

T F T E I

Under the Convention on Long Range Transboundary Air Pollution

# Методы сокращения выбросов при производстве цемента

*Надин Аллеманд  
Наталья Сирина-Лебуан  
Научно-технический совет ЦГ ТЭВ*

# Введение



## Контекст и цели:

- Важность сокращения выбросов при производстве цемента.
- Цели документа: обновленные методы и анализ затрат

## Сфера:

- Фокус на NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, пыли и тяжелых металлах

Справочный неофициальный технический документ по методам сокращения выбросов загрязняющих веществ при производстве цемента и определению затрат на них

Справочный неофициальный технический документ  
ЦГ ТЭВ  
Декабрь 2020

Подготовлено Citepa (Научно-технический секретариат ЦГ ТЭВ)  
Надин Аллеманд и Этьен Фотрен



# Обзор источников выбросов

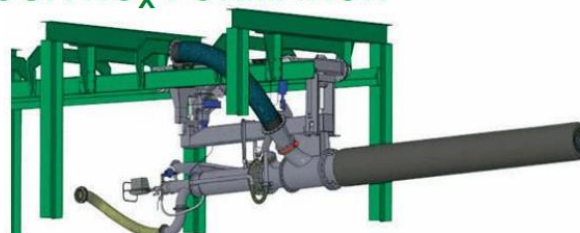
## Основные загрязняющие вещества:

- NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, dust, and heavy metals NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, ПЫЛЬ и тяжелые металлы

## Источники выбросов:

- Подготовка сырья, обжиг клинкера и помол

### ■ CONDITIONS THAT FAVOUR NO<sub>x</sub> FORMATION



- The **main burner** generates a flame that can reach **2000°C** thanks to the pre-heated combustion air.
- The **excess air** (2-3%) guarantees the oxidizing conditions that are necessary for the good quality of the clinker produced.
- The combustion process in the **pre-calciner** at 900°C is also operated in excess air to avoid CO formation.

4  
ROME 20-10-2017 3rd TFEI annual meeting

**CEMBUREAU**  
The European Cement Association

**HEIDELBERG  
TECHNOLOGY CENTER**  
HEIDELBERGCEMENT Group

# Предельные значения выбросов (ПЗВ) в АGR



## Предельные значения выбросов NO<sub>x</sub> от цементных заводов в соответствии с Приложением V АGR

### Предельные значения выбросов NO<sub>x</sub>, образующихся при производстве цементного клинкера<sup>a</sup>

<i>Вид установки</i>	<i>ПЗВ для NO<sub>x</sub> (мг/м<sup>3</sup>)</i>
В целом (существующие и новые установки)	500
Существующие лепольные печи и длинные карусельные печи, в которых не сжигается никаких отходов	800

<sup>a</sup> Установки для производства цементного клинкера в карусельных печах мощностью > 500 Мг/день или в других печах мощностью >50 Мг/день. Базовое содержание O<sub>2</sub> – 10%.

## Предельные значения выбросов пыли от цементных заводов согласно Приложению X АGR

### Предельные значения для выбросов пыли при производстве цемента<sup>a</sup>

	<i>ПЗВ для пыли (мг/м<sup>3</sup>)</i>
Установки для производства цемента, печи, мельницы и клинкерные холодильники	20

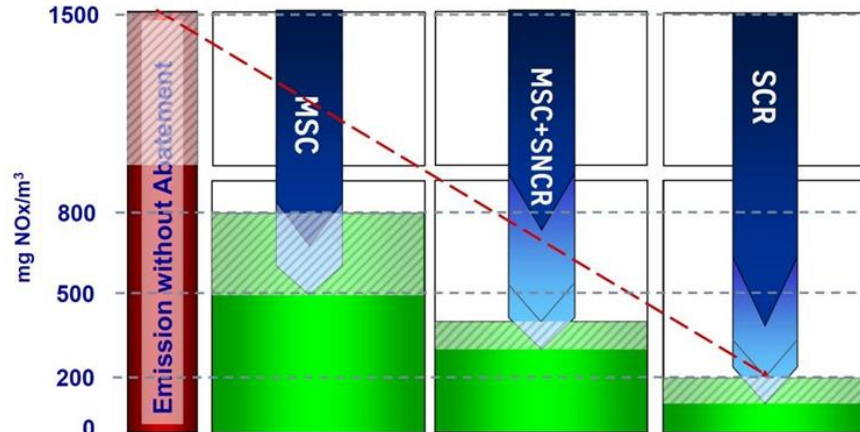
<sup>a</sup> Установки для производства цементного клинкера в карусельных печах мощностью > 500 Мг/сутки или в других печах мощностью > 50 Мг/сутки. Базовое содержание кислорода составляет 10%.

*Протокол о борьбе с подкислением, эвтрофикацией и приземным озоном 1999 года к Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния с поправками, внесенными в него 4 мая 2012 года*

# Наилучшие доступные техники (НДТ)

## Снижение NOx:

- Селективное некаталитическое восстановление (СНКВ)
- Селективное каталитическое восстановление (СКВ)



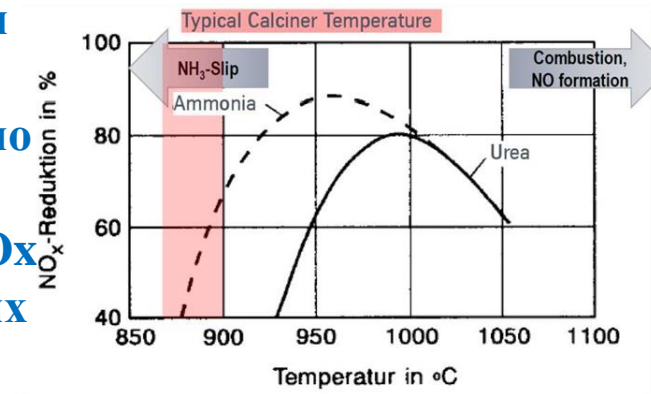
## Снижение пыли:

- Рукавный фильтр (BF)

## Снижение SO<sub>2</sub>:

- Добавление абсорбента
- Мокрая сероочистка отходящих газов (WFGD)

## Возможности различных технологий по снижению выбросов NOx на цементных заводах



## Эффективность СНКВ в зависимости от температуры

# Анализ затрат

## Методология:

- На основе показательного завода производительностью 3000 т клинкера в день.

## Резюме расходов:

- NO<sub>x</sub>: 460–1250 евро/т предотвращенных выбросов (СНКВ), 510–1110 евро/т предотвращенных выбросов (СКВ).
- Пыль: €0.6–€1.1/т клинкер с ВФ.
- SO<sub>2</sub>: €690–€1,650/т предотвращенных выбросов используя абсорбенты.

Abatement cost at various emission levels	NO <sub>x</sub> [€/ton clinker]	SO <sub>2</sub> [€/ton clinker]
Current emission level	0,3 (0,1 – 1,7)	0,8 (0,2 – 4,7)
Upper BAT emission level	0,7 (0,1 – 2,9)	2,1 (0,2 – 6,8)
Lower BAT emission level	0,9 (0,2 – 3,7)	3,2 (1,4 – 10,7)

## Основные результаты по снижению выбросов NO<sub>x</sub> и SO<sub>2</sub> в цементном секторе ЕС по данным ECOFYS

*Справочный неофициальный технический документ по методам сокращения выбросов загрязняющих веществ при производстве цемента и определению затрат на них - 2020*

# Основные выводы

## Достижения:

- Обновленные лимиты выбросов, достижимые с использованием НДТ
- Значительное повышение экономической эффективности

## Вызовы:

- Высокие первоначальные инвестиции для СКВ и WFGD
- Балансирование эффективности и стоимости при модернизации

# Заключение и рекомендации

## Ключевые выводы:

- НДТ обеспечивают эффективное сокращение выбросов в пределах нормативных ограничений
- Детальный анализ затрат помогает принимать решения

## Рекомендации:

- Принять НДТ, адаптированные к конкретным условиям завода
- Регулярные обновления для соответствия технологическим достижениям
- Взаимодействие с ЦГ ТЭВ для получения дополнительных сведений



Большое спасибо  
Вопросы?