

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ТОПЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

ОСОБЕННОСТИ И НЕДОСТАТКИ ЭНЕРГОЭМИССИОННОЙ МОДЕЛИ EFOM-ENV

А.М.Телиженко, доц.

Разработка территориальных сценариев снижения эмиссии окислов серы и азота является важной прикладной задачей. Ее актуальность обусловлена взаимной ответственностью европейских стран за трансграничный перенос загрязняющих атмосферноохраный воздух веществ. В общем виде задача состоит из двух взаимосвязанных блоков: первый - разработка математической зависимости затрат на очистку от эффективности подавления выбросов, второй - формирование пакета сценариев подавления выбросов и оценка их эффективности.

В настоящее время для решения подобных задач разработаны и применяются ряд моделей, таких, например, как MARKAL, MESSAGE, EFOM и ряд других. Наиболее широкое распространение в Европе получила энергоэmissionsная модель EFOM-ENV, предназначенная для прогнозирования уровня эмиссии и оценки альтернативных стратегий подавления выбросов двуокиси серы, окислов азота, углекислого газа, золы на тепловых энергетических установках [1]. EFOM-ENV - линейная динамическая оптимизационная модель, позволяющая анализировать эмиссию и соответствующие затраты на подавление по каждому сектору технологии добычи, транспортировки, подготовки и сжигания топлива, а также оценивать альтернативные варианты использования топлива и технологий подавления. Выходным результатом модели является общенациональная кривая затрат (National Cost Curves) на подавление выбросов.

Отличительной особенностью названных моделей, в частности, EFOM-ENV, является дискретный вид нелинейных зависимостей "эмиссия - затраты". Это означает следующее. На основании фактических данных определяются удельные затраты на подавление выбросов, характеризующие конкретные мероприятия. Причем под мероприятием понимается не только строительство и эксплуатация установок по подавлению выбросов, а весь спектр организационно-технических мероприятий, включая модернизацию основной энергетической установки, замену топлива и т.п. Дискретный характер нелинейных зависимостей "эмиссия - затраты" обуславливает ступенчатый переход от одного мероприятия к другому. Параметр "эмиссия" характеризует диапазон снижения выбросов с помощью рассматриваемого мероприятия (группы мероприятий) при постоянном уровне затрат. Параметр "затраты" характеризует переход от одного мероприятия к другому с соответствующим изменением уровня удельных затрат.

Предположим, что в текущем году заданием предусмотрено снизить выбросы на 800 т. Тогда суммарные затраты будут равны:

$$(1400 - 800) 20 + (800 - 600) 60 = 24000 \text{ ден.ед.}$$

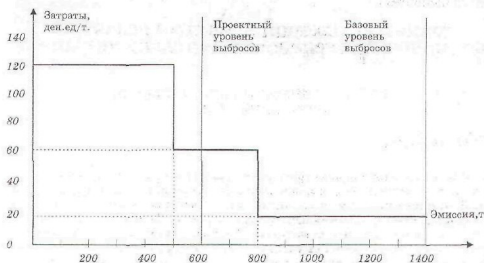


Рисунок 1 - Принципиальный характер зависимости "эмиссия - затраты"
(значения условные)

Информационное наполнение модели EFOM-ENV предполагает формирование национальной (региональной) зависимости "эмиссия - затраты" с определением дискретных параметров "затраты" и "эмиссия", а также построение на их основе аппроксимированной кривой для решения укрупненных экономических задач.

Математический аппарат модели EFOM-ENV состоит из двух блоков:

- определение валовых выбросов вредных веществ от котлов тепловых электростанций (emission calculations);
- определение затрат на подавление выбросов (cost calculations).

Определение валовых выбросов основано на расчетном принципе. Рассмотрим формулу определения валовых выбросов окислов серы. В модели EFOM-ENV она имеет вид

$$S_{ijk}(t) = \sum_{i=1}^I E_{ijk}(t) \cdot (1 - SR_{jk})(1 - X_{ikt}) \frac{SC_{ijk}}{HV_{ij}},$$

где i - страна;

j - тип топлива;

k - сектор экономики;

l - технология подавления выбросов;

t - время;

E - потребление энергоносителя;

SC - содержание серы в топливе;

HV - теплота сгорания топлива;

SR - доля окислов серы, связываемых летучей золой в котле;

X - доля подавления выбросов, обусловленная технологическими характеристиками энергоустановок.

В отечественной практике для определения валовых выбросов вредных веществ в атмосферу от котлов тепловых электростанций используются методические указания, представленные в [2]. В соответствии с данным

документом количество окислов серы, поступающих в атмосферу с дымовыми газами в единицу времени, определяется по формуле

$$M_{cr} = 0,02BS(1 - a)(1 - b),$$

где B - расход натурального топлива за рассматриваемый период;

S - содержание серы в топливе на рабочую массу, %;

a - доля окислов серы, связываемых летучей золой в котле;

b - доля окислов серы, улавливаемых в золоуловителе попутно с улавливанием твердых частиц.

При сравнении формул (1) и (2) легко убедиться в их идентичности. Формула (1), заложенная в модель EFOM-ENV, какой-либо дополнительной, неизвестной ранее информации в плане методики расчета валовых выбросов окислов серы не несет. К аналогичным видам можно прийти при сравнении расчетных формул определения валовых выбросов окислов азота. Более того, используемая в отечественной практике формула для расчета выбросов окислов азота учитывает, на наш взгляд, большее число факторов, что несомненно повышает точность результата.

Второй блок в модели EFOM-ENV основан на универсальном методе учета одновременных (капитальных) и текущих (эксплуатационных) затрат на подавление выбросов. При этом в составе текущих затрат учитываются как условно-постоянная, так и условно-переменная составляющие. Расчетным принципом, заложенным в модель, является метод удельных затрат, которые определяются как на единицу мощности (unit costs per PJ), так и на тонну выбросов (unit costs per ton removed). При попытке непосредственного применения второго блока модели в условиях Украины могут возникнуть сложности объективного характера.

Первое. Применение удельных показателей затрат на единицу снижения выбросов имеет некоторые особенности. Для решения укрупненных экономических задач удельные затраты рассчитываются на основании статистической обработки массива данных о фактических (калькулируемых) затратах. При этом значение удельных затрат зависит от технологии подавления выбросов, типа основного энергетического оборудования, типа сжигаемого топлива, коэффициента загрузки очистного оборудования и других факторов. Менее точные, однако пригодные для решения конкретных задач, оценки удельных затрат могут быть получены на основании сметной документации, разработанной проектными организациями. В ФРГ, где имеется достаточное количество установок по подавлению выбросов окислов серы и азота на тепловых электростанциях, получить набор значений удельных затрат, дифференцированных по указанным выше факторам, сложности не представляет. В условиях Украины при практическом отсутствии промышленных установок по подавлению выбросов окислов серы и азота и, как следствие, достаточной статистической информации определение показателей удельных затрат является наиболее сложным при решении рассматриваемой задачи.

Второе. Функциональная зависимость затрат от уровня подавления выбросов в модели EFOM-ENV носит обобщенный характер (National Cost Curves). Для построения такой зависимости используются укрупненные данные о затратах по разным технологиям подавления выбросов. В условиях Украины, где имеет место широкая номенклатура используемого топлива с большим разбросом содержания серы, значительное влияние на стоимость подавления выбросов оказывают транспортные издержки и т.д.,

использование единой национальной кривой затрат представляется проблематичным.

Третье. В модели EFOM-ENV предусмотрен общепринятый в мировой экономической практике метод дисконтирования разновременных затрат. В отечественной практике до настоящего времени не выработаны единые (официально утвержденные) подходы к приведению затрат к базовому периоду времени. В связи с этим, механическое перенесение зарубежных приемов дисконтирования на расчеты, проводимые в условиях нестабильной экономики, может приводить к несопоставимым результатам при использовании одних и тех же исходных данных. Основное противоречие при использовании учетной ставки как базы дисконтирования, заключается в установлении ее пределов относительно капитальных вложений природоохранного характера.

На наш взгляд, применение модели EFOM-ENV может быть сопряжено с рядом сложностей объективного характера. Такие сложности заключаются в определении, прежде всего, параметра "затраты". Здесь следует отметить практическое отсутствие статистически значимого набора технологических и организационно-технических мероприятий по подавлению выбросов и соответственно фактических значений дискретных параметров "эмиссия" и "затраты".

Анализ технологий подавления выбросов окислов серы и азота на отечественных станциях показывает:

- недостаточное количество смонтированных установок для получения статистически значимых выводов;

- практически все установки имеют статус опытно-промышленных (ОПУ), где уровень удельных затрат значительно выше, чем на промышленных;

- практически отсутствуют систематизированные данные об удельных затратах на подавление выбросов;

- сведения об эффективности подавления выбросов на смонтированных установках носят, как правило, проектный характер.

При рассмотрении организационно-технических мероприятий имеет место значительная степень неопределенности по вариантам замены топлива (возможные объемы поставок, способы транспортировки, сроки переоборудования основного энергетического оборудования и т.п.). Кроме того, в настоящее время отсутствуют или устарели нормативы удельных затрат на проведение организационно-технических мероприятий подобного характера.

С учетом изложенного выше, задача разработки зависимости затрат от эффективности подавления выбросов на ТЭС может реально рассматриваться как прогнозная и базироваться на следующих посылах.

Первое. В качестве исходной информации при построении зависимости "эмиссия - затраты" могут быть приняты данные по зарубежным технологиям подавления выбросов. При этом можно считать, что сам характер зависимости будет определен однозначно. Проблема адаптации такой зависимости к условиям Украины сводится к определению параметра "затраты".

Второе. Зависимость "эмиссия - затраты", построенная по принципу, представленному на рис.1, носит гипотетический характер. Действительно, при наличии двух и более источников, потребляющих различные виды топлива и оснащенных различными технологиями подавления выбросов, дискретный характер зависимости для определения суммарных затрат не может быть применен, тем более при решении оптимизационных задач. В

связи с этим необходима разработка криволинейной зависимости "эмиссия - затраты".

Третье. Поскольку зависимость "эмиссия - затраты" для условий Украины объективно может носить прогностический характер, целесообразно ее строить в виде удельных затрат как функции от степени подавления выбросов. Такой вид зависимости позволяет агрегировать в себе различные виды технологий подавления выбросов и проследить тенденцию изменения удельных затрат при "плавном" переходе от одной технологии к другой. Под термином "плавный" здесь понимается, прежде всего, различный исходный уровень подавления выбросов на ТЭС в рамках одного и того же региона.

Четвертое. В условиях Украины целесообразно параметр "затраты" представлять в виде относительных единиц. При этом определяется базовое значение удельных затрат, а текущие значения - как произведение этого показателя на индекс относительного роста затрат. Такой подход освобождает от постоянного пересчета всей шкалы параметра "затраты" и заключается в периодической индексации базового значения удельных затрат.

В работах [3-5] были предложены научно-методические подходы и разработана модель для оптимизации атмосфероохранных затрат на тепловых электростанциях в координатах "степень подавления - удельные затраты". Практические расчеты [6] показали ее корректность и выявили ряд преимуществ перед моделью EFOM-ENV.

SUMMARY

Energy-emission prognosis model of emission level at heat-energy plants was analysed. The directions for formation of «emission-costs» dependence in Ukrainian conditions were proposed.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Strategies for Reduction Emissions and Deposition in Central and Eastern European Countries. O.Rentz, H.-D.Naasis, A.Jattke, C.Oder, M.Wietschel. UNI KA IP, 1993-12.
2. Сборник законодательных, нормативных и методических актов для экспертизы воздухоохранных мероприятий. - Л.: Гидрометеоздат, 1986. - 320 с.
3. Оценка и планирование атмосфероохранных затрат в теплоэнергетике// Телиженко А.М., Семенов Б.А., Семенов А.А. и др. /Под науч.ред. О.Ф.Валашко. - Сумы: СумГУ, 1996. - 65 с.
4. Телиженко А.М., Семенов Б.А., Пуцько В.П. Учет атмосфероохранных затрат при оценке стоимости промышленных объектов// Вестник СумГУ, 1998. - № 1. - С.140-144.
5. Телиженко А.М., Темченко М.Г. Применение методов оптимизации по удельному приращению затрат для широкого класса задач/ Экономика природопользования, 1997. - №2. - С.63-74.
6. Телиженко А.М., Яструбинский В.И. Экономическая оценка воздействия тепловых электростанций на окружающую среду. - Сумы: ИПП "Мрія" ЛТД, 1999. - 76 с.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЗАКРЫВАЮЩИХСЯ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Н.К.Шапочка, доц.; Т.А.Пасько, асп.

Научное обеспечение ликвидации убыточных угольных предприятий прежде всего связано с устранением техногенного ущерба, причиненного закрываемыми предприятиями окружающей среде и безопасностью населения, проживающего в районах массового закрытия шахт. Здесь потребуются создание многоуровневой системы долговременного экологического мониторинга с постоянным информированием в системе