

Аннотация. В работе в качестве математической модели перекладки поршня кривошипно-шатунного механизма предложен физический маятник, ось которого движется возвратно-поступательно. Получено дифференциальное уравнение с переменными коэффициентами, которое решено числовым методом.

Ключевые слова: поршень, гильза, перекладка, дифференциальное уравнение.

УДК 631.371:620.9.004.67:631.11

M. Korchak, candidate of Technical Sciences, State Agrarian and Engineering University in Podilya

PERFECTION OF SYSTEM TECHNICAL SERVICE AND REPAIR OF POWER EQUIPMENT IS ON ENTERPRISE

Annotation. Grounded going near description of the system the technical service and repair, design business processes of enterprise and exposure of critical factors which influence on quality of the system. The got results are the procedures of reinzhiniring of business processes used for a leadthrough, to development of the system management of quality and system the balanced indexes.

For the receipt of complex estimation, that combines all offered factors in one general index of the productivity, it is necessary to define weight of every factor.

The decision of the put task of choice can be got with the use of different methods: mathematical, statistical, optimization, expert. In this research advantage got expert methods through weak structured of task and absence of the formalized methods of his decision.

The maximal operating on the system is done by the followings factors: organizational structure and skilled providing, methodological base, operative- technical description of equipment and monitoring of the state. The indicated factors are critical for providing of quality of the system.

The results of the conducted researches make basis of subsequent works on perfection of control system all enterprise on the whole.

In particular, on energyenterprises such instruments of increase of efficiency of activity of enterprises find confession, as procedures of reengineering of business processes, systems of management of quality and balanced indexes. Introduction of these progressive systems is impossible without creation of model of the system exposure of critical factors of success.

Key words: system of technical service and repair, power equipment, reengineering, enterprise.

М.М. Корчак, кандидат технічних наук ПДАТУ

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Обґрунтовано підхід до опису системи технічного обслуговування і ремонту, моделювання ділових процесів підприємства і виявлення критичних факторів, що впливають на якість системи. Отримані результати використані при проведенні процедури реінжиніринга ділових процесів, розробці системи менеджменту якості і системи збалансованих показників.

Ключові слова: система технічного обслуговування і ремонту, енергетичне обладнання, реінжиніринг, підприємство.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. В електроенергетичній галузі здійснюються масштабні перетворення, направлені на підвищення ефективності енергетичного виробництва і залучення приватних інвестицій для розвитку підприємств галузі. Ситуація в галузі складна, оскільки зношення більше половини основного устаткування енергетичних підприємств складає до 70%. У цих умовах завдання безперебійного і якісного енергопостачання значною мірою визначається ефективністю системи технічного обслуговування і ремонту.

Необхідними умовами нормального перебігу виробничих процесів на підприємстві є постійне підтримування в робочому стані машин та устаткування, інших засобів праці; своєчасне забезпечення робочих місць сировиною, матеріалами, інструментом, енергією; виконання транспортних операцій та інших зв'язаних з ними робіт. Усе це має здійснювати ефективно діюча система технічного обслуговування і ремонту виробництва (ТОР) [1].

Системі ТОР належить ключова роль в забезпеченні необхідного стану обладнання, що відповідає завданням організації і тим самим сприяє досягненню її цілей. Витрати на ремонт основного і допоміжного обладнання генеруючих енергопідприємств складають до 30% собівартості продукції, що визначає необхідність їх оптимізації.

Питанням організації системи ТОР на енергетичних підприємствах приділяється недостатньо уваги у зв'язку з високим зношенням обладнання, що обумовлює низьку ефективність системи

планово-запобіжних ремонтів. Потрібні нові принципи, методи та моделі, що забезпечать необхідну якість системи ТОР енергетичного обладнання генеруючих підприємств в сучасних економічних умовах.

Формування цілей статті. Мета даного дослідження – розробка програми вдосконалення системи технічного обслуговування і ремонту. Для досягнення поставленої мети *необхідно вирішити наступні базові завдання:*

- визначити місце системи ТОР у виробничому процесі енергопідприємства;
- розробити функціональну модель системи ТОР;
- провести аудит системи ТОР енергопідприємства;
- виявити критичні фактори, що найбільше впливають на якість системи ТОР.

Виклад основного матеріалу з повним обґрунтуванням отриманих результатів. *Місце системи ТОР у виробничому процесі.* Вирішення широкого кола завдань практичної діяльності можливе лише за умови розробки адекватної моделі даної системи. Модель є деяким тлумаченням системи, тому суб'єктом моделювання служить сама система. Проте модельована система ніколи не існує ізольовано і завжди пов'язана з навколишнім середовищем. З цієї причини дуже важливо визначити межі системи, тобто сконцентрувати увагу саме на описуваній системі і уникнути включення в її склад “сторонніх” елементів.

Система ТОР основного обладнання енергопідприємств є складною ієрархічною структурою, схильною до впливу великої кількості факторів зовнішнього оточення. Можна говорити про існування на будь-якому енергопідприємстві двох різноспрямованих процесів: з одного боку, забезпечення випуску продукції, пов'язаного з експлуатацією обладнання відповідно до оптимального режиму завантаження; з іншого – необхідність підтримувати обладнання в робочому стані. Місце системи ТОР у виробничому процесі енергопідприємства наведено на рис. 1.



Рис. 1. Місце системи ТОР у виробничому процесі енергопідприємства

Функціональне моделювання системи ТОР. Для визначення елементів системи, взаємозв'язків між ними і виявлення факторів, що впливають на якість функціонування системи ТОР, вибрана методологія SADT, створена спеціально для моделювання складних ієрархічних систем [2].

Sadt-модель (функціональна модель) – це модель системи, в якій є єдиний суб'єкт, мета і одна точка зору. Функціональна модель повинна відповісти на наступні основні питання:

1. Які функції включає система ТОР?
2. Які механізми і ресурси необхідні для належного функціонування системи ТОР і що є її продуктом?
3. Які фактори впливають на виконання системою ТОР своїх функцій?

Таким чином, функціональна модель представляє з необхідною мірою деталізації систему ділових процесів. Методологія SADT була визначена інструментом моделювання через наступні причини [3]:

1. SADT є методологією моделювання і опису систем, заснованою на концепції системного моделювання.
2. SADT-модель дає повний, точний і адекватний опис системи, що має конкретне призначення.
3. Стандарт IDEF0 прийнятий як національний стандарт моделювання ділових процесів.

Залежно від того, наскільки точно модель допоможе відповісти на вказані вище питання, можна буде говорити про досягнення поставленої мети. Необхідно відзначити, що при побудові функціональної моделі системи ТОР враховувалися лише планові роботи.

Не менш важливе місце при побудові функціональної моделі займає позиція, з якої спостерігається система і створюється модель, оскільки якість опису системи різко знижується, якщо вона розглядається з позицій різних спостерігачів. Для системи ТОР була вибрана точка зору суб'єкта, що «стоїть» над системою, з позиції якого можна побачити всі ділові процеси системи ТОР. Це може бути організатор робіт або особа, що несе відповідальність за роботу системи ТОР в цілому.

Кожна діаграма функціональної моделі містить взаємопов'язані між собою блоки, що відображають ділові процеси модельованої системи. Ліва сторона блоку призначена для входів, права – для виходів, нижня – для механізмів, верхня представляє керовані фактори. Таке позначення відображає певні системні принципи: входи перетворюються у виходи, управління обмежує або вказує умови виконання перетворень, механізми показують як виконуються функції та хто їх виконує.

Оскільки основною метою системи ТОР є забезпечення відповідного стану обладнання, що відповідає завданням організації, пропонуємо замінити однойменний блок контекстної діаграми на наступні складові – ділові процеси (ДП):

1. ДП 1. «Виконати необхідну передремонтну роботу». Перед початком ремонтних робіт необхідно визначити реальний стан обладнання за допомогою діагностичного обстеження (складання дефектної відомості). Саме в рамках цього ділового процесу на підставі математичних моделей здійснюється планування ремонту обладнання;
2. ДП 2. «Виконати ремонт». Цей діловий процес включає в себе роботи по ремонту основного енергетичного обладнання;
3. ДП 3. «Проконтролювати якість виконаної роботи». Рішення задачі безперебійного і якісного енергопостачання неможливе без забезпечення гарантій якості ремонтних робіт. Оскільки в більшості випадків ремонтні роботи виконуються підрядними організаціями, в завдання персоналу енергетичного підприємства входить організація приймання обладнання з ремонту.

Перераховані ділові процеси є основними, або процесами життєвого циклу підприємства.

Крім основних, можна виділити і забезпечувальні процеси, а саме:

1. ДП 4.1 «Забезпечити фінансовими ресурсами»;
2. ДП 4.2. «Забезпечити кадровими ресурсами»;
3. ДП 4.3. «Забезпечити матеріальними ресурсами»;
4. ДП 4.4. «Сформувати виробниче середовище та інфраструктуру».

Виключно важливу роль відіграє адекватне відображення на функціональній діаграмі нормативної документації – обов'язкового для виконання переліку нормативних документів, відповідно до яких повинні виконуватися ремонтні роботи і контролюватися якість їх виконання. Саме ці документи визначають відповідність обладнання технічним нормам та його готовність до експлуатації.

Функціональні моделі ділових процесів були замінені до 3-4-го рівнів. При цьому підпроцес найнижчого рівня є простою послідовністю робіт, яка була формалізована з використанням процесних моделей. Залежно від цілей моделювання можуть використовуватися різні процесні моделі.

Для опису послідовності робіт використовувалися оперограми, що дозволяють чітко співставити окремі роботи підпроцесу з конкретними виконавцями, зафіксувати необхідний час для виконання робіт і потрібні ресурси.

Програма проведення аудиту системи ТОР. Вихідною точкою в програмі аудиту системи ТОР є оцінка поточного стану системи. Отримана функціональна модель дозволяє говорити про наявність багатьох факторів, що впливають на функціонування системи ТОР: організаційна структура і кадрове забезпечення; продуктивність праці; кваліфікація керівників, фахівців-планувальників, робітників; міра мотивованості персоналу; якість управління і контролю бюджету ремонтного підприємства;

політика підприємства по контролю якості; контроль виконання ремонтних робіт; стан матеріально-технічних ресурсів, використовувана методологічна база; оперативно-технічна характеристика обладнання і моніторинг стану; нормативні графіки виконання робіт.

З числа цих факторів необхідно вибрати ті, які відіграють ключову роль в забезпеченні якості системи ТОР. Очевидно, що для ефективного функціонування системи ТОР оцінки по кожному з представлених факторів мають бути максимально високі. Фактор, що не відповідає вимогам або має низьку оцінку, знижує ефективність системи обслуговування в цілому. Але «внески» кожного з факторів в ефективність системи обслуговування різні і деякі з них впливають на продуктивність більшою мірою.

Для отримання комплексної оцінки, що об'єднує всі запропоновані фактори в один загальний показник продуктивності, необхідно визначити вагу кожного фактора.

Вирішення поставленої задачі вибору може бути отримане з використанням різних методів: математичних, статистичних, оптимізаційних, експертних. У даному дослідженні перевага надавалася експертним методам через слабку структурованість завдання і відсутність формалізованих методів його вирішення.

Програма аудиту системи ТОР включає наступні етапи:

- бальна оцінка факторів, що впливають на якість системи ТОР;
- отримання контрольної оцінки – індекс MAI (Maintenance Audi Index). Для здобуття індексу MAI необхідно визначити вагу кожного фактора або його вкладу в забезпечення ефективності системи ТОР, що можливо за допомогою методики АНР – прийому формування аналітичної ієрархії;
- визначення факторів, що максимально діють на ефективність системи ТОР. Для цієї мети використовується АВС-аналіз (графіки Парето).

Представлені фактори утворюють базис для проведення аудиту і оцінюються за десятибальною шкалою (10 – максимальне число балів, 0 – мінімальне) рядом експертів, найбільш компетентних у даному питанні. Загальний підхід полягає в розробці блоку питань по кожному з факторів і його подальшій оцінці залежно від відповідей на запропоновані питання.

Визначення ваги кожного з факторів, що впливають на деяке загальне ціле, – класичне завдання теорії прийняття рішень. Потреба в такому визначенні виникає у двох випадках: по-перше, коли потрібно виявити значущість фактора, що впливає на даний процес; по-друге, коли необхідно отримати який-небудь агрегований показник.

Попарне порівняння – найбільш поширений підхід до визначення ваги або рангу факторів. Для того, щоб отримати вагу кожного фактора окремо, використовується просте складання. Інший підхід до визначення ваги даних факторів відображає метод *Delphi*, який передбачає багатоетапне опитування групи експертів на предмет оцінки впливу факторів і використання інтеграційного підходу для здобуття оцінки або ваги кожного фактора.

Широко відомим методом визначення ваги є формування аналітичної ієрархії. У випадку, що розглядається нами, вага фактора повинна відобразити участь кожного з них в системі ТОР. Згідно з цим методом необхідно скласти матрицю попарних порівнянь усіх факторів. Елементи такої матриці відображають міру домінування одного фактора над іншим. Для застосування методу АНР до конкретного завдання визначення ваги необхідно виконати наступні кроки: отримати матрицю попарних порівнянь; знайти найбільше власне число матриці; знайти власний вектор матриці, що відповідає найбільшому власному числу; визначити комплексну оцінку MAI.

Виявлення критичних факторів успіху системи ТОР. Для визначення факторів, що знижують ефективність системи ТОР (проблема факторів), застосовують АВС-аналіз або графік Парето. АВС-аналіз успішно використовують в сферах управління матеріально-технічним постачанням, при виявленні причин дефектів і в інших галузях для зосередження зусиль управління на об'єктах найбільшої складності, що дають найбільший ефект.

АВС-аналіз заснований на законі Парето, який стверджує, що найбільш вагомими об'єкти в групі зазвичай складають лише малу її частину. Так, 80% проблем є результатом 20% причин. Фактично АВС-аналіз поділяє всі фактори на три класи: клас А включає приблизно 15-20% факторів, які відповідають 70-80% значущості; клас В містить приблизно 20-25% факторів і відповідає 20-25% значущості; клас С складається з факторів, що залишилися і мають мінімальний вплив.

Для визначення найбільш проблемних факторів і розставлення пріоритетів по їх поліпшенню АВС-аналіз будується на процентній зваженій оцінці відхилення фактора від ідеального стану (*PWD*). Таким чином, по представленій методиці була отримана матриця попарних порівнянь. Власне число матриці (13,8) наближене до розмірності матриці, що є умовою правильності при визначенні вагомості факторів. Оцінка спроможності складає 1,5%, що відповідає умові (табл. 1).

Таблиця 1

Визначення критичних факторів системи TOP

Фактор	№ фактора	PWD, %	PWD з накопиченням
Організаційна структура і кадрове забезпечення	1	10,4	10,4
Методологічна база	11	10,3	20,6
Оперативно-технічна характеристика обладнання і моніторинг стану	12	9,9	30,5
Мотивація	6	9,4	39,8
Продуктивність праці	2	8,9	48,7
Підвищення кваліфікації керівників	3	8,8	57,4
Контроль бюджету	7	7,8	65,0
Контроль виконання ремонтних робіт	9	7,3	72,2

Графік Парето з відображеними факторами наведено на рис. 2.

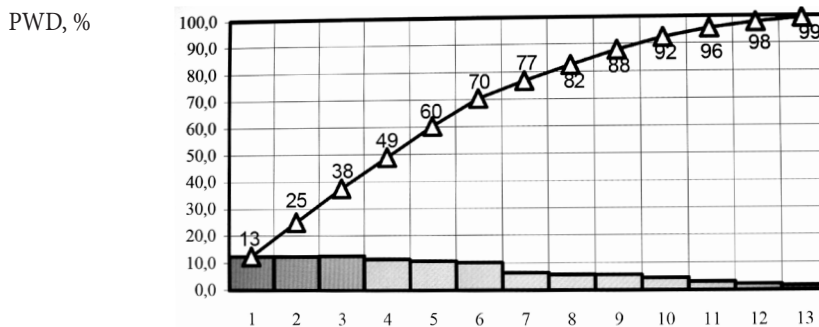


Рис. 2. Фактори, що діють на систему TOP

Аналізуючи рис. 2, можна сказати, що максимальну дію на систему TOP чинять наступні фактори: організаційна структура і кадрове забезпечення, методологічна база, оперативно-технічна характеристика обладнання і моніторинг стану.

Вказані фактори є критичними для забезпечення якості системи TOP.

Висновки і пропозиції. Результати проведених досліджень складають основу подальших робіт по вдосконаленню системи управління не тільки TOP, але й всього підприємства в цілому. Зокрема, на енергопідприємствах знаходять визнання такі інструменти підвищення ефективності діяльності підприємств, як процедури реінжиніринга ділових процесів [4, 5], системи менеджменту якості і збалансованих показників. Впровадження цих прогресивних систем неможливе без створення моделі системи і виявлення критичних факторів успіху.

Список використаних джерел

1. Економіка підприємства: Підручник / За заг. ред. С.Ф. Покропивного. – Вид. 2-ге перероб. та доп. – К.: КНЕУ, 2000. – С. 246-292.
2. Китушин В.Г. Модель остаточного ресурса агрегата / В.Г. Китушин, А.Ю. Перминов // Надежность систем энергетики: достижения, проблемы, перспективы. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение РАН, 1999. – С. 381-386.
3. Черемных С.В. Структурный анализ систем IDEF / Черемных С.В. и др. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 208 с.
4. Робсон М. Реинжиниринг бизнес-процессов: практическое руководство / Робсон М., Уллах Ф. – М.: ЮНИТИ, 2003. – 224 с.
5. Хаммер М. Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе / Хаммер М., Чемпи Дж. – СПб: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 1997. – 332 с.

Аннотація. Обосновано підхід до опису системи технічного обслуговування і ремонту, моделювання ділових процесів підприємства і виявлені критичні фактори, впливаючі на якість системи. Отримані результати використані при проведенні процедури реінжиніринга ділових процесів, розробці системи менеджменту якості і системи збалансованих показників.

Ключевые слова: система технічного обслуговування і ремонту, енергетичне обладнання, реінжиніринг, підприємство.