Малая угольная ТЭС

Введение

В феврале 2020 в Магдебурге на немецком оборудовании прошли испытания по сжиганию угольной пыли коксующихся углей. Целью было выяснить возможности сжигания «промпродукта» - отходов углеобогащения с зольностью около 35%.

«Промпродукт» мы хотели использовать как топливо для малой ТЭС – тепловой электростанции с электрической мощностью 5-10 МВт. Альтернативой было сжигание товарного продукта – концентрата коксующихся углей с зольность 7-9%.

Задание Заказчика было жестким: ТЭС должна быть построена в условиях вечной мерзлоты, большой снеговой нагрузки, очень сильных ветров. Строительство в таких условиях требует крупноблочной поставки:
- паровой котел в сборе
- паровая турбина в сборе
- оборудование водоподготовки в сборе
- оборудование сухой газоочистки блочной поставки.

Альтернативой являлась установка дизельных электрогенераторов.
Это обычная альтернатива на Крайнем Севере. Стоимость дизеля в таких местах в 5-10 раз превышает его стоимость «на материке». Дизель завозится по Северному морскому пути. В любом случае несколько дизельных агрегатов ставятся на стадии строительства. В последствии эти дизельные электрогенераторы могут служить резервом, при выводе какого-либо блока угольной паровой ТЭС в ППР.

Особенностью энергетики Крайнего Севера, удаленных поселков золотодобычи, углеобогатительных фабрик или иных горно-обогатительных предприятий является небольшая суммарная электрическая мощность 10-20-30 МВт. На такую мощность угольные паровые энергетические котлы в России не разрабатывались.
Тем более не разрабатывались котлы позволяющие выполнить поставку в «сборе», с возможностью транспортировки в допускаемых РЖД габаритах.

Такие котлы изготавливаются в Германии. Есть примеры работающих малых угольных ТЭС, которые можно посетить, ознакомиться с их работой. Это возможно, если у Заказчика есть серьёзный интерес и конкретная цель. Возможна кооперация, например изготовление котла ближе к месту его использования и другие решения позволяющие снизить затраты на оборудование, не снижая качества и надежности.

Испытания

Для проведения испытаний по сжиганию «промпродукта» коксующегося угля мы должны были закупить и завезти в Германию уголь с составом идентичным составу угля Заказчика. Такой «подбор» необходим, так как при проектировании новых обогатительных фабрик на новом месторождении в распоряжении технологов часто

есть только керновые пробы. Нет возможности набрать на «месте» нужное для проведения технологических испытаний количество угля.

В нашем случае уголь нужного состава был найден и закуплен на Украине. Украинские «коллеги» сами того не ожидая оказали нам большую услугу. Коллеги прислали угольный концентрат нужного состава и зольности. Но при подборе высокозольного «промпродукта» произошел решающий сбой. Кто и что напутал, не проследил, или иное сейчас уже не важно. Важно то, что украинцы прислали в Германию не промпродукт с зольностью 35%, а «что-то иное» с зольностью 61,9%.
Углеобогатители хорошо знают, что промпродукта с зольностью 61,9% не бывает. Такую зольность могут иметь только конечные отходы углеобогащения.

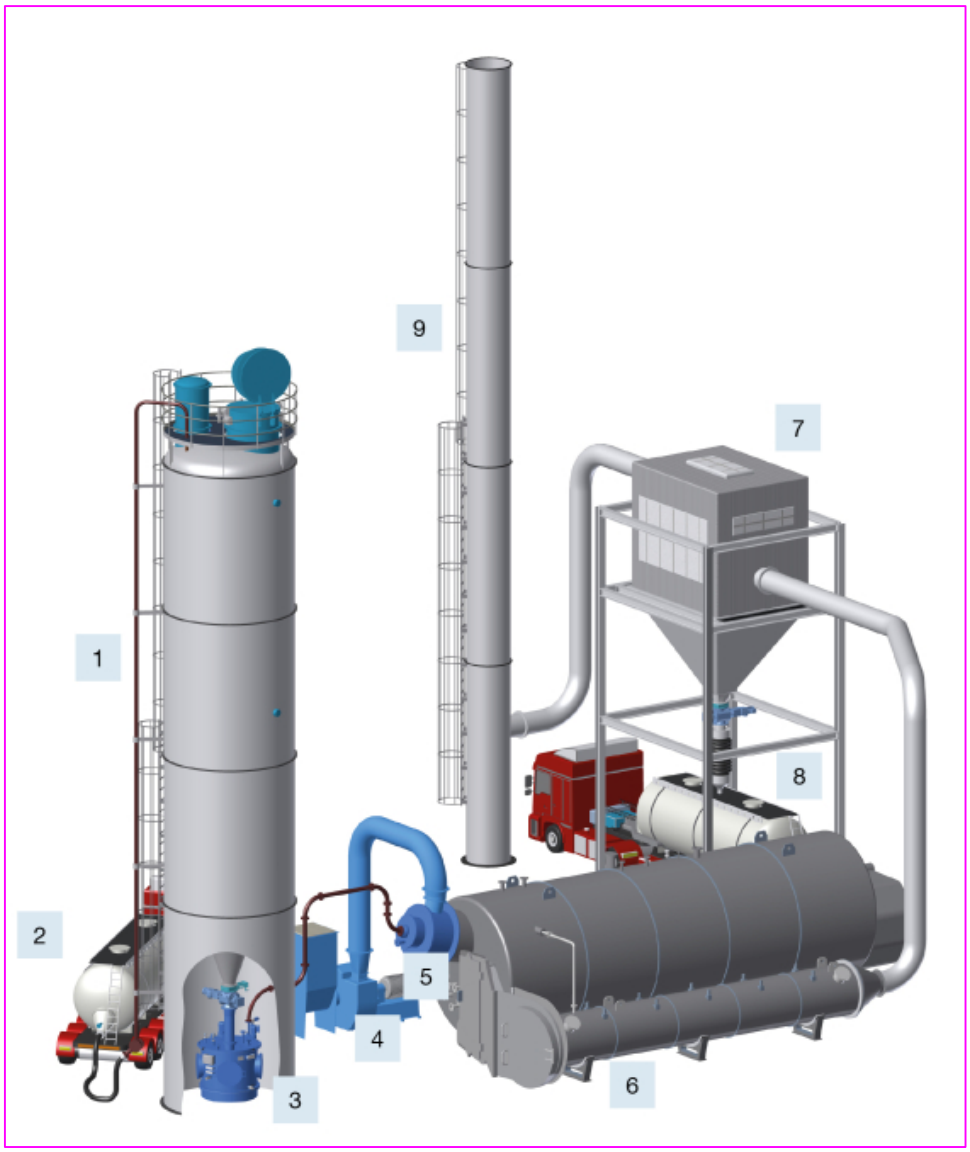
Несколько тонн концентрата и «промпродукт» с зольностью 61,9% были получены, подсушены и измельчены в Германии с угольную пыль, после этого ПУТ – пылеугольное топливо двух уровней зольности (9,4% и 61,9%) было передано в Магдебург в опытно-промышленный центр на испытания.

Цель испытаний - определение принципиальной возможности сжигания коксующихся угольных топлив в смесях с разной суммарной зольностью. Также определение оптимальных режимов работы горелочного оборудования при сжигании смесей ПУТ с высокой суммарной зольностью, например 15%, 35%, 45%.
Именно в Магдебурге немецкие Коллеги первый раз перепроверили состав и зольность присланного украинцами угля. Сама по себе крайне высокая зольность не являлась трагедией. Просто в топливные смеси с угольным концентратам нужно было добавлять меньшее количество высокозольного «отхода».
Испытания показали возможность сжигания смесей ПУТ из угольных концентратов и отходов с суммарной зольностью 25%, 35%, 45%. Были определены режимы работы оборудования обеспечивающие устойчивые процессы горения.

Сжигание высокозольного угольного отхода.
Кроме типовых испытаний было проведено исследование сжигания угольной пыли приготовленной только из отхода углеобогащения с зольностью 61,9% без подмесов углей с меньшей зольностью. Калорийность «отхода» составляла 11.500 - 11.970 Дж/г.
Была показана возможность устойчивого сжигания с использованием подсвечивающего факела природного газа мощностью 1-2% от основной мощности. Такую мощность обычно имеют запальники.
На отдаленной обогатительной фабрике или удаленной малой ТЭС, где нет природного газа подсвечивающий факел можно получить путем газификации части угля с получением горючего топливного газа. Это позволяет обеспечить сжигание «отхода» с зольностью 60-62% используя только угольное сырьё – сырьевые ресурсы угольного месторождения. Альтернатива – малый подмес угля с большей калорийностью.
Исследованный при испытаниях в Магдебурге диапазон зольности ПУТ перекрывает диапазон зольности углей, промпродуктов и отходов, образующихся при обогащении коксующихся углей.

Электроснабжение при углеобогащении

Результаты испытаний позволяют рассмотреть самостоятельное энергоснабжение углеобогатительной фабрики с позиций современных технологических знаний. Основой такого подхода является обеспечение электроснабжения и теплоснабжения фабрики за счет собственных сырьевых ресурсов. При этом топливом может являться смесь промпродукта и высокозольных продуктов углеобогащения.
Особенностью электрогенерации в таком случае являются:
- нулевая цена топлива,
- снижение расходов на утилизацию высокозольных отходов,
- получение дополнительного товарного продукта – сухой золы, которая является связующим и может использоваться как добавка в цемент.



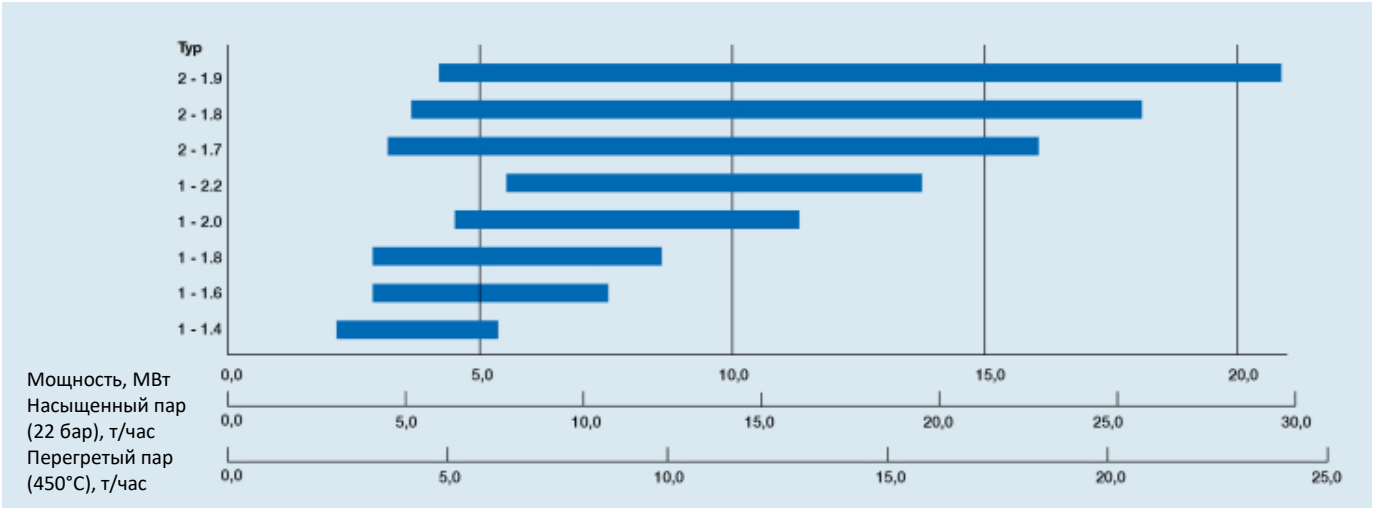
Оборудование угольного парового котла
1. Силос пылеугольного топлива (ПУТ). 2. Автоцистерна подвозящая ПУТ. 3. Дозатор ПУТ. 4. Вентилятор воздуха на горение. 5. Горелка для ПУТ. 6. Жаротрубный пылеугольный котел. 7. Оборудование сухой газоочистки (рукавный фильтр). 8. Автоцистерна отвозящая сухую золу. 9. Дымовая труба.

Электрогенерация

Угольный паровой жаротрубный котел для электрогенерации вырабатывает перегретый пар с температурой 350- 450°С и давлением 20-25 бар.
Пар подается на конденсационную турбину.
Подача 27.500 кг/час пара с давлением 25 бар и температурой 450°С позволяет получить на конденсационной турбине 5,4 МВт электроэнергии.
Это соответствует к.п.д. электрогенерации 20-22%.
В настоящее время коммерчески выгоднее использовать турбины фирмы Siemens.
Аргументы: параметры и надежность выше чем у турбин Калужского завода, цена ниже.

Теплоснабжение

Угольный жаротрубный котел вырабатывает насыщенный пар с давлением 22 бар.
Тепловой к.п.д. котла около 93%.



Параметры работы котлов

Технические характеристики котлов

Параметры	Ед.изм.	Тип 1-2.0	Тип 1-2.2	Тип 2-1.7	Тип 2-1.8	Тип 2-1.9
Мощность	МВт	11,20	13,64	16	18	21
Топливо*	кг/час	2000	2400	2800	3140	3600
Длина установки	мм	12.500	14.600	12.900	13.700	14.700
Длина котла	мм	9.000	10.600	9.100	9.500	10.200
Высота (без арматуры)	мм	5.000	5.250	4.600	4.900	5.200
Ф барабана котла	мм	3.900	4.200	3.900	4.100	4.300
Ф экономайзера	мм	1.300	1.400	2x1.200	2x1.300	2x1.400

*- расчет на топливо ПУТ калорийностью 20.600 Дж/г

Площадка под один паровой котел 13 ВМт ориентировочно Д х Ш = 15м х 12м.
Достаточная высота двухскатного помещения – 12-15 м.
Объём расходного силоса для ПУТ – 120 м3.

Экономика. Окупаемость

Оценка стоимости малых ТЭС, как и других объектов электрогенерации выполняется в единицах стоимости генерированной электрической мощности долл/кВт.
Стоимость оборудования комплектной немецкой поставки с ценах 2020 составляет:
2700-2900 долл/ кВт электрической мощности,
620 – 720 долл/ кВт тепловой мощности.
Кооперация с российскими котлостроителями позволяет снизить эти цифры.

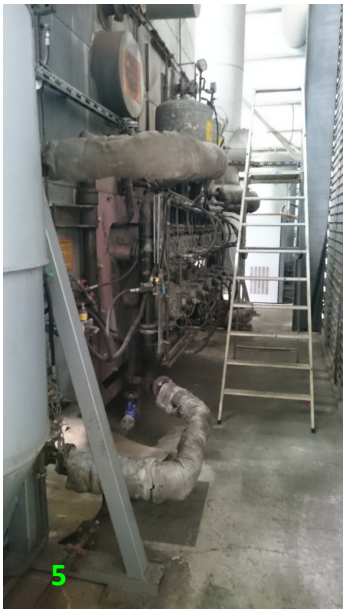
Особенность использования отходов углеобогащения как топливо для ТЭС в том, что часть продуктов углеобогащения или отходов может использоваться в тонко-измельченном состоянии. Это дополнительный фактор снижения OpEx и CapEx.

Контакты:

Carolina Engineering, Угольный Департамент
Офис в Москве
Посланников переулок, дом 5, строение 1, Москва, 105005, Россия
Телефоны: +7 (495) 232-10-02, +7 (495) 956-78-54
Факс: +7 (495) 232-10-03, +7 (495) 956-78-55
www.coralina.ru
E-mail: info@coralina.ru

Ing- Büro Feuerungs- und Trocknungstechnologien. Germany
www.ftt-ing.de
Tel: +49 163 72 55 806
E-mail: info@ftt-ing.de

Фотографии малых угольных ТЭС с Магдебурге и Франкфурте, Германия.



1. Силоса ПУТ. 2. Разгрузка ПУТ.
3. Дозатор ПУТ. 4. Горелка ПУТ.
5. Пневмоочистка котла.
6. Фронт котла.
7. Горелка и котел.
8. Газоочистка и силос.
9. Водоподготовка.
10. Паровая турбина