

## Секция 4. ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

УДК 621.181

### ВЛИЯНИЕ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ПРИ НЕСТЕХИОМЕТРИЧЕСКОМ СЖИГАНИИ ТОПЛИВ

*Замара С.М.*

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

Подача газов рециркуляции – одно из наиболее эффективных внутритопочных (технологических) мероприятий, направленных на снижение выбросов оксида азота при сжигании природного газа и мазута. За счет ввода рециркулирующих продуктов сгорания в воздухопровод горячего воздуха перед горелками в количестве  $R = 10 - 20$  % удается достичь снижения выхода  $\text{NO}_x$  на 30–50 %. Так как, попадая вместе с горячим воздухом в зону горения, инертные газы рециркуляции снижают температуру продуктов сгорания по всему факелу, то происходит подавление образования термических оксидов азота в зоне максимальных температур и частичное подавление «быстрых»  $\text{NO}$  на начальной стадии факела. Рециркуляция продуктов сгорания практически не влияет на выход топливных оксидов азота, поэтому ее применение не рекомендуется при сжигании твердых топлив.

Влияние рециркуляции продуктов сгорания на выход  $\text{NO}$  при нестехиометрическом сжигании топлив с оптимальными значениями избытков воздуха зависит от количества подаваемого с горячим воздухом рециркулирующих газов. При нестехиометрическом сжигании в восстановительной ( $a < 1$ ) и окислительной ( $a > 1,2$ ) зонах удается максимально подавить образование термических оксидов азота. Конечное содержание  $\text{NO}$  в дымовых газах на выходе из топки определяется образованием термических  $\text{NO}$  в верхней части топки после смешения восстановительного и окислительного факелов. Поэтому выбросы  $\text{NO}$  при нестехиометрическом сжигании топлив будут тем ниже, чем ниже максимальные температуры газов в зоне догорания после смешения восстановительного и окислительного факелов.

Ввод газов рециркуляции при нестехиометрическом сжигании природного газа в количестве до 10 % объема уходящих из котла продуктов сгорания позволяет дополнительно снизить выбросы оксидов азота. При оптимальных режимах нестехиометрического сжигания природного газа относительное дополнительное снижение выхода  $\text{NO}$  может достигать 50 %. Необходимо обеспечить присутствие рециркулирующих продуктов сгорания и их хорошее перемешивание с газами в зоне догорания. Последнее достигается за счет подачи газов рециркуляции в воздухопровод горячего воздуха (через горелки) или через специальные сопла, установленные в зоне смешения восстановительного и окислительного факелов.

При режимах нестехиометрического сжигания природного газа отличных от оптимального, ввод газов рециркуляции может привести даже к большему дополнительному снижению выбросов  $\text{NO}$ . Это связано с тем, что при неоптимальных режимах образование термических оксидов азота в зоне догорания происходит в большом количестве. В этих случаях вклад ввода газов рециркуляции как воздухоохранного мероприятия в суммарном снижении выбросов оксида азота будет возрастать.

Организация рециркуляции продуктов сгорания при оптимальных режимах нестехиометрического сжигания мазута обеспечивает меньшее, по сравнению с природным газом, дополнительное снижение выхода  $\text{NO}$ , примерно на 15 % при одинаковом

количестве рециркулирующих газов. Подача газов рециркуляции при нестехиометрическом сжигании мазута увеличивает подавление оксидов азота при отклонении режимов нестехиометрического сжигания от оптимальных.

Организация ввода газов рециркуляции при нестехиометрическом сжигании газа и мазута, естественно, несколько увеличивает химический недожог топлива по сравнению с простым режимом нестехиометрического сжигания. В то же время это увеличение не является значительным, в пределах  $q_3 < 0,15 \%$ , за счет реализации качественно перемешивания в топочной камере.

### Литература

1. Росляков П.В. Разработка теоретических основ образования оксидов азота при сжигании органических топлив и путей снижения их выхода в котлах и энергетических установках. – М., 1993.
2. Развитие технологий подготовки и сжигания топлива на электростанциях // Сб. науч. статей / Под ред. А.Г. Тумановского, В.Р. Котлера. – М.: ВТИ, 1996.
3. Разработка, анализ и реализация методов подавления выбросов оксидов азота с продуктами сгорания тепловых электростанций на природном газе: Отчет по теме «Подавление выбросов оксидов азота при высокотемпературном сжигании топлив»: Отчет о НИР / ИВТАН; Руководитель В.М. Масленников. Г. р. ЖП 860003936. – М., 1986.

УДК 621.165.004.67

## МЕРОПРИЯТИЯ, ПРЕДЛАГАЕМЫЕ СЕРВИСНОЙ СЛУЖБОЙ УРАЛЬСКОГО ТУРБИННОГО ЗАВОДА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ РАБОТЫ ПАРОВЫХ ТУРБИН

*Будько Е.М., Воробьева А.С., Стессель Е.А.*

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент КАЧАН С.А.

Рассмотрим некоторые направления реконструкции и модернизации паровых турбин, предлагаемые Уральским турбинным заводом (УТЗ).

**Модернизация проточной части турбины с внедрением осерадиальных надбандажных и сотовых уплотнений.** Надбандажные уплотнения радиального типа заменяются осерадиальными уплотнениями, которые состоят (рисунок 1) из двух уплотняющих гребней на бандаже рабочих лопаток и двух пар гребней, закрепленных на козырьке диафрагмы. При этом аксиальные зазоры между гребнями статора превышают диапазон относительных расширений (укорочений) ротора, что исключает аксиальные задевания гребней бандажа о гребни диафрагмы; увеличение радиального зазора над гребнями бандажа лопаток исключает радиальные задевания. Таким образом, полно-

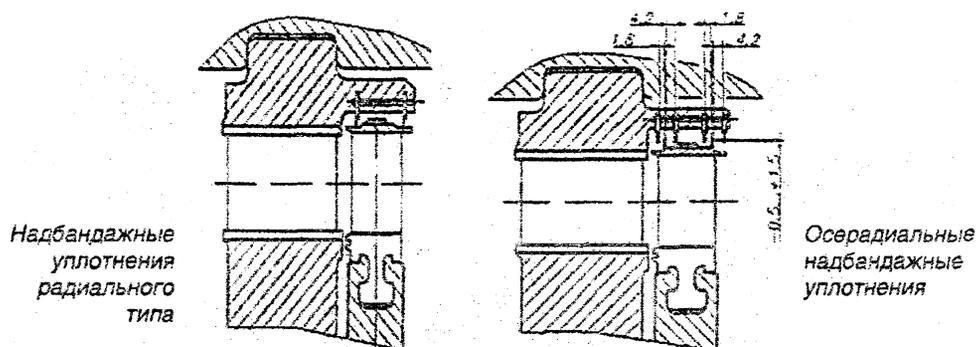


Рис. 1. Реконструкция надбандажных уплотнений