

*Н. Р. МАЖРЕНОВА, А. О. НҰҒЫМАНОВА*

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

## **НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА Г. АЛМАТЫ И ОЦЕНКА КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ**

**Аннотация.** Экологическое нормирование является одним из элементов механизма повышения эффективности природопользования, а также инструментом обеспечения нормативного качества окружающей среды. К числу основных экологических нормативов, устанавливаемых для хозяйствующего субъекта, следует отнести: нормативы предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ (ПДВ) и предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ (ПДК) в приземном слое атмосферы. В данной статье по программе «Эра-Воздух» проведены расчеты максимально-разовых выбросов и приземные концентрации парниковых газов ТЭЦ-2 г. Алматы, которая сжигает высокозольный экибастузский уголь. Предложен способ снижения антропогенного загрязнения воздушного бассейна г. Алматы путем направленной модификации физико-химических и теплофизических свойств топлива.

**Ключевые слова:** оценка воздействия на окружающую среду, приземные концентрации загрязняющих веществ, программа «Эра-Воздух», электронно-лучевые технологии.

**Тірек сөздер:** қоршаған ортаға әсерді бағалау, ластанушы заттардың жер бетіне жақын ауадағы концентрациясы, «Эра-Ауа» бағдарламасы, электрондық-сәулелендіру технологиялары.

**Keywords:** assessment of the impact on the environment, concentrations of pollutants, program «Era-Air», electron-beam technologies.

Качество атмосферного воздуха – совокупность свойств атмосферы которая определяет степень воздействия физических, химических, биологических, факторов на людей животных и растительный мир, а также на строение, конструкции, материалы и окружающую среду в целом. На качество атмосферного воздуха устанавливают нормативы для селитебной и производственных зон (ГОСТ 17.2.1.03-84. Охрана природы, атмосфера: термины и определения). Различают ПДК<sub>рз</sub>, (предельно-допустимая концентрация рабочей зоны), ПДК<sub>мр</sub> (предельно-допустимая концентрация максимально-разовая), ПДК<sub>сс</sub> (предельно-допустимая концентрация среднесуточная). Наиболее

распространен в настоящее время и рекомендован методической документацией Министерством охраны окружающей среды РК комплексный индекс загрязнения атмосферы. Его рассчитывают как сумму нормированных по ПДК<sub>СС</sub> и приведенных к SO<sub>2</sub> концентраций средних содержаний различных веществ.

$$Y_n = \sum_{i=1}^n Y_i = \sum \left( \frac{Q_i}{\text{ПДК}_{\text{cci}}} \right)^{C_i} \quad (1)$$

для SO<sub>2</sub> C<sub>i</sub>=1, где C<sub>i</sub> – безразмерная константа i-го вещества, приведенная концентрации SO<sub>2</sub> и зависящая от класса опасности.

Для оценки степени загрязнения атмосферы, загрязнения населенных пунктов рассчитывают комплексный показатель для одинакового количества загрязнителей (для 5-ти наиболее вредных веществ, присутствующих в воздухе).

Экологическое нормирование является одним из элементов механизма повышения эффективности природопользования, а также инструментом обеспечения нормативного качества окружающей среды. К числу основных экологических нормативов, устанавливаемых для хозяйствующего субъекта, следует отнести: нормативы предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ (ПДВ); нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ поверхностные и подземные водные объекты, и на рельеф местности; нормативы образования отходов и лимиты на их размещения [1].

Максимально возможный объем выброса конкретного загрязняющего вещества в единицу времени задается нормативом предельно допустимого выброса (ПДВ). Значение ПДВ понадобятся для оценки превышения фактических (прогнозируемых) выбросов над нормативными, расчет о платежей за загрязнение атмосферы, анализа эколого-экономической эффективности предложенных атмосферозащитных мероприятий. При установлении норматива ПДВ для конкретного предприятия следует учитывать физико-географические и климатические особенности местности; расположение промышленных площадок; расположение участков существующей жилой застройки, зон отдыха города; значения фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Современная программа «Эра-Воздух» позволяет рассчитывать ПДВ для предприятий с учетом параметров сжигаемого топлива и вышеназванных физико-географических и климатических особенностей местности. Критерий качества атмосферного воздуха, используемый при установлении норматива ПДВ в атмосферу, задает обязательное соотношение между приземными концентрациями загрязняющих веществ с учетом фона и предельно допустимыми концентрациями.

Как известно загрязнение воздуха в г. Алматы является острой экологической проблемой, которая осложняется физико-географическими и природно-климатическими условиями. Для оценки загрязнения воздушного бассейна города были проанализированы расчетные данные за содержанием вредных веществ в атмосфере города. Расчеты за загрязнением атмосферного воздуха в г. Алматы проводились по 5-ти видам загрязняющих веществ.

В качестве общего и информативного показателя загрязнения воздуха является КИЗА – комплексный показатель среднегодового загрязнения атмосферы. Его количественное ранжирование по классу состояния атмосферы приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Критерии оценки состояния загрязнения атмосферы по комплексному индексу (КИЗА)

| Показатели                 | Классы экологического состояния атмосферы |           |             |              |
|----------------------------|---|-----------|-------------|--------------|
|                            | Нормы (Н)                                 | Риска (Р) | Кризиса (К) | Бедствия (Б) |
| Уровни загрязнения воздуха | < 5                                       | 5-8       | 8-15        | >15          |

По программе «Эра-Воздух» проведены расчеты максимально-разовых выбросов и приземной концентрации для предприятия ТЭЦ-2 г. Алматы, которая сжигает высокозольный экибастузский уголь. Установленная электрическая мощность станции ТЭЦ-2 – 510 МВт, тепловая мощность – 1176 Гкал/ч.

Основные характеристики сжигаемого на ТЭЦ-2 экибастузского каменного угля приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные характеристики сжигаемого на ТЭЦ-2 экибастузского каменного угля

| Топл.    | Влажн.,<br>W <sub>p</sub> % | Летуч. в-<br>а, V <sub>daf</sub> % | Сера,<br>S <sub>d</sub> % | Зольн.,<br>A <sub>d</sub> % | Углер.,<br>C <sub>daf</sub> % | Водород,<br>H <sub>daf</sub> % | Азот,<br>N <sub>daf</sub> % | Кисл.,<br>O <sub>dafid</sub> % | Тепл сгор, Q <sub>p</sub><br>МДж/кг |
|----------|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Необлуч. | 8,43                        | 28                                 | 0,7                       | 43                          | 43,3                          | 2,64                           | 0,79                        | 6,07                           | 16,83                               |
| Облуч.   | 6,41                        | 26                                 | 0,5                       | 39                          | 45                            | 3,1                            | 0,7                         | 7,2                            | 16,5                                |

С использованием программы в работе были рассчитаны максимально разовые выбросы золы, оксидов серы, углерода, азота, образующиеся при сжигании экибастузского угля, характеристики, которого приведены выше, с высотой дымовой трубы 120 метров [2].

Рассчитанный по формуле для золы:

$$M_{ТВ}(G_{ТВ}) = \sum_{i=1}^m 0,01 V_i * \left[ (\alpha_{yH} * A) + q_{yH} \left( \frac{Q_H}{32,7} \right) \right] * (1 - \eta_i^{оч}) \quad (2)$$

Рассчитанный по формуле для оксида серы:

$$M_{SOX}(G_{SOX}) = \sum_{i=1}^m 0,02 V_i * S(1 - \eta')(1 - \eta'') \quad (3)$$

Рассчитанный по формуле для оксида углерода:

$$M_{CO}(G_{CO}) = \sum_{i=1}^m 0,01 * C_{CO}^* * V_i * (1 - q_i^{max}/100), \quad (4)$$

Рассчитанный по формуле для оксида азота:

$$M_{NOX}(G_{NOX}) = \sum_{i=1}^m 0,34 * 10^{-4} * \psi * V_i * Q_H * (1 - q_{max}/100) * (1 - \varepsilon_{1i} * r_i) * \beta_i * \beta_{2i} * \beta_{3i} * \varepsilon_2 \quad (5)$$

Результаты расчетов приведены в таблице 3.

Согласно проведенным расчетам, при сжигании высокзолыного угля, количество максимально разовых выбросов от точечного источника в 10 раз превышают максимально разовые концентрации, следовательно, среднесуточные концентрации тоже будут значительно превышать ПДК.

Учитывая неблагоприятные местные климатические условия, способствующие накоплению вредных веществ в атмосфере города, в работе рассчитаны приземные концентрации золы и диоксида серы, с учетом степени улавливания электрофильтров 93%, максимальный расход топлива составил 400 т/ч.

Рассчитанная по формуле для золы:

$$C_{MЗ} = \frac{AMFm\eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}} \quad (6)$$

максимальная приземная концентрация по золе составляет 1,1 мг/м<sup>3</sup>

Для диоксида серы:

$$C_{MSO_2} = \frac{AMFm\eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}} \quad (7)$$

максимальная приземная концентрация по диоксиду серы составляет 0,6 мг/м<sup>3</sup>.

Как видно из расчетов максимальная приземная концентрация парниковых газов их превышает среднесуточную концентрацию.

Установлено, что при сжигании экибастузского угля в атмосферу выбрасывается большое количество загрязняющих веществ, концентрация которых превышает максимально разовые и среднесуточные концентрации примесей, в среднем, в 2 раза допустимые значения ПДК. Это приводит к увеличению комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха г. Алматы, который превышает официально известный индекс ИЗА5 равен 13,8. По норме КИЗА должен быть не более 5. Рассчитанный показатель свидетельствует о превышении комплексного загрязнения воздушного бассейна г. Алматы в 2-3 раза, что видно из таблицы 1.

В этой связи в нашей работе предложен новый способ снижения выбросов парниковых газов в атмосферный воздух. На практике широко применяется различные способы утилизации парниковых газов содержащихся в выбросах предприятий. Однако может быть целесообразным снижению выбросов за счет повышения качества сжигаемого топлива, увеличение эффективности процесса его сжигания. Для модифицирования качества экибастузского угля в нашей работе

проведены исследования по влиянию электронно-лучевой обработки на физико-химические свойства угля, повышение эффективности его сжигания с целью снижения выбросов.

Нами изучено воздействие пучка ускоренных электронов на изменение структуры угля. Опыты по радиационной обработке угля осуществляли на электронном ускорителе ИЛУ-8. Ускоритель генерировал электроны с энергией 1,3 МэВ, мощность дозы варьировали от 0,19 до 0,33 Мрад/с, общую дозу поглощения – от 10 до 200 Мрад. Температуру угольного слоя толщиной 7 мм контролировали с помощью термопары и поддерживали в пределах 60-70 и 250-260 °С.

Предварительная электронно-лучевая обработка угля приводит к снижению выбросов в атмосферу, уменьшает количество золошлаков и снижает максимально-разовые выбросы (таблица 2, 3) как минимум от 0,6 до 9% для разных парниковых газов.

Результаты расчета максимально-разовых выбросов (по программе «Эра») приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты расчета максимально-разовых выбросов (по программе «Эра»)

| Топливо  | Максимально-разовые выбросы, г/с |                      |                   |                          |
|----------|----------------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|
|          | золы $M_{ТВ}$                    | диоксида серы $SO_2$ | оксида азота $NO$ | оксида углерода $M_{CO}$ |
| Необлуч. | 57,91                            | 12,6                 | 3                 | 16                       |
| Облуч.   | 52,6                             | 9                    | 3,08              | 15                       |

Таким образом, в настоящей работе впервые использована программа «Эра-Воздух» для комплексной оценки состояния атмосферного воздуха г.Алматы и получены результаты по количественной оценке вклада выбросов ТЭЦ-2 в загрязнение атмосферного воздуха города, сжигающей высокозольный экибастузский уголь, параметры (зольность, влажность, содержание серы и др.) которого определены экспериментальным путем по соответствующим ГОСТам.

Впервые предложено использование электронно-лучевой обработки экибастузского угля с целью снижения выбросов парниковых газов, образующихся при его сжигании [3]. Определены структурные изменения, происходящие в угле при его облучении. Определены оптимальные условия облучения угля: доза, мощность дозы, температура облучения.

Электронно-лучевая обработка является экологически чистым безреагентным способом управления качеством сжигаемого топлива. Для получения значимого технологического эффекта необходимо обработка дозами до 50 Мрад. Данные дозы могут быть набраны за 4-5 секунд. Экологическая чистота электронно-лучевой обработки обусловлена также тем, что облученный уголь не обладает наведенной радиоактивностью, т.к. энергия ускоренных электронов в десятки раз ниже энергии электронов провоцирующих протекания ядерно-химического превращения в облучаемом материале. При воздействии электронов данной энергии имеют место процессы, связанные с возбуждением валентных электронов и при этом могут реализовываться необычные валентные состояния, образовываться химически активные частицы, ионы и другие.

Таким образом электронно-лучевой способ позволяет изменять процессы горения угля, прошедших предварительную электронно-лучевую обработку. Учитывая высокую производительность современных ускорителей электронов предварительные расчеты показывают экономическую целесообразность применения электронно-лучевой обработки угля на практике.

Казахстаном в 1997 году подписан Киотский протокол, целью которого является количественные ограничения парниковых газов. В 2001 году Казахстан получил статус «стороны приложения 1 Киотского протокола, после ратификации Киотского протокола». Кроме неоспоримого экологического эффекта ратификация Киотского протокола открывает для нашей страны перспективы по привлечению международных инвестиций, участию в проектах совместного осуществления процессов «чистого развития» в роли инвестора с возможностью вкладывать активы в экономику других стран, торговать квотами на выбросы парниковых газов.

В связи с вышеизложенным, полученные в данной работе результаты могут способствовать решению проблем, связанных с выполнением Казахстана обязательств по снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха, развития зеленой экономики.

Для широкого внедрения предлагаемого способа направленного модифицирования свойств топлива, повышения качества окружающей природной среды необходимо в дальнейшем проведение опытно-промышленных испытаний электронно-лучевого метода.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Зыков В.Н., Чернышов В.И. Введение в экологическую метрологию и экологическое нормирование // Метод пособие. – М.: РУДН, 2003. – С. 24.
- 2 Природопользование. Охрана окружающей среды и экономика // Теория и практикум. Учебное пособие под редакцией Хаустова А.П. – М.: РУДН, 2009. – С. 613.
- 3 Мажренова Н.Р., Руденко Н.В., Медеуов Ч.К., Кожакметов С.М. Основы комплексной переработки минерального сырья с использованием радиационных процессов // Алматы: КазГУ, 1995. - С. 163.
- 4 Сборник методик по расчету выбросов вредных веществ в атмосферу различными производствами // Алматы, 1996.- С. 15.
- 5 Аскарлова А.С., Мажренова Н.Р. Экологические проблемы топливно-энергетической отрасли Казахстана и нетрадиционные пути их решения // Алматы:Казак университети, 1997.- С. 202.
- 6 Шпирт М.Я. и др. Рациональное использование отходов угледобычи и обогащения угля – М:Недра 1990.-С.224.
- 7 Бабий В.И., Куваев Ю.Ф. Горение угольной пыли и расчет пылеугольного факела. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – С. 208.

## REFERENCES

- 1 V.Zykov, VI Chernyshev Introduction to environmental metrology and environmental regulation // Method Manual. - Moscow: People's Friendship University , 2003, p.24
- 2 Natural resources. Protection of the environment and the economy // Theory and a workshop . Textbook edited Khaustova AP - Moscow: People's Friendship University , 2009 . - P. 613
- 3 Mazhrenova NP, Rudenko NB, Medeuov Ch.K. , Kozhahmetov SM Fundamentals of complex processing of mineral raw materials using radiative processes // Almaty: Kazakh State University, 1995. - P. 163
- 4 Collection methods for the calculation of emissions of harmful substances into the atmosphere by various industries // Almaty , 1996 . - P. 15
- 5 Askarova AS , Mazhrenova NR Ecological problems of the energy industry of Kazakhstan and innovative solutions // Almaty: Kazakh University , 1997 . - P. 202
- 6 Shpirt MJ Rational use and other wastes from coal mining and coal preparation - M : Nedra 1990. - p.224
- 7 Babi VI, T-shirt with YF Combustion of pulverized coal and coal-dust flame calculation. - M Energoatomizdat, 1986. - P.208.

## Резюме

*Н. Р. Мажренова, А. О. Нұғыманова*

(эл-Фараби ағындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

### АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ АУАСЫНЫҢ САПАСЫН НОРМАЛАУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЛАСТАНУ ДЕҢГЕЙІН КЕШЕНДІ КӨРСЕТКІШ АРҚЫЛЫ БАҒАЛАУ

Экологиялық нормалау табиғатты пайдаланудың тиімді механизмі болып табылады және қоршаған ортаның сапасын бағалау әдісіменесіне жатады. Кәсіпорындардың қоршаған ортаны ластауына шектеу қоятын экологиялық нормативтерге келесі көрсеткіштер жатады: ластаушы заттардың қоршаған ортаға тасталу шекті концентрациясының нормативы және жер бетіне жақын қабаттағы ауадағы ластаушы заттардың қоршаған ортаға тасталу шекті концентрациясы. Бұл мақалада «Эра-Ауа» бағдарламасын пайдалану арқылы Алматы қаласы ауасына, ЖЭС-2 Екібастұз көп күлді көмірін жаққанда, бір мезгілде тастайтын ластаушы заттардың максималды мөлшері және жер бетіне жақын қабаттағы парникті газдардың концентрациясы есептелді. Көмірдің физика-химиялық және жылуфизикалық қасиеттерін керекті бағытта түрлендіру арқылы Алматы қаласы ауасының антропогендік ластауын азайту әдісі ұсынылды.

**Тірек сөздер:** қоршаған ортаға әсерді бағалау, ластаушы заттардың жер бетіне жақын ауадағы концентрациясы, «Эра-Ауа» бағдарламасы, электрондық-сәулелендіру технологиялары.

## Summary

*N. R. Mazhrenova, A. O. Nugymanova*

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

### QUALITY STANDARDS ALMATY AIR AND COMPREHENSIVE ASSESSMENT POLLUTION RATE

Environmental regulation is part of the mechanism to increase the efficiency of resource management and regulatory tool to ensure the quality of the environment. The main environmental standards established for the