

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДГОТОВЛЕННОГО БИОТОПЛИВА ДЛЯ ОБЖИГА МАТЕРИАЛОВ ВО ВРАЩАЮЩИХСЯ ПЕЧАХ

### Основные положения

1. Замещение природного газа при обжиге различных материалов твердым топливом используется повсеместно. Наиболее известные из подобных технологий – замещение природного газа углем в металлургии и строительной индустрии. Причиной перехода на использование угля являлось стремление к снижению затрат на приобретение энергоносителей. Ограничением в применении угля как топлива в различных технологических приложениях является содержание в нем несгораемого остатка (золы) и серы. Если указанные составляющие критически сказываются на качестве обрабатываемого продукта, использование угля в данной технологии не допустимо.
2. Использование в качестве твердого топлива при замещении природного газа подготовленной биомассы позволяет минимизировать проблему влияния продуктов сгорания твердого топлива на обрабатываемые материалы, что дает возможность широкого применения биотоплива в различных технологиях. Сравнение характеристик наиболее качественных углей угля и рядового биотоплива на примере некоторых образцов (Таблица 1) показывает существенные преимущества последнего.

Таблица 1. Твердое топливо. Основные показатели.

№ п/п	Параметр	Угли			Биотопливо	
		А	Т	Д	Шелуха подсолнечника	Древесина
	Теплота сгорания низшая $Q_i^r$ , кДж/кг	25,38	28,31	21,14	17,58	16,96
	Зольность $A^d$ , %	19,1	13,7	12,7	3,35	3,88
	Общая влага $W^r$ , %	7,3	4,6	10,6	9,07	11,2
	Выход летучих $V^{daf}$ , %	5,3	7,5	37,5	75,65	81,2
	Общая сера $S_t^d$ , %	1,22	0,84	0,5	0,15	0,05

3. Сопоставление основных преимуществ, предоставляемых технологией прямого сжигания, и ограничений, накладываемых ею, перечисленные в Таблице 2 сводится к оценке рисков и возможных предпочтений.

Таблица 2. Замещение природного газа твердым топливом. Преимущества и ограничения технологии.

№ п/п	Фактор	Достижимый результат
<b>Преимущества, предоставляемые технологией</b>		
1	Уменьшение потребления природного газа.	1. Существенное снижение стоимости топлива. 2. Обеспечение возможности маневра с изменением расходов топлив. 3. Снижение выбросов CO <sub>2</sub> (биомасса не является источником CO <sub>2</sub> )
<b>Ограничения технологии</b>		
1	Влияние топливной биомассы на состав конечного продукта	1. Зольный остаток частично попадает в состав конечного продукта. 2. При изменении характеристик биотоплива от партии к партии требуется корректировка работы печи.
2	Использование в качестве топлива биомассы	1. Организация поставок топлива, возникновение дополнительного потока грузоперевозок 2. Увеличение выбросов. Выбросы при перегрузке биотоплива (пыль), при его сжигании (CO, NO <sub>x</sub> ). Снижение выбросов требуют специальных решений.

## Предлагаемые решения.

В настоящее время технология частичного замещения природного газа биотопливом успешно опробована и используется в стройиндустрии и металлургии. Успешно эксплуатируются установки, обеспечивающие производство керамзита, обжиг клинкера, производство извести и огнеупорных смесей. Необходимо отметить, что ни в одном из приведенных примеров использование биомассы не сказалось на качестве производимой продукции. При этом технология производства керамзита достаточно сложна и требовательна к температуре процесса, а производство извести первого класса (ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог») – очень чувствительно к наличию несвойственных для извести компонентов. Анализ работы агрегатов показал, что ни в одном из перечисленных случаев удельный расход биомассы не превышает 400 кг на тонну готовой продукции, что при зольности биомассы не достигающей 4%, дает не более 16 кг золы на тонну продукции. Даже при полном осаждении эта зола не даст более 1,6% минеральных включений в конечный продукт. При этом важно отметить, что размеры отдельных частиц золы биомассы меньше 10 микрон, что обеспечивает удаление существенной их части из рабочего пространства печи и осаждение в электрофильтрах.

Состав комплекса:

1. Бункер приемный подготовленного твердого топлива;
2. Бункер промежуточный расходный подготовленного твердого топлива;
3. Линия пневмотранспорта твердого топлива;
4. Горелка для сжигания подготовленного топлива;
5. Система автоматики управления расходом подготовленного топлива

Требования к комплексу: обеспечение приема подготовленного твердого топлива в биг-бэгах и насыпом с организацией стабильной во времени непрерывной подачи топлива на горелку и обеспечением управления расходом топлива в режиме ручного управления оператором печи. Непрерывность работы комплекса обеспечивается стабильной поставкой биотоплива со склада, находящегося вблизи производства, а также 100% резервированием основного оборудования комплекса (Приложение №1).

Предлагаемый подход дал положительный результат, обеспечив существенное снижение потребления природного газа. Расход газа на ПАО «Ватутинский огнеупорный комбинат» снижен на 0,8...1,0 млн.м<sup>3</sup>/мес, на ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» - на 0,6...0,8 млн.м<sup>3</sup>/мес.

Возможны следующие подходы к реализации технологии:

1. Строительство комплекса для заказчика за собственные средства с собственным обслуживанием и реализацией тепловой энергии по цене природного газа с дисконтом не менее 10%. Это обеспечивает заинтересованность предприятия в сотрудничестве. По истечению контрактного срока, указанного в договоре – не менее 2-х лет, комплекс может быть продан предприятию на оговоренных условиях
2. Строительство за деньги предприятия с наладкой и обучением персонала. В этом случае цена работ, приведенных в приложении, увеличивается на 25%.

Сроки создания комплекса – не более 5-ти месяцев.

**Технологический комплекс ПАО «Ватутинский огнеупорный комбинат»**

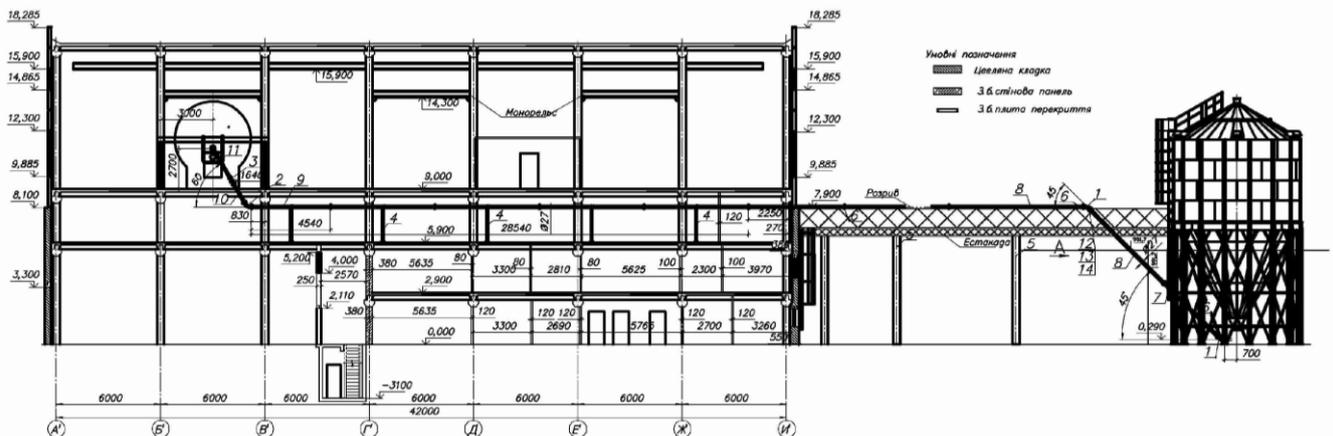
1. Площадка разгрузки топлива, рассчитанная на прием топлива навалом – самосвалами и в биг-бэгах



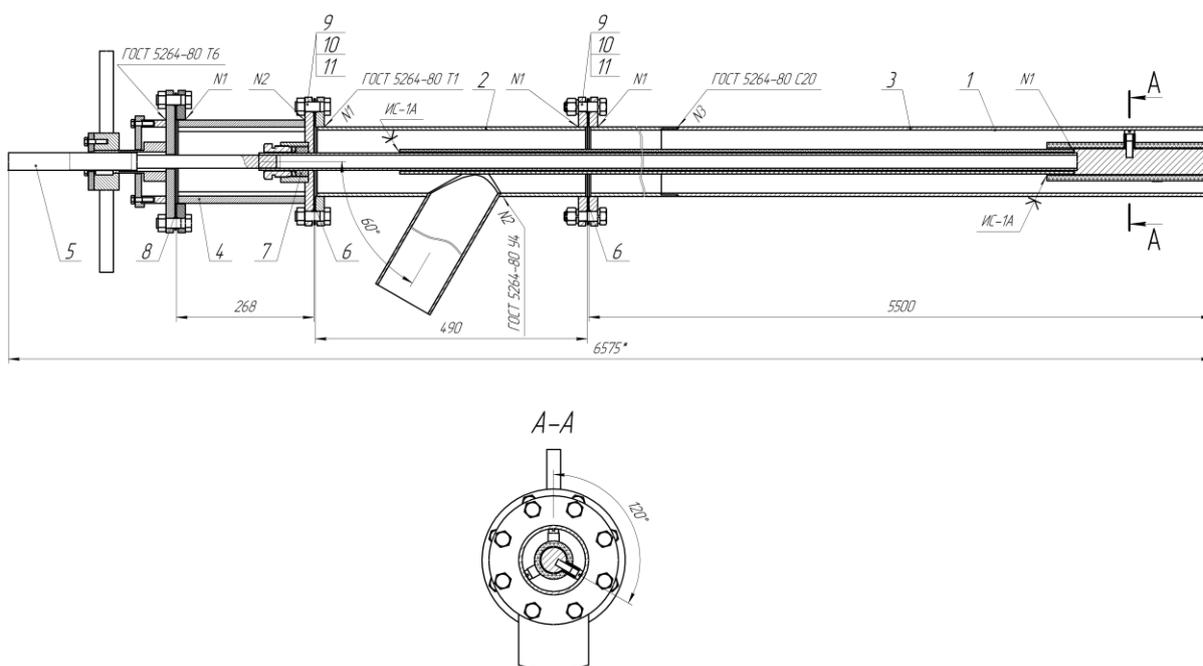
Включает навес, бункер приема топлива, транспортеры подачи топлива, кран-балку и разгрузчик биг-бэгов. Ориентировочная стоимость – 1 млн.грн.

2. Бункер расходный для хранения суточного запаса топлива (объем 120 м<sup>3</sup>)

3. Система подачи биотоплива с использованием компрессорного оборудования. Изготавливается две независимые линии, эксплуатация которых позволяет гарантированно поставлять топливо в горелку



#### 4. Горелка для сжигания биотоплива



#### 5. Система автоматики управления печью.



Достигнутые результаты:

- снижение потребления природного газа 50...70% в зависимости от температуры обжига материала;
- удельный расход биотоплива на замещение природного газа 2,3...2,6 кг/м<sup>3</sup>.
- выбросы при работе печи соответствуют ранее принятым (уровни, установленные для природного газа);
- в эксплуатации с 2010 года. На предприятии работа печи без биотоплива запрещена.

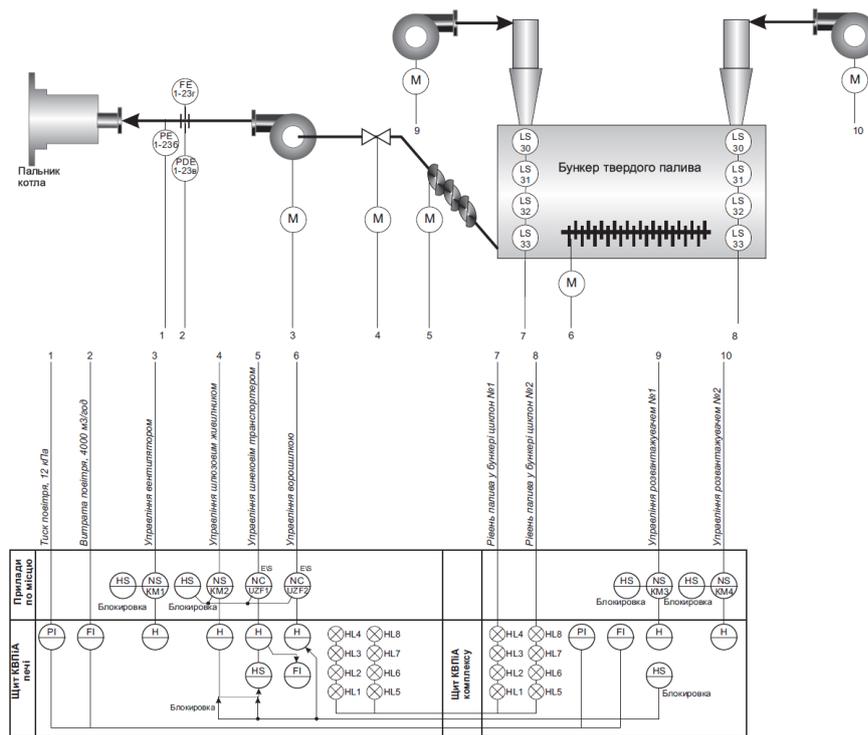
## Технологический комплекс ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог»

1. Склад, арендуемый в пределах 20 км от печи, позволяет минимизировать неравномерность поставок топлива,
2. Бункер разгрузки топлива, привезенного навалом в самосвалах позволяет минимизировать операции при перегрузке топлива.
3. Бункер подачи топлива. Объемом 40 м<sup>3</sup>, для обеспечения запаса топлива на два – три часа работы комплекса.



4. Линия пневмотранспорта, включающая шлюзовые питатели и вентилятор высокого давления.

## 5. Автоматика.



Простейший комплекс обеспечивает подачу заданного оператором объема топлива и отключения, необходимые для безопасной эксплуатации оборудования.

## 6. Горелка для сжигания биотоплива.



Достигнутые результаты:

- снижение потребления природного газа 40...47%;
- удельный расход биотоплива на замещение природного газа 2,7 кг/м<sup>3</sup>.
- выбросы при работе печи соответствуют ранее принятым (уровни, установленные для природного газа);
- в эксплуатации с декабря 2013 года.

### **Минимальная комплектация:**

1. Бункер и металлоконструкции разгрузки топлива. Склад топлива делается под навесом непосредственно возле бункера. Топливо хранится в биг-бэгах. Поставка – самосвалами навалом и в биг-бэгах. Из самосвалов топливо сразу подается в бункер, из биг-бэгов - по мере расходования.

Стоимость: бункера – около 360 тысяч, тельфер – 100 тысяч, навес – 300 тысяч.

2. Бункер подачи биомассы. Механизация подачи топлива в бункер.

Стоимость: бункера – около 180 тысяч.

3. Линия пневмотранспорта с воздухоудвками 460 тысяч

4. Горелка – 130 тысяч

5. Автоматика (простейший вариант – управление расходом топлива) – 160 тысяч

6. Проект – 130 тысяч.

7. Платежи разного рода проверяющим анализировать тяжело. Если можно договориться с конкретными инспекторами (пожарники, СЭС, экология) и включить их в схему, можно вообще обойтись без начальных расходов. Расчетная сумма (по сделанным ранее работам) – 300 тыс.

8. Монтаж – 360 тысяч.

7. Пуско-наладка. Надо обсуждать с местными. Мы можем сделать тысяч за 70...90, но надо подключить местных для получения документов.

**Итого: около 2440 тысяч. С учетом непредвиденных расходов (10%) – 2,8 млн.грн.**

### **Оборотные средства**

Еще одна статья расходов – оборотные средства. Для того, чтобы комплекс работал, необходимо закупать дробленую шелуху подсолнечника - топливо. Если с потребителем договориться про оплату два раза в месяц, то необходимо иметь возможность поставлять топливо 20 суток (резерв – пять суток на прохождение платежей). При замещении 1000 м<sup>3</sup> природного газа в час часовой расход шелухи составляет 2,2 тонны. При этом за 20 дней надо будет приобрести 1100 тонн шелухи. Ее цена 1600 тыс.грн. Таким образом (вновь, учитывая непредвиденные расходы 10%), получаем 1,9 млн.грн.

### **Заключение:**

Гарантированное замещение – замещение около 50% природного газа. Результат, скорее всего будет лучше, но, жизнь меня научила, рассчитывать надо на худший случай. В Ватутино результат 50...80% в зависимости от обжигаемого материала. Реально достигнутое снижение расхода газа 1100...1700 м<sup>3</sup>/час (до реконструкции горелка потребляла 2200 м<sup>3</sup>/час). На ПАО «Арселор Миттал» замещение – 60..70%. Реально достигнутое снижение расхода газа 1700...1950 м<sup>3</sup>/час (до реконструкции горелка потребляла 2800 м<sup>3</sup>/час).

Все расчеты я веду от худшего варианта, экономические показатели которого

**ГАРАНТИРОВАННЫ:**

1. Цена природного газа:	7400 грн/1000 м <sup>3</sup> с НДС
2. Цена шелухи подсолнечника дробленой с доставкой:	1600 грн/т
3. Замещение:	1000 м <sup>3</sup> /час
4. Расход шелухи на замещение 1000 м <sup>3</sup> газа:	2,2 т
5. Месячный фонд заработной платы персонала:	80 тыс.грн
6. Текущие платежи (электроэнергия, аренда):	100 тыс.грн.
7. Дисконт предприятию, для которого ведется поставка топлива	20%
8. Работа предприятия непрерывная, часов в месяц	700

**Прибыль от работы в течение одного месяца:**

$$(7400 \cdot (1 - 0,2) - 2,2 \cdot 1600) \cdot 700 - 80000 - 100000 = 1500000 \text{ грн.}$$

**Предприятие, которое позволило установить такой комплекс на своей территории для замещения природного газа на своей печи получит экономию**

$$7400 \cdot 0,2 \cdot 700 = 1036000 \text{ грн.}$$

**Итого: чистая прибыль предприятия, поставляющего биотопливо составит 1,5 млн. грн. в месяц, а экономия за счет замещения для предприятия, которому замещают природный газ – 1,036 мдн.грн. в месяц.**