

Сборник докладов Всероссийского научно-технического семинара 23- 24января 2001 г – М.: ВТИ, 2001 г.

(В книге **Новые технологии сжигания твердого топлива: их текущее состояние и использование в будущем**).

Доклад: Делягин Г.Н., Петраков А.П., Ерохин С.Ф. ЭКОВУТ – новое экологически чистое топливо нового поколения. 99 – 106 с

Москва
23- 24января 2001 года.

ЭКОВУТ – НОВОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ ТОПЛИВО НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

*Десягин Геннадий Николаевич, Петраков Александр Павлович, Ерохин
Сергей Федорович*

ГУП НПО "Гидротрубопровод"

Россия, 125206, Москва, проезд Соломенной сторожки, д.12
т. (0-95) 979-93-95, 979-9319, 979-94-11. факс (095) 210-62-22.

Энергетическая ситуация в России на конец 2000г в значительной степени определяется снижением объемов жидкого и газообразного топлива, направляемых в энергетику, постепенным нарастанием объемов производства в основных отраслях народного хозяйства, высоким уровнем изношенности энергетического оборудования и сохраняющимся достаточно значительным уровнем доли нефти и природного газа в объеме валютных поступлений в бюджет России.

В настоящее время объективно приходится признавать, что т.н. "газовая пауза" стратегически завершена и страна вынуждена достаточно быстрыми темпами переводить основные топливопотребляющие отрасли народного хозяйства вновь на твердое топливо.

Перевод теплоэнергетических агрегатов с газа и мазута на уголь, в том числе с использованием передовых технологий производства тепловой и электрической энергии объективно требует длительной остановки блоков электростанций и больших капиталовложений.

Федеральный бюджет России и энергетические компании страны по своим возможностям не могут быть ориентированы на крупные финансовые вложения на объемную переориентацию энергетики страны вновь на угольное топливо.

Было бы достаточно легкомысленно ожидать необходимых для такой переориентации финансовых поступлений ни от государства, ни от изменения тарифов на производимую энергию.

Ежегодное снижение объемов мазута и природного газа, поступающих в энергетику, приходится признавать объективной реальностью, поскольку эксплуатируемые месторождения выработаны, а освоение новых требует миллиардов долларов, которых никто не дает. и очевидно не даст.

В то же время в России уже сегодня разработаны и успешно опробованы в промышленных условиях технологии производства принципиально нового вида топлива на основе угля, применение которого не требует реконструкции котлов и печей и уже поэтому не требует ни больших капиталовложений, ни длительной остановки энергоблоков при переводе их на новое топливо.

Это дешевое, экологически чистое топливо "ЭКОВУТ", композиции и технологии производства которого созданы в последнее десятилетие в ГУП НПО "Гидротрубопровод". Его созданию предшествовали

многолетние и многоплановые исследования, впервые начатые в СССР, в Институте горючих ископаемых еще в конце 50-х годов.

Топливо ЭКОВУТ – это топливо нового поколения - искусственное композиционное топливо, представляющее собой единую топливную систему, создаваемую на основе угля и воды.

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 топлива активны; все они являются активными участниками процесса преобразования химического энергипотенциала топлива в топочном объеме котлов и печей.

В процессе производства этого топлива, в основе которого лежит механохимическая активация его начальных компонентов, по существу практически полностью разрушается структура угля, как природной "горной" массы.

Уголь как бы распадается на отдельные органические и минеральные компоненты с химически активной поверхностью образующихся частиц твердой фазы создаваемого топлива.

Исходная вода с ассоциированной структурой при производстве топлива "ЭКОВУТ" также претерпевает ряд превращений, в результате чего образуется химически активная дисперсионная среда топлива, 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 его физико-механических и теплотехнических свойств (примеры элементных составов топлива см. в таблице).

Элементный состав дисперсного топлива "ЭКОВУТ" (без хим. реагентов)

Топливо "ЭКОВУТ" из угля марки:	W ^r	A ^d	S _p ^r	S _o ^r	C ^r	H ^r	N ^r	O ^r	Si ^r	Al ^r	Fe ^r
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
из Б2Р ИршаБород. местор.	40	10,0	0,16		38,6 1	7,1 8	0,54	47,5 1	2,31	0,72	0,5 8
из ССР из Экибастуз. бас.	40	20,0	0,53		37,7 8	7,0 2	0,82	41,8 6	6,70	3,58	0,8 9
из ДР Кузбасса	42	12,1	0,19		35,7 0	7,2 2	1,02	52,2 1	1,84	0,96	0,3 1
из СС Кузбасса	44	18,1	0,21		40,5 9	7,0 0	1,15	40,7 7	4,42	1,99	0,9 3
из Д Печеского бассейна	43	23,9	1,00		34,1 4	6,7 0	1,08	43,4 5	6,33	2,42	2,1 5
из Б3 ш.Юбилейная	47	9,1	0,16		35,0 5	7,6 1	0,72	48,6 5	3,33	1,88	0,6 6
из Б3 Иркутск бассейна	49	9,2	0,23		34,5 9	7,8 9	0,60	51,7 6	2,23	0,95	0,3 0

из АШ Ростовуголь	43	20,0	1,19	44,75	5,58	0,33	38,99	4,31	1,78	1,73	
	Ca ^r	Mg ^r	K ^r	Na ^r	Ti ^r	P ^r	Mn ^r	Q _i ^r	Q _i ^r	S _t ^r	A ^r
	%	%	%	%	%	%	%	МДж/кг	ккал/кг	%	%
из Б2Р ИршаБород. местор.	1,95	0,32	0,04	0,04	0,04	0,00	0,00	13,63	3255	0,16	6,0
из ССР из Экибастуз. бас.	0,34	0,07	0,10	0,04	0,20	0,07	0,02	13,59	3246	0,53	12,0
из ДР Кузбасса	0,23	0,07	0,14	0,04	0,07			14,89	3555	0,19	7,0
из СС Кузбасса	0,97	0,17	0,26	0,06	0,00	0,00	0,00	14,30	3415	0,22	10,1
из Д Печеского бассейна	0,99	0,35	0,26	0,21	0,20	0,00	0,00	12,51	2988	1,00	13,6
из БЗ ш.Юбилейная	0,34	0,14	0,16	0,15	0,20	0,06	0,02	13,26	3167	1,16	4,8
из БЗ Иркутск.бассейна	0,46	0,05	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	12,10	2890	0,23	4,7
из АШ Ростовуголь	0,28	0,08	0,47	0,11	0,08	0,00	0,00	14,98	3578	1,42	9,3

Важнейшей особенностью топлива "ЭКОВУТ" является возможность производства его со свойствами, задаваемыми потребителем, то есть производства его под конкретные, в том числе и уже эксплуатируемые, топливopotребляющие агрегаты (котлы, печи и др.).

Это не только энергетическое, но и технологическое топливо для многих отраслей народного хозяйства, в том числе металлургии. Это топливо имеет уже проверенную в эксперименте перспективу к использованию в качестве моторного топлива в газотурбинных и дизельных двигателях.

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

Топливо ЭКОВУТ по своим эксплуатационным свойствам существенно отличается от традиционных видов топлива (см. таблицу).

Преимущества применения топлива ЭКОВУТ в энергетике взамен угольной пыли, мазута и газа.

Характеристики качества топлива, технологий его производства и использования	Топливо ЭКОВУТ	Уголь-угольная пыль	Мазут	Газ
Топливо со свойствами, задаваемыми потребителем	да	нет	нет	нет
Топливо с постоянными свойствами	да	нет	да	да

Топливо взрывобезопасно	да	нет	нет	нет
Топливо пожаробезопасно	да	нет	нет	нет
Топливо экологически чистое в производстве	да	нет	нет	нет
Топливо экологически чистое при использовании	да	нет	нет	да условно
Производство топлива :				
- Централизованное, в готовом для использования виде	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

Это топливо, кроме указанного, очень удобно в эксплуатации.

В процессе производства топливо ЭКОВУТ может быть деминерализовано со снижением его зольности до 0,5 – 1,5 %, что позволяет использовать его вместо мазута и природного газа в котлах, не оборудованных системами золоудаления.

По своему составу и свойствам топливо ЭКОВУТ не загрязняет окружающую среду: её территорию, водный и воздушный бассейны.

Технологии производства топлива "ЭКОВУТ" отработанные в опытно-промышленных и промышленных установках являются дешевыми, малокапитало- и энергоемкими, полностью экологически чистыми, безотходными, взрыво- и пожаробезопасными и основаны на использовании только серийно выпускаемого оборудования.

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

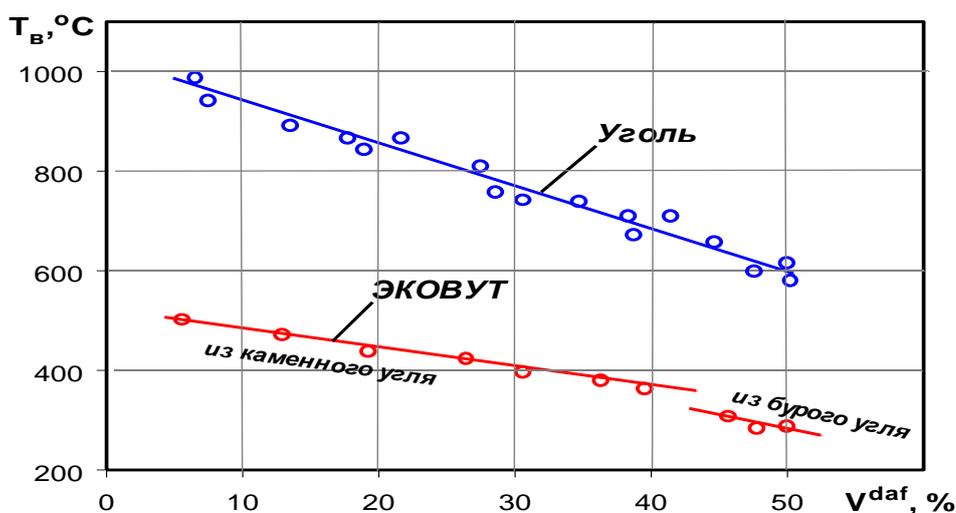
Дисперсионная среда его, выполняя роль промежуточного окислителя практически на всех основных стадиях процесса горения существенно активизирует поверхность твердой фазы топлива, в результате чего воспламенение его распыленных капель начинается не с воспламенения летучих или паров, а с гетерогенных реакций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

Топливо ЭКОВУТ распыливается в зоне горения топочного объема с образованием капель размером от 50 до 500 мкм. Среднеповерхностный размер частиц твердой фазы топлива не превышает одного микрона, поэтому в каждой капле топлива содержится много десятков тысяч частиц его твердой фазы.

В связи с этим, в каждом микрообъеме капли содержатся все компоненты топлива, как органические, так и минеральные, как твердые, так и жидкие.

Активация поверхности частиц капель топлива дисперсионной средой приводит к снижению температуры воспламенения топлива "ЭКОВУТ" по сравнению с воспламенением угольной пыли для топлива из антрацита в 2 раза, для топлива из угля марок Г и Д – в 1,5 – 1,8 раза, а для топлива из бурых углей она снижается до 300 – 325 °С (см. рис.).

Температура воспламенения ЭКОВУТ



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.

Оно 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 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 её массой.

Водяной пар при этом является основным, хотя и промежуточным, окислителем основных реакций горения. На этой стадии основными продуктами реакций топлива с водяным паром являются монооксид углерода и водород, которые сразу же у поверхности капли вступают в реакции с кислородом воздуха и окисляются до диоксида углерода и водяного пара.

Этот механизм горения топлива ЭКОВУТ обеспечивает образование тонкой оболочки полувосстановительной газовой среды вокруг каждой капли топлива с повышенным содержанием в ней монооксида углерода, что способствует переводу азота топлива в молекулярный азот и следовательно к снижению образования оксидов азота в продуктах сгорания.

Этот же механизм тепло- массообменных процессов в сочетании с гетерогенными реакциями на поверхности капель приводит, в конечном счете, к образованию только полных окислов по завершении процесса горения.

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

В связи с особенностями процесса его горения, протекающими в полувосстановительной среде относительно высоких концентраций водяного пара, это топливо сгорает без выбросов с продуктами сгорания монооксида углерода, вторичных углеводородов, сажи и канцерогенных веществ; при этом резко сокращаются образование и выбросы твердых частиц микронных фракций (до 80-90 %), оксидов серы (до 70-85 %) и оксидов азота (до 80-90 %).

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).

Основным способом сжигания топлива ЭКОВУТ является его камерное сжигание в распыленном состоянии. Единственное ограничительное условие реализации этого способа – обеспечение температуры газов в зоне его воспламенения на уровне 800 – 900 °С (для топлива ЭКОВУТ из антрацита - 1000 °С).

Способ сжигания топлива ЭКОВУТ в кипящем слое позволяет использовать это топливо в очень маленьких отопительных котлах (0,1 – 0,5 МВт) без их существенной модернизации.

Применение такого топлива для топок с кипящим слоем резко сокращает унос твердых частиц из слоя с продуктами сгорания и существенно повышает эффективность использования топлива.

В случае энергетических котлов использование способа сжигания топлива в кипящем слое позволяет успешно применять в нем очень высокозольное 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 на примере отопительного котла НР-18 котельной села Ульянино Московской области. В начале 2000 г этот котел , работающий на топливе ЭКОВУТ, сдан в постоянную эксплуатацию.

Способ сжигания топлива ЭКОВУТ над слоем горящего угля может быть реализован в котлах угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий (шахт, обогатительных фабрик и др.) без дооборудования котлов.

В этом случае доля угля в виде топлива ЭКОВУТ может составить 70 – 75 % от общей массы угля сжигаемого в котле.

Сжигание топлива ЭКОВУТ над слоем горящего угля – это вариант его сжигания с внешней тепловой стабилизацией зоны его воспламенения.

Этот способ был отработан на Анжерской ЦЭС (г. Анжеро-Судженск, Кемеровской обл.) и в котельной шахты "Инская" в г. Белово.

Способ сжигания топлива ЭКОВУТ с тепловой стабилизацией зоны его воспламенения относится к чисто камерному методу сжигания и реализуется в случае невозможности обеспечить требуемую температуру среды в зоне воспламенения топлива.

Внешняя тепловая стабилизация зоны воспламенения может быть организована подсветкой этой зоны мазутным или газовым факелом , дугой плазмотрона или другими методами.

При стабилизации факела другим топливом его расход не превышает 5 % от расхода основного топлива (в расчете на условное топливо).

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

Современные технологии производства топлива ЭКОВУТ основаны исключительно на т.н. "мокрых" процессах, в результате чего практически все технологические стадии производства не связаны с образованием угольной пыли и не связаны с выделением в атмосферу каких-либо вредных веществ.

Технологии производства топлива ЭКОВУТ полностью безотходны. Они не связаны с образованием жидких стоков.

Они предусматривают возможность утилизации всех промсточных вод, образующихся на тепловой электростанции, переводимой на это топливо и промсточных вод окружающих её предприятий.

Твердые, высокозольные вторичные продукты, образуемые в технологиях, использующих стадии деминерализации топлива ЭКОВУТ , например при его использовании вместо мазута и газа в газомазутных котлах, могут быть выведены также как готовый товарный продукт для использования в стройиндустрии или в качестве топлива в котлах с кипящим слоем.

Топливо ЭКОВУТ хранится в резервуарах, аналогично жидким нефтепродуктам, например мазуту. Резервуары – хранилища этого топлива не требуют противопожарных устройств и не представляют опасности в аварийных ситуациях.

При длительном хранении топлива ЭКОВУТ в емкостях-хранилищах плотного осадка не образуется, что исключает необходимость производить зачистку этих емкостей, а если такая необходимость возникает, из-за нарушения технологических режимов хранения, то получающиеся продукты зачистки пригодны для их использования в процессе приготовления топлива ЭКОВУТ и поэтому отходов при таких зачистках также нет. Хранение топлива ЭКОВУТ в больших количествах экологически безопасно.

Топливо ЭКОВУТ может транспортироваться потребителю любыми видами транспорта – автомобильным, в железнодорожных цистернах, морскими и речными танкерами и, наконец, трубопроводным гидротранспортом.

Все виды транспорта этого топлива не меняют его свойств и также являются полностью экологически безопасными.

При напорном трубопроводном гидротранспорте в случае разрывов трубопровода выплеснувшаяся часть топлива ЭКОВУТ не отравляет почвенный покров земли.

При замерзании это топливо не меняет своих свойств и не приводит к разрыву емкостей, в которых оно замерзло.

И как результат этого, использование угля в виде топлива ЭКОВУТ объективно переводит уголь в разряд экологически чистых видов топлива и дает ему широкую перспективу применения во многих отраслях народного хозяйства страны.

Топливо ЭКОВУТ уже сегодня конкурентоспособно как по отношению к углю, так и по отношению к жидкому и газообразному топливу.

Удельные капиталовложения в его производство, включая строительство здания, не превышают 50 – 100 руб на тонну в год перерабатываемого угля, что соответствует 3 – 10 долларам США (90 – 300 руб.) на кВт мощности ТЭС, со сроком окупаемости капиталовложений не выше 1,5 – 2-х лет.

Стоимость топлива ЭКОВУТ (готового для прямого использования) в расчете на тонну условного топлива не превышает 15 – 20 % цены исходного угля и ниже цены мазута в 2 – 4 раза.

В НПО "Гидротрубопровод" отработаны в опытно-промышленных условиях на установках полного цикла и реализуются в народном хозяйстве России и странах СНГ следующие технологии производства, хранения, транспорта и использования топлива ЭКОВУТ:

1. Технология производства экологически чистого топлива "ЭКОВУТ" из каменных углей всех марок (от длиннопламенных до тощих углей) и антрацитов, имеющих исходную зольность менее 20 % и содержание серы мене 1,0 % (см. рис.);

Технология отработана в опытно-промышленных и промышленных условиях применительно к условиям Новосибирской ТЭЦ-5 (каменный уголь марки Д, антрацит марки АШ), котельной г. Морозовска (антрацит марки АШ), котельной шахты "Красногорская" в г. Прокопьевске и др.

2. Технология производства экологически чистого топлива "ЭКОВУТ" из каменных углей всех марок (от длиннопламенных до тощих углей) и антрацитов, имеющих исходную зольность более 20 % с деминерализацией получаемого топлива ЭКОВУТ до 10-15 %;

Технология отработана на опытно-промышленной установке с наработкой 30 т топлива применительно к условиям Экибастузской ГРЭС-1 (каменный уголь марки СС, зольностью ~ 46%).

3. Технология производства экологически чистого топлива "ЭКОВУТ" из каменных углей всех марок (от длиннопламенных до тощих углей) и антрацитов, содержащих серы до 5,0 %, не образующего при сгорании оксидов серы в продуктах сгорания концентраций выше допустимых норм;

Технология отработана в опытно-промышленных условиях на установке полного цикла с наработкой 20 т топлива ЭКОВУТ применительно к условиям Апатитской ТЭЦ (г.Апатиты, Мурманской области) и котельной № 9 г. Пудож (республика Карелия) (каменный уголь марки Г и Д Интинского месторождения Печерского бассейна с содержанием серы 3,2 -4,7 %).

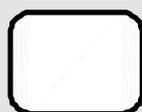
4. Технология производства экологически чистого топлива "ЭКОВУТ" из бурых углей марок Б2 и Б3 со свойствами, обеспечивающими его использование взамен каменных углей и других видов традиционного органического топлива;

Технология отработана применительно к условиям Иркутской ТЭЦ-11 (г. Усолье Сибирское, Иркутской области) (бурый уголь марки Б3 Азейского месторождения Иркутского бассейна) и Семипалатинской ТЭЦ-2 (г. Семипалатинск, республики Казахстан) (бурый уголь марки Б3 месторождения Кара-Жира).

Технология производства ЭКОВУТ без деминерализации



Обозначения



- обязательный элемент схемы



- необязательный элемент схемы

5. Технология производства экологически чистого топлива "ЭКОВУТ" из высоковлажных бурых углей марок Б1 и Б2 (с влажностью до 60 %) с низшей рабочей теплотой сгорания существенно превышающей теплоту сгорания исходного угля.

Технология отработана в опытно-промышленных условиях применительно к условиям котельной поселка Тюльган и ТЭЦ Орско-халиловского металлургического комбината (г.Новотроицк, Оренбургской области) (бурый уголь марки Б1 Тюльганского разреза Оренбургской области, влажностью 58%).

6. Технология производства экологически чистого топлива "ЭКОВУТ" из углей с получением готового топлива с зольностью 0,5 – 1,0 % для использования его вместо мазута и природного газа в агрегатах, не имеющих систем золоудаления (см. рис.);

Технология отработана на опытно-промышленной установке полного цикла применительно к условиям Семипалатинской ТЭЦ-1 (г. Семипалатинск, Казахстан) (каменный уголь марки Д месторождения Шубарколь, Казахстан).

7. Технология производства экологически чистого топлива "ЭКОВУТ" из бурых углей с одновременным выделением из угля сопутствующих компонентов и получением их других товарных продуктов, например гуминовых удобрений, гуминовых стимуляторов роста растений, горного воска и др.

Технология отработана в опытно-промышленных условиях применительно к условиям Орско-Халиловского металлургического комбината (г. Новотроицк, Оренбургской области) (бурый уголь марки Б1Тюльганско-го разреза Оренбургской области) и ООО "АС Семипалатинские ТЭЦ) (г. Семипалатинск, Казахстан) (бурый уголь Б3 месторождения Кара-Жира, Казахстан)

Все эти 7 технологий реализованы и приняты заказчиками в виде исходных данных для рабочего проектирования, ТЭО или выполненных рабочих проектов.

В настоящее время технологии производства и использования топлива ЭКОВУТ в энергетике реализуются в котельной шахты Красногорская (завершен рабочий проект, ведется строительство), в Воркутинской ЦВК (выполнено ТЭО и принято решение о переводе котлов ЦВК с мазута на топливо ЭКОВУТ к сентябрю 2001 г), в котельной АООТ "Химзавод" в г. Исфара (Таджикистан) (проводится технико-экономическое обоснование эффективности перевода котлов с мазута на топливо ЭКОВУТ) и др.

Технологии производства и использования в энергетике топлива ЭКОВУТ становятся ощутимым подспорьем в решении энергетических проблем России и стран СНГ, возникших в связи с изменением структуры топливного баланса в этой отрасли народного хозяйства.

Технология производства ЭКОВУТ с глубокой деминерализацией

