



# На пути к энергоне­зависимости страны

**Внедрение новых энергосберегающих разработок ГНПК «КИА», основанных на использовании альтернативных энергоносителей вместо природного газа и мазута, открывает реальную возможность повысить энергоне­зависимость Украины в условиях постоянного роста цен на первичные энергоносители.**



**Introduction of new energy efficient developments of SSPC "KIA", based on use the alternative energy carriers instead of natural gas and black oil, open real possibility to raise non-volatility of Ukraine in the conditions of a constant rise in prices for primary energy carriers.**

Экономика Украины еще со времен Советского Союза была ориентирована на потребление значительных объемов природного газа и мазута почти во всех отраслях промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве.

Разработанные Государственной научно-производственной корпорацией «Киевский институт автоматики» (ГНПК «КИА») технологии и оборудование струйно-вихревого ультратонкого размола угля и совмещенной с размолом термохимической переработки угольной пыли обеспечивают возможность промышленного производства химически высокорекреационного высококалорийного пылеугольного (ПУТ) и водоугольного топлива (ВУТ). ПУТ может использоваться вместо природного газа, а ВУТ — вместо мазута для прямого сжигания в котлоагрегатах теплоэлектростанций (ТЭС), промышленных котлах и котлах коммунального хозяйства.

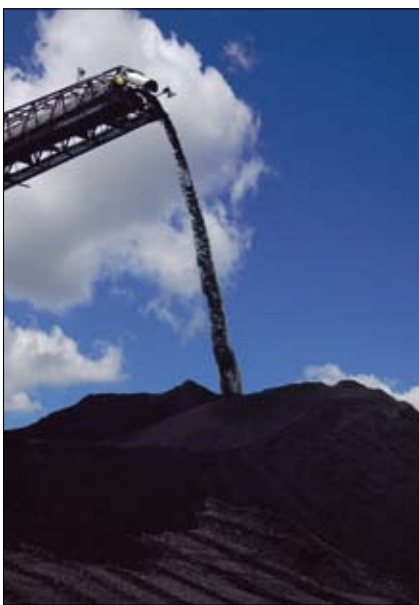
### **Использование пылеугольного топлива для прямого сжигания в котлоагрегатах ТЭС, промышленных котлах и котлах коммунального хозяйства.**

Рас топка и стабилизация горения в существующих пылеугольных котлоагрегатах ТЭС, а также работа котлов коммунального хозяйства и промышленности осуществляются с использованием значительного количества природного газа. Кроме того, обеспечение необходимой мощности котлоагрегатов и их соответствующих динамических характеристик при сжигании низкосортного высокосольного угля достигается за счет дополнительного введения тепла (до 10–30% тепловой мощности котлоагрегата) путем дополнительного сжигания («подсветка» факелов горелок) значительных объемов природного газа.

В то же время, совмещенное сжигание двух видов топлива (угля и газа) с разными оптимальными условиями сжигания (для газа — уменьшение доступа воздуха, для угля — наоборот) в одном топочном объеме котлоагрега-

та приводит к целому ряду негативных последствий (увеличение недожога угольной пыли, снижения экономичности и надежности работы котла).

Внедрение предлагаемых технологий и оборудования ГНПК «КИА» обеспечит значительное сокращение (вплоть до полного отказа) потребления природного газа в теплоэнергетическом хозяйстве, а также существенное снижение недожога угля, образования и выбросов в окружающую среду окислов азота.



Для иллюстрации экономической целесообразности внедрения этих разработок приведем ориентировочные расчетные показатели ожидаемого экономического эффекта от внедрения предлагаемой разработки на котлоагрегате одного энергоблока ТЭС мощностью 300 МВт. Отметим, что в расчете приняты во внимание показатели экономической эффективности, которые могут быть достигнуты за счет повышения полноты сгорания ПУТ, замены газа ПУТ при запусках и включениях энергоблока в сеть, а также при «подсветке» факелов горелок в базовом режиме работы энергоблока (для расчета взяты цены на энергоносители первой половины 2008 года).

Экономия твердого топлива на протяжении года для одного энергоблока за счет полноты сгорания угольного топлива будет около 5000 т, экономия средств при этом составит около 400 000 USD.

Для типичного графика работы энергоблоков экономия природного газа при запусках и включениях в сеть одного энергоблока на протяжении года будет составлять ~ 8 316 000 нм<sup>3</sup>. Экономия средств за счет замены природного газа пылеугольным топливом при пусках и включениях в сеть одного энергоблока на протяжении года составит ~ 732 900 USD.

Экономия природного газа при замене его на пылеугольное топливо для «подсветки» (на уровне ~ 10%) факелов пылеугольных горелок котлоагрегатов одного энергоблока 300 МВт на протяжении года составит ~ 48 516 000 нм<sup>3</sup>. С учетом тенденции роста цен суммарная экономия средств составит: на сегодняшний день ~ 3 542 796 USD, в ближайшей перспективе 9 703 200 USD, в отдаленной перспективе ~ 12 614 160 USD.

Экономия природного газа при замене его на пылеугольное топливо для «подсветки» (на уровне ~ 30%) факелов пылеугольных горелок котлоагрегатов одного энергоблока на протяжении года будет составлять ~ 137 552 000 нм<sup>3</sup>. С учетом тенденции роста цен суммарная экономия средств при этом будет составлять: на сегодняшний день ~ 7 978 016 USD, в ближайшей перспективе ~ 27 510 400 USD, в отдаленной перспективе ~ 35 763 520 USD.

Срок окупаемости расходов на реконструкцию существующего оборудования будет составлять около 1 года.

### **Перевод объектов энергетического и электротеплового хозяйства Украины на потребление ВУТ вместо мазута**

Известно, что ВУТ состоит из 65–70% угольной пыли, 29–34% воды и около 1% поверхностно-активного

вещества. ВУТ имеет все технологические свойства жидкого топлива: транспортируется в авто- и железнодорожных цистернах, трубопроводах, танкерах и наливных судах, сохраняется в закрытых резервуарах, является взрыво- и пожаробезопасным. Сжигание ВУТ по новой технологии (в вихревых горелках с газификацией) позволяет значительно (до 60%) повысить эффективность использования топлива по сравнению со слоевым сжиганием угля. К тому же все стадии его производства, транспортировки и использования являются экологически безопасными. Например, при сжигании ВУТ в 1,5–3,5 раза снижается количество вредных выбросов в окружающую среду — таких, как окислы азота, двуоксида серы, бензопирена и др., по сравнению с другими видами топлива.

Привлекательными являются также и экономические показатели внедрения ВУТ:

- стоимость 1 т условного топлива снижается более чем в два раза;
- на 15–30% снижаются эксплуатационные расходы при хранении, транспортировке и сжигании ВУТ;
- в 2–3 раза снижается топливная составляющая себестоимости 1 Гкал (кВт·ч);
- сроки окупаемости расходов при внедрении ВУТ не превышают 2,5 года;
- опыт других стран свидетельствует, что ВУТ, выработанное из восточноевропейского сырья, может стоить 2–3 USD/ГДж (стоимость мазута ~ 5 USD/ГДж и больше), его транспортировка на 1 милю железной дорогой стоит 2–4 цента, а автотранспортом — до 10 центов;
- до 50% могут быть снижены штрафы за загрязнение окружающей среды вредными выбросами (согласно Киотскому протоколу).

Полученная при размоле угля по технологиям ГНПК «КИА» поверхностно-активированная угольная пыль является наилучшим сырьем для изготовления более качественного ВУТ по сравнению с существующим. Дополнительно к известным показателям по экологичности, технологичности и экономичности хранения, транспортировки и использования, а также пожарной безопасности, ВУТ, получаемое с использованием технологий и оборудования ГНПК «КИА», имеет лучшие реологические качества (вязкость и однородность водоугольной смеси без расслоения на жидкость и твердые компоненты), что позволяет

увеличить сроки хранения ВУТ в резервуарах, а также существенно лучшие показатели зольности и калорийности.

Циклонный предтопок в составе технологического оборудования ГНПК «КИА» обеспечивает не только процесс газификации ВУТ — получение газоугольной смеси из синтезгаза (до 30–40% водорода и 30–40% окисла углерода) с коксовым пылевидным остатком, но и сепарацию золы (обогащение угля), что позволяет использовать ВУТ для сжигания не только в мазутных котлах, но и в газовых без существенной переделки существующих горелок котлоагрегатов. При этом применение дополнительной криомагнитной сепарации в процессе ультратонкого струйного размола угля способно обеспечить эффективное выделение из топлива пиритной серы, улучшение показателей зольности и калорийности ВУТ, что дает возможность использовать для его производства низкокачественный, в частности, бурый уголь.

Следует отметить, что бурый уголь, например, марки Б1, используется для изготовления ВУТ по технологиям, которые уже внедрены в России, Китае, Японии, Италии и других странах. Расходы на приготовление ВУТ с применением технологий баротермической обработки буроугольного сырья для снижения внутренней влажности (до 7–10%) находятся в пределах 35,7–62 USD за 1 т условного топлива при использовании угля, который стоит 0,44–1,06 USD/ГДж (принято считать, что 1 т условного топлива эквивалентна 29,3 ГДж). Использование бурого угля на душу населения в Европе составляет 0,67 т, в то время как в Украине — лишь 0,025 т.

Россия рассматривает ВУТ как серьезный путь вытеснения природного газа из топливного баланса в тех регионах, где есть другие энергоисточники (уголь, торф), и переориентации использования газового топлива на экспорт. Еще в 80–90 гг. прошлого века в России разрабатывались технологии изготовления и транспортировки ВУТ (например, проект продуктопровода для транспортировки ВУТ от г. Белово до г. Новосибирск). За развитием технологий ВУТ — большое будущее и миллионные суммы экономического эффекта. При существующих тенденциях роста цен на нефть и газ их замена на ВУТ в качестве растопочного



топлива может дать энергетической отрасли годовую экономию средств до 2 000 000 USD на каждые 100 пусков энергоблоков мощностью 300 МВт. По оценке российских специалистов, переоборудование котлов на использование торфа и бурого угля может дать эффект в 15–20 USD/Гкал. Суммарные расходы на переоборудование котельных тепловой мощностью до 30 Гкал/год составят 450 000–600 000 USD. Себестоимость тепла на торфяных котельных — 4,8–6,4 USD/Гкал (стоимость гранулированного торфа — 6 USD/т). Стоимостный эффект от вытеснения из баланса угольных ТЭС газомазутного топлива за счет ВУТ можно оценить сравнением удельных показателей стоимости 1 Гкал (опыт внедрения ВУТ в Кемеровской обл.): 241 руб. — при сжигании ВУТ, 400 руб. — при сжигании газа, 1225 руб. — при сжигании мазута.

Украинское буроугольное сырье для ВУТ (уголь Б1) можно добывать при стоимости 5–10 USD/т, что при существующих мировых ценах на газ и мазут, а также с учетом тенденции их постоянного роста, выдвигает проблему внедрения ВУТ как одну из актуальных и перспективных для последующего развития чистой угольной энергетики.

### Предложения ГНПК «КИА» относительно внедрения разработанных технологий топливоподготовки

Уровень разработки и отработки технологий и оборудования для подготовки и прямого сжигания в котлоагрегатах энергоблоков ТЭС пылеугольного топлива вместо природного газа или мазута дает реальную возможность их внедрения на теплоэнергетических объектах страны. Разработанные технологии и оборудование могут быть внедрены также в котлоагрегатах промышленных и коммунальных объектов без ограничений конструкции



и мощности. При отсутствии на объекте внедрения пылеугольной инфраструктуры разработанная технология предусматривает вариант получения угольной пыли на одной из угольных электростанций, приготовление водоугольной смеси, транспортировки ее на объект (с использованием специальных цистерн или существующего мазутного железнодорожного парка) и газификации водоугольной смеси.

Ниже приведены варианты проектных разработок, которые могут быть предложены заказчику.

**Вариант 1. Комплекс с пылеугольной горелкой-реактором на водоугольном топливе.** Пылеугольная горелка-реактор предназначена для замены штатных газовых горелок. Технологический процесс включает в себя:

- предварительную подготовку угольной пыли (фракции помола — не более 40 мкм) с частичным отделением золы в процессе размола;
- приготовление ВУТ;
- термохимическую обработку ВУТ в реакторе, с частичной (30–60%) паровоздушной газификацией;
- сжигание смеси (полукокс + синтез-газ), полученной при газификации в горелке, после добавления вторичного воздуха; остаточная зола, которая присутствует в продуктах сгорания, выводится из камеры горения котла системой твердого золоудаления.

Достоинства:

1. Может быть использовано существующее мазутное оборудование — баки, цистерны для хранения мазута, линии трубопроводов и др.
2. Высокая степень механизации и автоматизации топочного процесса.

**Вариант 2. Комплекс с реактором газификации твердого топлива факельно-оборудование для сжигания газа, получаемого при газификации в реакторе.**

Этот комплекс предназначен для подготовки топливного газа (синтез-газа), последующего распределения получаемого газа по горелкам котлов и его сжигания. Количество горелок определяется производительностью котла и соответствующей производительностью комплекса.

В состав комплекса входят:

- мельница — для получения мелкодисперсного угля (не более 40 мкм);
- реактор-газогенератор с автоматизированной системой управления рабочим процессом, загрузкой кускового угля и устройством шлакоудаления;

- система дозирования и распределения топливного газа по горелкам с трубопроводами и запорно-регулирующей арматурой.
- Достоинства:

1. Могут быть использованы сравнительно дешевые сорта кускового каменного угля с любой зольностью, а также другие виды горючих веществ, как в смеси с каменным углем, так и отдельно — уголь марки АШ, уголь бурый, горючие сланцы с любой зольностью, горючие бытовые отходы, сельскохозяйственные и деревянные горючие отходы и др.
2. Обеспечивается относительно высокая степень механизации и автоматизации сжигания, высокая экологическая чистота технологического процесса.
3. Независимость от конъюнктуры на топливном рынке.

**Вариант 3. Комплекс с пылеугольной горелкой-реактором (без мельницы, доставка готовой пыли с ТЭС).** Этот комплекс предназначен для производства топливного газа (синтез-газа) из пылеугольного топлива. Пылеугольное топливо доставляется с ТЭС и подвергается первичной сепарации с выделением кондиционной пыли дисперсностью не более 40 мкм. Выделенная пыль проходит последующую механохимическую активацию с частичной паровоздушной газификацией (30–40%). Полученный горючий газ с полукоксом остатком поступает в стартовую, а затем — в главную горелку, смешивается с вторичным воздухом и сжигается. Зола, которая присутствует в продуктах сгорания, выводится из камеры горения котла системой твердого золоудаления.

Достоинство — минимальные расходы на оборудование.

**Вариант 4. Комплекс с пылеугольной горелкой-реактором, мельницей (доставка кускового угля).** Этот комплекс предназначен для сжигания пылеугольного топлива без использования природного газа и мазута. В комплексе используется стандартная система пылеприготовления. Полученная кондиционная пыль подвергается механохимической активации с частичной паровоздушной газификацией. Образованная смесь горючих газов (синтез-газ) с остаточным полукоксом смешивается с вторичным воздухом и сжигается в специальной горелке.



В комплексе применяется твердое шлакоудаление.

Достоинства:

1. Минимальная зависимость от внешних организаций.
2. Стандартное основное оборудование. Для подготовки технико-экономических предложений по переводу газовых котлов предприятия на пылеугольное топливо необходимо получение от заказчика следующих данных:
  1. Типы котлов, их количество, завод-изготовитель, производительность, параметры пара.
  2. Количество горелок в котле, тепловая мощность горелок (реальная), часовые затраты газа, мазута и угольной пыли на горелку.
  3. Проектное топливо котлоагрегатов. Если котлы проектировались под пылеугольное топливо, то какое шлакоудаление предусмотрено (жидкое или твердое).
  4. Сохранилась ли в настоящее время система приготовления пыли или элементы инфраструктуры подготовки твердого топлива.
  5. Марка твердого топлива, которое может быть использовано.

Внедрение описанных технологий и оборудования позволит полностью отказаться от использования природного газа и мазута.

Разработки Государственной научно-производственной корпорации «Киевский институт автоматики» открывают реальную возможность переоборудования промышленных котлов, котлов коммунального хозяйства и котлоагрегатов ТЭС на потребление отечественного топлива, что способствует повышению энергонезависимости страны в условиях постоянного роста цен на первичные энергоносители за счет значительной экономии природного газа и мазута, а также диверсификации энергоисточников.

*Н. С. Курнач, В. В. Литовкин, В. М. Песоцкий, С. А. Никулин*