

УДК 621.311:621.548.005

**РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ  
НА ОРГАНИЧЕСКОМ ТОПЛИВЕ.  
ЭКОЛОГО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

**Воинов А.П.**, д.т.н., профессор,  
*Одесский национальный политехнический университет*  
voinova\_s@yahoo.com

**Витюков В.В.**, к.т.н., доцент,  
*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

**Аннотация.** Изложены особенности сложившегося положения энергетики Украины, обусловленные еще продолжающимся стагнационным этапом развития. Указано на низкий уровень экологической эффективности функционирования теплоэнергетического оборудования. Показано влияние качества процесса управления программой экологизации теплоэнергетических установок на уровень их технологической эффективности, в частности, экологической эффективности. Указано на необходимость и важность обеспечения высокого качества функционирования межотраслевой автоматизированной системы управления подчиненной ей программой экологизации энергетической отрасли и отечественного производства в целом.

**Ключевые слова:** энергетика, топливо, экология, экологизация, эффективность, управление.

**РОЗВИТОК ВІТЧИЗНЯНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ  
НА ОРГАНІЧНОМУ ПАЛИВІ.  
ЕКОЛОГО-УПРАВЛІНСЬКИЙ АСПЕКТ**

**Воінов О.П.**, д.т.н., професор,  
*Одеський національний політехнічний університет*  
voinova\_s@yahoo.com

**Вітюков В.В.**, к.т.н., доцент,  
*Одеська державна академія будівництва та архітектури*

**Анотація.** Викладено особливості становища енергетики України, обумовлені ще тривалим стагнаційним етапом розвитку. Вказано на низький рівень екологічної ефективності функціонування теплоенергетичного обладнання. Показано вплив якості процесу управління програмою екологізації теплоенергетичних установок на рівень їх технологічної ефективності, зокрема, екологічної ефективності. Вказано на необхідність і важливість забезпечення високої якості функціонування міжгалузевої автоматизованої системи управління підпорядкованою їй програмою екологізації енергетичної галузі та вітчизняного виробництва в цілому.

**Ключові слова:** енергетика, паливо, екологія, екологізація, ефективність, управління.

## PROGRESS OF DOMESTIC POWER ON ORGANIC FUEL. ECOLOGY - CONTROL ASPECT

**Voinov A.P.**, D.Sc., Professor,  
*Odessa National Polytechnical University*  
voinova\_s@yahoo.com

**Vitjukov V.V.**, PhD, Assoc. Professor,  
*Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*

**Abstract.** In a today's period of the world production development, the Ukrainian power engineering operates in difficult conditions. The high degree of equipment wear of industry stipulated the decline of technological indexes level of its functioning process, especially ecological. The necessity of nature protection tasks solving was intensified. The range of problems of heat-power engineering development on an organic fuel in Ukraine is considered in the article. Three basic problems of industry development are shown and analysed in the period of entering into the innovative stage of production development. The problem of ecological efficiency level increasing of energy functioning objects is distinguished and considered. The ways of environmental friendless increasing of the most active harmful sources on an environment are indicated – boilers, foremost working on hard bad quality fuel. Advantages of the progressive attitude forming technological efficiency level of energy equipment functioning in comparison with a traditional approach. It is indicated on expediency of striking the balance of technological efficiency of energy objects functioning at their updating complete and partial. Necessity to base on a systematic approach at solving problems of technological efficiency level forming of industry equipment is paid attention to. The forthcoming tasks solving will be determined by quality of control process by co-operation of flowsheet elements, affecting technical object. Similar functions will be able to realize ACS. Model of future ACS is possible to present ecological efficiency of heat-power engineering objects as an inter-branch multilevel informative pyramid consisting of row of functionally associated elements in productive sphere. This ACS will be a part of a higher level ACS, that will affect all aspects of production process functioning on a certain territory. The use of the considered scientific and organizationally-technical decisions will allow to promote the functioning technological efficiency level of heat-power engineering equipment substantially, in particular, to promote the level of its ecological efficiency, that is of the most immediate interest in modern terms.

**Key words:** power engineering, fuel, ecology, ecologization, efficiency, management.

**Ведение (постановка проблемы).** В нынешний период развития мирового производства по стагнационному сценарию энергетика Украины работает в условиях, усложненных рядом обстоятельств разного рода. Это положение характерно для энергетики на органическом топливе, на ядерном горючем и гидроэнергетики. Эти три составляющие несут нагрузку, которая характеризуется крайне неравномерным суточным графиком, вынуждающим глубоко разгружать источники энергии в ночное время. Это негативно влияет на надежность энергооборудования и на уровень его технологической эффективности, прежде всего экологической. Подробное положение вынуждает искать методы, пути и средства исправления положения, и составляет одну из сторон проблематики действующей энергетической отрасли.

Проблема развития энергетики в нынешний период весьма многогранна, сложна и требует безотлагательного решения. Высокая степень износа значительной части оборудования отрасли обусловила существенное снижение уровня технологических показателей процесса его функционирования, особенно уровня показателей экологической эффективности. Обострилась необходимость разработки и решения ряда важнейших задач, прежде всего, задач природоохранного (средозащитного) характера и задач управления

энергетикой – многоуровневой информационной структурой, связанной с функционированием всех элементов производства, социально-общественной и коммунально-бытовой сферы. Трудности управления оборудованием отрасли весьма осложнено глубокой неравномерностью суточного графика нагрузки.

**Анализ последних источников и публикаций.** Анализ результатов исследований, проведенных в последние годы в Украине в области развития энергетики свидетельствует об осуществляемой разработке конкретных методов, средств и путей развития энергетики на органическом топливе и на ядерном горючем, с целью повышения уровня ее технологической эффективности и, прежде всего, экологической эффективности. Работы этого направления проводятся в институтах НАН Украины, в вузах и на промышленных объектах различных министерств и ведомств. Получаемые результаты позволяют повышать уровень эффективности производства и использования теплоты и электричества [1, 2].

**Выделение не решенных ранее частей общей проблемы.** Наиболее острыми частными проблемами развития энергетики Украины являются повышение уровня технологической эффективности функционирования теплоэнергетических предприятий, особенно экологической эффективности; нормализация структуры топливно-энергетического баланса отрасли и обновление действующего оборудования, более 95% которого отработало от 1,5 до 2,5 ресурсов работоспособности.

**Цель и задачи.** Отечественной энергетике предстоит развитие по весьма ответственному и непростому инновационному сценарию. К переходу к нему необходимо всесторонне обоснованно и взвешенно готовиться по указанным выше частным проблемам высокого уровня сложности и важности. Целью исследования проблемы является изучение особенностей систем энергетических объектов и условий их функционирования и разработка методов, путей и средств решения задач, указанных выше трех частных проблем.

**Изложение основного материала.** Первая проблема: решительное повышение уровня технологической эффективности функционирования теплоэнергетических предприятий: тепловых электрических станций (ТЭС), теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), промышленных и отопительных котельных, прежде всего повышение уровня экологической эффективности функционирования.

Вторая проблема: нормализация структуры топливно-энергетического баланса отрасли – вытеснение недорогим отечественным твердым топливом дорогого импортного газообразного и жидкого топлива. При этом, важным условием решения проблемы следует признать обеспечение кондиционирования твердого энергетического товарного топлива, прежде всего, по гранулометрическому составу (ограничению содержания ненормативных мелких частиц) [3]. Важным, относительно новым направлением использования низкоценного твердого топлива является применение котельно-топочных систем с низкотемпературным кипящим слоем. В котлах этого типа удастся высокоэффективно сжигать предельно высокозольное твердое топливо с высокими технологическими показателями, в том числе с низкой температурой уходящих газов. Этот эффект доступен вследствие повышения прямой отдачи топки со змеевиковыми поверхностями испарителя, частично погруженными в кипящий слой. Кроме этого, использование топков с низкотемпературным кипящим слоем, в которых практически не образуются оксиды азота, снимет вопрос об ограничении их выброса с уходящими газами. Подобный высокий комбинированный эколого-экономический полезный эффект обусловил высокую перспективность топкам с низкотемпературным кипящим слоем. Котлы с низкотемпературным пузырьковым кипящим слоем успешно освоены на низкосортном твердом топливе в энергетике Украины. Перспективным для большой отечественной энергетики является применение котлов с низкотемпературным циркулирующим кипящим слоем на низкосортном твердом топливе. Первый подобный агрегат успешно эксплуатируют на Старобешевской ТЭС. Перспективным является применение котлов с объемно-охлаждаемой топкой низкотемпературного кипящего слоя, способных обеспечить рассмотренный выше существенный эколого-экономический эффект функционирования.

Третья проблема: полное обновление парка действующего оборудования, значительная

часть которого отработала расчетный ресурс, поэтому функционирует с низкими технологическими (экологическими, экономическими и общетехническими) показателями. Сложность решения задач проблемы состоит в том, что отечественная база котлостроения ограничена одним Монастырищенским котлостроительным заводом, производящим котлы малой мощности. Производство котлов средней и большой мощности ждет своей скорейшей реализации в нашей стране. Значительная часть необходимых условий для этого назрела.

Указанные проблемы актуальны, но первая отличается наибольшей остротой формирующих ее задач, поэтому заслуживает особого внимания.

Энергетика, как известно, является отраслью производства, наиболее интенсивно осуществляющей вредное антропогенное воздействие на природную окружающую среду (ОС). Это воздействие многосторонне. Его источники – влияющие факторы – имеют различный характер и разную интенсивность воздействия на объекты живой природы и на объекты неживой природы. Многочисленные факторы находятся в сложном взаимодействии разной формы: синергетическом, аддитивном, антагонистическом.

Следует заметить, в теплоэнергетических установках производственным участком, наиболее агрессивным по степени вредного воздействия на ОС, является котельная установка, а в ней – топочное устройство, протекающий в нем топочный процесс.

Важной задачей в плане рассматриваемой проблемы является разработка новых котельно-топочных систем, обладающих высокой экологичностью. К числу последних следует отнести, в частности, следующие научно-технические предложения и разработки.

Энергетические и промышленные котлы с объемно-охлаждаемой топкой позволяют существенно понизить уровень температуры в ядре факела, обеспечив этим снижение интенсивности образования оксидов азота в топке и, как следствие, снижение концентрации их в уходящих газах. Вторым существенным достоинством объемно-охлаждаемых топков является повышение прямой отдачи топки и, в результате этого, снижение температуры уходящих газов, что приводит к снижению выброса теплоты с уходящими газами, повышает коэффициент полезного действия агрегата. Таким образом, объемно-охлаждаемые топки способны обеспечить две указанные составляющие экологического эффекта. Этот инновационный вариант конструкции топки и организации ее технологического процесса важен не только с экологических позиций, но и с экономических.

По происхождению указанные выше факторы образуют три группы. В первой группе факторы обусловлены особенностями технологического процесса технического объекта (ТО) – элемента теплоэнергетической установки. Во второй группе факторы обусловлены особенностями конструкции ТО. В третьей группе факторы обусловлены особенностями режима функционирования ТО, который (режим) подчинен системе автоматического управления (САУ) функционированием объекта.

Источники и проявления эффекта вредного воздействия ТО энергетики на ОС по характеру многообразны. Коснемся двух наиболее агрессивных из них: выделения теплоты и вредностей в атмосферу (выброса) и выделения теплоты и вредностей в гидросферу и грунт (сброса).

Выброс с газообразными продуктами сгорания топлива теплоты, парниковых и ядовитых газов, золы, дисперсного углерода (сажи) и др. – источник наиболее агрессивного вредного воздействия на ОС. Он способствует развитию парникового эффекта, активно ухудшает состояние неживой и живой природы. Составляющей выброса также является эффект выделения теплоты наружного охлаждения оборудования, а также элементов сетевого надземного хозяйства.

Сброс – выделение в гидросферу и грунт теплоты, воды, загрязненной вредными химическими примесями, нефтепродуктами, твердыми мелкодисперсными частицами и др.

Программа природоохранных (средоохранных) мероприятий в энергетике направлена, в первую очередь, на снижение вредного воздействия выброса и сброса на ОС. Эту программу следует осуществлять системно в двух взаимосвязанных направлениях.

Первое направление состоит в снижении удельного расхода энергии на единицу

продукции, производимой на производстве. Снижение удельных энергозатрат обуславливает соответствующее сокращение вредного воздействия на ОС со стороны источников энергии – предприятий теплоэнергетики.

Второе направление состоит в повышении уровня экологической эффективности теплоэнергетики, путем снижения объема вредного воздействия на ОС, приходящегося на единицу электричества и теплоты, производимых предприятиями отрасли.

Совместная реализация этих стратегически тесно взаимосвязанных направлений – составляющих государственной природоохранной концепции и программы – должна быть гармоничной, оптимизированной и носить системный характер.

Эти обстоятельства находятся в компетенции руководящих научно-технических структур НАН Украины, соответствующих органов Министерства энергетики и топлива, других министерств – потребителей вырабатываемых в стране энергоресурсов – электричества и теплоты.

В организации и проведении мероприятий природоохранной программы высокопродуктивно применение системного подхода во всех его проявлениях. Содержание мероприятий необходимо в доступной высокой степени насытить инновационными научно- и организационно-техническими решениями. При этом важно добиваться экономного расходования ресурсов всех видов. В полной мере и с высокой эффективностью надлежит использовать располагаемые кадровый потенциал и ресурс всех отраслей производства.

Повышение уровня экологической эффективности (экологизация) теплоэнергетического оборудования касается как создаваемых, так и существующих ТОО. В каждом из этих случаев надлежит использовать целесообразный подход к постановке и организации работ.

Экологизация энергетического производства гармонирует с возможным и целесообразным прогрессивным подходом к формированию уровня технологической эффективности функционирования ТОО. При этом подходе процесс управления эффективностью работы создаваемого ТОО содержит три этапа: стратегический, тактический и оперативный [4]. В их рамках следует выбрать, соответственно, лучшие варианты технологии, конструкции и режима работы создаваемого ТОО для заданных заказчиком условий его эксплуатации. В этом выборе в качестве главного, ведущего необходимо принять экологический аспект. Важные позитивные свойства данного подхода следует использовать при создании новых образцов оборудования, в том числе теплоэнергетического.

При традиционном, консервативном подходе к формированию уровня технологической эффективности функционирования процесс управления эффективностью работы существующего ТОО сводится лишь к возможности использовать оперативный этап, то есть выбрать лучший режим функционирования ТОО с помощью выбранной, лучшей системы автоматического управления (САУ) объектом [4].

В условиях предстоящего полного обновления парка изношенного энергетического оборудования возможно (и целесообразно) также частичное использование возможностей консервативного подхода, а также некоторых, доступных возможностей прогрессивного подхода.

В сложившейся на производстве сложной обстановке особо важное значение приобрел фактор управления решением комплекса задач природоохранной программы, точнее фактор качества процесса управления.

На уровень экологической эффективности работы оборудования любой отрасли производства, в том числе теплоэнергетического, влияет множество факторов разного рода. При этом, доступная степень управляющего воздействия на каждый фактор различна. Поэтому задача управления уровнем экологичности ТОО сложна. В ее решении должны участвовать различные взаимосвязанные функциональные элементы технологической схемы указанного объекта.

В подобных условиях успех в решении задач рассматриваемой проблемы, как представляется, будет определяться качеством процесса управления взаимодействием

элементов технологической схемы, воздействующими на ТО. Подобные функции будут способны реализовать автоматизированные системы управления (АСУ) [5, 6].

В рамках рассматриваемой проблемы модель будущей АСУ экологической эффективностью теплоэнергетических объектов можно представить в виде межотраслевой многоуровневой информационной пирамиды, состоящей из широкого ряда функционально взаимосвязанных элементов производственной сферы. Данная АСУ будет призвана воздействовать на теплоэнергетику и на отрасли производства, потребляющие электричество и теплоту. Подобная, задуманная компьютерно-интегрированная АСУ, по существу, явится наиболее важной среди других технических средств управления производством.

Данная АСУ явится в свою очередь, частью АСУ более высокого уровня, которая будет воздействовать на все аспекты процесса функционирования производства на конкретной территории.

Высокое качество управления природоохранной деятельностью в стране – необходимое условие успешного развития отечественного производства на пути к предстоящему инновационному периоду его развития.

Особо отметим то важное обстоятельство, что баланс технологической эффективности энергетического объекта (равно как и объектов в других отраслях производства) необходимо оптимизировать прежде всего в экологическом отношении [7].

Рассмотренные выше три проблемы развития отечественной теплоэнергетики широко разрабатываются НИИ НАН Украины, научными, проектно-конструкторско-технологическими подразделениями отраслей производства, вузами.

Придерживаясь концепции спасения ОС от вредного антропогенного воздействия, необходимо отметить важное обстоятельство: высококачественное управление функционированием энергооборудования позволит обеспечить высокий уровень его технологических свойств, в том числе экологической эффективности.

Есть основание утверждать, что роль и значение АСУ реализацией природоохранной программы в перспективе развития отечественного производства, в том числе энергетического, будут возрастать с ускорением.

#### **Выводы и перспективы дальнейших исследований.**

1. Проблема развития энергетики в нынешний период весьма многогранна, сложна и требует безотлагательного решения, ибо показатели функционирования оборудования непрерывно ухудшаются.

2. Предельно актуальной проблемой межотраслевого значения стало ныне целенаправленное повышение уровня технологической эффективности, а в ее составе, прежде всего, экологической эффективности функционирования действующих и создаваемых производственных объектов.

3. Задача выполнения суточного электрического графика нагрузки приобрела предельную сложность, критичность и остроту, вследствие сложившейся глубокой разгрузки в вечернее и ночное время. Режим частых и глубоких изменений нагрузки ускоряет износ оборудования, резко снижает уровень его технологической эффективности работы, в том числе уровень экологической эффективности.

4. Уменьшение степени вредного воздействия теплоэнергетического производства на природную среду приобрело статус приоритетной проблемы государственного уровня важности. Содержание ее задач формирует программу повышения экологической эффективности (экологизации) производственных процессов в отечественной теплоэнергетике.

5. Предстоящее существенное расширение использования энергетического твердого топлива в парке котлов, особенно промышленно-отопительных, существенно усложняет и обостряет проблему экологизации предприятий отрасли. Усложняет задачи топливной отрасли.

6. Использование кондиционированного твердого топлива повышает уровень экологической эффективности котельно-топочного процесса и сокращает долю ручного труда в операциях по обслуживанию котлов. Решение этой задачи приобрело важное значение.

7. Эффективность осуществления государственной программы экологизации

производства электричества и теплоты будет зависеть от влияния ряда факторов. Ведущим среди них, является качество процесса управления межотраслевым комплексом административных структур – исполнителей указанной программы.

8. Вопросы организационно-административного и оперативного управления в сферах производства, распределения и использования электричества и теплоты резко усложнились и приобрели особую важность. Воздействию АСУ должны быть подчинены управляемые объекты всех ведомств.

9. АСУ программой экологизации теплоэнергетических объектов будет представлять собой межотраслевую многоуровневую информационную пирамиду, сформированную рядом функционально взаимосвязанных элементов производственной сферы. Высокое качество работы АСУ должно быть обеспечено в полной мере.

10. Данная АСУ будет воздействовать на теплоэнергетику и на отрасли производства, потребляющие электричество и теплоту. По статусу решаемых задач она станет ведущей среди существующих технических средств управления производством.

11. Данная АСУ явится в свою очередь, частью АСУ более высокого уровня, которая будет воздействовать на все аспекты процесса функционирования производства на конкретной территории.

12. Рассмотренные задачи предстоит решать на основе комплексного системного подхода, охватывающего все сферы применения и использования продукции энергетической отрасли Украины.

13. Комплекс работ по развитию отечественной энергетики должен получить надлежащее развитие по направлению источников энергии, по системам ее передачи и по сфере ее потребителей.

14. Государственная программа развития энергетики должна быть подчинена прогрессивному подходу и носить комплексно-системный характер.

15. При развитии отечественной энергетики следует опираться на использование отечественных кадровых, производственных, материальных и финансовых возможностей.

## Литература

1. Теплова энергетика – нові виклики часу / За заг. редакцією П. Омеляновського, Й. Мисака. – Львів: НВФ «Українські технології», 2009. – 660 с.
2. Тупов В.В. Охрана окружающей среды от шума в энергетике / В.В. Тупов. – М.: МЭИ, 1999. – 192 с.
3. Воинов А.П. Проблематика управления эффективностью использования в Украине твердого энергетического топлива / А.П. Воинов, С.А. Воинова // Мат-лы науч.-технич. конф. «Новые и нетрадиционные технологии в ресурсо- и энергосбережении» 22-24 сент. 2014г., Одесса–Киев: АТМ Украина, 2014. – 176 с. – С. 31-34.
4. Воинова С.А. О подходах к формированию ресурса технического объекта / С.А. Воинова // Мат-лы науч.-технич. конф. «Новые и нетрадиционные технологии в ресурсо- и энергосбережении» 22-24 сент. 2014г., Одесса–Киев: АТМ Украина, 2014. – С. 27-31.
5. Воинова С.А. Управление техническими объектами как задача экологического характера / С.А. Воинова // Сб-к докладов III Всеукраинской науч.-практич. конф. «Информ. технологии и автоматизация – 2010» 14-15 окт. 2010г., Одесса: ОНАПТ, 2010. – С. 19.
6. Воінова С.О. Про актуальність управління екологічною ефективністю технічних об'єктів / С.О. Воінова // Енергетика та електрифікація, 2012. – №1. – С. 64 - 67.
7. Воинова С.А. Баланс технологической эффективности функционирования технических объектов в реальных производственных условиях / С.А. Воинова // Энергетика та електрифікація, 2015. – №. 8. – С. 35 – 41.

Стаття надійшла 13.04.2017