

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии
и техногенной безопасности

**Оценка влияния параметров при сжигании твердого топлива на
количество получаемых продуктов.**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 431 группы

направления 18.03.01 «Химическая технология»

код и наименование направления, специальности

Института химии

Тарунтаевой Анастасии Алексеевны

Научный руководитель

К.Х.Н., доцент .

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

С.Б.Ромаденкина

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2018

ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа содержит 46 страниц, 7 таблиц, 8 рисунков, 37 литературных источников и чертеж слоевой топки.

Цель работы: расчет параметров сжигания твердого углеводородсодержащего сырья при разных технологических параметрах.

Совершенствование установок для сжигания угля и оценка влияния параметров при сжигании твердого топлива является актуальным направлением.

Ухудшение качества топлива и имеющиеся ограничения применения топок традиционных конструкций, их низкая эффективность работы при сжигании низкосортных углей стимулируют поиски путей совершенствования способов сжигания, которые в свою очередь фактически полностью определяют конструкцию котла и соответственно его технологические, экономические и экологические показатели работы.

При сжигании угля в атмосферу выбрасывается большое количество вредных веществ: продукты сгорания серы, азота, твердые частицы.

В связи с этим основными задачами при выполнении выпускной квалификационной работы были:

1. Рассчитать материальный баланс сжигания твердого топлива.
2. Составить тепловой баланс установки.
3. Составить поверочный расчет однокамерной топки

Цель работы: изучение влияния параметров при сжигании твердого углеводородсодержащего топлива на количественный состав продуктов.

Выпускная квалификационная работа состоит из двух разделов: «литературный обзор» и «расчётная часть».

Литературный обзор состоит из шести подразделов:

1. Сжигание угля слоевым способом
2. Вихревой (циклонный) способ сжигания

3. Факельный способ сжигания
4. Газификация угля
5. Сжигание в кипящем (псевдоожигенном) слое
6. Магнитогидродинамический способ

Расчетная часть состоит из семи подразделов:

1. Состав и структура каменных углей
2. Материальный баланс горения топлива $\alpha = 0,7$
3. Материальный баланс горения топлива при $\alpha = 1,2$
4. Расчет теплосодержания продуктов сгорания
5. Тепловой баланс установки
6. Поверочный расчет однокамерной топки
7. Расчет температуры газов на выходе из топки

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Угольная промышленность вносит большой вклад в производство первичных энергетических ресурсов.

На сегодняшний день преимущественное право потребления отдано газу – его доля составляет около 70 процентов топлива для тепловых электростанций. Тем не менее угля в нашей стране тоже немало: в ближайшие десятилетия с учетом исчерпаемости природного голубого топлива роль угля будет только расти – его доля в структуре топливного баланса может дотянуть до 40 процентов к 2030 году. [1]

Уголь применяется при производстве около 400 всевозможных товаров. Из каменноугольной смолы и надсмольной воды получают бензол, аммиак, фенолы и другие соединения, которые используются в производстве красок, лаков, линолеума, резины. При глубокой переработке угля получают редкие металлы: цинк, свинец, молибден, германий.

С точки зрения экологии уголь считается неэкологичным топливом, так как при его сжигании выделяется много загрязняющих веществ.

В настоящее время используются следующие основные способы сжигания угля:

- Слоевой;
- Факельный ;
- Низкотемпературный вихревой способ (циклонный);
- Сжигание в кипящем слое;
- Газификация угля;
- Магнитогидродинамический способ;

Промышленные виды топлива горят в результате химических реакций окисления их горючей части кислородом воздуха.



Материальный баланс процесса горения выражает количественные соотношения между исходными веществами (топливо, воздух) и конечными продуктами (дымовые газы).

Состав каменного угля (%) по горючей массе определим по справочным данным. Они представлены в Таблице 4.

C ^Г	H ^Г	O ^Г	N ^Г	S	A ^P	W ^P
75-80	5-6	10-16	1,5	2-3	10	20

Таблица 4. Состав горючей массы топлива по основным ее компонентам в %

Расчет проводится по составу рабочей массы топлива, найдем коэффициент перерасчета для нее по Приложению

$$100 - (10+20)/100=0,7$$

Умножая на этот коэффициент элементы горючей массы топлива, получим состав его рабочей массы:

$$C^P = 80 * 0,7 = 56\%$$

$$H^P = 6 * 0,7 = 4,2\%$$

$$O^P = 16 * 0,7 = 11,2\%$$

$$S = 3 * 0,7 = 2,1\%$$

$$N = 1,5 * 0,7 = 1,05\%$$

На количественный состав продуктов при сжигании топлива, влияют следующие параметры: температура процесса, подача восстановительного газа и значение коэффициента избытка воздуха.

Составим материальный баланс при $\alpha = 0,7$. Данные сведены в Таблицу 1.

Таблица 1. Материальный баланс при $\alpha = 0,7$

Приход			Расход		
Вещества	мас. %	масса, кг/ч		мас. %	масса, кг/ч
Каменный Уголь	51,4	51,4	CO ₂	14,99	14,99
Воздух (в т.ч. - кислород - 0,5)	8,6	8,6	SO ₂	0,21	0,21
углеводородные газы	40	40,0	CO	8,88	8,88
			NO _x	65,68	65,68
			H ₂ O	10,24	10,24
Итого	100	100	Итого	100	100

Аналогично, рассчитаем материальный баланс при $\alpha = 1,2$

Приход			Расход		
Вещества	мас. %	масса, кг		мас. %	масса, кг
Уголь	51,4	51,4	CO ₂	10,24	10,24
Воздух (в т.ч.	8,6	8,6	SO ₂	0,143	0,143

кислород 0,5)					
углеводородные газы	40,0	40,0	NO _x	71,27	71,27
			H ₂ O	8,1	8,1
			Кислород	8,2	8,13
			CO	2,1	2,1
Итого	100,0	100,0	Итого	100,0	100,0

Таким образом, можно увидеть различие в количественном составе продуктов при изменении величины коэффициента избытка воздуха.

При контролируемом химическом недожоге снижается эмиссия NO_x на 5,6 %, что повышает эффективность работы установки. При увеличении коэффициента избытка воздуха в продуктах сгорания уменьшается количество угарного газа на 6, 78%.

Уменьшение избытка воздуха одновременно сопровождается снижением потерь теплоты с уходящими газами q_2 и увеличением потерь с химическим и механическим недожогом (q_3 и q_6).

Тепловой баланс котла – равенство располагаемой теплоты Q_p^p сумме полезно используемой теплоты Q_1 и потерь теплоты Q_2-Q_6 при стационарном режиме работы котла.

Общее уравнение теплового баланса имеет вид,

$$Q_p^p = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$$

Где Q_p^p – располагаемая теплота на 1 кг твердого, жидкого топлива или на 1 м³ газообразного топлива, ккал/кг (ккал/м³);

Q_1 – полезно используемая теплота (нагрев, испарение воды и перегрев пара в паровом котле, нагрев воды в водогрейном котле), ккал/кг (ккал/м³);

Q_2 – потери теплоты с уходящими газами, ккал/кг (ккал/м³);

Q_3 – потери теплоты от химической неполноты сгорания, ккал/кг (ккал/м³);

Q_4 – потери теплоты от механической неполноты сгорания, ккал/кг;

Q_5 – потеря теплоты от наружного охлаждения, ккал/кг (ккал/м³);

Q_6 – потери с физической теплотой шлаков, ккал/кг.

При делении обеих частей уравнения на Q_p^p и умножении на 100 % получаем

$$100\% = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6$$

Рассчитаем тепловой баланс котла КВТС-10-150В для сжигания каменного угля. Тип котла – водогрейный. Расчетный КПД=83%

Объем топки равен 11 м³.

1. Определим располагаемую теплоту Q_p^p , ккал/кг (ккал/м³) при сжигании твердого топлива:

$$Q_p^p = Q_H^p + Q_{в.вн} + i_{тл} + Q_{ф} - Q_{к}$$

Где Q_H^p - низшая теплота сгорания на рабочую массу ;

$Q_{в.вн}$ – теплота, вносимая в котельный агрегат воздухом, определяется только при его предварительном подогреве в калорифере, устанавливаемом перед воздухоподогревателем, ккал/кг (ккал/м³);

$i_{тл}$ – физическая теплота топлива, определяется только при предварительном подогреве мазута, ккал/кг;

$Q_{ф}$ – теплота, вносимая в котел с паровым дутьем (форсуночным), ккал/кг;

$Q_{к}$ – теплота, затраченная на разложение карбонатов при сжигании сланцев, ккал/кг.

Для предотвращения конденсации водяных паров из дымовых газов в воздухоподогревателе необходимо предварительно подогревать воздух в

калорифере. Теплота, вносимая в котельный агрегат воздухом, при его подогреве в калорифере, ккал/кг

$$Q_{в.вн} = (\alpha_T - V\alpha_T + V\alpha_{вТ}) * (I_{вп}^0 - I_{х.в.}^0)$$

где— α_T $V\alpha_{вТ}$ присосы воздуха в топке, в воздухоподогревателе;

$I_{вп}^0$ $I_{х.в.}^0$ – энтальпии теоретического объема воздуха после и до калорифера, ккал/кг;

$$I_{вп}^0 = V^0 * 0,32 * t'_{вп}$$

$$I_{х.в.}^0 = V^0 * 0,32 * t'_{х.в.}$$

Определим потери теплоты от механической неполноты сгорания.

По справочным данным в литературе наиболее близким по приведенной зольности A^w является каменный уголь типа донецких Г и Д с $q_4 = 6 \%$.

Выберем температуру уходящих газов.

Приведенная влажность топлива $W^п = 4 \% \cdot 10^3$ кг/ккал. С учётом того, что $W^п \leq 4,2\% \cdot 10^3$ кг/ккал, а также с учетом средней мощности водогрейного котла температура уходящих газов- $t_{yx} = 130^\circ C$

Потери теплоты от наружного охлаждения определяются по справочным данным: $q_5 = 1,5 \%$.

Потери теплоты с физической теплотой шлаков определяются по формуле:

$$q_6 = \frac{(100 - a_{ун}) * (cv)_{зл} * A^p}{100 * Q_p^p} \%$$

Методом обратного баланса рассчитаем КПД брутто, $\eta_{бр}$:

$$\eta_{бр} = 100 - q_2 - q_3 - q_4 - q_5 - q_6$$

Определим учетный расход топлива

Для водогрейного котла, кг/час ($m^3/ч$)

$$B_p = \frac{10^6 * Q_k}{Q_p^p * \eta_{бр}} (100 - q_4)$$

Уменьшение избытка воздуха одновременно сопровождается снижением потерь теплоты с уходящими газами q_2 и увеличением потерь с химическим и механическим недожогом (q_3 и q_6).

Снижение потерь с уходящими газами снижается с 7,33% до 6,08 при снижении коэффициента избытка воздуха.

При снижении коэффициента избытка воздуха увеличиваются потери, связанные с химической неполнотой сгорания топлива с 0,3 % до 0,5%.

КПД при $\alpha = 0,7$ равно 86,29%, при $\alpha = 1,2$ равно 84,67%

Расход топлива повышается при увеличении коэффициента избытка воздуха.

ВЫВОДЫ

1. Составлены материальные балансы горения каменного угля при коэффициентах избытка воздуха, равных 0,7 и 1,2. При контролируемом химическом недожоге снижается эмиссия NO_x на 5,6 %, что повышает эффективность работы установки. При увеличении коэффициента избытка воздуха в продуктах сгорания уменьшается количество угарного газа на 6,78%.
2. Составлен тепловой баланс котла, рассчитано теплосодержание продуктов сгорания и определена температура газов на выходе из топки при оптимальном значении коэффициента избытка воздуха.
3. Рассчитаны коэффициент ослабления сажистыми частицами, эффективная толщина излучающего слоя, равная 1,41 м, коэффициент тепловой активности экранов, и полезное тепловыделение в топке, равное 23991 кДж/кг.
4. Расчетный КПД установки равен 83%, расход топлива равен 213,8 кг/ч.