

**ЦЕМЕНТНЫЙ ЗАВОД КАК ИСТОЧНИК ПЫЛЕАЭРОЗОЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
АТМОСФЕРЫ****Д.А. Володина**

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

В наше время активно развиваются различные отрасли промышленности, которые наносят определенный вред состоянию окружающей среды, в частности атмосфере. Одним из источников загрязнения атмосферы является цементная промышленность. Постановлением Правительства РФ №1029 от 28.09.15 производство цемента отнесено к объектам первой категории, т.е. оказывающим значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящимся к областям применения наилучших доступных технологий.

Цемент – это тонкодисперсный неметаллический неорганический порошок, который при перемешивании с водой образует пасту, которая схватывается и твердеет. Это гидравлическое твердение происходит благодаря образованию гидратов силикатов кальция как результат реакции между водой и составляющими цемента [2].

Цементная промышленность является энергоемкой - 40% себестоимости производства цемента составляют расходы на энергию, включая электрическую. Основными сырьевыми материалами для производства цементного клинкера являются карбонатные (мел, известняк), алюмосиликатные (глина, шлаки, зола ТЭС и др.) и железосодержащие (огарки, шлак) компоненты [5].

Химический процесс производства цементного клинкера начинается с кальцинирования, т.е. разложения карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) при температурах выше  $900^\circ\text{C}$  с образованием оксида кальция ( $\text{CaO}$  или известняк) и выделением газообразного диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ). Далее следует процесс клинкерообразования, в котором оксид кальция реагирует с кремнеземом, глиноземом и оксидом железа при высоких температурах (обычно  $1400 - 1500^\circ\text{C}$ ). В результате формируются силикаты, алюминаты и ферриты кальция, образующие клинкер. Сформированный материал - клинкер измельчается совместно с гипсом и другими добавками, образуя цемент.

Существует несколько способов производства цемента – сухой, полусухой, мокрый, полумокрый [4, 5]:

- при сухом способе происходит измельчение сырьевых материалов и их сушка в сырьевой мельнице. Далее сырьевая мука обжигается в печи с циклонным теплообменником;
- при полусухом способе сухую сырьевую муку увлажняют и далее гранулируют, брикетируют. Сырьевая шихта подается в печь, оборудованную колосниковым подогревателем;
- при мокром способе сырье измельчают вместе с водой с получением шлама - суспензии, влажность которой составляет приблизительно 40%. Шлам подается либо сразу в печь, либо предварительно в сушилку шлама;
- полумокрый способ заключается в том, что шлам, полученный по мокрому способу, обезвоживается с применением фильтрации и получением кека. Кек подается в печь, оборудованную колосниковым подогревателем.

Выбор способа производства определяется состоянием сырьевых материалов: сухие или влажные. Например, мокрый способ достаточно затратный в силу своей энергоемкости. Заводы мокрого и полумокрого способов используют

только влажные сырьевые материалы. В Европе преобладает сухой способ производства [5].

Основными выбросами в атмосферный воздух на цементных заводах являются пыль, оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ) и диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ). Также к таким выбросам можно отнести летучие органические соединения, полихлорированные дибензодиоксины и дибензофураны и хлористый водород ( $\text{HCl}$ ). В данный список не включен диоксид углерода  $\text{CO}_2$ , хотя он образуется в значительных количествах при производстве цемента. Основным источником выбросов при производстве цемента – печные системы (процесс обжига клинкера).

Выбросы пыли происходят при транспортировке и помоле сырьевых материалов, при процессах приготовления сырья и обжига клинкера, при дроблении сырья и складировании топлива, при отгрузке цемента. Неорганизованные выбросы пыли появляются в результате складирования материалов и твердого топлива на открытых площадках, транспортеров сырья, а также из дорожных покрытий, вызываемых движением транспорта [5]. В пыли от производства цемента обычно содержится небольшое количество металлов и их соединений, например, таких как As, Cd, Hg и другие. Например, ртуть – это токсичный элемент, ее соединения очень легко переходят в газообразное состояние из-за высокой летучести металла. В процессе нагревания известняков и глинистых пород при производстве цемента ртуть выделяется в окружающую среду вместе с отходящими газами. До 90-95% ртути содержится в пылегазовых выбросах. В связи с этим, выбросы ртути в атмосферу со стороны предприятий должны быть снижены. Для этого на российских цементных заводах используются системы очистки, в них входят циклоны, рукавные фильтры, электрофильтры. Для очистки отходящих газов чаще всего применяются электрофильтры (около 74% от всего очистного оборудования). При неудовлетворительной работе электрофильтров эффективность улавливания ртути составляет только 10-30% [3, 5].

Выбросы в окружающую среду со стороны цементных заводов оказывают значительное влияние на здоровье населения, проживающего в областях промышленных зон и прибрежных районах. Атмосферный воздух является ведущим загрязнителем природной среды, который влияет на уровень заболеваемости населения болезнями органов дыхания, зрения, эндокринными, нервными заболеваниями, болезнями органов пищеварения, а также онкологическими заболеваниями [1, 3].

Таким образом, цементная промышленность и ее продукты важны в наше время, но учитывая количество выбросов в атмосферу и окружающую среду, количество заболеваний, вызванных распространением выбросов, стоит задуматься о темпах снижения производства и осуществлении контроля за количеством выбросов.

#### Литература

1. Бочаров В. Л., Спиридонов Е. Г., Жердев В. Н. Некоторые проблемы методологии геоэкологического мониторинга муниципальных образований. // Вестник Самарского Государственного Университета. Серия «Геология». – 2000. – №9. – С. 223–231.
2. Классен В. К. Технология и оптимизация производства цемента: краткий курс лекций: учеб. Пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 308 с.
3. Калмыков Р. В., Калмыкова М.К. Анализ структуры глазных патологий с учетом действия факторов окружающей среды на примере Вольского района

Саратовской области. // Бюллетень медицинских интернет-конференций. — 2012. — №2 (2). — С. 115.

4. Янин Е.П. Эмиссия ртути в атмосферу при производстве цемента в России. — М.: ИМГРЭ, 2004 — 20 с.

5. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control)/ Joint Research Centre. Institute for Prospective Technological Studies Sustainable Production and Consumption Unit European IPPC Bureau. — 2013. — 501 p.

### АЭРОЗОЛЬНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ ТОМСКА

А.В. Егошина

Научный руководитель доцент О.В. Ротарь

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Аэрозоли – это твердые или жидкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе. Основными источниками искусственного аэрозольного загрязнения воздуха в Томске являются ГРЭС-2, металлургический цех СИБМОТОРА, автомобильный транспорт.

Аэрозольные частицы от этих источников отличаются большим разнообразием химического состава: в их составе обнаруживаются соединения кремния, кальция и углерода, реже оксиды металлов: железа, кадмия, хрома, кобальта, молибдена, а также асбест [1, 2].

Еще большее разнообразие свойственно органической пыли, включающей алифатические и ароматические углеводороды, соли кислот. Она образуется при сжигании остаточных нефтепродуктов, в процессе пиролиза на нефтехимических предприятиях.

В результате превращений компонентов органической пыли образуются перекисные соединения, свободные радикалы, соединения углеводов с оксидами азота и серы часто в виде аэрозольных частиц. При некоторых погодных условиях могут образоваться особо большие скопления вредных газообразных и аэрозольных примесей в приземном слое воздуха.

С целью выделения антропогенной составляющей от автомобильного транспорта нами был проведен экологический мониторинг, который включал оценку фактического состояния окружающей среды в районах г. Томска и наблюдение за плотностью автомобильного транспорта. В задачу исследования входило: сбор, накапливание, систематизация и анализ информации, а также проведение расчетов валовых выбросов загрязняющих веществ.

Расчет массы выбрасываемых загрязняющих веществ в атмосферу производился для трех режимов работы двигателей внутреннего сгорания: при прогреве, на холостом ходу и при движении. Выброс основных загрязняющих компонентов рассчитывался по следующей формуле, где суммирование производится по автомобилям  $k$ -й группы [3]:

$$M_j = \sum_k N_k (m_{1kj} T_1 + m_{2kj} T_2) D \cdot 10^{-6}, \text{ где}$$

$M_j$  – валовый выброс  $j$ -го компонента, т/год;

$m_{1kj}$  – удельный выброс  $j$  вещества при прогреве двигателя автомобилями, г/мин;