

## Обеспечение экологической безопасности при выборе систем защиты атмосферы для энергетических установок

*Е.П. Лысова*

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** Воздушный бассейн городов подвержен значительному загрязнению, в том числе отходящими газами энергетических установок. Однако, они являются необходимым элементом системы жизнеобеспечения городских территорий и их нельзя вынести за пределы города. Поэтому весьма актуальной становится проблема правильного выбора конструктивных элементов и рабочих характеристик процесса и системы снижения загрязнения воздушной среды. Построенная нами схема трансформации загрязняющих веществ в рамках физико-энергетического подхода позволяет определить возможные виды воздействия на газообразные загрязняющие вещества, управлять их поведением с целью уменьшения устойчивости и, в конечном счете, снижения загрязнения воздушного бассейна.

**Ключевые слова:** энергетические установки, очистка отходящих газов, принудительное рассеивание, газообразный загрязняющий аэрозоль, параметры свойств, энергетические параметры, устойчивость загрязняющего аэрозоля.

Ежегодно в мире растет спрос на электрическую и тепловую энергию, что ведет к увеличению потребления энергетических ресурсов и, как следствие, увеличению химического и физического загрязнения компонентов окружающей среды, в первую очередь воздуха приземного слоя атмосферы [1-3]. Газообразные вещества, образующиеся при сжигании практически любого вида топлива, являются наиболее значимыми с экологической точки зрения загрязнителями, т.к. дают максимальный вклад в загрязнение атмосферного воздуха [4-6]. Кроме того, попадая в воздушный бассейн, они способны вступать в химические реакции с образованием более опасных веществ [7].

Для обеспечения экологической безопасности при работе энергетических установок применяют различные методы, способы и виды очистки. Это обуславливает проблему выбора конечных решений по очистке воздуха от токсичных компонентов. Ранее нами были проанализированы подходы к выбору оптимальных мероприятий по снижению загрязнения

воздушной среды объектов городского хозяйства [8]. По-нашему мнению, физико-энергетический подход [9], базирующийся на теории устойчивости дисперсных систем, позволяет определить оптимальные параметры реализации процесса очистки, с дальнейшим подбором технического решения. Этот подход еще на стадии проектирования системы снижения загрязнения воздушной среды дает возможность осуществить правильный выбор конструктивных элементов и рабочих характеристик процесса и системы очистки и, в случае необходимости, принудительного рассеивания отходящих газов.

Каждое из газообразных загрязняющих веществ, образующихся при работе энергетических установок, можно рассматривать с позиции теории дисперсных систем и охарактеризовать определенным набором параметров свойств [10]. При этом дисперсионная среда (д.с.) представлена воздухом, а дисперсная фаза (д.ф.) – газообразными загрязняющими веществами. Удобно свойства загрязняющих веществ разделить на 3 группы – параметры I (параметры свойств), II (энергетические параметры) и III (устойчивость) рода.

Процесс снижения загрязнения воздушной среды направлен на изменение устойчивости загрязняющих веществ в соответствии с представленной схемой трансформации дисперсных систем (рис. 1) и, в конечном итоге, его разрушение за счет разделения д.ф. и д.с. При этом при воздействии на газообразный загрязняющий аэрозоль дополнительными дисперсными системами осуществляются переходы из одного состояния дисперсной системы в другое (исходное сырье → материал загрязняющего вещества ↔ газообразный загрязняющий аэрозоль) с изменением устойчивости загрязняющего аэрозоля. Так, в процессе очистки на образовавшиеся при сжигании топлива газообразные загрязняющие вещества («Исходная–I» («И–I») дисперсная система) действуют заранее

---

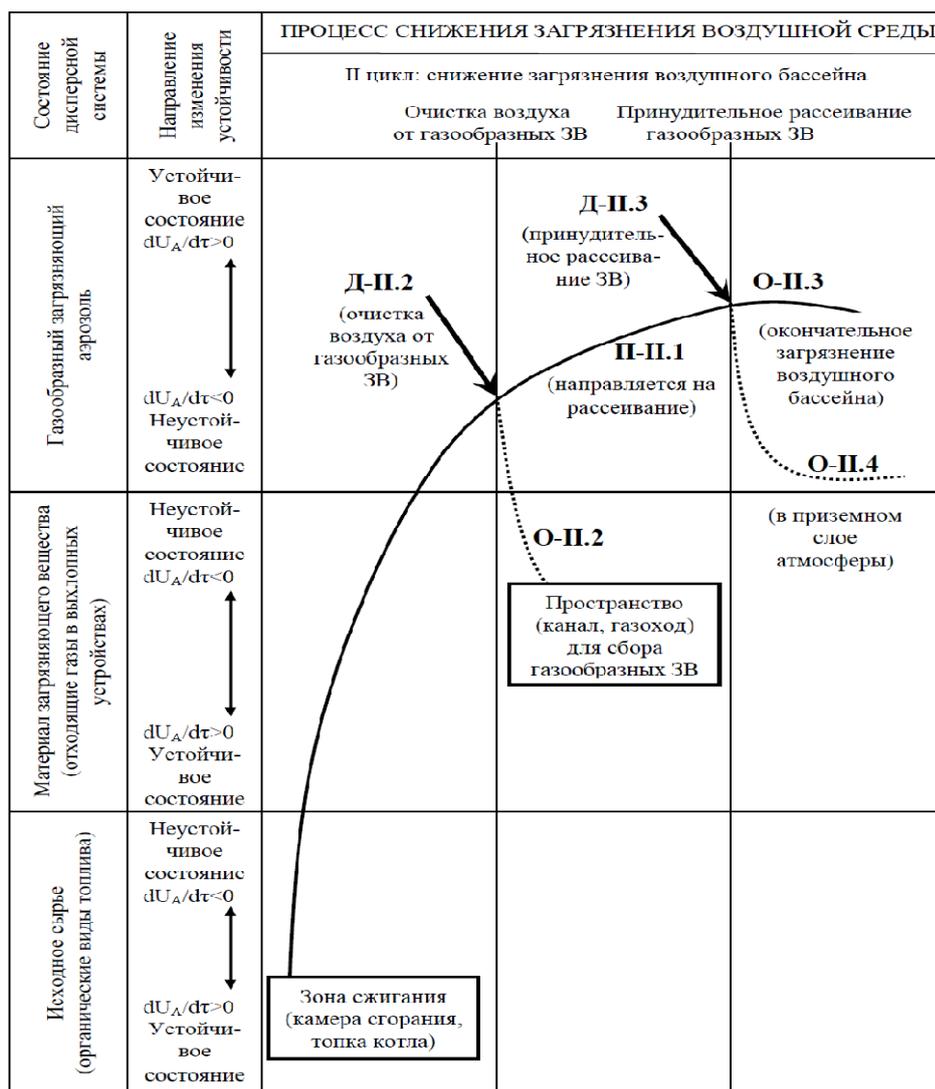


Рис. 1 – Схема трансформации газообразных загрязняющих веществ в процессе снижения загрязнения воздушной среды для энергетических установок

подготовленной «Дополнительной–II.2» («Д–II.2») дисперсной системой с определенными параметрами, необходимыми для их разделения на две дисперсные системы:

1 – «Остаточная–II.2» («О–II.2») дисперсная система поступает в систему утилизации и представляет собой максимально возможное количество частиц загрязняющего вещества, от которых был освобожден воздух в устройстве очистки;

2 – «Промежуточная–П.2» («П–П.2») дисперсная система чрезвычайно устойчива к внешним воздействиям и представляет собой ту часть частиц загрязняющего аэрозоля, с которыми «не справилось» устройство очистки, она поступает в воздух приземного слоя атмосферы (если фактическая концентрация не превышает ПДК), либо подвергается принудительному рассеиванию (если фактическая концентрация превышает ПДК).

Для реализации процесса принудительного рассеивания на «Промежуточную–П.2» («П–П.2») дисперсную систему – частицы загрязняющего аэрозоля, оставшиеся в очищаемом воздухе после устройства очистки – действуют «Дополнительной–П.3» дисперсной системой с определенными параметрами, необходимыми для ее разделения на две дисперсные системы:

1 – «Остаточная–П.3» («О–П.3») дисперсная система, которая со временем снижает свою устойчивость и может быть утилизирована;

2 – «Остаточная–П.4» («О–П.4») дисперсная система, которая обладает стабильно высоким значением устойчивости и формирует остаточное загрязнение воздуха приземного слоя атмосферы.

Взаимодействие исходной, дополнительных (внешних), промежуточных и остаточных дисперсных систем происходит через трансформацию параметров свойств (ПС), энергетических параметров (W) и устойчивости (U) взаимодействующих систем (рис. 1). Важно еще на стадии проектирования осуществить правильный выбор конструктивных элементов и рабочих характеристик процесса и системы снижения загрязнения воздушной среды. Это обеспечит максимальную экологическую эффективность и энергетическую экономичность процесса.

Построенная нами схема трансформации газообразных загрязняющих веществ в процессе снижения загрязнения воздушной среды для энергетических установок позволяет:

---

- определить возможные виды воздействия на газообразные загрязняющие вещества с целью снижения загрязнения воздушного бассейна;
- на основе анализа направлений изменения устойчивости различных состояний дисперсных систем управлять поведением газообразных загрязняющих веществ с целью уменьшения их устойчивости и, в конечном счете, снижения загрязнения воздушного бассейна;

Следующим этапом наших исследований станет изучение физических особенностей протекания процесса принудительного рассеивания, а также получение параметрических зависимостей экологической эффективности и энергоемкостного показателя этого процесса.

### Литература

1. Иванов А.С., Матвеев И.Е. Мировой рынок энергоресурсов: сегодня и вчера // Российский внешнеэкономический вестник. 2015. № 4. С. 3-23.
2. Demidova E.V., Avilova V.V. Transformation of the global energy resources market as a challenge for Russia's energy security // E3S Web of Conferences. International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems 2019 (SES-2019). 2019. №. 124 URL: [researchgate.net/publication/339156456\\_Transformation\\_of\\_the\\_global\\_energy\\_resources\\_market\\_as\\_a\\_challenge\\_for\\_Russia's\\_energy\\_security](https://www.researchgate.net/publication/339156456_Transformation_of_the_global_energy_resources_market_as_a_challenge_for_Russia's_energy_security).
3. Blazev A.S. Global energy market trends. Fairmont Press Inc., CRC Press, Taylor & Francis Group. 2016. 1065 с.
4. Тихомирова Т.И., Кретов М.А. Теплоэнергетика и окружающая среда // Энерго - и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды. 2015. №2. С. 256-260.
5. Колесников С.В., Долгих Н.Ю. Влияние вредных выбросов ТЭЦ на атмосферу // Научный форум с международным участием «Неделя науки

СПбПУ». СПб: Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2015. С. 191-194.

6. Черепанова Е.Д., Пуриг С.М. Сравнительная оценка воздействия на атмосферу выбросов котельной, работающей на разных видах топлива // Сборник статей «Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии». Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2017. С. 365-368.

7. Скорик О.В., Ханхунов Ю.М. Рассеивание в атмосфере загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятиями теплоэнергетики // Вестник Бурятского государственного университета. Биология. География. 2007. №. 3. С. 304-307.

8. Беспалов В.И., Лысова Е.П., Парамонова О.Н., Самарская Н.С. Обоснование выбора научного подхода для формирования максимально эффективных способов и средств снижения загрязнения воздушной среды при эксплуатации энергетических установок // Инженерный вестник Дона, 2018, №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5093](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5093).

9. Беспалов В.И. Физико-энергетическая концепция описания процессов и проектирования инженерных комплексов защиты воздушной среды // БЖД. Охрана труда и окружающей среды. Межвузовский сборник научных трудов. 1997. С. 65-70.

10. Беспалов В.И., Гурова О.С., Самарская Н.С., Парамонова О.Н., Мищенко А.Н. Применение теории дисперсных систем для описания особенностей поведения токсичных компонентов отходящих и выхлопных газов стационарных и передвижных источников урбанизированных территорий // Инженерный вестник Дона, 2013, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2319](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2319).

## References

1. Ivanov A.S., Matveev I.E. Rossijskij vneshnejekonomicheskij vestnik. 2015.



№ 4. pp. 3-23.

2. Demidova E.V., Avilova V.V. E3S Web of Conferences. International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems 2019 (SES-2019). 2019. №. 124 URL: [researchgate.net/publication/339156456\\_Transformation\\_of\\_the\\_global\\_energy\\_resources\\_market\\_as\\_a\\_challenge\\_for\\_Russia's\\_energy\\_security](https://researchgate.net/publication/339156456_Transformation_of_the_global_energy_resources_market_as_a_challenge_for_Russia's_energy_security).

3. Blazev A.S. Global energy market trends. Fairmont Press Inc., CRC Press, Taylor & Francis Group. 2016. 1065 p.

4. Tihomirova T.I., Kretov M.A. Jenergo - i resursosberegajushhie jekologicheski chistye himiko-tehnologicheskie processy zashhity okruzhajushhej sredy. 2015. №2. pp. 256-260.

5. Kolesnikov S.V., Dolgih N.Ju. Nauchnyj forum s mezhdunarodnym uchastiem “Nedelja nauki SPbPU”: trudy (Scientific forum with international participation “SPbPU Science Week”). SPb, 2015, pp. 191-194.

6. Cherepanova E. D., Puring S. M. Sbornik statej “Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Stroitel'nye tehnologii”: trudy (Collection of articles “Traditions and innovations in construction and architecture. Building Technologies). Samara, 2017, pp. 365-368.

7. Skorik O.V., Hanhunov Ju.M. Vestnik Burjatskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologija. Geografija. 2007. №. 3. pp. 304-307.

8. Bupalov V.I. Izvestija Severo-Kavkazskogo nauchnogo centra vysshej shkoly. Estestvennye nauki. 1995. № 9. pp. 37-47.

9. Bupalov V.I. BZhD. Ohrana truda i okruzhajushhej sredy. Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov. 1997. pp. 65-70.

10. Bupalov V.I., Gurova O.S., Samarskaya N.S. Paramonova O.N., Mishchenko A.N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2319](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2319).