. В верхней части котла имеется дымосборочная крышка. Для очищения дымоходной трубы достаточно снять дымосборочную крышку. На мировом рынке сегодня можно встретить более удобное использование устройства с высоким уровнем защиты и надежности по доступной цене. Управление регулировки уровня воды осу-

ществляется в автоматическом уровне благодаря датчику верхнего и датчику нижнего уровня.

**Техническая характеристика УКВТ.**

<b>Рабочее давление кгс/см<sup>2</sup></b>	<b>0,4-2</b>
Производительность пара, кг/час при отоплении на твердом топливе	100-400
при отоплении на жидком и газообразном топливе	100-800
Поверхность пламенно-поточного устройства тепло подачи котла, м <sup>2</sup>	15
Объем водяной камеры, м <sup>3</sup>	1
Объем паровой камеры, м <sup>3</sup>	0,2
Время разогревания в ч (часах) до получения пара	
на твердом топливе	0,4
на жидком и газообразном топливе	0,2
Высота котла, м	2
Диаметр котла, м	1
Вес котла без воды, кг	400

**Особенности конструкции УКВТ.** Собирается по простой схеме в основе которого лежит металлический корпус выполненный в виде вертикальной цилиндрической формы 3 (рис. 2). Внутри его размещены множество теплообменных вертикально расположенных труб 4, которые обеспечивают КПД тепловой энергии. УКВТ в нижней части имеет вентилятор наддува 18, который улучшает сгорание топлива и ускоряет процесс теплоотдачи сгораемого твердого топлива.

**Принцип действия УКВТ.** Устройство работает в такой последовательности: подготовленное топливо загружается внутрь топочного устройства, где размещается равномерно над колосниковой решеткой 17. Далее включается вентилятор 18 подающий воздух в зону горения для улучшения КПД сгорающего топлива. В процессе сгорания выделяемые газы направляются во внутрь множество теплообменных труб 4, где 90% передается на нагреваемую воду, где

вода превращается в пар. Выделяемые пары собираются в отдел паросборочной камеры 8 (на рис. 2). Оттуда пар выдается к потребителю через трубы 11. В результате сгорания твердого топлива выделяемые золы через щели колосниковой решетки 17 поступают в золосборник 1.

**Область применения УКВТ.** УКВТ собран компактно и успешно используется для получения пара к потребителям в любой промышленности с целью переработки продукции и при приготовлениях жидких корм в животноводстве. Также котел используется для быстрого обогрева жилых помещений. Например для школ и теплиц при использовании УКВТ в качестве отопительного котла можно обогревать помещения с площадью от 1600 м<sup>2</sup> до 4000 м<sup>2</sup>.

**Экспериментальная часть.** 1) Сравнили УКВТ с паровым котлом РИ-5М и рассмотрели процесс до кипения. Для эксперимента взяли воду объемом 800 литров, так как это считается стандартным для УКВТ при температуре 15°С и бурый уголь массой 20 кг. Сначала нагрели воду до 100°С. Затем каждые 5 минут измеряли температуру нагреваемой воды в УКВТ и все результаты записали в таблицу 1. Эксперимент проведенный на УКВТ показал, что вода (V=800 л) закипела за 35 минут при полном сгорании бурого угля массой 20 кг.

Таблица 1

<b>T, мин</b>	5	10	15	20	25	30	35
<b>t, °C</b>	18	26	45	68	87	95	100

Теперь для сравнения и составления экспериментального графика УКВТ с паровым котлом РИ-5М из технических характеристик РИ-5М взяли время разогрева. Она составляет 30 мин. при объеме воды 172 литра и все результаты занесли в таблицу 2.

Таблица 2

<b>T, мин</b>	5	10	15	20	25	30
<b>t, °C</b>	18	27	48	70	92	100

С помощью полученных результатов таблиц 1 и 2 построили график:

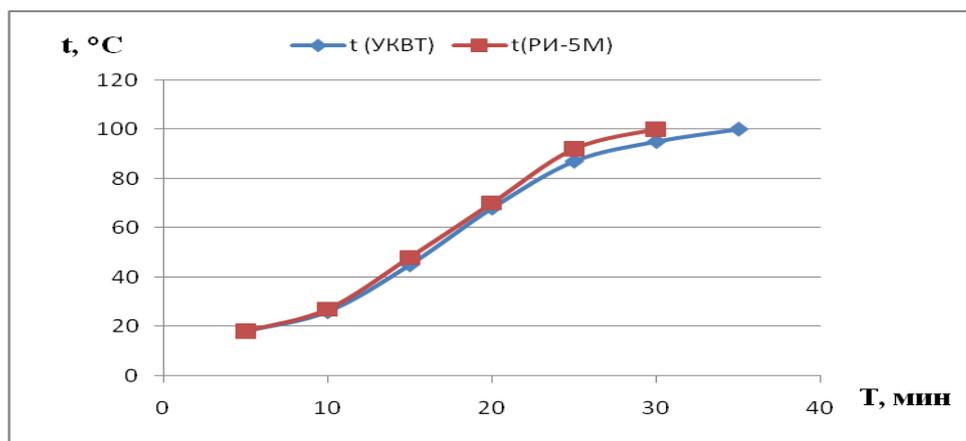


Рис. 3. Графики зависимостей изменения температуры воды от времени при нагревании воды до температуры кипения: верхний на УКВТ, нижний на РИ-5М.

2) Другой очень важной технической характеристикой как паровых, так и универсальных котлов является их паропроизводительность, который измеряется в кг/час и обозначается буквой D. Поэтому во второй части эксперимента будем измерять и сравнивать паропроизводительности УКВТ и парового котла РИ-5М. Каждые 15 минут после кипячение 800 литров воды отметили уменьшение уровня воды на водомерном стекле УКВТ и результаты записали в таблицу 3.

Таблица 3

t, мин	15	30	45	60
D, кг/час	100	200	300	400

По технической характеристике РИ-5М можно записать следующие данные в таблицу 4

Таблица 4

t, мин	15	30	45	60
D, кг/час	50	100	150	200

Номинальные температуры пара в обоих случаях - 130°C, давление пара - 0,4 кгс/см<sup>2</sup>, расход дров - 0,15 м<sup>3</sup>/час. Объем воды на УКВТ 800 литров на РИ-5М 170 литров.

Используя результаты таблиц 1 и 2 получили экспериментальный график (рис. 4):

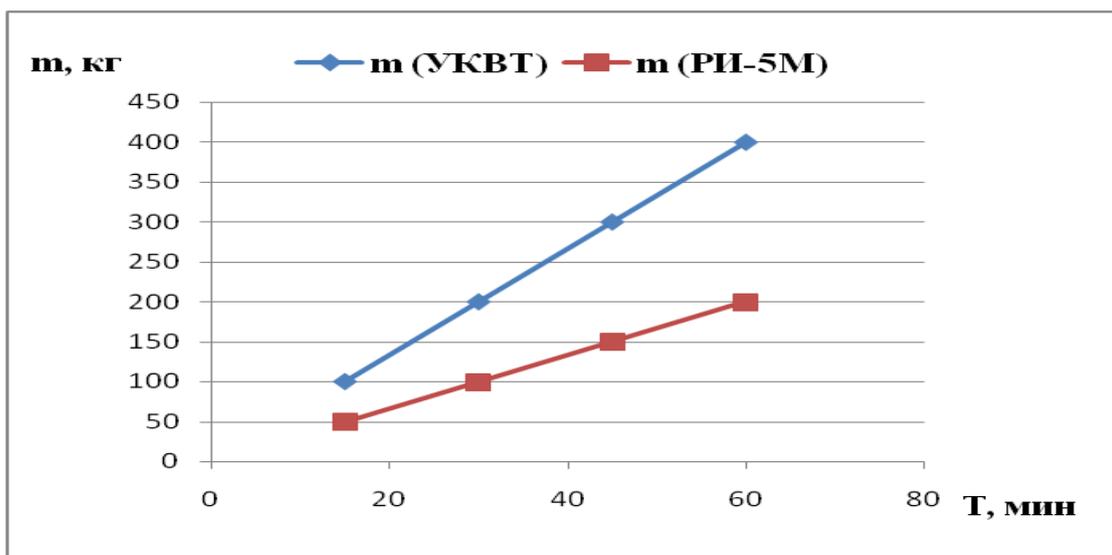


Рис. 4. Графики паропроизводительностей паровых котлов УКВТ и РИ-5М.

### Обсуждение полученных результатов.

Рассмотрим экспериментальные графики в первой части эксперимента (рис. 3). На УКВТ вода объемом  $V_1=800$  л закипит за 35 мин исходя из экспериментального данного начальных и конечных температурах ( $15^\circ\text{C}$  и  $100^\circ\text{C}$ ). Рассмотрим теперь паровой котел РИ-5М. Здесь объем нагреваемой воды  $V_2=172$  литра, а из его технической характеристики следует, что время ее разогревания до температуры кипения 30 мин. Если на УКВТ взять такой же объем  $V_2 = 172$  л воды, то она закипит за 7,5 мин:  $(172 \text{ л} \cdot 35 \text{ мин}) / 800 \text{ л} = 7,5 \text{ мин}$ , то есть 4,6 раза быстрее, чем на РИ-5М, так как  $30 \text{ мин} / 7,5 \text{ мин} = 4,6$ . Теперь рассмотрим расходы дров:

1) На УКВТ потребуется 20 кг бурого угля или 40 кг дрова для кипения воды 800 л от  $15^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$  исходя из экспериментальных данных, учитывая, что удельная теплота сгорания бурого угля  $q_1 = 25,85 \cdot 10^6$  Дж/кг, дрова  $q_2=13,09 \cdot 10^6$  Дж/кг. Для разогревания воды объемом 172 л от  $15^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$  получим:  $172 \text{ л} \cdot 40 \text{ кг} / 800 \text{ л} = 9 \text{ кг}$  дров или 5 кг угля. На РИ-5М для этих же целей потребуется  $0,075 \text{ м}^3$  или 37,5 кг дрова или 19 кг бурого угля, что очевидно большая разница во времени и в расходе топлива. Из этих данных получим:

1) Время разогревания воды объемом 172 л от  $15^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$  на УКВТ потребует 7,5 мин и 9 кг дрова или 4,5 кг бурого угля.

2) Время разогревания воды объемом 172 л от  $15^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$  на РИ-5М потребует 30 мин и 37,5 кг дрова или 19 кг бурого угля.

Вторая часть эксперимента показывает, что для получения на УКВТ 400 кг пара за час потребуется 50 кг бурого угля или 98 кг дрова средней влажности при удельной теплоте сгорания бурого угля  $q_1 = 25,85 \cdot 10^6$  Дж/кг, дрова  $q_2 = 13,09 \cdot 10^6$  Дж/кг. Отсюда следует, что:

1) Для получения на УКВТ 200 кг пара потребуется 30 минут и 49-50 кг дров средней влажности.

2) Для получения на паровом котле РИ-5М 200 кг пара потребуется час и 75 кг дров средней влажности из технической характеристики РИ-5М.

Из вышеперечисленных теоретических и экспериментальных данных можно сделать следующие **выводы**:

1. Разработан УКВТ имеющий простую и совершенную конструкцию по сравнению с паровыми котлами другими аналогами.

2. Установлено что, из за малой металлоемкости УКВТ почти в 1,3 раза легче, чем другие паровые котлы средней мощности, например КЭПР-160/0,4 и РИ-5М, что делает его транспортабельным.

3. Определено, что экономичность УКВТ на твердых дровах для разогревания воды до кипения превышает его аналогов почти в 3,5-4 раза.

4. Установлено, что при одинаковом расходе твердого топлива УКВТ обладает в 2 раза большей паропроизводительностью, чем его другие аналоги.

### Литература:

1. Бойко Э.А. Котельные установки и парогенераторы / Э.А. Бойко. Учебное пособие. - Красноярск, 2005. - С.292.
2. Сканава А. Н. Отопление / А.Н. Сканава. Учебник для вузов. - М.: АСВ, 2008. - С. 576.
3. Резников М.И. Паровые котлы тепловых электростанций / М.И. Резников, Ю.М. Липов. - М.: Энергоиздат, 1981.
4. Щёкин Р.В. Отопление и теплоснабжение / Р.В. Щёкин, С.М. Корневский, Г.Е. Бем и др. - Киев: Будівельник, 1976. - С. 416.
5. Стырикович М.А. Парогенераторы электростанций / М.А. Стырикович, К.Я. Катковская, Е.П. Серов. - М.: Энергия, 1996. - С. 328.

Рецензент: к.т.н., доцент Садыков Э.