

## ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВОК НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА

### PECULIARITIES OF ENVIRONMENTAL REGULATION OF POWER GENERATING PLANTS ON VARIOUS TYPES OF FUEL

УДК 504.3.054

**А.В. Нижников<sup>1\*</sup>, В.Е. Савенок<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ООО «Природоохранный инжиниринг»

<sup>2</sup> Витебский государственный технологический университет

<https://doi.org/10.24411/2079-7958-2020-13816>

**A. Nizhnikov<sup>1\*</sup>, V. Savenok<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> SLR «Nature protection engineering»

<sup>2</sup> Vitebsk State Technological University

#### РЕФЕРАТ

*НОРМАТИВ, ОЦЕНКА, ТОПЛИВО, УСТАНОВКА, ЭНЕРГИЯ*

*В связи с ограниченностью собственных энерго-ресурсов Республики Беларусь в хозяйственный оборот вовлекаются местные виды ТЭР, содержащие достаточное количество органических веществ (углерода) и имеющие необходимую теплоту сгорания для удовлетворения теплоэнергетических нужд.*

*Целью данной работы было определение и выявление критериев, влияющих на оценку экологического ущерба окружающей среде при замещении природного газа местными видами топлива.*

*Перевод энергогенерирующих установок на местные виды топлива (биотопливо), как альтернатива импортируемому природному газу приводит к увеличению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на единицу установленной мощности. Считаем, что данный перевод должен сопровождаться разработкой мер, снижающих негативное воздействие на окружающую среду, которое возникает при эксплуатации топливосжигающих установок на местных видах топлива. При этом наряду с техническими мероприятиями, снижающими это воздействие, должна быть разработана нормативная база, обеспечивающая действенный контроль в этой области.*

*Нами предлагается разработать эколого-энергетические нормативы, которые бы регламентировали выбросы загрязняющих веществ от различных топливосжигающих установок на единицу мощности вырабатываемой тепловой и (или) электрической энергии.*

#### ABSTRACT

*STANDARD, EVALUATION, FUEL, INSTALLATION, ENERGY*

*The Republic of Belarus lacks energy resources. Local fuels with the necessary heat of combustion to meet heat and power needs are involved in the economic turnover.*

*The purpose of the work is to determine the peculiarities of environmental regulation of power generating plants on various types of fuels. The main task of the study is to identify criteria affecting the assessment of environmental damage to the environment when replacing natural gas with local fuels.*

*An analysis of the operation of power generating plants on different types of fuels shows that their conversion to local fuels leads to an increase in emissions of pollutants into the atmospheric air per unit of installed capacity compared to plants operating on natural gas. This transfer should be accompanied by the development of measures to reduce the negative impact on the environment that occurs during the operation of fuel combustion plants on local fuels. A regulatory framework should be developed to ensure effective monitoring in this area.*

*We propose to develop environmental and energy standards that regulate the emissions of pollutants from various fuel combustion plants per unit of power produced by thermal and/or electric energy.*

\* E-mail: [nizhnikoff@mail.ru](mailto:nizhnikoff@mail.ru) (A. Nizhnikov)

В связи с ограниченностью собственных энергоресурсов Республики Беларусь в хозяйственный оборот вовлекаются местные виды ТЭР, содержащие достаточное количество органических веществ (углерода) и имеющие необходимую теплоту сгорания для удовлетворения теплоэнергетических нужд. Вместе с тем местные виды топлива уступают по своей теплотворной способности импортируемым традиционным топливам. Влажность, зольность, плотность, теплота сгорания топлива – факторы, имеющие широкий диапазон значений. Актуальным является вопрос оптимизации и усовершенствования традиционных действующих методов нормирования и оценки, а также разработки новых методов и подходов нормирования выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и определения ущерба окружающей среде.

Целью данной работы было определение и выявление критериев, влияющих на оценку экологического ущерба окружающей среде при замещении природного газа местными видами топлива.

Нормирование и контроль топливосжигающих установок в Республике Беларусь осуществляется по двум направлениям:

– «энергетическое», показателем эффективности является удельный расход топлива на единицу выработанной и отпущенной тепловой энергии,  $кг \cdot у \cdot т / Гкал$ . Установленный норматив является относительным показателем энергетической эффективности отдельной энергогенерирующей установки. Может существенно различаться для установок, сжигающих один вид топлива, имеющих сопоставимую теплопроизводительность и подключенную нагрузку, но использующие разные типы агрегатов с отличающимися КПД и технологическими решениями. Контроль и документальное сопровождение осуществляется Департаментом по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь и его территориальными органами;

– «экологическое», показателем эффективности являются нормы выбросов загрязняющих веществ в отходящих газах энергогенерирующих установок,  $мг / м^3$ . Является абсолютным критерием воздействия на окружающую среду в части выбросов загрязняющих веществ в ат-

мосферный воздух. Контроль и документальное сопровождение осуществляется Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и его территориальными органами.

Соответственно по каждому из направлений действуют самостоятельные нормативные правовые акты (в том числе технические нормативные правовые акты), устанавливающие требования к разработке, установлению и контролю нормативов эффективной эксплуатации котельных установок, имеющие равную юридическую силу и обязательные для исполнения организациями, эксплуатирующими котельные установки. Равное исполнение требований законодательства по соблюдению норм расхода топлива на выработку единицы тепла и требований по нормам содержания загрязняющих веществ должно гарантировать устойчивую эффективную эксплуатацию котельных установок.

В соответствии с государственной программой «Энергосбережение» на 2016–2020 годы [1] установлен перечень 128 энергоисточников на местных топливно-энергетических ресурсах, вводимых в эксплуатацию в 2016–2020 годах, по результатам реконструкции которых произойдет замещение сжигаемого природного газа местными видами топлива в объеме 279 494 тонн условного топлива. Основной упор сделан на расширение использования древесного топлива. В обоснование выбора указано, что это связано с наименьшими объемами капиталовложений и небольшими сроками окупаемости в сравнении с другими видами местных возобновляемых источников энергии.

Данный документ никак не учитывает экологические требования при эксплуатации котельных установок на различных видах топлива. Как известно, под топливом понимают углеродные и углеводородные соединения, которые будучи нагретыми до определенной температуры, активно вступают в реакцию с кислородом воздуха и выделяют при этом значительное количество тепла.

Исходя из критерия импортозамещения, топливо разделяют на местное и привозное (импортируемое). К местным видам топлива в Республике Беларусь относится биотопливо (дрова, щепа, древесные отходы). К импорти-

руемым – природный газ, уголь. Топливо, получаемое как продукт нефтепереработки, также можно отнести к разряду импортируемых, так как в основном получается из импортируемой в страну нефти. Нами проведен сравнительный экологический анализ эксплуатации котельных установок на различных видах топлива [2], по результатам которого установлено, что при работе котельных установок одинаковой мощности на природном газе количественный состав выбросов загрязняющих веществ в несколько раз меньше, чем при работе на местных видах топлива (щепа древесная топливная). При этом качественный состав выбросов тоже различен. При работе котельных установок на природном газу, в отличие от работающих на щепе древесной топливной, отсутствуют выбросы твердых частиц и диоксида серы.

Одним из направлений использования местных видов топлива является использование древесного угля [3]. Древесный уголь получают в углетомильной печи в процессе пиролиза. Сам процесс оказывает минимальное влияние на окружающую среду, так как в углетомильную печь загружается реторта с сырьем (дрова, древесные отходы), а для нагрева сырья с последующей его сушкой и эндотермической реакции пиролиза используются пиролизные газы, выделяемые в процессе пиролиза. Таким образом, выбросы загрязняющих веществ при эксплуатации углетомильной печи по оценкам эксплуатирующих организаций являются минимальными. Использование древесного угля в качестве топлива в энергогенерирующих установках является перспективным направлением для снижения их негативного воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации.

В области охраны окружающей среды при технико-экономических обоснованиях принимаемых проектных решений используются нормативные документы, разработанные в соответствии с природоохранным законодательством страны, кодексами, директивными документами, международными соглашениями и конвенциями, а также стандартами. Эффективность природоохранных мероприятий в значительной степени зависит от состояния правового обеспечения и комплексного подхода к решению проблемы.

В Республике Беларусь для минимизации негативного воздействия на окружающую среду законодательно ограничивают выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Критерием этих ограничений являются предельно допустимые концентрации (ПДК) различных веществ в приземном слое атмосферы.

В настоящее время в Республике Беларусь действует нормативный документ, определяющий ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе [4]. Данным нормативным документом установлены нормативы ПДК для более чем 400 веществ.

В Республике Беларусь для загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух установками по сжиганию топлива, нормативным документом [4] установлены санитарно-гигиенические характеристики (таблица 1).

Для соблюдения выполнения санитарно-гигиенических нормативов чистоты атмосферного воздуха в 70–80-е гг. в бывшем СССР ГОСТом 17.2.3.02-78 была определена система нормирования предельно допустимых выбросов. Согласно данному ГОСТу, для природопользователей (предприятий и организаций), оказывающих негативное воздействие на окружающую среду,

Таблица 1 – ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>		Класс опасности
	Максимально-разовые	Среднесуточные	
Углерода оксид	5,0	3,0	4
Азота (IV) оксид	0,25	0,1	2
Азота (II) оксид	0,4	0,24	3
Серы диоксид	0,5	0,2	3
Твердые частицы	0,3	0,15	3

должны разрабатываться нормативы допустимых выбросов (НДВ). Эта система действует и сейчас в Республике Беларусь и ограничивает абсолютное значение выбрасываемых в атмосферу загрязнителей, но вместе с тем предусматривает для предприятий возможность работать с повышенными, так называемыми временно-согласованными выбросами (ВСВ). НДВ – нормативы, которые установлены для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих хозяйственную или иную деятельность, в соответствии с показателями массы химических и иных веществ для поступления в окружающую среду от стационарных источников в установленном режиме и с учетом технологических нормативов, при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды.

Нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух закреплено в Законе Республики Беларусь об охране атмосферного воздуха и согласно [5] производится путем установления НДВ как количества загрязняющих веществ, которое не разрешается превышать при выбросе в атмосферный воздух. Устанавливаются следующие типы НДВ: массовый выброс, *тонн/год* и *грамм/секунду*; предельное значение концентрации выброса, *миллиграмм/метр кубический (нормальный)*.

В соответствии с постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 19.04.2006 г. № 18 с 1 июля 2006 года на территории Республики Беларусь введены в действие государственные стандарты:

– СТБ 1626.1-2006 «Установки котельные. Установки, работающие на газообразном, жидком и твердом топливе. Нормы выбросов загрязняющих веществ» [6];

– СТБ 1626.2-2006 «Установки котельные. Установки, работающие на биомассе. Нормы выбросов загрязняющих веществ» [7].

Таким образом, с введением в действие СТБ 1626.1 и СТБ 1626.2 реализованы требования об установлении нормативов допустимых выбросов для стационарных источников воздействия на окружающую среду, изложенные в статье 22 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» и статье 23 Закона Республики Беларусь «Об охране атмосферного воздуха».

Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду используются в качестве экологического обоснования для установления лимитов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, допустимых сбросов сточных вод, лимитов хранения и захоронения отходов и являются основанием для получения природопользователями (предприятиями) разрешения на выбросы загрязняющих веществ.

НДВ и нормативы временно допустимых выбросов устанавливаются и вводятся в действие территориальными органами Минприроды в разрешении на выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух. НДВ для промышленных предприятий устанавливается с учетом обеспечения выполнения следующего условия:

$$C_{iu} + C_{if} \leq ПДК_{imp}, \quad (1)$$

где  $C_{iu}$  – максимальная приземная концентрация  $i$ -вещества (без учета фоновых концентраций), создаваемая источником выбросов рассматриваемого объекта (предприятия) в контрольных точках (на границе санитарно защитной зоны),  $мг/м^3$ ;  $C_{if}$  – фоновая концентрация  $i$ -вещества,  $мг/м^3$ ;  $ПДК_{imp}$  – максимально-разовая ПДК  $i$ -вещества,  $мг/м^3$ .

Разрешение на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух является основанием для определения размеров платежей за использование природных ресурсов. Расчет экологического налога за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух производится по формуле:

$$H = C \cdot V_n \cdot K, \quad (2)$$

где  $H$  – налог на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, *руб.*;  $C$  – ставки налога за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, *руб.* за 1  $т$ ;  $V_n$  – фактически выброшено загрязняющих веществ в атмосферный воздух в пределах лимита,  $т$ ;  $K$  – коэффициент к ставке налога за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух (если устанавли-

вается на текущий год).

Ставки налога определяются Налоговым кодексом Республики Беларусь. При этом в действующей редакции Налогового кодекса ставки налога за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух для веществ 1 класса опасности и веществ без класса опасности не установлены.

В качестве мер экономического стимулирования природопользования в ряде случаев применяются льготы по экологическому налогу: нулевые ставки налога, сниженные ставки налога, использование коэффициентов к ставкам налога (понижающих, повышающих), уменьшение причитающихся к уплате сумм налога. В частности за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, образующиеся при сгорании топлива для удовлетворения теплоэнергетических нужд населения, применяется коэффициент 0,27.

Нормативные значения НДС по отдельным загрязняющим веществам имеют решающее значение при планировании мероприятий по охране атмосферного воздуха, проектировании, строительстве новых и реконструкции существующих объектов и предприятий энергетического комплекса. Таким образом, в настоящее время в основе регулирования и контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух лежит принцип санитарно-гигиенического нормирования.

Вместе с тем выбор оптимального направления развития энергетики зависит от возможности выполнения корректных и научно-обоснованных технико-экологических обоснований и экспертиз различных проектов. Такое технико-экологическое обоснование весьма затруднено и может носить субъективный характер в связи с неполным учетом всех факторов, определяющих экологическое воздействие энергетического объекта на окружающую среду.

Так, например, с учетом вышеизложенного возможны ситуации, когда для предприятий тепловой энергетики к одинаковым котельным установкам могут предъявляться различные требования в зависимости от района расположения предприятия (различное фоновое загрязнение атмосферы, метеорологические условия) и высоты дымовых труб, обеспечивающих рассеивание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

В результате складывается такая ситуация, когда одни предприятия уже не имеют технической возможности сокращать выбросы загрязняющих веществ, а другие, которые могут внедрять мероприятия, не имеют стимулов к внедрению даже малозатратных мероприятий.

Взимание платы за загрязнение окружающей природной среды (экологический налог на выбросы) в какой-то степени представляет собой форму возмещения экономического ущерба, которая компенсирует воздействие выбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду. Но в настоящее время нормативы платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ таковы, что плата за выбросы в очень редких случаях будет больше экономических затрат на внедрение новых технологий и газоочистного оборудования.

Предлагаемые в настоящее время аналитические методы анализа и оценок, как отдельных экологических показателей, так и эколого-экономической эффективности ресурсопотребления отраслей экономики и эффективности использования природных ресурсов, представляют собой сложные многофакторные, многопараметрические и многовариантные математические зависимости [8, 9]. Однако вопрос, дает ли этот механизм полную стоимостную оценку всех последствий, вызванных причинением вреда окружающей среде и природным ресурсам, по-прежнему остается не до конца выясненным.

По результатам проведенных исследований были определены критерии, которые позволяют провести оценку экологического ущерба окружающей среды при эксплуатации энергогенерирующих установок:

- выброс загрязняющих веществ (основных поллютантов) на единицу массы сжигаемого топлива;
- количество образующихся отходов на единицу массы сжигаемого топлива и показатели затрат их утилизации;
- класс опасности и предельно-допустимые концентрации выбрасываемых загрязняющих веществ;
- лимитирующий показатель вредности выбрасываемых загрязняющих веществ;
- стоимость используемого топлива;
- стоимостная оценка количественных и ка-

чественных показателей загрязняющих веществ (экологический налог);

– технологичность использования данного вида топлива;

– содержание кислорода в отходящих дымовых газах.

Нами предлагается в качестве базового критерия при сравнении различных видов топлива использовать удельный выброс загрязняющих веществ на единицу вырабатываемой тепловой (электрической) энергии.

Суммарный объемный выброс загрязняющих веществ при сжигании определенного топлива для установленной мощности топливосжигающей установки может быть определен по формуле

$$O_i = \sum_{j=1}^n Y_j N_i, \text{ мг/м}^3, \quad (3)$$

где  $O_i$  – суммарный объемный выброс  $i$ -го загрязняющего вещества,  $\text{мг/м}^3$ ;  $Y_j$  – удельный выброс  $j$ -го загрязняющего вещества на единицу вырабатываемой энергии,  $\text{мг/м}^3/\text{кВт}$ ;  $N_i$  – мощность энергогенерирующей установки,  $\text{кВт}$ .

Использование удельного выброса загрязняющих веществ на единицу вырабатываемой тепловой (электрической) энергии позволяет более точно провести сравнительную оценку энергогенерирующих установок на различных видах топлива с учетом экологического нормирования.

### Заключение

Перевод энергогенерирующих установок на местные виды топлива (биотопливо), как альтернатива импортируемому природному газу, приводит к увеличению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на единицу установленной мощности. Считаем, что данный перевод должен сопровождаться разработкой мер, снижающих негативное воздействие на окружающую среду, которое возникает при эксплуатации топливосжигающих установок на местных видах топлива. При этом наряду с техническими мероприятиями, снижающими это воздействие, должна быть разработана нормативная база, обеспечивающая действенный контроль в этой области.

Нами предлагается разработать эколого-энергетические нормативы, которые бы регламентировали выбросы загрязняющих веществ от различных топливосжигающих установок на единицу мощности вырабатываемой тепловой и (или) электрической энергии.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Государственная программа «Энергосбережение» на 2016–2020 гг.: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23 марта 2016, №248, 31 с.
2. Нижников, А. В., Савенок, В. Е. (2020), Оценка экологического ущерба при эксплуатации котельных установок: пути решения проблемы, *Промышленная безопасность*, 2020, № 1, С. 27–31.
3. Шапкина, И. М. (2012), *Организационно-управленческий механизм эффективного использования древесных ресурсов: монография*, Кострома, изд-во КГТУ, 113 с.

### REFERENCES

1. State program «Energy saving» for 2016–2020 [Gosudarstvennaja programma «Jenergosberezhenie» na 2016–2020 gg.]: Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus of 23 march 2016, № 248, 31 p.
2. Nizhnikov, A. V., Savenok, V. E. (2020), Assessment of environmental damage during boiler plant operation: ways to solve the problem [Ocenka jeklogicheskogo ushherba pri jekspluatácii kotel'nyh ustanovok: puti reshenija problemy], *Industrial safety*, 2020, № 1, pp. 27–31.
3. Shapkina, I. M. (2012), *Organizacionno-upravlencheskij mehanizm jeffektivnogo ispol'zovanija drevesnyh*

4. Нормативы ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе: утв. Пост. Минздрава РБ №113 от 08.11.2016 г. с послед.изм., последнее: от 09.01.2018, № 6, 284 с.
5. ЭкоНиП 17.01.06-001-2017. Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности. Мн: Минприроды, 2017. с послед.изм., последнее: от 18.12.2019, № 6-Т, 195 с.
6. СТБ 1626.1-2006. Установки котельные. Установки, работающие на газообразном, жидком и твердом топливе / Нормы выбросов загрязняющих веществ. – Введен 19.04.2006. – Минск: Госстандарт, 2006, 11 с.
7. СТБ 1626.2-2006. Установки котельные. Установки, работающие на биомассе / Нормы выбросов загрязняющих веществ. – Введен 19.04.2006. – Минск: Госстандарт, 2006, 7 с.
8. Шимова, О. С. (2005), *Управление природопользованием и природоохранной деятельностью*, Минск, ЮПАК, 220 с.
9. Войтов, И. В., Гатих, М. А., Рыбак, В. А. (2010), Методические принципы анализа и оценок ресурсообеспеченности, природоемкости и экологичности производств как важных показателей инновационного развития экономики Беларуси, *Новости науки и технологий*, 2010, № 2 (15), С. 3–11.
- resursov: monografija* [Organizational and management mechanism for efficient use of wood resources: monograph], Kostroma, PublKSTU, 113 p.
4. Standards of MPC of pollutants in atmospheric air [Normativy PDK zagrjaznjajushhiv veshhestv v atmosfernom vozduhe]: Resolution of the Ministry of Health of the Republic of Belarus №113 of 08.11.2016, last mod: of 09.01.2018, № 6, 284 p.
5. EkoNiP 17.01.06-001-2017. Environmental protection and management. Requirements of environmental safety [Ohrana okruzhajushhej sredy i prirodopol'zovanie. Trebovanija jekologicheskoj bezopasnosti]. Minsk: Ministry of Natural Resources of the Republic of Belarus, 2017, last mod: of 18.12.2019, № 6-Т, 195 p.
6. State Standard 1626.1-2006. Boiler plant working on gas, liquid and solid fuel. Emission limits for pollutants [Ustanovki kotel'nye. Ustanovki, rabotajushhie na gazoobraznom, zhidkom i tverdom toplive / Normy vybrosov zagrjaznjajushhiv veshhestv]. – Publ. 19.04.2006. – Minsk: Statestandard, 2006, 11 p.
7. State Standard 1626.2-2006. Biomass plant boilers. Emission limits for pollutants [Ustanovki kotel'nye. Ustanovki, rabotajushhie na biomasse / Normy vybrosov zagrjaznjajushhiv veshhestv]. – Publ. 19.04.2006. – Minsk: Statestandard, 2006, 7 p.
8. Shimova, O. S. (2005), *Upravlenie prirodopolzovaniem i prirodoohrannoy deyatelnostu* [Environmental Management], Minsk, YUPAC, 220 p.
9. Voitov, I. V., Gatih, M. A., Fisherman, V. A. (2010), Methodological Principles of Analysis and Assessments of Industrial Efficiency, Environmental Intensity and Environmental Friendliness of Production as Important Participants of Innovative Development of Belarus Economy [Metodicheskie principy analiza i ocenok resursoobespechennosti, prirodoemkosti i ekologichnosti proizvodstv kak vajnyx pokazateley innovacionnogo razvitiya ekonomiki Belarusi], *News of Science and Technology*, 2010, № 2 (15), pp. 3–11.

*Статья поступила в редакцию 07.05.2020 г.*