

**«Материалы Международной научно-практической
конференции «Экология энергетики 2000»
(Издательство МЭИ, 2000 год.)**

Доклад:

Делягин Г.Н. **Экологически чистое топливо ЭКОВУТ – путь резкого
улучшения экологической ситуации в энергетике России.
с.320 – 323.**

**Москва, 2000 год.
18 – 20 октября 2000 г.**

Г.Н. Делягин

ГУП Научно-производственное объединение «Гидротрубопровод», Москва, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ ТОПЛИВО ЭКОВУТ – ПУТЬ РЕЗКОГО УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ РОССИИ.

АННОТАЦИЯ

Анализируется энергетическая ситуация в России. Обосновывается перспективность перевода тепловых электростанций и котельных с мазута и газа на экологически чистое топливо ЭКОВУТ без их существенной реконструкции, что позволит резко улучшить экологическую ситуацию в энергетике России.

Рассматриваются основы композиций топлива ЭКОВУТ, его состав и свойства, в том числе теплотехнические.

Анализируются закономерности горения этого топлива, приводящие к резкому снижению образования вредных веществ, выбрасываемых с продуктами сгорания топлива в атмосферу

Приводятся технологические основы производства топлива ЭКОВУТ, не требующего больших капиталовложений и дается оценка технико-экономических показателей производства такого топлива.

1 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В РОССИИ

Энергетическая ситуация в России сегодня определяется: снижением уровня добычи нефти и природного газа, постепенным нарастанием объемов производства в стране, высоким уровнем доли нефти и природного газа в объеме валютных поступлений в бюджет России.

Приходится признавать, что т.н. «газовая пауза» стратегически завершена, и страна вынуждена переводить основные топливопотребляющие предприятия вновь на твердое топливо.

В результате энергетической политики 60 – 80-х годов подавляющая часть ТЭС в настоящее время работает на природном газе и мазуте. В 1998 г в топливном балансе ТЭС природный газ составлял 61,8 % мазут – 8,6 %, а уголь только 29,6 %, а в Европейской части России доля газа и мазута составляли 90 – 92 %.

В перспективе до 2020 года ожидается планомерное сокращение добычи нефти на 3 – 7 млн. т в год и снижение до 4-6 % доли мазута в топливном балансе ТЭС. Происходит неуклонное отдаление месторождений нефти и газа, от центров их потребления, что объективно приведет к увеличению их стоимости у потребителя.

Задача снижения стоимости топлива на ТЭС при обеспечении соблюдения экологических требований при производстве энергии является одной из первоочередных, решение которой требуется уже сегодня.

Каковы пути сокращения потребления газо-мазутного топлива на ТЭС России?

Их по существу два: первый – реконструировать эксплуатируемые ТЭС с переводом их на использование угля и второй – производить из добываемого угля топливо со свойствами, достаточными для его использования в газомазутных котлах без их реконструкции.

Первый путь связан с большими капиталовложениями и временной приостановкой эксплуатации ТЭС, на что сегодня нет ни средств, ни времени.

Второй путь существенно менее капиталоемок и финансово доступен многим. Это путь перевода эксплуатируемых котлов ТЭС и котельных на водоугольное топливо ЭКОВУТ, создаваемое на основе угля со свойствами, задаваемыми потребителем.

Технологии производства такого топлива опробованы в опытно-промышленных и промышленных условиях и сегодня полностью готовы для промышленной реализации.

2. ЭКОВУТ– ЭТО ТОПЛИВО НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Топливо ЭКОВУТ – это дешевое, экологически чистое топливо, технологии производства которого созданы в последнее десятилетие в России, в НПО «Гидротрубопровод». Его созданию предшествовали многолетние исследования, впервые начатые в СССР еще в конце 50-х годов.

Топливо ЭКОВУТ – это топливо нового поколения – искусственное композиционное топливо, единая топливная система, создаваемая на основе угля и воды.

Топливо ЭКОВУТ – это не механическая смесь угля с водой, а коллоидная дисперсная топливная система, в которой по существу нет ни угля, ни природной воды. В нем нет балластных компонентов; все компоненты такого топлива активны.

В процессе производства этого топлива, в результате механохимической активации его начальных компонентов, практически полностью разрушается структура угля, как природной «горной» массы. Уголь распадается на отдельные органические и минеральные компоненты с химически очень активной поверхностью, образующихся при такой обработке твердой фазы топлива.

Исходная вода с ассоциированной структурой при производстве топлива «ЭКОВУТ» также претерпевает ряд превращений, в результате чего образуется дисперсионная активная среда, насыщенная компонентами ионного и анионного вида.

Элементный состав топлива «ЭКОВУТ» включает как органические, так и минеральные элементы, каждый из которых играет определенную роль в формировании физико-механических и теплотехнических свойств этого топлива

Важнейшей особенностью топлива «ЭКОВУТ» является возможность производства его со свойствами, задаваемыми потребителем, то есть производства его под конкретные топливопотребляющие агрегаты (котлы, печи, и др.).

Топливо ЭКОВУТ производится из углей любых марок (каменных, бурых и антрацитов) и любой зольности (до $A^d=50\%$) и может быть использовано в топочных устройствах любого типа, включая камерные топки, топки с кипящим слоем и др.

В процессе производства топливо ЭКОВУТ может быть деминерализовано, что позволяет использовать его вместо мазута и природного газа в котлах, не оборудованных системами золоудаления.

Топливо ЭКОВУТ по своим эксплуатационным свойствам существенно отличается от традиционных видов топлива (см. таблицу). Оно очень удобно в эксплуатации.

Преимущества применения топлива ЭКОВУТ

Характеристики качества топлива, технологий его производства и использования	ЭКОВУТ	Угольная пыль	Мазут	Газ
Топливо со свойствами потребителя	да	нет	нет	нет
Топливо с постоянными свойствами	да	нет	да	да
Взрывобезопасность	да	нет	нет	нет
Пожаробезопасность	да	нет	нет	нет
Экологическая чистота в производстве	да	нет	нет	нет
Экологическая чистота при использовании	да	нет	нет	да (усл.)
Топливо– производство				
Централизованное, готовое для использования	да	нет	да	да
Технологичность хранения	да	нет	да	нет
Удельная капиталоемкость реализации технологии	низкая	высокая	высокая	низкая
Себестоимость переработки исходного сырья	низкая	средняя	высокая	низкая
Удельные затраты энергии, в том числе и электроэнергии	низкие	средние	высокие	низкие
Транспортабельность топлива	хорошая	плохая	хорошая	хорошая

Топливо ЭКОВУТ является единственным полностью взрыво – пожаробезопасным топливом.

Это высокостабильное топливо. При длительном его хранении в емкостях-хранилищах никогда не образуется плотного осадка.

Топливо ЭКОВУТ может транспортироваться к потребителю любыми видами транспорта – автомобильным, железнодорожным, речным и, наконец, по трубопроводам.

3. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГОРЕНИЯ ТОПЛИВА

Топливо «ЭКОВУТ» – это топливо, закономерности горения которого существенно отличаются от горения традиционных видов топлива.

Дисперсионная его среда, играя роль промежуточного окислителя практически на всех основных стадиях процесса горения, существенно активизирует поверхность твердой фазы топлива, в результате чего воспламенение его распыленных капель начинается не с воспламенения летучих или паров, а с гетерогенных реакций на их поверхности.

Активация поверхности частиц капель топлива ЭКОВУТ приводит к снижению температуры его воспламенения по сравнению с воспламенением угольной пыли; для топлива из антрацита в 2 раза (с 1000 °С до 500 °С), для топлива из угля марок Г и Д – в 1,5 – 1,8 раза, а для топлива из бурых углей эта температура снижается до 300 – 325 °С.

Процесс горения ЭКОВУТ характерен высокой полнотой выгорания топлива (98 – 99,7 %), малыми избытками воздуха в зоне горения (3-5 %), резким снижением механической неполноты сгорания и полным отсутствием химической неполноты сгорания топлива.

Топливо ЭКОВУТ распыливается в зону горения топочного объема котла с образованием достаточно крупных капель размером от 50 до 500 мкм. Средний поверхностный размер частиц твердой фазы топлива не превышает одного микрона; в каждой его капле содержится много десятков тысяч частиц.

Воспламенение топлива ЭКОВУТ при правильной организации процесса горения начинается сразу же после его распыливания, как говорят «на срезе форсунки», т.е. до испарения сколь-нибудь ощутимой доли массы дисперсионной среды топлива.

Воспламенение при этом начинается с гетерогенных реакций между компонентами топлива ЭКОВУТ и далее горение продолжается в основном по реакциям органических компонентов топлива с водяным паром, пронизывающим агломерированный пористый слой твердых частиц, образующийся на поверхности капли этого топлива.

Интенсивный поток водяного пара в этом слое от поверхности капли топлива во вне её, в значительной степени препятствует диффузии кислорода воздуха к капле топлива и существенно сдерживает теплообмен между внешней средой и массой капли.

Параллельно протекающие процессы химического реагирования и испарения дисперсионной среды практически на всех основных стадиях процесса горения резко снижают скорость выхода летучих из частиц топлива, что приводит к их горению в пределах каждой капли.

Результатом этих же процессов является существенное выравнивание поля температур в зоне горения, ликвидация локальных всплесков температур по простиранию факела и снижение общего уровня этих температур почти на 100 °С, что в свою очередь снижает интенсивность образования термических оксидов азота.

Важной отличительной особенностью процесса горения топлива ЭКОВУТ являются малые избытки организованно подаваемого для горения воздуха, составляющие 0 – 3 %, что также приводит к существенному снижению выбросов оксидов азота с продуктами сгорания этого топлива.

Характерной особенностью изменения структуры капли топлива ЭКОВУТ в процессе её выгорания является обязательное возникновение точки начала парообразования в самом центре капли на начальной стадии ее разогрева.

Паровой пузырек непрерывно растет и в результате этого, капля топлива по мере выгорания практически не меняется в размерах; органические компоненты топлива выгорают, а его минеральные компоненты, окисляясь, формируют агломерационный слой, в котором связывается практически вся т.н. «летучая зола» топлива.

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВА ЭКОВУТ

Технологии производства топлива «ЭКОВУТ» являются дешевыми, мало капиталоемкими, экологически чистыми, безотходными, взрыво- и пожаробезопасными и основаны на использовании только серийно выпускаемого оборудования в режимах минимальных удельных расходов электроэнергии в расчете на тонну перерабатываемого топлива.

Размещение оборудования предусматривает максимальное использование принципа вертикальной компоновки, что позволяет достаточно полно использовать гравитационный принцип движения перерабатываемого материала и сконцентрировать весь технологический процесс на относительно небольших площадях.

Технологии производства топлива ЭКОВУТ легко полностью автоматизируются; в них применяются только поточные процессы

5. ТОПЛИВО ЭКОВУТ – ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ ТОПЛИВО

В результате использования угля в виде топлива ЭКОВУТ, уголь объективно переходит в разряд экологически чистых видов топлива, что дает ему широкую перспективу использования во многих отраслях народного хозяйства страны.

Топливо ЭКОВУТ как на стадии производства, хранения и транспорта, так и на стадиях использования является полностью экологически чистым топливом. Это заложено в основах его приготовления.

В связи с особенностями процесса его горения, протекающими в полувосстановительной среде, это топливо сгорает без выбросов с продуктами сгорания монооксида углерода, вторичных углеводородов, сажи и канцерогенных веществ; при этом резко сокращаются образование

и выбросы микронных твердых частиц (до 80-90 %), оксидов серы (до 70-85 %) и оксидов азота (до 80-90 %).

Уровень вредных выбросов оксидов азота с продуктами сгорания топлива ЭКОВУТ, как правило, не превышает 0,08 – 0,1 г / МДж, что составляет 50 –60 % от допустимого уровня.

Уровень образования оксидов серы определяется составом топлива ЭКОВУТ, содержанием в элементном балансе топлива элементов щелочных и щелочноземельных металлов (Са, Mg, Na, K), активно связывающих серу топлива в процессе гетерогенных реакций.

Если содержания этих элементов в исходном угле и воде недостаточно, то их вводят в топливо дополнительно в процессе его производства.

В реализованных композициях топлива ЭКОВУТ из не сернистых углей уровень выбросов оксидов серы с продуктами сгорания, как правило, не превышает 0,05 – 0,1 г / МДж, что составляет 20 – 40 % от допустимого уровня этих выбросов.

В продуктах сгорания топлива ЭКОВУТ не наблюдается присутствия частиц размером менее 30 мкм, а зольные агломераты, в виде полых сферических ксеносфер диаметром 30 – 350 мкм достаточно хорошо улавливаются обычными циклонными сепараторами на 99 – 99,5 %.

В результате, несмотря на достаточно высокие требования к выбросам твердых частиц с продуктами сгорания, при сжигании топлива ЭКОВУТ их содержание в газах после циклонных сепараторов, как правило, не превышает 0,02 – 0,03 г / МДж, что составляет 30 – 50 % от допустимого уровня. .

6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Технико-экономические показатели производства топлива ЭКОВУТ рассчитаны по результатам проектных проработок перевода конкретных объектов (ТЭС, котельных и др.) на топливо ЭКОВУТ,

В расчетах принято, что стоимость здания составляет 100 % от стоимости смонтированного оборудования, что цена топлива ЭКОВУТ оценивается по его себестоимости, что стоимость смонтированного оборудования включает его отпускную цену у завода – изготовителя плюс транспортные расходы и стоимость монтажа, которые приняты равными 45 % от отпускной цены завода.

Проектные решения производства топлива ЭКОВУТ показали, что при реализуемых технологиях удельные расходы электроэнергии составляют 15 – 26 кВт.ч / т перерабатываемого угля. При этом при самых простых технологиях производства топлива ЭКОВУТ из каменного угля они не превышают 15 – 17 кВт.ч /т исходного угля.

Удельные капиталовложения в сооружение корпуса производства топлива ЭКОВУТ, включая здание, составляют (в ценах апреля 1999 г) 30 – 90 руб / т исходного угля в год при производительности 1 000 000 тонн перерабатываемого в год угля.

В случае производства топлива ЭКОВУТ из высокообводненных бурых углей Б1 увеличение удельных капиталовложений составит 100 – 200 % по отношению к самой простой технологии его производства из каменного угля.

Удельные эксплуатационные расходы на производство топлива ЭКОВУТ (без стоимости исходного сырья- угля, воды и химических присадок) по самой простой технологии составляют 6 – 12 руб / т топлива ЭКОВУТ.

В случае производства этого топлива с глубокой его деминерализацией удельные эксплуатационные расходы увеличиваются на 50 – 120 % по отношению к самой простой технологии (без деминерализации и без химических реагентов).

При производстве топлива ЭКОВУТ из высокообводненных бурых углей марки Б1 удельные эксплуатационные расходы увеличиваются на 45 – 120 % по отношению к самой простой технологии его производства.

Цена топлива ЭКОВУТ существенно зависит от цены исходных сырьевых компонентов (угля, воды и химических реагентов). Доля исходного угля (в расчете на 1 т у.т.) в стоимости топлива ЭКОВУТ составляет 40 – 60 %.

В результате стоимость топлива ЭКОВУТ (в расчете на 1т у.т.), готового с использованием и не требующего какой-либо топливоподготовки у потребителя, превышает цену исходного угля (в расчете на 1 т у.т.) всего на 5 – 18 %. При этом по самой простой технологии это превышение составляет 5 – 8 %, а при производстве топлива из бурого угля марки Б1 оно может возрасти до 30 – 45 % (при достаточно низкой исходной цене таких углей).

В ценах апреля 1999 г, при цене исходного каменного угля у потребителя равной 300 руб / т (460 руб / т у.т.), цена топлива ЭКОВУТ составит от 290 до 325 руб / т (480 – 540 руб / т у.т.).

7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ.

В настоящее время в НПО «Гидротрубопровод» отработаны в опытно-промышленных условиях на установках полного цикла и реализуются в народном хозяйстве России и странах СНГ следующие технологии производства топлива ЭКОВУТ:

1. Технология производства топлива «ЭКОВУТ» из каменных углей всех марок и антрацитов, имеющих исходную зольность менее 20 % и содержание серы мене 1,0 %.Технология отработана применительно к Новосибирской ТЭЦ-5 (уголь Д, антрацит АШ), котельной г. Морозовска (антрацит АШ), котельной шахты "Красногорская» в г. Прокопьевске, др.

2. Технология производства топлива «ЭКОВУТ» из каменных углей и антрацитов, имеющих исходную зольность более 20 % со снижением зольности топлива ЭКОВУТ до 10-15 %.

Технология отработана для Экибастузской ГРЭС-1 (уголь марки СС, зольностью ~ 46%).

3. Технология производства топлива «ЭКОВУТ» из высокосернистых каменных и антрацитов

Технология отработана для Апатитской ТЭЦ и котельной г. Пудож (уголь марки Г и Д Интинского месторождения содерж. серы 3,2 -4,7 %).

4. Технология производства топлива «ЭКОВУТ» из бурых углей марок Б2 и Б3.

Технология отработана для Иркутской ТЭЦ-11 (бурый уголь Б3 Азейского месторождения) и Семипалатинской ТЭЦ-2 (бурый уголь марки Б3).

5. Технология производства топлива «ЭКОВУТ» из высоковлажных бурых углей марок Б1

Технология отработана для котельной поселка Тюльган и ТЭЦ ОХМК (г.Новотроицк,) (бурый уголь Б1 Тюльганского разреза, влажностью 58%).

6. Технология производства топлива «ЭКОВУТ» с зольностью 1-2 % для использования в газомазутных котлах, не имеющих систем золоудаления.

Технология отработана для Семипалатинской ТЭЦ-1 (уголь марки Д месторождения Шубарколь).

7. Технология производства топлива «ЭКОВУТ» из бурых углей с одновременным получением гуминовых удобрений, стимуляторов роста и др.

Технология отработана для ОХМК (г. Новотроицк) (бурый уголь Б1) и ООО «АС Семипалатинские ТЭЦ) (бурый уголь Б3 месторождения Кара-Жира).

Разработанные и опробованные в промышленных условиях технологии сжигания топлива ЭКОВУТ применимы для камерного его сжигания, для сжигания в кипящем слое, для сжигания над слоем горящего топлива, а также для камерного сжигания с тепловой внешней стабилизацией зоны воспламенения при сжигании топлива ЭКОВУТ с высоким содержанием минеральных компонентов (вариант по требованию заказчика).

Сжигание топлива ЭКОВУТ в кипящем слое позволяет использовать его в очень маленьких отопительных котлах (0,1 – 0,5 МВт) без их существенной модернизации. В энергетических котлах этот способ позволяет сжигать очень высокзольное топливо ЭКОВУТ, например произведенное из вторичного продукта процесса деминерализации топлива ЭКОВУТ, имеющего зольность (на сухое состояние) до 80 – 90 %.

Способ сжигания топлива ЭКОВУТ в кипящем слое отработан в отопительном котле НР-18 котельной Ульянино Московской области. Котел, работающий на топливе ЭКОВУТ, сдан в постоянную эксплуатацию.

Перевод тепловых электростанций и районных котельных на топливо ЭКОВУТ позволяет существенно оздоровить экологическую обстановку в районах размещения этих объектов, уйти от необходимости использовать дорогостоящие и дефицитные виды топлива (мазута и газа) и в конечном счете снизить себестоимость производимой тепловой и электрической энергии..