

Однако существует альтернатива даже для таких компактных устройств испарительного охлаждения как вентиляторные градирни. Это прямоточные распылительные охладители. Конструктивно они представляют собой струйный насос, движущей средой в котором является вода, движимой – охлаждающий воздух. При этом направление движения сред – прямоточное восходящее.

Достоинства этого типа охладителей:

– практически не существует ограничения по максимальной скорости движения потока газов в отличие от градирен, где скорость воздуха должна быть не более скорости витания капли воды;

– отсутствие необходимости насадки значительно упрощает конструкцию, увеличивая при этом надёжность, обеспечивает удобство эксплуатации и ремонта;

– однородность соотношений расходов потоков по сечению в отличие от градирен, где присутствуют зоны с низкими удельными расходами воздуха, что ведет к значительным различиям в тепломассообмене в разных слоях оросителя;

– саморегулирование системы. Это свойство системы обусловлено самой конструкцией. Так как движущей силой является энергия движения капель воды, то, соответственно, с уменьшением расхода воды уменьшается и расход воздуха (то есть коэффициент эжекции постоянен). Кроме того, при увеличении давления в напорной системе (для увеличения расхода воды) размер получаемых капель воды уменьшается, а значит поверхность увеличивается, что приводит к интенсификации теплообмена.

Так же немаловажен тот факт, что возможна модернизация уже существующих градирен. При этом уменьшаются капитальные вложения в установку, а экономический эффект весьма значителен.

Однако на сегодняшний день оснащение данным типом охладителей промышленных предприятий идёт очень медленно по следующим причинам:

– до настоящего времени не существует единых теоретических основ гидродинамики и тепломассообмена охладителей данного типа, что затрудняет разработку научно обоснованных методик их расчёта;

– не обобщён опыт разработки и эксплуатации, а известные результаты рассредоточены по отдельным статьям и отчётам.

Вместе с тем рядом исследователей получены интересные результаты и сформулированы практические рекомендации по проектированию и выбору режимных параметров этих устройств.

УДК 621.165

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИГНИНА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА

*Шантаренко П.В.*

Научный руководитель – ПРОНКЕВИЧ Е.В.

Из-за увеличения стоимости на природный газ для республики Беларусь приходится рассматривать другие источники получения энергии. Одним из них является лигнин (отход от производства этилового спирта) ранее считаемый мусором, который сейчас нашел применение в качестве топлива. Одной из первых станций в СНГ использующих лигнин в качестве топлива является Бобруйская ТЭЦ-1. Данная ТЭЦ имеет общую границу с Бобруйским гидролизным заводом, который является главным поставщиком лигнина в городе.

На ТЭЦ в качестве основного топлива для сжигания в котле используются гидролизный лигнин и фрезерный торф, как отдельно, так и в смеси.

Характеристики гидролизного лигнина приняты по техническим условиям «Лигнин гидролизный для энергетических целей» ТУ РБ 100145188.004-2006.

Характеристики торфа приняты по данным нормативного метода теплового расчета котельных установок:

Состав, % (по массе)	Лигнин	Фрезерный торф
Содержание общей влаги, %	не более 60,0	50,0
Зольность, %	–	6,3
Содержание серы, %	не более 0,9	0,1
Содержание углерода, %	20,14	24,7
Содержание водорода, %	2,31	2,6
Содержание азота, %	0,05	1,1
Содержание кислорода, %	13,88	15,2
Предельные значения, %	60,0	52,0
Предельные значения, %	–	23,0
Влага гигроскопическая, %	–	11,0
Зольность на сухую массу, %	не более 23,0	12,5
Теплота сгорания по бомбе, МДж/кг	8,51–11,76	22,9
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	не менее 6,2	8,12

На сжигание поступают лигнин и фрезерный торф, подготовленный с размером фракций не более 25 мм с влажностью не более 60 %.

Взрывопожароопасная характеристика лигнина:

- нижний концентрационный предел взрываемости пыли – 57,5 г/м<sup>3</sup>;
- температура самовоспламенения – 425 °С;
- температура воспламенения – 195 °С;
- температура тления – 185 °С.

Состав и характеристики золы лигнина и фрезерного торфа:

Показатель	Лигнин	Фрезерный торф
Температура начала деформации, °С	1125	1140
Температура начала размягчения, °С	–	1280
Температура начала шлакования, °С	–	1350

Элементарный состав золы твердых топлив в %:

Показатель	Лигнин	Фрезерный торф
SiO <sub>2</sub>	77,8	35,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,11	8,8
TiO <sub>2</sub>	0,04	0,4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,54	16,3
CaO	7,86	32,0
MgO	0,65	3,7
K <sub>2</sub> O	0,24	1,4
Na <sub>2</sub> O	0,09	1,6
SO <sub>3</sub>	7,95	–
Радиоактивность по цезию 137	менее 18 Бк/кг	–

Для растопки и подсветки (поддержания горения основного твердого топлива) котла используется природный газ либо топочный мазут. В качестве природного топлива на ТЭЦ используется природный газ по ГОСТ 5542.

**ФАКТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ТОПЛИВА ПО БОБРУЙСКОЙ ТЭЦ-1  
ЗА 5 МЕСЯЦЕВ 2008 ГОДА**

<b>ГАЗ</b>	<b>Количество</b>		<b>Цена</b>			
	тыс. м <sup>3</sup>	т у.т.	за тыс. м <sup>3</sup>		за т у.т.	
	11 414	14 060	339 503 руб.	158,3 \$	275 605 руб.	128,5 \$
<b>ФРЕЗЕРНЫЙ ТОРФ</b>	<b>Количество</b>		<b>Цена</b>			
	т н.т.	т у.т.	за т н.т.		за т у.т.	
	8 224	2 378	30 479 руб.	14,2 \$	105 408 руб.	49,1 \$
<b>ДРЕВЕСНОЕ ТОПЛИВО (ОТСЕВ)</b>	<b>Количество</b>		<b>Цена</b>			
	т н.т.	т у.т.	за т н.т.		за т у.т.	
	3 297	979	12 315 руб.	5,7 \$	41 473 руб.	19,3 \$
<b>ЛИГНИН</b>	<b>Количество</b>		<b>Цена</b>			
	т н.т.	т у.т.	за т н.т.		за т у.т.	
	30 034	8 919	1 123 руб.	0,5 \$	3 780 руб.	1,8 \$

17

ТАБЛ

Состав газа в % по объему:

Всего	100
CH <sub>4</sub>	98,2
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,616
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,202
изо-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,038
н-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,039
изо-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,005
н-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,008
нео-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,001
N <sub>2</sub>	0,816
CO <sub>2</sub>	0,032
H <sub>2</sub> S	0,000
O <sub>2</sub>	0,006
CO	0,000
H <sub>2</sub>	0,000

Низшая теплота сгорания – 33,58 МДж/м<sup>3</sup> (8020 ккал/м<sup>3</sup>).

В качестве жидкого топлива на ТЭЦ используется топочный мазут марки 100, VI вида, малозольный по ГОСТ 10585-99.

В заключении можно добавить следующее. На данный момент не важно, какое топливо будет использоваться, важно лишь сколько будет стоить электрическая и тепловая энергия и какие экологические проблемы могут возникнуть. Газ является хорошим топливом, он экологичен и имеет большой потенциал как топливо, но стоимость его сейчас становится все выше и выше. При том, тот же лигнин является отходом и ничего не стоит. Полигоны отведенные под лигнин уже исчерпали свой ресурс, что требует его утилизации. Используя лигнин в качестве топлива, мы утилизируем его при этом получая электрическую и тепловую энергию, не затрачивая средства на закупку топлива. На наш взгляд, лигнин будет иметь все большее значение в выработке тепловой и электрической энергии.

УДК 621.181

## СПОСОБЫ ОТПУСКА ПАРА ОТ ТЭЦ

*Добрецов А.В.*

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор **КАРНИЦКИЙ Н.Б.**

Отпуск пара потребителям от промышленной ТЭЦ производится:

- из отборов или из противодавления турбин;
- от паропреобразовательных установок, обогреваемых паром из отборов или из противодавления турбин;
- от термокомпрессоров, пар к которым поступает из отборов турбин или частью из отборов турбин, частью из парогенераторов;
- от парогенераторов непосредственно или через редукционно-охладительные установки (РОУ).

**Отпуск пара от турбин.** На промышленных электростанциях устанавливаются обычно турбины двух типов: конденсационные с отбором пара (Т, ПТ и П) и с противодавлением (Р и ПР).

Начальные параметры пара турбоагрегатов мощностью более 25 МВт – 12,7 и 23,7 МПа и мощностью 25 МВт менее 3,43 и 8,82 МПа. В турбинах типа Т мощностью