

КОНСТРУКЦИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ПЕЧИ В ХОЗЯЙСТВАХ ВАРЗОБСКОГО РАЙОНА

Б.Х. Разыков, М.А. Джурев, Ф.С. Юсупов, С.А. Абдурахмонов

Душанбинский Филиал Национального исследовательского технологического университета МИСИС

В горных районах Таджикистана доступ к централизованной энергетике ограничен, что приводит к массовому использованию традиционных печей — простых и дешёвых, но неэффективных и экологически вредных. Их эксплуатация вызывает чрезмерный расход топлива, деградацию лесных ресурсов, загрязнение воздуха внутри жилых помещений и отрицательно сказывается на здоровье сельского населения, особенно женщин и детей. Возникающие проблемы требуют поиска экологичных, энергоэффективных решений для повышения уровня жизни и защиты окружающей среды. Разработка и внедрение энергоэффективной металлической печи, основанной на новых конструктивных решениях, способна снизить расход топлива, уменьшить вредные выбросы, повысить уровень энергоэффективности и обеспечить комфортные условия для сельских домохозяйств. На заводе «Таджикгидроагрегат» были изготовлены модернизированные печи, а их практические испытания в условиях реальной эксплуатации прошли в школах и джамоатах Варзобского района. Разработанная модернизированная печь показала значительные преимущества по сравнению с традиционной в плане снижения расхода топлива. Использование энергоэффективной печи снижает расход топлива и вредных выбросов. Экспериментальные данные подтвердили эффективность проектных решений, что позволяет рекомендовать её применение в условиях села.

Ключевые слова: энергоэффективная печь, сельское домохозяйство, экологическая безопасность, сбережение топлива, модернизация печной технологии, устойчивое развитие, здоровье населения, уменьшение загрязнения воздуха, уязвимые группы.

ТАРРОҲӢ, САМАРАИ ИҚТИСОДӢ ВА ТАЪСИРИ ЭКОЛОҒӢ БА МУҲИТИ ЗИСТ АЗ ИСТИФОДАИ КӢРИ ЭНЕРГИЯИ САМАРАФЗОР ДАР ХОЧАГИҲОИ НОҲИЯИ ВАРЗОБ

Б.Х. Разыков, М.А. Джурев, Ф.С. Юсупов, С.А. Абдурахмонов

Дар минтақаҳои кӯхистони Тоҷикистон дастрасӣ ба энергияи марказонидашуда маҳдуд аст, ки боиси истифодаи васеи оташдонҳои анъанавӣ мегардад - оддӣ ва арзон, вале камсамар ва барои муҳити зист зараровар. Истифодаи онҳо боиси истеъмоли аз ҳад зиёди сӯзишворӣ, вайроншавии ҷангалҳо, ифлосшавии ҳавои дохили бино ва таъсири манфӣ ба саломати аҳолии деҳот, маҳсусан занон ва кӯдакон мегардад. Ин мушкилоти пайдошуда ҷустуҷӯи роҳҳои ҳалли аз ҷиҳати экологӣ тоза ва аз ҷиҳати энергия самаранокро барои беҳтар кардани сатҳи зиндагӣ ва ҳифзи муҳити зист тақозо мекунад. Таҳия ва татбиқи оташдони металлӣ аз ҷиҳати энергия самаранок, ки бар асоси роҳҳои ҳалли нави тарроҳӣ асос ёфтааст, метавонад истеъмоли сӯзишвориро кам кунад, партовҳои зарароварро кам кунад, самаранокӣ энергияро беҳтар созад ва барои хонаводаҳои деҳот шароити бароҳат фароҳам оварад. Оташдонҳои муосир дар қорхонаи Тоҷикгидроагрегат истеҳсол карда шуданд ва озмоиши амалии онҳо дар шароити воқеӣ дар мактабҳо ва ҷамоатҳои ноҳияи Варзоб гузаронида шуд. Оташдони муосирӣ таҳияшуда нисбат ба оташдонҳои анъанавӣ аз ҷиҳати кам кардани истеъмоли сӯзишворӣ бартарихӣ назаррас нишон дод. Истифодаи оташдони аз ҷиҳати энергия самаранок истеъмоли сӯзишворӣ ва партовҳои зарароварро коҳиш медиҳад. Маълумоти таҷрибавӣ самаранокӣ роҳҳои ҳалли тарроҳиро тасдиқ карданд, ки ба мо имкон медиҳад, ки истифодаи онҳоро дар деҳот тавсия диҳем. Танӯри муосиршудаи таҳияшуда нисбат ба танӯри анъанавӣ бартарихӣ назаррасро аз ҷиҳати кам кардани истеъмоли сӯзишворӣ нишон дод. Истифодаи танӯри каммасрафи энергия истеъмоли сӯзишворӣ ва партовҳои зарароварро коҳиш медиҳад. Маълумоти таҷрибавӣ самаранокӣ роҳҳои ҳалли тарроҳиро тасдиқ карданд ва онро барои истифода дар деҳот мувофиқ гардонданд.

Калидвожаҳо: бухори каммасрафи энергия, хонаводаҳои деҳот, бехатарии экологӣ, сарфҳои сӯзишворӣ, навсозии технологияи бухориҳо, рушди устувор, тандурустии ҷамъиятӣ, коҳиш додани ифлосшавии ҳаво, гурӯҳҳои осебпазир.

DESIGN, ECONOMIC EFFICIENCY AND ENVIRONMENTAL IMPACT OF USING AN ENERGY-EFFICIENT FURNACE IN FARMS IN THE VARZOB DISTRICT

B.H. Rozikov, M.A. Juraev, F.S. Yusupov, S.A. Abdurahmonov

In Tajikistan's mountainous regions, access to centralized energy is limited, leading to the widespread use of traditional stoves—simple and inexpensive, but inefficient and environmentally harmful. Their use results in excessive fuel consumption, forest degradation, indoor air pollution, and negative impacts on the health of the rural population, especially women and children. These emerging problems require the search for environmentally friendly, energy-efficient solutions to improve living standards and protect the environment. The development and implementation of an energy-efficient metal stove based on new design solutions can reduce fuel consumption, reduce harmful emissions, improve energy efficiency, and provide comfortable conditions for rural households. Modernized stoves were manufactured at the Tajikhydroagregat plant, and practical testing of them under real-life conditions was conducted in schools and jamoats of the Varzob district. The developed modernized stove demonstrated significant advantages over a traditional stove in terms of reduced fuel consumption. Using an energy-efficient stove reduces fuel consumption and harmful emissions. Experimental data confirmed the effectiveness of the design solutions, making it suitable for use in rural areas.

Keywords: energy-efficient stove, rural household, environmental safety, fuel conservation, stove technology modernization, sustainable development, public health, air pollution reduction, vulnerable groups.

Введение

В условиях постоянного роста населения любой страны и недостаточности природных ресурсов вопрос энергоэффективности домохозяйств с каждым годом приобретают всё большую значимость [1]. В настоящее время повышение энергоэффективности сельских домохозяйств с ограниченным доступом к централизованным источникам энергии при снижении расхода используемого топлива является важной задачей для устойчивого развития горного Таджикистана, характеризующегося ограниченными энергетическими ресурсами. Большинство домохозяйств сельских районов используют для приготовления пищи и отопления традиционную печь, которая имеющую простую конструкцию и низкую стоимость, и одновременно являющуюся источником чрезмерного расхода топлива и сопровождающих этот процесс экологических проблем.

Возрастающее население Таджикистана увеличивает использование древесных ресурсов на постоянной основе, что приводит к деградации лесных массивов и сопутствующему экологическому дисбалансу в горных экосистемах. При сгорании топлива происходит выброс вредных веществ, являющихся одним из основных факторов ухудшения здоровья сельских жителей и экологии. В свете этих вызовов разработка конструктивно энергоэффективной печи, производство и применение новой металлоконструкции представляет собой важный шаг к обеспечению устойчивого развития, экономному использованию природных ресурсов и улучшению условий жизни сельских жителей горных регионов.

В качестве перспективного направления при решении данной проблемы авторами проведены полевые исследования в Варзобском районе, где были разработаны конструктивно и введены в эксплуатацию энергоэффективные печи в условиях социальных учреждений трёх джамоатов. Эксплуатация новой печи ожидаемо сократила неэффективные расходы трёх видов потребляемого топлива – дров, угля и таппака, причём уровень комфорта от новой системы энергопотребления не снижался.

Применение энергоэффективной печи показало более полное сгорание топлива, уменьшение выбросов вредных загрязняющих веществ и сокращение задымлённости местности, снизившее антропогенную нагрузку на окружающую среду и возникновение респираторных заболеваний сельских жителей.

Методика исследования

- В рамках проекта «Адаптация сельского населения к изменениям климата» на заводе «Таджикгидроагрегат» были изготовлены 12 модернизированных энергоэффективных печей по авторским чертежам.

- Испытания проводились в условиях реальной эксплуатации в течение 9 месяцев.
- Местом проведения испытаний стали три школы и три джамоата Варзобского района — Зидди, Дехмалик и Чорбог.
- Для конструкции каждой печи использовались металлические детали на сумму 3150 сомони, а также технологические компоненты: ступенчатая камера сгорания, топочные отверстия, Г-образная дымоходная труба, бак для разогрева воды.
- Регулятор воздуха, встроенный в конструкцию, обеспечивал оптимальный приток воздуха, поддержание эффективного горения и контроль расхода топлива.
- В качестве топлива использовались дрова, уголь и таппак, что позволяло проверить универсальность печи.

- Практическое испытание включало монтаж и эксплуатацию печей в реальных условиях сельской местности, оценку эффективности, безопасности и влияние на окружающую среду.

Результаты исследования

- Модернизированные энергосберегающие печи существенно снизили затраты времени и денежных средств на топливо, а также уменьшили риски для здоровья населения.
- Благодаря встроенному регулятору воздуха обеспечивается эффективное горение и сокращение расхода топлива, что снизило загрязнение воздуха внутри помещений.
- Экологические показатели улучшились благодаря уменьшению выбросов загрязняющих веществ.

- Испытания подтвердили возможность технологической адаптации печей к местным условиям, что позволяет широко внедрять их в сельских районах.
- Использование таких печей способствует улучшению экологического состояния, здоровья сельских жителей и повышению уровня их жизни, особенно для уязвимых групп — женщин и детей.

Обсуждения

Использование традиционной печи нередко становилось причиной возникновения пожаров, негативно влияющих на окружающую среду (экологию), состояние здоровье человека (ожоги, отравление угарным газом). Применение энергоэффективной печи снижает риск возникновения подобных инцидентов. Указанная проблема охватывает не только Таджикистан, но и весь мир. Глобальные сводные оценки 2021-24 годов показывают пострадавших и погибших из-за неэффективного и небезопасного использования твёрдого топлива. Международная статистика рассматривает 2 направления последствий, связанных с использованием топлива и печей:

- 1) бытовые травмы – ранения, ожоги, отравления (в т.ч. CO₂);
- 2) домашнее загрязнение воздуха – болезни и преждевременная смерть (табл. 1).

Таблица 1 – Глобальная смертность, связанная с использованием печей и твёрдого топлива [2]

| Год | Погибшие от загрязнения воздуха (дыма от печей и топлива), в млн. | Погибшие от пожаров/ожогов в быту, в тыс. | Итого погибших (оценка) |
|------|---|---|-------------------------|
| 2021 | ≈2,9 | ≈120 | ≈3,0 млн. |
| 2022 | ≈2,8-2,9 | ≈115 | ≈2,9-3,0 млн. |
| 2023 | ≈2,7-2,8 | ≈110 | ≈2,8-2,9 млн. |
| 2024 | ≈2,7 | ≈90 | ≈2,7-2,8 млн. |

Источник: World Health Organization (ВОЗ) — Household Air Pollution and Health (факты о глобальной смертности, связанной с использованием печей и твёрдых топлива). 2025. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>.

За рассматриваемый период около 3 миллионов человек во всём мире ежегодно погибают от использования твёрдого топлива и небезопасных, неэффективных печей. По показателю смертности «основной вклад» вносит домашнее загрязнение воздуха (Household Air Pollution). В Таджикистане официальная статистика таких показателей отсутствует, но по журналистским исследованиям отмечается 78 смертей на 100000 жителей [3].

Всемирная организация здравоохранения и Global Burden of Disease (Глобальная нагрузка от болезней) не занимаются ведением подсчёта «пострадавших» в мире [4]. По этой причине на практике применяется другой показатель DALYs (годы жизни, прожитые с инвалидностью) и оценки травматизма (табл. 2). В зарегистрированных случаях основными органами поражения людей стали лёгкие, сердце и головной мозг, которые привели к таким болезням как пневмония, хроническая обструктивная болезнь лёгких, инсульт и др.

Таблица 2 – Пострадавшие от дыма, пожаров и ожогов (оценка) [2]

| Год | Люди с заболеваниями из-за дыма печей (млн.) | Травмированные при пожарах и ожогах (млн.) |
|------|--|--|
| 2021 | ≈300-400 | ≈8-9 |
| 2022 | ≈300-390 | ≈8 |
| 2023 | ≈290-380 | ≈7-8 |
| 2024 | ≈260-350 | ≈5-6 |

Источник: World Health Organization (ВОЗ) — Household Air Pollution and Health (факты о глобальной смертности, связанной с использованием печей и твёрдых топлива). 2025. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>.

Большинство жителей сельских районов Таджикистана сталкиваются с растущей нехваткой топлива, что подтверждается внешним мониторингом. Женщины, ответственные за ведение домохозяйства, значительную энергию и время затрачивают на кипячение воды, приготовление

пищи и отопление домов дровами, углём или таппаком [5]. Кроме этого, женщины занимаются рубкой деревьев, сбором дров и их транспортировкой — порой на большие расстояния с помощью гужевого транспорта [6]. Это борьба за выживание, поскольку обеспечение семьи топливом становится утомительной ежедневной задачей.

По данным исследований условий жизни сельских домохозяйств, средняя семья Варзобского района тратит не менее 35% своего дохода на закупку дров или угля, при этом более половины энергии для приготовления пищи поступает именно за счёт сжигания топлива. Так, согласно опросу, в селе Пишамбе джамоата Дехмалик Варзобского района жители проводят более 100 дней в году в горах при сборе дров, тратя время и физические силы.

Значимость разработки и внедрения энергоэффективной печи в жизнь сельского домохозяйства обусловлена рядом факторов. Во-первых, растущая нехватка топлива ведёт к увеличению экономических затрат домохозяйств и сокращению доступных ресурсов, особенно в отдалённых и труднодоступных местностях. Во-вторых, значительное количество времени, энергии и труда, затрачиваемого женщинами и детьми на сбор дров и их транспортировку, негативно сказывается на их здоровье и общем уровне жизни. В-третьих, использование традиционных печей способствует загрязнению воздуха жилых комнат, вызывающее острые и хронические заболевания дыхательных путей, а также негативно влияющее на здоровье уязвимых групп населения — женщин и детей (рис. 1).

В условиях климатических изменений и деградации земель решение этих проблем становится жизненно необходимым для сельских домохозяйств горных регионов.

Разработка энергоэффективной и более экологичной печи способствует сокращению расхода топлива, снижению экономических затрат, улучшению здоровья населения и сохранению окружающей среды [7]. В связи с этим, создание и популяризация новой технологии становится приоритетной задачей для улучшения социально-экономического развития сельских районов Таджикистана.



Рисунок 1 – Ведение домохозяйства в горном селе (использование таппака [8] и традиционная печь [9])

1. Конструкция энергоэффективной печи

На основании вышеприведённых соображений авторы разработали конструкцию энергоэффективной печи, предназначенной для экономии ежегодной потребности в топливе при обогреве жилья и приготовлении пищи. В рамках проекта “Adaptation of rural population to climate change”, финансируемого организацией CARE в Таджикистане, на заводе «Таджикгидроагрегат» были

изготовлены 12 печей новой модификации, работа которых была опробована в условиях местных общин Варзобского района.

Базой для разработки новой конструкции послужила традиционная печь, модифицированная с целью повышения её энергоэффективности. Основные изменения включали замену одноконфорочной печи на двухконфорочную, что позволило увеличить производительность и снизить расход топлива.

Конструкция печи (рис. 2) включает следующие элементы (снизу-вверх):

1. Поддувало — регулирует поток воздуха для горения.
2. Колосниковая решётка — обеспечивает поступление воздуха и поддержку горения.
3. Дверца — для доступа к топке и контроля процесса горения.
4. Топочное отверстие — для закладки топлива и наблюдения за горением.
5. Топливник (камера сгорания) — зона для закладки и сгорания топлива.
6. Нижняя плоскость топливника — для укладки топлива.
7. Два комплекта чугунных колец — для приготовления пищи.
8. Дымовая труба — для отвода дымовых газов.
9. Ёмкость, со сквозным выпуском дымовой трубы и опорой на трёхногую стойку.

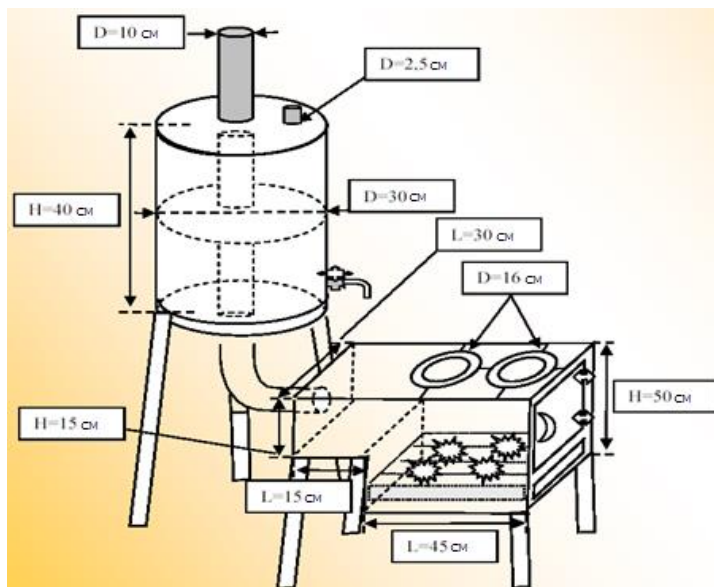


Рисунок 2 – Конструкция модернизированной печи (составлено автором Разыковым Б.Х.)

Инновационные конструкционные решения

Ключевыми новинками являются:

1) Ступенчатая камера сгорания с поддоном и топочными отверстиями, что обеспечивает более полное сгорание топлива и уменьшение выбросов-загрязнителей, таких как диоксид серы, оксиды азота и углекислый газ.

2) Фиксированная Г-образная дымоходная труба, на которой размещается бак для разогрева воды. Эта конструкция увеличивает эффективность использования топлива.

Конструкционные материалы и их стоимость

Элементы стенки печи изготовлены из стальных листов толщиной 5 мм и 40 мм уголков, что обеспечивает долговечность и надёжность конструкции (табл. 3).

В печи реализовано устройство терморегуляции и наличие дверцы, что позволяет управлять процессом горения и максимально эффективно использовать теплоэнергию.

В состав сметы включены следующие группы материалов:

- 1) Металлопрокат (стальной лист, уголок, трубы).
- 2) Сборочно-соединительные элементы (клапан с редуктором, винтовой выпуск).
- 3) Расходные сварочные материалы (электроды).

4) Газовый баллон, используемый как резервуар.

Таблица 3 – Конструкционные материалы и их стоимость

| № | Наименование материалов | Ед. изм. | Кол-во | Цена (сом.) | Стоимость (сом.) |
|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------|--------|-------------|------------------|
| 1 | Стальной лист D = 5 мм | м ² | 2 | 900 | 1800 |
| 3 | Газовый баллон (резервуар для воды) | шт. | 1 | 540 | 540 |
| 4 | Уголок 40 мм | п.м. | 2 | 11 | 22 |
| 5 | Труба D = 100 | м | 1,5 | 236 | 354 |
| 6 | Клапан с редуктором D = 15 мм | шт. | 1 | 34 | 34 |
| 7 | Выпуск с винтовой крышкой D = 25 мм | шт. | 2 | 30 | 60 |
| 8 | Электроды D = 4 мм | кг | 4 | 85 | 340 |
| ВСЕГО строительных материалов (сом.): | | | | | 3150 |

Источник: составлено авторами

Итоговая сумма стоимости конструкционных материалов составляет 3150 сомони и сопоставима с затратами на покупку топлива: угля достигают 5292 сомони, дров – 6615 сомони, таппака – 3024 сомони (табл. 3).

2. Результаты работы энергоэффективной печи

Использование модифицированных печей принесло выгоду трём средним общеобразовательным школам джамоатов Зидди, Дехмалик и Чорбог Варзобского района с общим числом учащихся 209 человек и 46 работников местных джамоатов. Фактические замеры эксплуатации печей в школах и джамоатах, проведённые авторами в течение 1-й декады с последующими расчётами, показали следующее: эффективность их использования выразилась в снижении потребления топлива — каждая школа в течение 9 рабочих месяцев сэкономила порядка 1,89 тонны угля на сумму 2268 сомони при общей ежегодной норме потребления в 5,67 тонны угля Зиддинского месторождения (табл. 4).

Таблица 4 – Экономия угля общеобразовательной школой за время учебного периода

| Вид топлива | Традиционная печь | | | | Энергоэффективная печь | | | |
|-------------|--------------------|----------------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|---------------|
| | ед. изм. | цена, в сомони | на 1 день | на 1 сезон (9 месяцев) | на 1 день | на 1 сезон (9 месяцев) | экономия в ед. изм. | экономия, в % |
| Уголь | кг | | 21 | 5670 | 14 | 3780 | 1890 | 33,33% |
| | стоимость в сомони | 1,2 | 25,2 | 6804 | 16,8 | 4536 | 2268 | 33,33% |

Источник: составлено авторами

Касаемо домохозяйств, следует отметить, что в течение года экономия составила в зависимости от видов потребляемого топлива: 1) уголь – 2205 кг на сумму 2646 сомони; 2) дрова – 4,2 куб. м на сумму 1260 сомони; 3) таппак – 1512 кг на сумму 756 сомони (табл. 5).

Приведённые показатели подтверждают экономическую эффективность использования сельскими домохозяйствами модифицированной печи, существенно сокращающей время, затрачиваемое семьёй на сбор дров. Высвобожденное время можно направить на садоводство, рукоделие или дополнительное предпринимательство, способствующих повышению уровня благосостояния и качества жизни сельских семей.

Экономическая и экологическая эффективность

Конструкционно энергоэффективная печь предназначена для снижения объема потребляемого топлива:

- угля — на 33%;
- дров — на 16%;
- таппака — на 20%.

Таблица 5 – Экономия топлива домохозяйствами в течение года

| Виды топлива | Традиционная печь | | | | Энергоэффективная печь | | | |
|--------------|--------------------|----------------|-----------|-----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|---------------|
| | ед. изм. | цена, в сомони | на 1 день | на 1 год (12 месяцев) | на 1 день | на 1 год (12 месяцев) | экономия в ед. изм. | экономия, в % |
| Уголь | кг | | 21 | 6615 | 14 | 4410 | 2205 | 33,33% |
| | стоимость в сомони | 1,2 | 25,2 | 7938 | 16,8 | 5292 | 2646 | 33,33% |
| Дрова | м ³ | | 0,09 | 26,25 | 0,07 | 22,05 | 4,2 | 16,00% |
| | стоимость в сомони | 300 | 27 | 7875 | 21 | 6615 | 1260 | 16,00% |
| Таппак | кг | | 24 | 7560 | 19,2 | 6048 | 1512 | 20,00% |
| | стоимость в сомони | 0,5 | 12 | 3780 | 9,6 | 3024 | 756 | 20,00% |

Источник: составлено авторами

Показатели экономии топлива в процентах и натуральных единицах дублируются в таблицах 4 и 5, поскольку расчёты для школ и домохозяйств выполнены на основе одинаковых исходных данных и условий эксплуатации. Это объясняет совпадение значений и обусловлено использованием одинаковых расчётных предположений.

Это способствует как экономии ресурсов, так и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Применение угля, дров и таппака в помещениях с плохой вентиляцией может привести к возникновению высокой концентрации вредных газов и дыма, что негативно сказывается на здоровье. Основными объектами поражения становятся женщины и дети, которые большую часть времени проводят дома. Загрязнение воздуха внутри дома вызывает хронические респираторные заболевания, ухудшает состояние беременных женщин, снижает иммунитет новорожденных и ухудшает зрение [10]. Связь между ростом заболеваемости сельского населения, и использования традиционного печного отопления подтверждается экспертами системы здравоохранения.

В таблице 6 приведено сравнение удельных выбросов углекислого газа (CO₂) в атмосферу при использовании различных видов бытового топлива: угля, древесины и таппака. Расчёты выполнены на основе энергетических характеристик топлива и общепринятых коэффициентов выбросов.

Таблица 6 – Расчёты выброса CO₂ в атмосферу от разных источников топлива

| Показатель | Уголь | Дерево | Таппак |
|--|--------------------|-------------------|-----------------|
| Средние калорийные (топливные) эквиваленты для перевода натурального топлива в условное [11] | 0,552 | 0,266 | 0,45 |
| Топливный тонно-эквивалент в ГДж (т.т.э. по углю=29,3 ГДж) [12] | 0,552×29,3=16,1736 | 0,266×29,3=7,7938 | 0,34×29,3=9,962 |

| Показатель | Уголь | Дерево | Таппак |
|---|---|--|---|
| Перевод ГДж в кВт-ч | 16,1736×277, 7(7)=4492,67 | 7,7938 ×277, 7(7)=2164,94 | 9,962×277, 7(7)=2767,222 |
| Выбросы CO ₂ в г (955 г/кВт-ч для угля) [13] | 4492,67×955=4290,5 | 2164,94×955=2067,518 | 2767,222 ×955=2642,697 |
| Перевод г в л (1,98 г CO ₂ =1 л при н.у.) [14, с.424] | 4290,5:1,98=2166,91 9 или 2,167 м ³ | 2067,518:1,98=1044,201 или 1,044 м ³ | 2642,697:1,98=1334,69 5 или 1,334 м ³ |
| Экономия | 1,89 т (школа) | 4,2 м ³ (домохозяйство) | 1,512 т (домохозяйство) |
| Выбросы CO ₂ | 1,89×2,167=4095,63 м ³ | 4,2×0,5×1,044=2192,4 м ³ | 1,512×1,334=2017,00 м ³ |
| Экономия | 2,205 т (домохозяйство) | | |
| Выбросы CO ₂ | 2,205×2,167=4778,24 м ³ | | |

Источник: (составлено на основе структурированных данных и расчётов) авторами

В заключительной части таблицы показан эффект экономии выбросов углекислого газа для различных объектов — школы и домохозяйств — при замене традиционной печи на энергоэффективную. Например, экономия 1,89 т угля в школе соответствует снижению выбросов углекислого газа на 4095,63 м³. Аналогичным образом рассчитаны показатели для домохозяйств при переходе на дерево или таппак. Суммарная экономия топлива в 2,205 т обеспечивает домохозяйству сокращение выбросов углекислого газа на 4778,24 м³.

Выводы

1) Разработанная модернизированная печь показала значительные преимущества по сравнению с традиционными моделями:

- Снижение расхода топлива — угля на 33%, дров — на 16%, таппака — на 20%;
- Экономия топлива в домохозяйствах достигает 2,205 тонн в год, что соответствует снижению выбросов углекислого газа примерно на 4778 м³;

2) В образовательных учреждениях и помещениях джамоатов зафиксировано снижение потребления угля и затрат на топливо, что подтверждает эффективность новых конструкций.

3) Подтверждена гипотеза о том, что использование энергоэффективных конструкций позволяет снизить расход топлива и вредные выбросы,— экспериментальные данные подтвердили эффективность модифицированной печи.

4) Полученные результаты демонстрируют, что модернизированные энергоэффективные печи помогают снизить расход топлива, уменьшают экологический ущерб и улучшают условия жизни населения. Их эксплуатация позволяет существенно экономить семейный бюджет домохозяйства и ресурсы общин, способствуя улучшению здоровья и снижению загрязнения воздуха внутри помещений.

5) Проект энергоэффективной печи вписывается в глобальную концепцию устойчивого развития и экологической безопасности.

Рецензент: Нажмидинов Б.З. – к.э.н., доцент кафедры инвестиционного менеджмента и маркетинга Технологического университета Таджикистана.

Литература

1. Батайкин П. А., Хасанова А. Ш., Шлычков В. В., Тумашев А. Р., Тумашева М. В. Экономический рост в условиях ресурсных ограничений: ординалистский подход к оптимизации макроэкономической структуры производства // ВЭПС. 2016. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskiy-rost-v-usloviyah-resursnyh-ogranicheniy-ordinalistskiy-podhod-k-optimizatsii-makroekonomicheskoy-struktury> (дата обращения: 15.01.2026).

2. World Health Organization (ВОЗ) — Household Air Pollution and Health (факты о глобальной смертности, связанной с использованием печей и твёрдых топлива). 2025. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>.

3. От чего умирают люди в Таджикистане? <https://www.asiaplustj.info/ru/news/tajikistan/security/20241023/ot-chego-umirayut-lyudi-v-tadzhikistane?post>

4. Huang S., Lin H.-Z., Wei X. et al. (2025). Global, regional and national burden of injuries caused by fire, heat, and hot substances from 1990 to 2021. DOI: 10.1371/journal.pone.0324481.
5. Muradbek Laldjebaev. Energy poverty in rural areas of Tajikistan (исследование использования энергии в сельских районах Таджикистана). – Research Gate, 2018.
6. Леса. С. 180. https://hesperian.org/wp-content/uploads/pdf/ru_EHB_2010/ru_EHB_2010_10.pdf
7. Household Cookstoves, Environment, Health, and Climate Change: A New Look at an Old Problem Clean Cooking Alliance / UN Foundation Report, 2009.
8. Готовь кизяки летом. Как не замерзнуть зимой в Таджикистане. <https://asiaplustj.info/ru/news/tajikistan/society/20180104/gotov-kizyaki-letom-kak-ne-zamerznut-zimoi-v-tadzhikistane>
9. Раджабов, Р. К. Оценка предпринимательского климата в сфере услуг на современном этапе / Р. К. Раджабов // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2016. – Т. 2, № 2(34). – С. 43-47. – EDN YPSUTN.
10. Загрязнение воздуха: как его измеряют и к каким заболеваниям оно приводит. <https://www.bbc.com/russian/articles/cpdvypq86pno>
11. Калькулятор перевода натурального топлива в условное. kotel-modul.ru/useful/table
12. Разыков Б.Х., Салихов Ф.С. Формирование системы дифференциации налогов в угольной отрасли Республики Таджикистан // Вестник филиала МГУ им. М.В. Ломоносова в г. Душанбе. Серия: Гуманитарных и экономических наук. Том 2, № 3(26) 2023. С.12-17.
13. ETSU (1995), IEA (1998) Benign Energy? The Environmental Implications of Renewable, IEA/OECD, Paris.
14. Глинка Н.Л. Общая химия: учебное пособие для вузов. -23-е изд., стереотипное / Под ред. В.А. Рабиновича. — Л.: Химия, 1983. 704 с.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – INFORMATION ABOUT AUTHORS

| TJ | RU | EN |
|--|--|---|
| Розиқов Бахтиёр Ҳошимович н.и.и., дотсент | Разыков Бахтиёр Хашимович к.э.н., доцент | Rozykov Bakhtiyor Hashimovich Candidate of Economic Sciences, Associate Professor |
| Филиали Донишгоҳи миллии таҳқиқотии технологӣ МИСИС | Душанбинский Филиал Национального исследовательского технологического университета МИСИС | Dushanbe Branch of the National University of Science and Technology MISIS |
| E-mail: razykov@bk.ru | | |
| TJ | RU | EN |
| Љӯраев Муминҷон Анварович н.и.и., дотсент | Джураев Муминджон Анварович к.э.н., доцент | Juraev Muminjon Anvarovich Candidate of Economic Sciences, Associate Professor |
| Филиали Донишгоҳи миллии таҳқиқотии технологӣ МИСИС | Душанбинский Филиал Национального исследовательского технологического университета МИСИС | Dushanbe Branch of the National University of Science and Technology MISIS |
| E-mail: dzhuraev@mail.ru | | |
| TJ | RU | EN |
| Юсупов Фирдавс Сидикович ассистент | Юсупов Фирдавс Сидыкович ассистент | Yusupov Firdavs Sidykovich assistant |
| Филиали Донишгоҳи миллии таҳқиқотии технологӣ МИСИС | Душанбинский Филиал Национального исследовательского технологического университета МИСИС | Dushanbe Branch of the National University of Science and Technology MISIS |
| E-mail: firdavs.yusupov.1995@mail.ru | | |
| TJ | RU | EN |
| Абдурахмонов Сарафроз Аслонбекович ассистент | Абдурахмонов Сарафроз Аслонбекович ассистент | Abdurakhmonov Sarafroz Aslonbekovich assistant |
| Филиали Донишгоҳи миллии таҳқиқотии технологӣ МИСИС | Душанбинский Филиал Национального исследовательского технологического университета МИСИС | Dushanbe Branch of the National University of Science and Technology MISIS |
| E-mail: sarafroz99@mail.ru | | |