

Разработка мероприятий по снижению выбросов оксидов азота на котле БКЗ-420-140 НГМ ТЭЦ-ПВС ОАО «Тулачермет»

ПЕНЫШЕВА М.Г., студ.; рук. ЕРЕМИНА Н.А., канд. техн. наук

Дан анализ состояния выбросов оксидов азота в атмосферу на ТЭЦ-ПВС ОАО «Тулачермет» и предложены мероприятия по снижению выбросов на номинальном режиме путем оптимизации подачи рециркулирующих газов в зону горения.

Расположение ТЭЦ «Тулачермет» характеризуется непосредственной близостью к заповедной зоне «Ясная поляна», а также соседством с промышленными предприятиями, что требует строгого выполнения санитарных норм, в частности не превышения ПДК оксидов азота. Выброс оксидов азота на котле БКЗ-420-140 НГМ на ТЭЦ-ПВС ОАО «ТУЛАЧЕРМЕТ» при сжигании природного газа, по расчетным оценкам [1], находится на уровне 400 мг/м^3 , что превышает норму предельно-допустимых выбросов (ПДВ) [2] в 2,5 раза. Поэтому необходимо разработать эффективные и надежные методы подавления оксидов азота, которые обеспечат выход NO_x на уровне, не превышающем ПДВ.

Снижение выбросов оксидов азота без дорогостоящих мероприятий возможно путем изменения топочного процесса в нужном направлении, так как процесс горения в решающей степени определяет количество образующихся в топочной камере оксидов азота.

Максимальный эффект снижения выхода NO_x наблюдается при вводе дымовых газов вместе с воздухом или по отдельным каналам горелок (см. таблицу). В последнем случае скорость газов рециркуляции должна быть равна или несколько больше среднерасходной скорости воздуха на выходе из горелок. При сжигании газового топлива ещё больший эффект снижения наблюдается при вводе газов рециркуляции непосредственно в топливо. Процесс снижения образования NO_x эффективен при доле газов рециркуляции $r \leq (20-22)\%$. Дальнейшее увеличение r приводит к незначительному снижению выхода NO_x при резком одновременном ухудшении экономичности установки.

Эффективность рециркуляции в зависимости от способа ввода

Место ввода газов рециркуляции	Снижение NO_x в % на % рециркуляции
В топливо	4,5
В первичный воздух	3,0
В общий канал воздуха	2,5
Вокруг горелки	1,5
В щели под горелки	1,0

При номинальной нагрузке снижение выброса NO_x в зависимости от рециркуляции дымовых газов показывает, что увеличение степени рециркуляции продуктов сгорания в воздухопровод перед горелками практически линейно снижает выбросы оксидов азота. Снижение эмиссии азота в этом случае происходит за счет снижения температуры факела в ядре горения и разбавления исходных концентраций топливовоздушной смеси инертными продуктами сгорания.

Расчеты показали, что введение газов рециркуляции до 20% позволяют снизить выбросы оксидов азота на 50%. При этом концентрация NO_x составляет 195 мг/м^3 , что чуть выше ПДВ, который равен 180 мг/м^3 при пересчете на $\alpha_{\text{П}} = 1,131$.

С целью интенсификации процесса снижения образования оксидов азота без существенного увеличения доли рециркуляции, целесообразно осуществлять неравномерную раздачу продуктов сгорания в горелочные устройства [3].

Наиболее эффективным способом борьбы с NO_x является разработка усовершенствованных конструкций горелочных устройств с пониженным выходом оксидов азота. При создании таких горелочных устройств используются принципы двухстадийного сжигания и рециркуляция продуктов сгорания.

Основной принцип реализации ступенчатого сжигания топлива в горелках заключается в разделении основного потока воздуха на два потока. Первый смешивается с топливом, образуя богатую топливовоздушную смесь. Второй поток воздуха подмешивается на более поздней стадии за зоной активного горения. Хотя установка горелок с пониженным выходом NO_x и требует значительных капитальных затрат на реконструкцию котла, это самый эффективный и надежный способ подавления образования оксидов азота. Использование усовершенствованных горелочных устройств позволяет снизить выход NO_x на 30–60%.

В горелках с «экраным» вводом разделение воздуха осуществляется подачей газов рециркуляции в рассечку воздушного потока, при этом с периферийным потоком воздуха в кольцевую зону факела направляется до 55%

общего расхода воздуха. Помимо разделения потоков эффект снижения выхода NO_x дополнительно на 10–15% обеспечивается за счет воздействия газов рециркуляции на температуру горения и действующую концентрацию кислорода в факеле.

При использовании горелки с «экраным» вводом расчетный выброс оксидов азота в дымовых газах составит 123 мг/м^3 . Этот результат удовлетворяет санитарным нормам. Таким образом, горелка с «экраным» вводом может быть применена для котла БКЗ-420-140 НГМ ТЭЦ «Тулачермет».

Еще одним способом снижения выбросов оксидов азота является ввод влаги в зону горения для снижения максимальных температур в зоне факела с целью уменьшения их эмиссии. Расчеты, выполненные по отраслевой методике, показали, что ввод влаги до 8% от массы топлива снижает выброс оксидов азота всего на 22% и поэтому не может быть рекомендован в качестве основного метода, снижающего эмиссию оксидов азота.

Для приведения выбросов оксидов азота на котле БКЗ-420-140 НГМ на номинальном режиме в соответствие с нормативами ПДВ следует осуществить следующие мероприятия:

1. Увеличить долю рециркуляции до 22%.
2. Оптимизировать подачу рециркулирующих газов в зону горения, то есть произвести неравномерную их раздачу по горелочным устройствам, что позволит уменьшить эмиссию оксидов азота до 70% и получить выброс NO_x на уровне, существенно ниже установленного ПДВ.

Список литературы

1. **Методические** указания по расчету выбросов оксидов азота с дымовыми газами котлов МУ-34-70-051-88. – М.: СПО ОРГРЭС, 1988.
2. **Исходные** технические требования к комплексной котельной установке, включающей пылегазоочистные оборудования /типовые/ ОНТИ. – М.: ВТИ, 1989. – 22 с.
3. **Сравнительные** испытания различных методов определения содержания оксидов азота в дымовых газах / Е.Н. Штерн, В.А. Кружиков, Н.П. Гордеева и др. // Теплоэнергетика. – 1978. – № 7. – С. 32–34.