

**ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ  
ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ  
С МАЛЫМ ОСТАТОЧНЫМ РЕСУРСОМ**

**Воинова С.А.<sup>1</sup>, доц., Воинов А.П.<sup>2</sup>, проф., Дакус А.С.<sup>3</sup>, магистр**

<sup>1</sup> *Одесская национальная академия пищевых технологий*

<sup>2</sup> *Одесский национальный политехнический университет*

<sup>3</sup> *Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

Автоматика, как известно, развивается темпом, превышающим темп развития техники. Реализуемая ею функция управления производством позволяет решать сложные научно-технические и организационно-технические задачи, в частности, задачу управления техническими объектами (ТО) с малым остаточным ресурсом. Ярким примером этого является управление отечественными энергетическими установками [1].

Подход к управлению ТО одинаковой конструкции, новым и изношенным, то есть имеющим некоторый небольшой остаточный ресурс, неодинаков. Это объясняется сопутствующим процессу износа изменением регулировочных характеристик объекта, изменением его свойств, снижением уровня его технологической эффективности ( $E_T$ ). При этом износ оказывает негативное влияние на все составляющие  $E_T$ : экологическую эффективность ( $E_L$ ), экономическую эффективность ( $E_N$ ) и общетехническую эффективность ( $E_{общ}$ ), снижает их текущий уровень [2].

Управление  $E_T$  будущего ТО выполняют в три этапа.

В процессе создания ТО осуществляют стратегический (выбор технологии), и тактический (выбор конструкции) этапы формирования  $E_T$ . Этим обеспечивают исходный, максимальный уровень его эффективности –  $E_{исх}$ , свойственный новому ТО.

С момента ввода в действие нового ТО, уровень его  $E_T$  в каждый момент времени представляет потенциальная эффективность ( $E_n$ ). Ее уровень непрерывно снижается, вследствие износа ТО.

В конце срока использования ТО, в момент снижения  $E_n$  до минимально допустимого уровня ( $E_{мин}$ ) объект завершает расходование своего ресурса работоспособности. Он переходит в предельное состояние и подлежит замене новым.

График изменения  $E_n$  во времени ( $T$ ) -  $E_n(T)$  - является траекторией изменения  $E_n$  ТО в период его использования, от момента пуска в работу до момента исчерпания им ресурса.

Так выглядит траектория  $E_T(T)$ , реализуемая под действием износа в штатном, теоретическом (определяемом заводским регламентом) режиме эксплуатации.

В условиях реальной промышленной эксплуатации объекта его траектория  $E_T(T)$  существенно отличается от таковой в рассмотренном теоретическом случае.

Укажем на причину этого весьма важного обстоятельства Новый ТО оснащают системой автоматического управления (САУ). Ее алгоритм настраивают на технологические свойства и регулировочные характеристики нового ТО. С момента ввода его в действие САУ осуществляет оперативное управление им, уровнем его  $E_T$ .

Однако, под действием износа фактическое текущее состояние ТО непрерывно изменяется, то есть отличается от его состояния в момент пуска (нового объекта). По мере течения времени различие между состоянием ТО и настройкой САУ возрастает, качество процесса управления непрерывно снижается. Вследствие этого, непрерывно снижается уровень фактической эффективности ТО –  $E_\phi$  по сравнению с уровнем его  $E_n$ .

Таким образом, в каждый момент времени снижение эффективности ТО от уровня  $E_{исх}$  до уровня  $E_n$  вызвано износом ТО, накопившимся к этому моменту. Ущерб, наносимый этим эффективности объекта равен  $(E_{исх} - E_n)$ . Снижение эффективности от уровня  $E_n$  до уровня  $E_\phi$  вызвано накопившейся разницей между фактическим состоянием объекта и настройками его САУ. Здесь ущерб равен  $(E_n - E_\phi)$ .

В момент, когда суммарный ущерб снижает эффективность объекта до ее минимально допустимого уровня ( $E_{мин}$ ), завершается расходование объектом ресурса работоспособности:

$$E_{исх} - (E_{исх} - E_n) - (E_n - E_\phi) = E_{мин}.$$

Так выглядит процесс изменения  $E_T$  в традиционном случае, когда САУ настроена на свойства ТО в момент пуска его в действие.

Анализ показывает, что существует возможность исключения второго из указанных ущербов. Это возможно обеспечить в случае применения гибкого управления, то есть применения САУ, в алгоритм которой заложена закономерность процесса износа ТО во времени, то есть речь идет о САУ, адаптированной к процессу износа ТО. В этом случае сохраняется только действие ущерба от износа ТО. При этом, в каждый момент времени уровень  $E_\phi$  совпадает с уровнем  $E_n$ .

Применение гибкого управления существенно повышает качество управления эффективностью ТО.

Изложенное раскрывает механизм управления уровнем  $E_T$  ТО, в условиях штатного режима его работы, при котором на него воздействуют только детерминированные факторы: износ и САУ.

В реальных условиях практической эксплуатации ТО на него, кроме указанных детерминированных факторов, воздействуют также случайные факторы разного рода – технические происшествия (ТП), отказы, аварии, эксцессы. Они оказывают существенное негативное влияние на состояние ТО, на уровень его эффективности.

Возникшее ТП скачкообразно снижает уровень  $E_\phi$  пропорционально силе своего воздействия. При этом, в общем случае, размер снижения уровня (ущерб) составляющих эффективности –  $E_L$ ,  $E_n$  и  $E_{общ}$  – различен.

Следующее за ТП изменение  $E_\phi$  идет по новой траектории.

Важно отметить, что темп снижения эффективности оказывается выше, чем до момента возникновения ТП. Поэтому каждое ТП сокращает остаточный ресурс ТО.

За период использования ТО происходит множество ТП. Это приводит к сокращению реального, фактического ресурса, по сравнению с расчетным, парковым его значением.

При этом, чем меньше остаточный ресурс ТО, тем острее и сложнее выглядит задача управлением им, с учетом необходимости противодействия негативному воздействию ТП.

Управление  $E_T$  ТО с остаточным ресурсом должно включать ряд мероприятий, направленных на компенсацию ущерба, наносимого ТП. Укажем подобные меры.

Наиболее продуктивным является мероприятие в виде полного обновления (замены новым) элемента ТО, поврежденного ТП. Результатом этого может быть полное или частичное восстановление уровня  $E_T$  объекта, на котором он находился в момент, предшествующий ТП. Важно отметить, что, в общем случае, эффект восстановления будет у составляющих  $E_T$  ( $E_L$ ,  $E_n$ ,  $E_{общ}$ ) различным [3].

Аварийно-восстановительный ремонт поврежденного элемента способен частично восстановить  $E_T$  ТО, причем в неодинаковой степени применительно к составляющим  $E_T$ .

Представляет интерес сравнительный анализ последствий воздействия на ТО износа и ТП. Общим у них являются два обстоятельства:

- негативное воздействие на уровень  $E_T$  ТО,
- относительно малая изученность механизма и последствий воздействия на три составляющие эффективности.

Различие можно выразить, по меньшей мере, двумя обстоятельствами:

- большая разница в длительности и динамике воздействия на объект,
- различие в степени воздействия на три составляющие эффективности ТО.

В рассматриваемом контексте следует отметить актуальность и сложность задачи измерения текущего уровня  $E_T$  действующего ТО, каждой из трех ее составляющих ( $E_L$ ,  $E_H$ ,  $E_{\text{общ}}$ ).

При нынешнем уровне возможностей даже количественная оценка указанных свойств представляет сложную задачу, не всегда поддающуюся решению. Особую сложность представляет системное исследование уровня  $E_L$ ,  $E_H$ ,  $E_{\text{общ}}$  как комплексного показателя степени совершенства ТО. Среди составляющих  $E_T$  важнейшей является  $E_L$ . Задача прямого управления уровнем  $E_L$  заняла приоритетное положение среди задач, решаемых САУ [4].

Следует признать необходимым обеспечение строгого нормирования и жесткого регламентирования подходов, методов и средств определения уровня показателей эффективности ТО.

Анализ состояния рассматриваемой проблемы управления  $E_T$  ТО свидетельствует о недостаточности накопленных знаний о закономерностях процессов, протекающих в работающем оборудовании. Сказанное касается, в первую очередь, сложившихся представлений о процессе износа ТО.

Актуальной является проблема комплексного системного научного анализа процесса износа ТО применительно к конкретным условиям технологических процессов в разных отраслях производства. Эта важная сфера является основным предметом технической геронтологии [5]. В динамичном развитии данной науки нуждаются все отрасли производства. Результаты связанного с этим данного научного направления носят инновационный характер [6].

### ***Выводы***

1. Управление уровнем технологической эффективности ТО – системно-комплексный многоуровневый процесс.
2. Повышенной сложностью отличается управление изношенными ТО, располагающим некоторым остаточным ресурсом.
3. Исследование особенностей изменения уровня  $E_T$  ТО с малым остаточным ресурсом позволяет сохранить гармонию между текущим

уровнем составляющих эффективности, предотвратит снижение экологической составляющей ниже предельно допустимого уровня.

4. Приоритетное значение приобрела необходимость ускоренной разработки задач технической геронтологии.

5. Проблема управления  $E_t$  ТО с малым остаточным ресурсом требует решительного расширения научно-технических изысканий, направленных на решение ее задач.

### **Summary**

**The article analyses the aspects of the management of technological efficiency of technical objects with low residual resource.**

1. Симкін Б.Е. та ін. Реконструкція АСУ ТП електростанцій України. Теплова енергетика – нові виклики часу/ За заг. редакцією П. Омеляновського, Й. Мисака. – Львів: НВФ «Українські технології», 2009. - С. 501-510.

2. Воинова С.А. Об управлении траекторией расходования техническими объектами ресурса работоспособности/ Новые и нетрадиционные технологии в ресурсо- и энергосбережении.– Матер. научно-техн. конф., Одесса, 9 - 10 сент. 2010.- Одесса-Киев: АТМ України, 2010.- С. 31-34.

3. Воїнова С.О. Оновлення технічного об'єкта як засіб управління його технологічною ефективністю/ Щоквартальний наук.-виробн. журнал «Автоматизація технологічних і бізнес-процесів», 2011, № 5-6.– Одеса: ОНАХТ, 2011.– С. 25-27.

4. Воинова С.А., Сычук Л.М. Пути непосредственного управления экологической эффективностью котельно-топочных систем/ Наук. праці ОНАХТ/ Мін. освіти і науки України.– Одеса: 2007.– Вип. 31.– Т.1.– С. 159-161.

5. Воинова С.А. Техническая геронтология. Потенциал влияния на эффективность функционирования технических объектов/ Матер. за VI Международна научна практична конференция «Найновите постижения на европейската наука-2010», 17 - 25 юни, 2010г. Том 20 «Технологии. Физическа култура и спорт».- София: «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2010.- С. 79-84.

6. Воїнова С.О. Системний підхід до управління технологічною ефективністю технічних об'єктів/ Физические и компьютерные технологии.- Труды 17-й Международной научно-технической конференции, 20-21 сентября 2011г.- Харьков: ХНПК «ФЭД», 2011.- С.105-108.