

**Момот А.И.**, (зав. кафедрой, профессор, д.э.н.)

**Самойлов П.И.** (ассистент)

**Норенко Ю.И.** (аспирант)

кафедра «Управление качеством», ГВУЗ «Донецкий  
национальный технический университет»,  
г. Донецк, Украина)

## **КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ**

**А.И. Момот, П.И. Самойлов, Ю.И. Норенко Критерии оценки экономической эффективности эксплуатации оборудования.** В работе разработаны критерии оценки эффективности использования оборудования. Сформирована графическая модель комплексного показателя эффективности использования оборудования. Рассмотрены виды потерь, влияющих на эффективность использования оборудования. Рассмотрены возможные причины сокращения показателя эффективности использования оборудования. Графически представлены показатели эффективности использования оборудования.

**Ключевые слова:** эффективность, оборудование, показатели эффективности, потери, модель, оценка

**О.І. Момот, П.І. Самойлов, Ю.І. Норенко Критерії оцінки економічної ефективності експлуатації обладнання.** В роботі розроблені критерії оцінки ефективності використання обладнання. Сформована графічна модель комплексного показника ефективності використання обладнання. Розглянуто види витрат, які впливають на ефективність використання обладнання. Розглянуті можливі причини скорочення показника ефективності використання обладнання. Графічно представлені показники ефективності використання обладнання.

**Ключові слова:** ефективність, обладнання, показники ефективності, втрати, модель, оцінка

**A.I. Momot, P.I.Samoilov, Y.I. Norenko Criteria for evaluating the economic efficiency of the equipment evaluation.** In this paper developed criteria for evaluating the effectiveness of equipment. Formed an integrated graphical model of the efficiency of the equipment. Examined the loss types that affect the efficiency of the equipment. The possible reasons for the reduction of the efficiency of the equipment. Graphically represented performance of the equipment.

**Keywords:** efficiency, equipment performance, loss, model evaluation

**Постановка проблемы.** В данный момент недостаточное внимание уделяется комплексному исследованию решения задач повышения эффективности деятельности предприятия через совершенствование методик управления состоянием оборудования. Особое внимание эти вопросы затрагивают предприятия машиностроительного и металлургического комплексов. Так как деятельность предприятий этих отраслей определяет темпы научно-технического прогресса как в них самих, так и в других отраслях народного хозяйства.

А ведь для обеспечения стабильности производственного процесса, необходимо эффективно эксплуатировать оборудование и не допускать ситуаций возникновения потерь.

Потери – прямые или косвенные действия, возникающие в процессе производства, которые влекут за собой временные или другие виды затрат, без добавления ценности изделию.

Для минимизации потерь производственные и вспомогательные процессы должны быть организованы оптимальным образом, т.е. необходимо производить изделие высокого качества при минимальных затратах и в срок требуемый потребителем.

Эффективность использования оборудования – основной показатель системы направленной на улучшение производства через усовершенствование подхода к управлению состоянием оборудования.

Именно с определения величины показателя эффективности использования оборудования рекомендуется начинать деятельность по проведению улучшений. Этот простой показатель не отражает источники потерь, но показывает, насколько эффективно или неэффективно используется оборудование. При подсчете данного показателя его значение не превышает 40-60% для дискретного производства, и 50-75% для автоматического производства. Когда при оценке эффективности использования оборудования на предприятиях мировых лидерах эти показатели соответственно свыше 85% и более 95%.

### **Использование данной проблемы в публикациях**

Данную проблему в своих работах рассматривали много учёных- экономистов таких как: Акбердин Р.З., Акбердина Р.А., Баженов Г.Е., Владзиевский А.П., Власов Б.В., Ивуть Р.Б., Колегаев Р.М., Кеннеди Р., Мацца Л., Федина С.Ю., Бурашников А.Ю., Пшенников В.В. Орлов А.П., Петухов Р.М., Якобас В.А., Якобсон М.О., Яковлев А.И. и др.

В работах Кеннеди Р., Мацца Л. правильная организация системы управления состоянием оборудования рассматривается как основная составляющая эффективно функционирующего предприятия [1].

Для достижения максимального уровня эффективности необходимо перестроение общепринятого уклада организации работы оборудования. На этом акцентируют внимание Федина С.Ю., Бурашников А.Ю. Они говорят, что наилучшая система управления состоянием оборудования «...это система постоянного действия, предназначенная для измерения качества работы и принятия мер по совершенствованию процессов. Она направлена на обеспечение непрерывного улучшения качества продукции, состояния оборудования и развитие персонала» [3]. Пшенников В.В. в своих статьях определяет цель управления состоянием оборудования, как создание предприятия, которое постоянно стремится к предельному и комплексному повышению эффективности производственной системы. Средством достижения цели служит создание механизма, который, охватывая непосредственно рабочие места, ориентирован на предотвращение всех видов потерь («нуль несчастных случаев», «нуль поломок», «нуль брака») на протяжении всего жизненного цикла производственной системы. Для достижения цели используются все подразделения: конструкторские, коммерческие, управленческие, но, прежде всего, производственные [4].

Система управления обслуживания и ремонта оборудования является одной из наиболее сложных областей системы управления производством. Техническое обслуживание на протяжении долгого времени рассматривалось как второстепенная функция, требующая затрат. Его традиционно связывали с устранением неисправностей и ремонтом оборудования, подверженного износу и старению. Однако сегодня становится очевидным, что эффективное управление техническим обслуживанием и ремонтом - важный фактор в повышении конкурентоспособности предприятий. Система управления обслуживания и ремонта оборудования направлена на поддержание оборудования в работоспособном состоянии и предотвращение неожиданного выхода его из строя. Техническое обслуживание не просто сопутствует производству, а является его неотъемлемым требованием. Его связь со степенью эффективности использования оборудования - вопрос единой стратегии на уровне высшего руководства.

**Цель статьи** – проанализировать возможные причины сокращения эффективности использования оборудования.

#### **Изложение основного материала.**

Необходимость обеспечения устойчивости производства и снижения потерь при всевозможных сбоях за счет совершенствования системы технического обслуживания оборудования была и остается одной из актуальных проблем на промышленных предприятиях Украины.

Обычно эффективность использования оборудования отождествляют с производительностью, а именно количество изделий, которое может быть произведено

единицей оборудования за определенный промежуток времени. Но производительность не показывает количество качественных деталей в общем количестве произведенных, и тем более, не показывает насколько эффективно эксплуатируется оборудование.

Измеряя эффективность использования оборудования необходимо учитывать показатели: производительности и готовность оборудования, качества выпускаемой продукции и себестоимости формируемой эксплуатацией оборудования. Следовательно, в общем случае эффективность использования оборудования представить в следующем виде:

$$\mathcal{E} = f(\Gamma, \Pi, K, C) \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}$  – эффективность использования оборудования;

$\Gamma$  – показатель готовности оборудования к выпуску продукции;

$\Pi$  – показатель производительности выпуска продукции;

$K$  – показатель качества выпущенной продукции;

$C$  – показатель себестоимости продукции, сформированной под влиянием эксплуатации оборудования.

Рассмотрим составляющие эффективности использования оборудования:

Показатель производительности оборудования - сравнительная характеристика показывающая соотношение фактической производительности оборудования к плановой производительности оборудования.

Производительность оборудования – показатель, который находится как отношение количества выпущенной продукции к промежутку времени требуемой для её выпуска.

В общем виде производительность может быть представлена в виде:

$$\Pi = \frac{K}{t_{\kappa}} \quad (2)$$

где  $K$  – количество выпущенной продукции;

$t_{\kappa}$  – время требуемое для выпуска  $K$  шт. продукции.

Теоретический уровень производительность выпуска продукции:

$$\Pi = \frac{1}{t_o + t_{np} + t_e} \quad (3)$$

$t_o$  – операционное время, требуемое для производства единицы продукции;

$t_{np}$  – время простоя оборудования, необходимое для обслуживания оборудования;

$t_e$  – вспомогательное время, требуемое для производства единицы продукции.

Показатель готовности оборудования – показатель сравнивающий время, в течение которого изготавливается продукт, и номинального времени выпуска продукции.

$$R = \frac{t_{np} - t_{об}}{t_{об}} \quad (4)$$

где  $t_{об}$  – общее время простоев;

$t_{np}$  – необходимое производственное время

$$t_{об} = t_{з.ост} + t_{н.ост} + t_{н.р} \quad (5)$$

$t_{з.ост}$  – время запланированных остановок;

$t_{н.ост}$  – время незапланированных остановок;

$t_{н.р}$  – время пусконаладочных работ;

Графическое представление показателей эффективности использования оборудования представлено на рисунке 1.

Общее время цикла		
Штучно-калькуляционное время		Непредусмотренные остановки (простои)
Операционное время	Вспомогательное время (потери)	

Запланированная выработка	
Фактическая выработка	Потери скорости выработки (потери)

Фактическая выработка	
Качественные изделия	Бракованная продукция (потери)

Фактическая себестоимость	
Себестоимость плановая	Добав. себест. (потери)

Рис. 1 - Графическое представление показателей эффективности использования оборудования.

Показатель качества выпущенной продукции – сравнительная характеристика показывающая соотношение количество качественных изделий к общему количеству произведенной продукции.

$$K = \frac{N_k}{N_{об}} \quad (6)$$

где  $N_k$  - количество качественных изделий;

$N_{об}$  – общее количество произведенных деталей.

Показатель себестоимости продукции, сформированной под влиянием эксплуатации оборудования - сравнительная характеристика показывающая соотношение фактической себестоимости к планируемой себестоимости.

$$C = \frac{C_\phi}{C_\sigma} \quad (7)$$

где  $C_\phi$  – фактическая себестоимость выпущенных изделий, сформированная работой оборудования;

$C_\sigma$  – плановая себестоимость изделий, сформированная работой оборудования.

Причины уменьшение показателя готовности оборудования:

поломки станков и механизмов снижают готовность оборудования. Поломки – одна из наиболее частых причин отказов оборудования. Оборудование состоит из большого количества узлов и механизмов, которые могут выходить из строя, чем будут выводить из строя всё оборудование. Но стоит помнить, что признаки того, что оборудование может выйти из строя, появляются задолго до отказа оборудования;

переналадка. В процесс переналадки входят такие составляющие как демонтаж/монтаж оборудования, очистка элементов оборудования, подгонка и проверка функционирования оборудования и т.д. Кроме того сюда входит время на поиск инструментов и приспособлений;

замена режущего инструмента. Замена инструмента потерявшего свои рабочие свойства, приводит к незапланированным остановкам оборудования, т.е. к простоям;

потери при запуске оборудования. Включают затраты времени на первоначальный пуск оборудования до момента выпуска продукции высокого качества;

остановки оборудования, которые не предусмотрены производственным графиком. Сюда входят время проведения собраний, совещаний, время ремонтных работ, время непредвиденных перерывов.

Учет длительности остановки оборудования в подобных случаях помогает выработать подход, позволяющий устранить потери и одновременно провести соответствующие мероприятия.

Причины снижения показателя производительности:

нарушение скорости обработки – оборудование работает не на оптимальных режимах. Снижение режимов обработки снижает количество произведенных единиц продукции. А завышение – к преждевременным отказам оборудования и как следствие увеличению времени обслуживания;

кратковременная остановка оборудования – простой оборудования вызванный нарушением подачи электрической энергии, давления пневмо- или гидросистемы. Они могут длиться и несколько секунд, и однократно они незначительны. Но следует обязательно и их измерять, поскольку это приводит к потерям производительности и снижению объему выпущенной продукции.

Причины снижения показателя качества выпущенной продукции:

переделка и брак. Одним из распространенных разновидностей потерь являются дефекты качества (брак). Брак бывает исправимым и неисправимым. При исправимом браке необходимо переделывать изделие, при чем потери от переделки удваиваются;

потери при запуске оборудования. Многим видам оборудования необходимо определенное время, чтобы войти в нормальный режим работы. Часто сразу после запуска не на налаженных должным образом станков в обрабатываемых изделиях появляются дефекты, поэтому операторам необходимо установить необходимые режимы.

Причины снижения показателя себестоимости:

потери энергии. Эти потери могут возникать из-за неконтролируемого износа рабочих элементов оборудования, и не только материального, но и морального. Т.е. отказ от использования энергосберегающих технологий снижает эффективность использования оборудования. Стоимость энергоносителей составляет значительную часть общих издержек производства, поэтому снижение фактического использования энергии приведет к увеличению. Объединяют потери разных видов энергии или энергоносителей, например, электрической энергии, топлива, пара, горячего воздуха или воды. Поскольку стоимость электрической энергии, топлива и других видов энергоносителей составляет значительную часть общих издержек, компании заинтересованы в сокращении потерь энергии. Используемая в холостую энергия снижает эффективность использования оборудования;

потери ресурсов на обслуживание. Не правильная организация технического обслуживания, не совершенство методов обслуживания, не достаточная квалификация или низкий уровень мотивации персонала являются источниками данного вида потерь. Как

слишком частые так и редкие ремонты, не по состоянию оборудования, а по графику вызывают дополнительные затраты времени и финансов. Что в свою очередь повышает себестоимость выпускаемой продукции из-за использования дополнительных запчастей, материалов, увеличения трудоемкости работ по обслуживанию.

На основе вышеизложенного можно сделать следующие **выводы**:

1) Для повышения степени эффективности использования имеющегося оборудования необходимо сократить все виды потерь.

2) Предложенная концептуальная модель поможет при анализе причин снижения показателя эффективности использования оборудования.

3) Использование оптимальной системы организации управления состоянием оборудования позволяет повысить эффективность использования оборудования и сократить все возможные потери.

#### **Список литературы:**

1. Кеннеди Р., Мацца Л. Взаимодействие 5S и TPM в системе TPM [Текст]/ Р. Кеннеди, Л. Мацца // «Методы менеджмента качества», 2004, №8, - С. 9 - 15

2. Момот А.И. Экономический механизм управления качеством [Текст]/А.И. Момот // Министерство образования и науки Украины. ДонНТУ. – Донецк: Норд-Пресс, 2005. – 383 с.

3. Федина С.Ю., Бурашников А.Ю. Внедрение системы TPM: продолжение следует [Текст]/ С.Ю. Федина, А.Ю. Бурашников // «Методы менеджмента качества», 2006, №2, С. 12-16

4. Пшенников В.В. Качество через TPM, или О предельной эффективности промышленного оборудования[Текст]/В.В. Пшенников// «Методы менеджмента качества»,– 2001. – № 10, С. 10-15

5. TPM Encyclopedia (Expanded Edition) Keyword Book / Ed. By Toshinori be. Tokyo, 2002 .- 244 p.; Total Productive Maintenance: New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries / Ed. By Kunio Shirose. – Tokyo-Atlanta: JIPM, 2000. – 562 p.

6. Исикава А., Такаги И., Такэбэ Ю и др.: TPM в простом и доступном изложении/ Пер. с яп.А.Н. Стерляжникова; Под науч. ред. В.Е. Растимешина, Т.М. Куприяновой[Текст]/ А. Исикава, И. Такаги, Ю. Такэбэ и др.. – М.: РИА “Стандарты и качество”, 2008.-128 с.

7. Ящур А.И. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования: Справочник [Текст]/ А.И.Ящур // . НЦ ЭНАС Москва.- 2008-360 с.