

## МОДЕЛЬ И ПРЕИМУЩЕСТВА РЕСУРСНО-КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ ПРОФИЛАКТИКИ В ПРОЦЕССАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ

Кияновский Н.В., докт. техн. наук, доц.,  
Криворожский технический университет

*Приведены результаты исследования экономической стороны проблемы внедрения технической диагностики в практику организации эксплуатации технологического оборудования, предложена методика расчетов экономической эффективности и параметры обоснования целесообразности диагностических процедур в стратегии эксплуатации.*

*Are Brought the research results of economic inculcation problem side of technical diagnostics in exploitation organization practice of technological equipment, is offered a computations methods of economic effectiveness and expediency basing parameters of diagnostic procedures in exploitation strategy.*

### **Проблема и ее связь с научными и практическими задачами**

Техническая диагностика относится к перспективным направлениям организации эксплуатации промышленного оборудования, обеспечивая адекватность планирования и проведения технического обслуживания и ремонта в соответствии с объективной потребностью в восстановлении его работоспособности. Однако это пассивная форма использования диагностической информации преимущественно о процессах потери работоспособности под действием эксплуатационных факторов. Значительно больший эффект достигается при оперативном формировании и корректировки регламентов технического обслуживания на основе диагностической оценки скорости расходования ресурса после пуска оборудования в эксплуатацию, что дает возможность своевременно устранить конструктивно - технологические и монтажные дефекты и обеспечить минимально возможную скорость износа (рис. 1).

**Анализ исследований и публикаций** В настоящее время интенсивно развиваются теория, методы и средства технической диагностики, которые потенциально способны обеспечить условия эффективного использования оборудования. Однако включение в процессы

эксплуатации диагностического обслуживания, перепланирование регламентов ТоиР, сопряжено с дополнительными затратами (создание структурных подразделений, приобретение и эксплуатация диагностического оборудования), что увеличивает себестоимость производства. В этом плане отсутствуют методические решения оценки эффективности диагностического обслуживания, позволяющие обоснованно принимать решения в пользу внедрения систем диагностики и мониторинга технического состояния оборудования и расчета его эффективности.

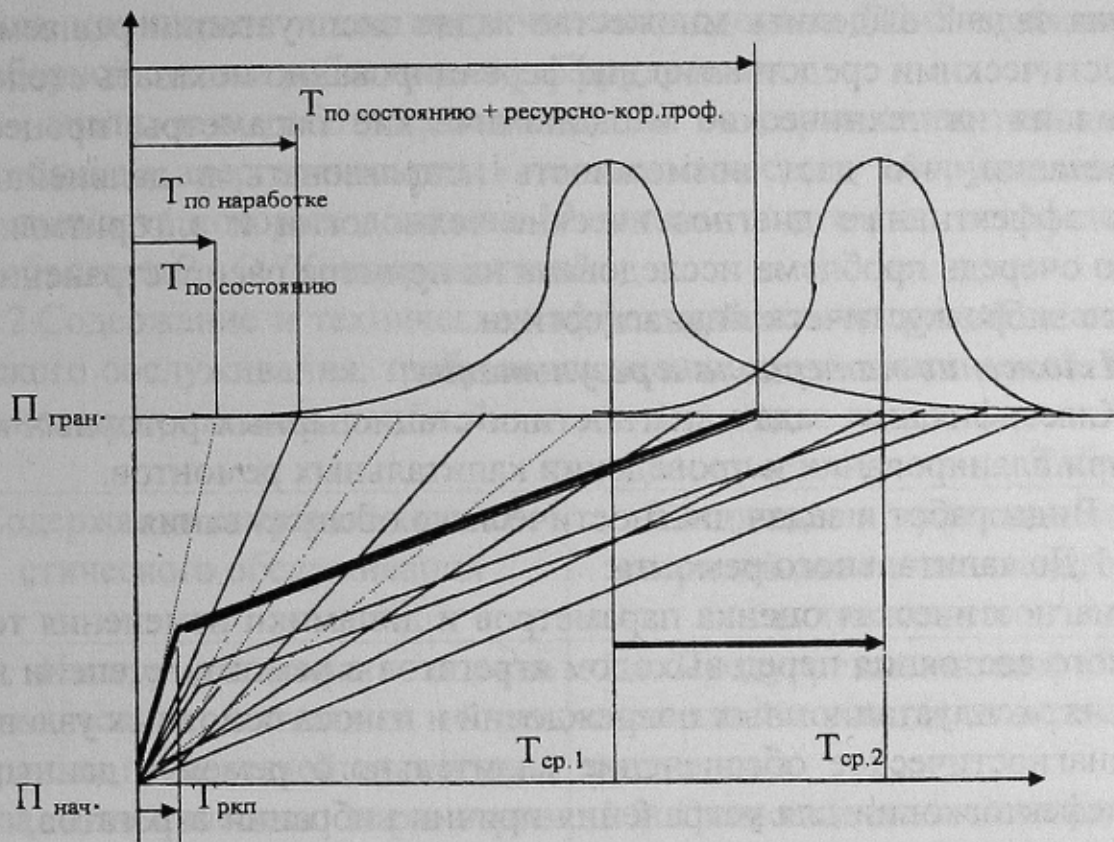


Рис. 1. Схема модели ресурсно-корректирующей профилактики в структуре стратегии эксплуатации горно-обогатительного оборудования "по состоянию", где  $\Pi_{нач}$ ,  $\Pi_{гран}$  - начальное и граничное значение ресурсно-определяющего параметра технического состояния оборудования,  $T_{ркп}$ ,  $T_{по\ состоянии}$ ,  $T_{по\ наработке}$ ,  $T_{по\ состоянию + ресурсно-кор.проф.}$  - периоды технического обслуживания,  $T_{ср.1}$ ,  $T_{ср.2}$  - оценки ресурса оборудования при различных моделях технического обслуживания.

Анализ литературных источников, нормативных документов [ 1, 2] позволил прийти к выводу, что отсутствие теоретических исследований, методик и практических выводов об эффективности диагности-

ческого обеспечения процессов эксплуатации снижает степень востребованности диагностических средств и технологий как на этапе проектирования, так и в условиях эксплуатации из-за отсутствия методики расчета и анализа экономических параметров диагностических операций и услуг.

Общей ошибкой в попытке оценки экономической эффективности применения и использования диагностических средств и технологий есть стремление оценить прирост показателей производства без учета механизма их образования.

**Постановка задачи** В выполненных исследованиях была поставлена задача выделить множество задач эксплуатации решаемых диагностическими средствами, дифференцированно показать степень их влияния на технические и экономические параметры процесса эксплуатации, что даст возможность использовать в дальнейшем только эффективные диагностические технологии и алгоритмы. В первую очередь проблема исследована на примере распространенных методов виброакустической диагностики.

#### ***Изложение материала и результаты***

1. Классификация задач диагностики стационарных роторных машин при планировании и проведении капитальных ремонтов.

1.1. Виды работ и задач диагностического обслуживания.

1.1.1. До капитального ремонта:

- диагностическая оценка параметров и динамики изменения технического состояния перед выходом агрегатов в ремонт, степени накопления эксплуатационных повреждений и износа основных узлов;

- диагностическое обеспечение капитального ремонта данными вибродефектоскопии для устранения причин вибраций агрегатов, их опорных рам и фундаментов .

1.1.2. Во время капитального ремонта:

- диагностическое обеспечение максимальных ресурсных показателей агрегата в ходе наладки агрегата;

- диагностический прогноз конструкторско-технологических, монтажных дефектов, которые образовались и проявились при ремонте и наладке;

- диагностическая оценка качества ремонта и примененных запасных частей.

1.1.3. После капитального ремонта:

- диагностическая оценка качества наладки, ремонта и примененных запасных частей;

- диагностическая оценка параметров технического состояния, достигнутых при капитальном ремонте;

- диагностический прогноз ресурсных показателей, содержания и сроков технического обслуживания «по состоянию» при эксплуатации агрегата.

1.2. Во время технического обслуживания:

- диагностическое обеспечение малозатратных гибких технологий организации прогнозированного технического обслуживания технологических систем и отдельных агрегатов «по состоянию»;

- виброметрия, вибродефектоскопия, виброакустическая диагностика, мониторинг и диагностическая поддержка ТОиР в режиме безразборной оценки работающего оборудования;

- анализ и выработка рекомендаций по управлению техническим состоянием энергетического и технологического оборудования, эффективность которых доказана 12-летним опытом их использования на объектах ОАО "Криворожсталь".

2. Содержание и техническая эффективность операций диагностического обслуживания, требующих оценки их экономической эффективности, приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Содержание операций диагностического обслуживания	Техническая эффективность операций диагностического обслуживания
<p>1. Инструментальная оценка технического состояния и ресурсных показателей путем анализа динамических параметров функционирования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виброактивности;</li> <li>- вибрационных полей;</li> <li>- зон возбуждения колебательной активности;</li> <li>- динамической уравновешенности машины; остаточных дисбалансов рабочих органов</li> </ul>	<p>1.1. Предупреждение аварийных состояний и выхода со строя оборудования;</p> <p>1.2. Снижение динамических нагрузок, увеличение в 5-10 раз долговечности опор рабочих органов;</p> <p>1.3. Исключение затрат на аварийно-восстановительные работы;</p> <p>1.4. Исключение стрессовых состояний обслуживающего и ремонтного персонала</p>
<p>2. Мониторинг и распознавание технических состояний деталей и узлов оборудования безраз-</p>	<p>2.1. Упрощение организационно-технических и психологических аспектов управления, так как ин-</p>

<p>борным способом и без вывода из эксплуатации с выявлением:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- дефектов монтажа;</li><li>- скрытых дефектов изготовления;</li><li>- низкого качества ремонта оборудования;</li><li>- зарождающихся трещин; снижения механических свойств корпусов, рам, фундаментов вследствие их эксплуатационных повреждений;</li><li>- локального усталостного разрушения, выработки смазки;</li><li>- мониторинга износа, снижения энергетического уровня процессов износа и контроля моментов достижения его предельных значений</li></ul>	<p>струментальный контроль четко разделяет влияние исполнителей на технический уровень агрегата;</p> <p>2.2. Пуск в эксплуатацию машины с параметрами обеспечивающими максимально возможный ресурс деталей и узлов (устранение перекосов подшипников в 8-15 повышает их срок службы);</p> <p>2.3. Построение обоснованных отношений с исполнителями ремонта;</p> <p>2.4. Прогнозирование моментов остановки без ущерба для производства, своевременная разработка технологий и подготовка ремонтно-восстановительных работ;</p> <p>2.5. Снижение в три и более раз скорости изнашивания и увеличение на 30-90% выработки индивидуальных ресурсов элементов оборудования.</p>
<p>3. Обоснование параметров технического обслуживания (содержания, объемов, моментов проведения) и снижение его стоимости на основании планирования гибких регламентов обслуживания, адекватных техническому состоянию оборудования по данным диагностического контроля</p>	<p>3. Внедрение прогнозируемого гибкого технического обслуживания с сокращением эксплуатационных затрат в пределах 25-60%.</p>
<p>4. Снижение до минимума простоев оборудования и технологических систем при наличии объективных данных о техническом состоянии оборудования</p>	<p>4. Снижение потерь продукции производства, дезорганизации производственных процессов.</p>

3. Для расчета экономической эффективности работ и операций диагностического обслуживания, предусмотренными п.1,2, требуется:

- оценка документально зафиксированных фактов предупреждения аварийных состояний конкретных видов оборудования, которая равна стоимости предотвращенного аварийно-ремонтного восстановления этого оборудования с учетом стоимости запасных частей;
- оценка документально зафиксированных фактов процессов ускоренной выработки ресурса оборудования, идентификации их причин с разработкой рекомендаций по их оперативному устранению для обеспечения его максимальных ресурсных показателей.

Максимальное использование потенциально возможного ресурса деталей и узлов оборудования при внедрении диагностического обслуживания достигается путем выявления:

- дефектов монтажа;
- скрытых дефектов изготовления;
- низкого качества ремонта оборудования ;
- зарождающихся трещин, локального усталостного разрушения, выработки смазки, снижения механических свойств корпусов, рам, фундаментов вследствие их эксплуатационных повреждений;
- мониторинга износа и контроля моментов достижения его предельных значений.

Расчет эффективности этого вида диагностического обслуживания определяется по формуле

$$\mathcal{E} = \sum_{i=1}^n \left[ \left( \frac{T_2}{T_1} - 1 \right) C_{\text{рем.}} - C_{\text{межр.ТО}} \right]$$

где:  $n$ - число оборудования;  $T_2$ - максимально достигнутый ресурсный показатель  $i$ -го оборудования;  $T_1$ - ограниченный ресурс оборудования при наличии производственных, монтажных и эксплуатационных дефектов;  $C_{\text{рем.}}$ - стоимость соответствующего ремонта оборудования;  $C_{\text{межр.ТО}}$  - стоимость межремонтного обслуживания при оперативном устранении выявленных дефектов.

К полученной величине добавляется стоимость дополнительной продукции от снижения простоев оборудования, которая определяется на основании оценки возможной продолжительности простоев для аварийно-восстановительных работ, при отсутствии условия их диагностического предупреждения.

Предложенная методика оценки эффективности диагностического обслуживания базируется на основании существующих нормативных документов [3,4].

Для мониторинга параметров эффективности рекомендуется оперативно, в реальном времени, вести расчеты эффективности с участием исполнителей работ по диагностическому обслуживанию оборудования, экономистом и начальником цеха по принадлежности оборудования с утверждением главными специалистами производства.

Результаты мониторинга эффективности определяют тактику организации эксплуатации и степень целесообразного использования диагностических технологий в стратегии эксплуатации и технического обслуживания оборудования.

**Выводы и направление дальнейших исследований** Эффективность диагностического обслуживания и ресурсно-корректирующей профилактики энергетического и технологического оборудования достигается за счет:

предупреждения аварийных состояний и выхода со строя оборудования;

мониторинга и распознавания технических состояний деталей и узлов оборудования безразборным способом и без вывода из эксплуатации;

пуска в эксплуатацию машины с параметрами, которые обеспечивают максимально возможный ресурс деталей и узлов, снижения до минимума простоев оборудования и технологических систем;

обоснования параметров технического обслуживания (содержания, объемов, моментов проведения) и снижения его стоимости на основании планирования регламентов обслуживания адекватных техническому состоянию оборудования по данным диагностического контроля.

Список источников.

1. Кияновский Н.В. Новые разделы в теории и практике надежности машин.- Кривой Рог: Мінерал, 1998. - 210 с.
2. Кияновский Н.В. Снижение затрат в технологиях ремонтного обслуживания оборудования горнодобывающих и перерабатывающих производств // Разраб. рудн. месторожд. Вып. 58 - Кривой Рог: КТУ - 1996. -С.83-85.
3. Прейскурант 26-05-43Э (1998 г.)
4. Методика определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений - М.: Гос. Комитет СССР по делам изобретений и открытий, 1986.