

М442570

Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени высшее техническое
училище им. Н.Э.Баумана

На правах рукописи

Сологубов Николай Федорович

УДК 621.9.06-52:658.527.004.5

ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ СТАНОЧНЫХ
АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ПО ДИАГНОСТИЧЕСКОМУ
ПАРАМЕТРУ "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ЦИКЛА" ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

05.13.07 автоматизация технологических
процессов и производств

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва 1986

Работа выполнена в Волгоградском проектно-конструкторском технологическом институте ремонтного производства (ПКТИ-ремонт)

Научные руководители - лауреат Государственной премии СССР, профессор

Лурье Г.Б.

доктор технических наук
Черпаков Б.И.

Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор Нахапетян Е.Г.

кандидат технических наук
Жилин Д.Д.

Ведущее предприятие - Рижское специальное конструкторское бюро диагностики (СКБД)

Защита диссертации состоится "3" марта 1986 г.
на заседании специализированного
Московском высшем техническом
по адресу: 107005, Москва,

С диссертацией можно ознакомиться
им. Н.Э.Баумана.

Ваш отзыв в одном экземпляре
выслать по указанному адресу

Автореферат разослан " / " /

М442510

Учёный секретарь совета,
к.т.н., доцент

Актуальность темы. На современном этапе технического прогресса проблемы, связанные с автоматизацией производства в свете задач поставленных июньским совещанием в ЦК КПСС (1985 г.) по вопросам ускорения научно-технического прогресса и дальнейшему подъему эффективности машиностроения и "Основных направлений экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года", приобретают особую остроту и актуальность. Прежде всего это касается одной из главных проблем теории и практики обеспечения заданной производительности автоматизированного оборудования за счет его рациональной эксплуатации.

В настоящее время в машиностроении эксплуатируется свыше 6000 автоматических линий (АЛ), из которых значительная часть оснащена релейными системами управления. Так по данным Минавтопрома 98% АЛ, находящихся в эксплуатации, оснащены релейными системами управления, лишь 30 АЛ на ВАЗе и КАМАЗе работают с программируемыми командоаппаратами (ПК).

Эксплуатация станочных АЛ должна базироваться на проведении плановых мероприятий, позволяющих предупреждать возникновение отказов в работе оборудования. Особое место при эксплуатации АЛ занимают вопросы своевременного и качественного технического обслуживания и ремонта оборудования, исходя из его фактического состояния. Такая постановка определяется следующими причинами:

1. Потери рабочего времени АЛ, вызванные простоями оборудования по техническим причинам, наносят предприятиям значительный ущерб.
2. Преждевременные замены отдельных деталей или сборочных единиц, остановка оборудования на ремонт и техническое обслуживание приводят к увеличению себестоимости выпускаемой с АЛ продукции.

Определение оптимальных сроков и объемов работ по техническому обслуживанию и ремонтам оборудования АЛ в процессе длительной эксплуатации возможно при наличии методов и средств технической диагностики линии, что позволит выполнять эти работы с минимальными трудовыми и материальными затратами.

Оценка работоспособности АЛ может быть осуществлена многими диагностическими методами и средствами, однако они не позволяют оценить ее в комплексе. Наиболее оптимальным диагностическим параметром является параметр "длительность цикла", который поз-

НТБ МГТУ им. Н.Э.Баумана



1442510

Сологубов Н.Ф. Оценка рабо



М442510

воляет оценивать работоспособность как линии в целом, так и отдельно встроенных элементов. Данный параметр позволяет оценивать работоспособность системы управления АЛ и ее исполнительных органов, в т.ч. режущих инструментов, и на основании оперативной информации о текущем состоянии линии оценивать ее фактическое состояние и прогнозировать наиболее вероятный период безотказной работы.

Приведенные положения явились основанием для выбора темы диссертационной работы.

Цель работы заключается в исследовании работоспособности станочных АЛ и разработке принципов ее оценки на основе предложенного диагностического параметра "длительность цикла". Параметр имеет функциональную связь с фактическим техническим состоянием оборудования, а также обеспечивает возможность прогнозирования потери технического состояния линии в процессе длительной эксплуатации. Оценка работоспособности станочных АЛ по параметру "длительность цикла" позволяет повышение их производительности за счет сокращения простоев в неплановых ремонтах и внутрицикловых потерь.

Общая методика работы. Теоретическая разработка вопроса гарантированного обеспечения функционирования АЛ осуществлялось на базе теории производительности машин-автоматов и автоматических линий путем применения вероятностно-статистического подхода к изменению диагностического параметра.

Рекомендации по определению оптимального периода эксплуатации АЛ получены в результате исследования влияния изменения длительности цикла и времени проведения технического обслуживания или ремонта на максимальную производительность линии или минимальную себестоимость обработки одной детали.

Рекомендации по выбору минимального количества информационно-диагностических точек для оценки работоспособности АЛ на всех уровнях диагностирования получены с использованием булевой алгебры.

Экспериментальное подтверждение теоретических положений проводилось при эксплуатации АЛ, а также при плановых ремонтах и техническом обслуживании в производственных условиях.

Научная новизна диссертационной работы заключается в:
I. Выявлении области использования диагностического параметра "длительность цикла" и разработке на его основе принципов оценки

работоспособности станочных АЛ. 2. Получении аналитических зависимостей, позволяющих определить оптимальный период эксплуатации АЛ для прогнозирования времени проведения ремонтных работ. 3. Использовании функциональных схем АЛ для определения необходимого количества информационно-диагностических точек оценки работоспособности оборудования линии. 4. Разработке типовой методики диагностирования технического состояния АЛ, основанной на статистическом анализе изменения диагностического параметра. 5. Разработке блок-схемы обобщенного алгоритма оценки работоспособности оборудования АЛ по параметру "длительность цикла" для реализации на ЭВМ или ПК.

Объекты исследования — синхронные АЛ из агрегатных станков с гидроприводом моделей ЛЛ100 и ЛЛ167 конструкции Московского СКБАЛ и АС, эксплуатируемые на Волгоградском тракторном заводе.

Практическая ценность. Разработанные принципы оценки работоспособности станочных АЛ и полученные расчетные зависимости положены в основу руководящих технических материалов (РТМ) и инженерной методики выполнения работ по контролю технического состояния оборудования АЛ на машиностроительных предприятиях с применением диагностического параметра "длительность цикла", что позволит:

объективно оценивать текущее состояние линии;

определять объем и прогнозировать время проведения плановых работ по техническому обслуживанию или ремонтам оборудования АЛ, исходя из его фактического состояния;

увеличить фактическую производительность линии в результате сокращения внутрицикловых потерь;

сократить простой линии в неплановых ремонтах и техническом обслуживании.

Реализация результатов работы. Разработанный способ диагностирования внедрен на АЛ модели ЛЛ100 на Волгоградском тракторном заводе, а также использован в ЭНИМС при создании диагностической системы на АЛ модели МА2999, эксплуатируемой на одном из заводов.

Апробация работы. Отдельные разделы и работа в целом докладывалась и обсуждалась на: Всесоюзной научно-технической конференции "Проблемные вопросы автоматизации производства" (г. Рига, 19-21 декабря 1978 г.); Всесоюзном научно-техническом семинаре "Опыт создания и применения высокоэффективных машин-автоматов в серийном и массовом производстве" (ВДНХ, 3-5 апреля 1979 г.);

семинаре по теории машин и механизмов, организованном Государственным научно-исследовательским Институтом машиноведения им. академика А.А.Благонравова АН СССР (г.Москва, 13 марта 1979 г.); областном научно-техническом семинаре "Эффективность и качество ремонта и технического обслуживания оборудования" организованном Волгоградским областным правлением НТО Машпром (г.Волгоград, 26 сентября 1978 г.); научно-технических конференциях Всесоюзного заочного политехнического института (г.Москва, 1974-1980г); межзаводской школе "Опыт Онежского тракторного завода по внедрению регламентированного технического обслуживания", организованной ЦНИИТЭИ - тракторосельхозмаш (г.Петрозаводск, 15-17 мая 1979); втором Всесоюзном съезде по теории машин и механизмов (г.Одесса, 14-18 сентября 1982 г.); отраслевом семинаре "Внедрение диагностики технического состояния оборудования на предприятиях отрасли" (г.Волгоград, 10-11 июля 1985 г.).

Публикация. По теме диссертации опубликовало 15 работ и получено 1 авторское свидетельство.

Объем работы. Диссертация изложена на 150 страницах машинописного текста, 43 страницах иллюстративного материала и 52 страницах приложений. Иллюстративный материал включает в себя 42 рисунка и фотографии. Работа состоит из введения, пяти глав, выводов по каждой главе; списка использованной литературы на русском и иностранных языках.

Научный консультант - кандидат технических наук, доцент Ковшов А.Н.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность вопросов, связанных с поддержанием надежной работы станочных АЛ в процессе эксплуатации, одним из которых является оценка работоспособности при помощи технической диагностики.

В первой главе рассмотрен вопрос рациональной эксплуатации оборудования, встроенного в АЛ. Ценные результаты в этом направлении получены в ЭНИМС, ПКТИ-ремонт, Государственном научно-исследовательском Институте машиноведения им. академика А.А.Благонравова АН СССР, МВТУ им. Баумана, Московском СКБ АЛ и АС, Минском СКБ АЛ и других организациях.

Анализ эксплуатации АЛ из агрегатных станков с силовыми узлами с гидروприводом на предприятиях Министерства тракторного и сельскохозяйственного машиностроения показал, что объем фактически выполняемых ремонтных работ составляет от 36,11% до 72,73%

объема, рекомендуемого системой ИПР. Из-за отсутствия методов и средств получения информации о фактическом техническом состоянии оборудования линии, ремонтные работы АЛ выполняются только в случае явной потери ею работоспособности.

Существующие методы диагностирования не позволяют в комплексе оценивать текущее состояние АЛ, что приводит к "неуправляемости" процесс эксплуатации. Исследование АЛ на Волгоградском тракторном заводе по методу сравнения потенциальных и фактически достигнутых показателей показало, что резервом повышения их фактической производительности является превышение средней величины фактической длительности цикла работы АЛ над начальной от 9,3% до 17,8%.

Фактическая производительность синхронных АЛ определяется выражением $Q_{\text{факт}} = \frac{1}{T_{\text{ф}}} \cdot K_{\text{и}}$, где $T_{\text{ф}}$ — средняя величина длительности цикла АЛ. Колебания $T_{\text{ф}}$ характеризуют внутрицикловые потери; $K_{\text{и}}$ — коэффициент технического использования характеризует потери фонда времени работы линии в результате внецикловых потерь. Исследования выявили, что внецикловые потери фонда времени работы АЛ составили 68% от всех потерь, а внутрицикловые потери — 32%. Причиной возникновения внутрицикловых потерь является увеличение времени выполнения отдельных переходов цикла из-за возникновения неисправностей в работе транспортно-зажимных систем и станочного оборудования, которые составляют соответственно 60% и 40% от времени внутрицикловых потерь.

Анализ эксплуатации АЛ с гидроприводом показал, что наиболее эффективным является метод контроля работоспособности по временным интервалам, где в качестве диагностического параметра используется "длительность цикла". Это обосновывается: возможностью оценки работоспособности как отдельно встроенных агрегатов, так и АЛ в целом; простотой получения информации о величине диагностического параметра, т.к. в качестве датчиков могут быть использованы конечные выключатели, установленные на агрегатах; возможностью применения для АЛ как с релейной системой управления, так и с управлением от программируемого командоаппарата (ПК).

Вторая глава посвящена теоретическим основам оценки работоспособности станочных АЛ при помощи диагностического параметра "длительность цикла".

В процессе эксплуатации АЛ необходимо, чтобы все элементы, составляющие лимитирующий цикл работы линии, выполнялись в заданное время. Под лимитирующим циклом понимается совокупность отдельных взаимосвязанных переходов, определяющих цикл работы линии в данный

момент. В результате износа, старения или разрегулирования механизмов АЛ, что является причиной возникновения постепенных отказов, происходит полная потеря работоспособного состояния (Фактический отказ), которому предшествует неисправное состояние, при котором выпуск продукции продолжается в меньших количествах (Рис.1).

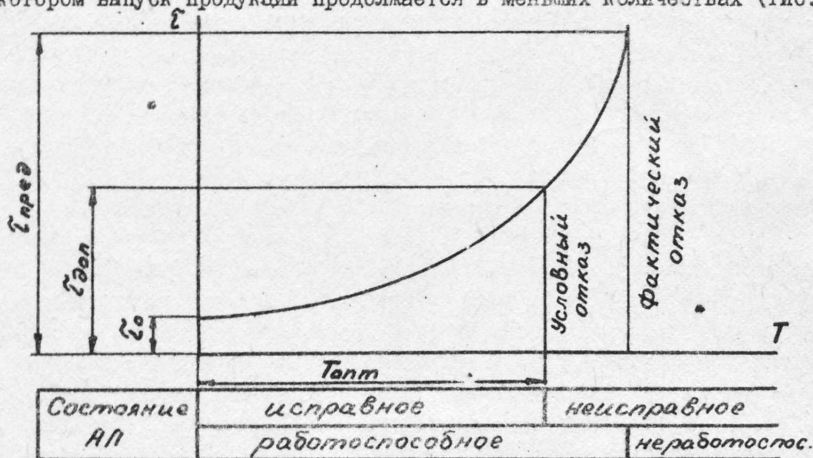


Рис.1

Момент перехода исправного состояния АЛ в неисправное классифицируется как наступление "условного отказа" в работе линии. Своевременное выявление и устранение "условных отказов" позволит предупредить возникновение "фактических отказов" в работе АЛ и рационально эксплуатировать ее со средней величиной фактической длительности цикла изменяющейся в допустимых пределах $\bar{\xi}_{доп}^* = \bar{\xi}_0(1+\delta)$, где $\bar{\xi}_0$ — средняя величина начальной длительности цикла работы АЛ; δ — коэффициент допустимого увеличения длительности цикла.

При допущении независимости условных отказов в отдельных "п" элементах, определяющих лимитирующий цикл, вероятность исправной работы АЛ в течение заданного времени (ξ_0, ξ_1) будет равна $P(\xi_0, \xi_1) = \prod_{j=1}^n P_j(\xi_j, \xi_j')$, где $P_j(\xi_j, \xi_j')$ — вероятность исправной работы j -го элемента в течение времени его функционирования $\xi_j' = (\xi_j - \xi_j)$, найденная в предположении, что в момент включения ξ_j этот элемент исправен. Время ξ_j' — время рабочего цикла линии, время ξ_j' с момента ξ_j включения j -го элемента, ξ_0, ξ_j, ξ_j' — отсчитывается с начала эксплуатации АЛ. Данное выражение через интенсивности условных отказов отдельных элементов λ_j лимитирующего цикла имеет вид: $P(\xi_0, \xi_1) = \exp\left[-\sum_{j=1}^n \int_{\xi_j}^{\xi_j'} \lambda_j(x) dx\right]$. В фактическую

длительность цикла АЛ вносит определенную и независимую долю каждый элемент, определяющий лимитирующий цикл ее работы.

Рассматривая АЛ как систему кратковременного действия, в момент времени T оценка эффективности ее функционирования имеет вид $E = \sum_{j=1}^n y_j \cdot z_j(T)$, где y_j — доля эффекта системы, вносимого j -ым элементом, определяющим лимитирующий цикл АЛ; $z_j(T)$ — вероятность нахождения j -го элемента лимитирующего цикла в исправном состоянии в момент времени T .

В диссертации разработана обобщенная модель и приведены аналитические зависимости (см. таблицу I), позволяющие определять оптимальные периодичности принудительных остановок АЛ при линейном характере изменения диагностического параметра (рис. 2).

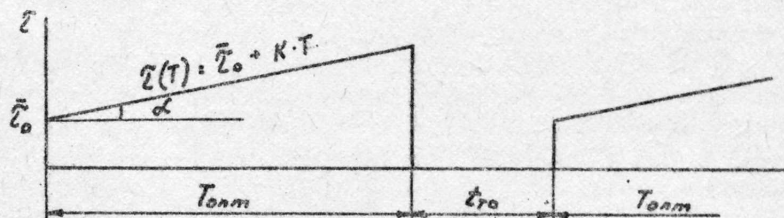


Рис. 2

Таблица I

Критерий оптимальности для проведения технического обслуживания и ремонтных работ	Формула для расчета оптимальной периодичности принудительной остановки АЛ
1. Максимальная производительность АЛ	$T_{опт_1} = \sqrt{\frac{2 \cdot \bar{z}_0 \cdot t_{го}}{K}}$
2. Минимальная себестоимость обработки одной детали	$T_{опт_2} = \sqrt{\frac{2 \bar{z}_0 \cdot t_{го} (C_0 + C_1 \bar{z}_0)}{C_0 \cdot K}}$

Обозначения: K — коэффициент равный тангенсу угла α , C_0 — стоимость затрат на последующее изготовление одной детали для обеспечения заданной производительности, C_1 — стоимость единицы времени проведения ремонтных работ, $t_{го}$ — время, необходимое для выполнения технического обслуживания или ремонта АЛ.

Исходя из выбранных критериев оптимальности, полученные значения периодичностей остановок АЛ позволят регламентировать техническое обслуживание или ремонт АЛ и свести к минимуму потери производительности из-за внутрицикловых потерь, которые при $K = const$

равны $\Delta Q = f\left(\frac{1-K_f^p}{K_f^p}\right)$, где K_f^p - коэффициент сохранения длительности цикла работы линии, $K_f^p = \frac{\bar{t}_p}{\bar{t}_p^p}$, $\bar{t}_p^p$ - средняя величина фактической длительности цикла работы линии. Тогда величина прогнозируемого периода работы АЛ будет равна $T_{пр} = T_{опт} - T_{факт}$, $T_{факт}$ - фактическое время отработанное линией с начала межремонтного периода.

В третьей главе изложена методика оценки работоспособности станочных АЛ с использованием диагностического параметра "длительность цикла". Методика основана на получении с информационно-диагностических точек данных о величинах длительностей переходов циклов работы отдельных агрегатов и линии в целом с помощью диагностической установки, выполненной на базе комплекта приборов конструкции ЭНИМС и статистической обработке результатов.

С целью определения необходимого количества информационно-диагностических точек для оценки работоспособности АЛ построена модель, представляющая линию в виде отдельных взаимосвязанных подсистем $S_1 \perp S_2 \perp \dots \perp S_n \in S$, которые в совокупности составляют ее структурное дерево.

Первый уровень диагностирования структурного дерева представляет синхронную АЛ в виде одного функционального элемента (общее диагностирование).

2-ой - 6-ой уровни диагностирования - представляют частные показатели работы линии (агрегат, система, оборочная единица, деталь), а поэтому относятся к элементарному диагностированию.

Для несинхронной АЛ каждый самостоятельный участок, встроенный в линию, изображается своим структурным деревом.

В диссертации приведены функциональные схемы типовой АЛ где для каждого уровня диагностирования структурного дерева с помощью алгебры Буля определено минимальное множество проверок, необходимых для оценки ее работоспособности.

Диагностическая установка подключается в АЛ при помощи штекерных разъемов, устанавливаемых в электрошкафу управления линией. Таким образом, информацию получают без остановки оборудования. Получение информации для оценки работоспособности оборудования, встроенного в АЛ, производится на базе кратковременных (смена) и долгосрочных (в течение межремонтного периода) наблюдений. Обработка полученных результатов включает:

оценку работоспособности АЛ (с использованием технической документации);

статистическую оценку текущего состояния АЛ;
исследования изменения диагностического параметра по результатам статистической оценки.

Оценка работоспособности АЛ выполняется в три этапа - подготовительный, основной и заключительный.

Общая оценка работоспособности АЛ осуществляется методом сравнения начальной величины диагностического параметра "длительность цикла" линии с фактической. При превышении его начального значения, осуществляется контроль длительностей переходов, составляющих лимитирующий цикл линии. Если причиной возникновения условного отказа в работе АЛ является встроенный агрегат, то с целью дифференциации информации о работоспособности отдельных систем агрегата введены понятия - проверочный и рабочий циклы. Проверочный цикл характеризует работу агрегата на холостом ходу. В этом случае длительность цикла оценивает работоспособность и настройку системы управления агрегатом. Рабочий цикл характеризует работу агрегата под нагрузкой. Сопоставлением информации о значениях диагностического параметра рабочего и проверочного циклов, выявляем неисправные системы агрегата. Если система управления агрегатом находится в неисправном состоянии, то получив информацию о величине длительностей отдельных переходов проверочного цикла, выявляем неисправные элементы, а, следовательно, и наиболее вероятный объем ремонтных работ. Если причиной увеличения общей длительности рабочего цикла агрегата послужило увеличение перехода "рабочая подача", то наиболее вероятными неисправными элементами являются исполнительные органы или их настройка.

В диссертации приведена блок-схема обобщенного алгоритма оценки работоспособности синхронных станочных АЛ по диагностическому параметру "длительность цикла", предназначенная для реализации на ЭВМ или ПК, а также сетевой график работ для оценки работоспособности линии.

С целью сокращения подготовительно-заключительного времени для оценки работоспособности станочных АЛ при помощи диагностического параметра разработан прибор для контроля длительности цикла линии и его отдельных переходов, который выполнен на базе хронографа печатающего типа 2ИПМ-372П (авторское свидетельство на изобретение № 635502).

В четвертой главе приведены результаты исследований работоспособности станочных АЛ и изменения параметра "длительность цикла". В качестве объектов исследований были приняты станочные АЛ

моделей ИЛ100 и ИЛ167, эксплуатируемые на Волгоградском тракторном заводе. Исследовалось влияние внешних и внутренних систематических факторов состояния оборудования на изменение диагностического параметра. Внешними систематическими факторами являются те, которые связаны с предварительной настройкой агрегата (станка). Например, настройки величин подачи (для агрегатов с электрогидравлическим приводом), хода силовой головки на отдельных переходах цикла и т.п. Погрешность настройки определяется на подготовительном этапе оценки работоспособности АЛ. Внутренними систематическими факторами являются нарушения работоспособности элементов системы управления станком, затупление режущего инструмента, изменение температуры масла в гидросистеме и т.п., т.е. факторы связанные с текущим состоянием агрегата (станка). Исследования показали, что в процессе эксплуатации АЛ с электрогидравлическим приводом плотность вероятностей распределения диагностического параметра "длительность цикла" для отдельно встроенных станков и линии в целом подчиняется закону Вейбулла (ЗВВ) (рис. 3), а для отдельных переходов цикла, таких как "конвейер детали", "фиксация", "зажим" и т.п. — закону нормального распределения (ЗНР). Достоверное значение диагностического параметра, характеризующего текущее состояние оборудования АЛ, определено по среднему значению 3-5 последовательных циклов.

В результате исследований выявлено, что изменение диагностического параметра "длительность цикла" в течение межремонтного периода для АЛ ИЛ100 и ИЛ167 подчиняется экспоненциальному закону (рис. 4). Проведенная аппроксимация данных зависимостей прямой линией дает погрешность, которая составляет 2%-3% от величины диагностического параметра.

Прогнозирование Топт исследуемых станочных АЛ осуществлялось по критерию максимальной производительности. На рис. 5 построена диаграмма прогнозирования изменения эффективности функционирования АЛ ИЛ167.

Исследование влияния ремонтных и наладочных работ на изменение диагностического параметра "длительность цикла" показали, что своевременная замена режущего инструмента приводит к сокращению длительности цикла работы станка на 3,34%, замена гидropанели подач отработавшей свой ресурс — 12,58%, замена гидронасоса конвейера перемещения детали — 48,99%, ремонтные воздействия на лимитирующий станок и конвейер перемещения детали привели к сокращению

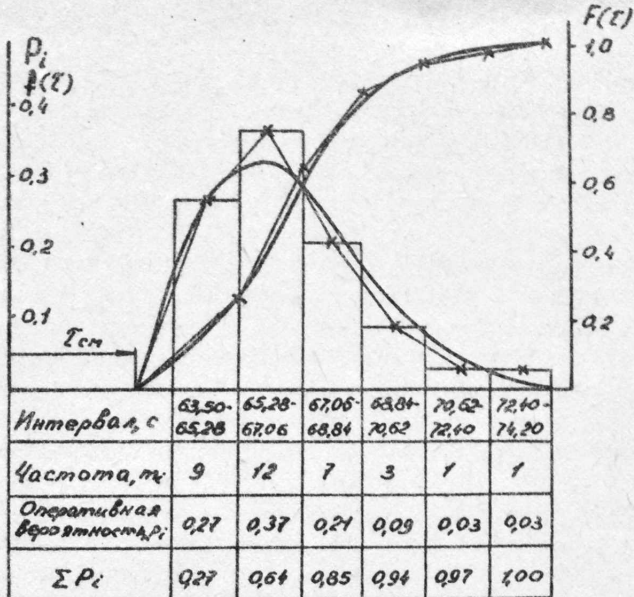


Рис. 3

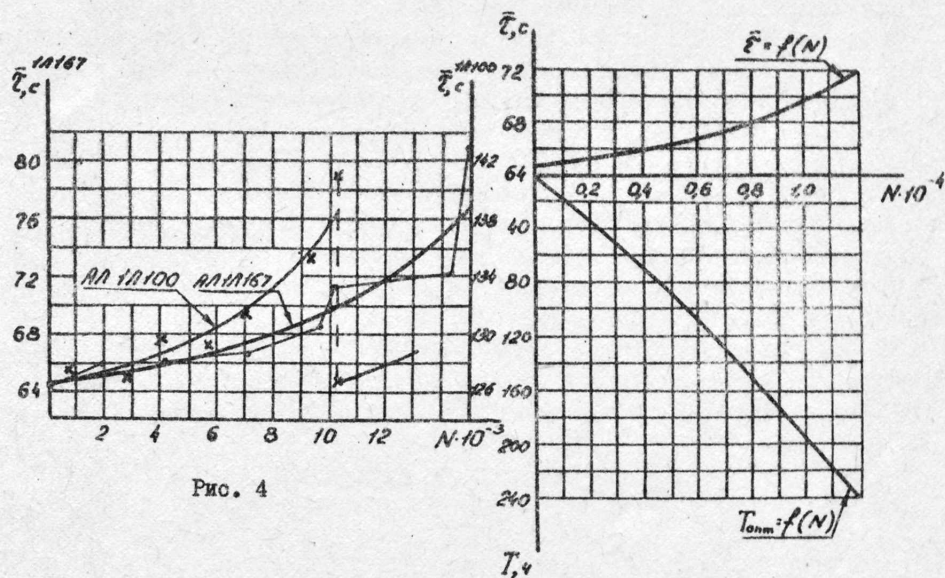


Рис. 4

Рис. 5

длительности цикла работы АЛ ЛЛ167 на 17,33%. При этом выявлено, что неисправности отдельных элементов гидропанели подач типа 4У4241 - П исполнения у агрегата С2- правый АЛ ЛЛ167 приводит к увеличению длительностей отдельных переходов цикла. Так например, разрегулирование распределителя реле давления привело к увеличению суммарной длительности переходов: быстрый подвод, рабочая подача, выдержка на упоре (рис. 6 а, б), а засорение сетчатого фильтра привело к увеличению перехода быстрый отвод (рис. 6в). Следует отметить, что изменение длительности отдельных переходов и цикла в целом происходит по экспоненциальному закону. Установлено, что применение диагностического параметра "длительность цикла" для оценки работоспособности гидропанели подач типа 4У4241 - П исполнения сократило частоту возникновения неисправностей на 45%.

Пятая глава посвящена рекомендациям по применению диагностического параметра "длительность цикла" для оценки работоспособности станочных АЛ (на примере предприятий тракторного и сельскохозяйственного машиностроения).

В диссертации рассмотрено управление эксплуатацией АЛ с релейной системой управления при помощи диагностического параметра "длительность цикла", для чего разработаны руководящие технические материалы (РТМ), которые содержат контрольно-диагностические карты на АЛ, карты идентификации на агрегаты, встроенные в линию, и диаграмму прогнозирования эффективности функционирования линии. Приведены рекомендации для оценки работоспособности станочных линий с управлением от ЭВМ (ПК).

Годовой экономический эффект от применения диагностического параметра "длительность цикла" для оценки работоспособности станочной АЛ модели ЛЛ100 получен за счет дополнительного выпуска продукции, сокращения неплановых простоев линии, увеличения длительности ремонтного цикла и составил 28,9 тыс.руб.

Экономический эффект от широкого внедрения данного метода оценки работоспособности станочных АЛ на предприятиях министерства тракторного и сельскохозяйственного машиностроения составит 1,1 млн.руб.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Предложен метод контроля технического состояния АЛ, в основу которого положен контроль длительности цикла работы линии и его отдельных переходов по информации датчиков системы управления. Метод позволяет комплексно оценивать текущее состояние оборудования и прогнозировать время наступления его отказа вызванного постепенным износом, старением или разрегулированием отдельных элементов.

2. Установлены зависимости, позволяющие определить величину диагностического параметра, соответствующего переходу исправного состояния АЛ в неисправное, а также прогнозировать наиболее вероятную наработку линии до наступления неисправного состояния и целесообразность принудительной ее остановки с целью проведения технического обслуживания или ремонта.

3. Разработаны и проверены в производственных условиях типовая методика диагностирования технического состояния АЛ, основанная на методе статистического анализа диагностического параметра, и сетевой график выполнения диагностирования, позволяющий при минимальных затратах времени поставить диагноз о текущем техническом состоянии как линии в целом, так и отдельных агрегатов.

4. Экспериментально проверен характер изменения диагностического параметра "длительность цикла" в процессе эксплуатации АЛ и установлена связь этого параметра с фактическим состоянием оборудования линии.

5. Разработан оригинальный прибор, позволяющий в цеховых условиях получать с АЛ диагностическую информацию текущего состояния оборудования в печатном виде, (з.о. на изобретение № 635502 "Устройство для контроля и регистрации времени работы оборудования").

6. Разработаны алгоритм выполнения процедуры диагностирования АЛ для реализации на ЭВМ или программируемом командоаппарате и методика установления минимального числа информационно-диагностических точек на оборудовании.

7. Экономический эффект от внедрения данного метода диагностирования технического состояния на АЛ модели ЛПОО на Волгоградском тракторном заводе составил 28,9 тыс.руб.

8. Экономический эффект от широкого внедрения данного метода диагностирования технического состояния АЛ на предприятиях Министерства тракторного и сельскохозяйственного машиностроения составит 1,1 млн.руб.

9. Результаты диссертации использованы:

ПКТИ-ремонт при разработке диагностического метода контроля технического состояния АЛ модели ЛЛ100 на Волгоградском тракторном заводе;

ЭНИМС при разработке системы технического обслуживания оборудования, встроенного в АЛ модели МА 2999, эксплуатируемую на одном из заводов;

Рижским СКБД при разработке системы диагностирования технического состояния АЛ модели ЛМ565 эксплуатируемой на ЗИЛе.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Брон Л.С., Черпаков Б.И., Сологубов Н.Ф. и др. Организационно-технические основы эксплуатации автоматических линий. Руководящие материалы. Раздел У: Рекомендации по системе ремонта автоматических линий. - М.: НИИМАШ, 1975 - 52 с.

2. Сологубов Н.Ф. Опыт внедрения на ВГТЗ им.Ф.Дзержинского информационно-диагностической системы контроля технического состояния автоматических линий. - Эффективность и качество ремонта и технического обслуживания оборудования: Тез.докл.обл. семинара - Волгоград, 1978, с. 21-23.

3. Сологубов Н.Ф. Современные анализаторы технологического оборудования. - Межотраслевые вопросы науки и техники: ЭИ/ГОСИПТИ, 1978, вып. 10 - 4 с.

4. Сологубов Н.Ф. Прогнозирование эффективности функционирования автоматических линий. - Проблемные вопросы автоматизации производства: Тез.докл. Всесоюз. конф. - Рига, 1978, с. 93-95.

5. Сологубов Н.Ф. Изменение длительности цикла работы автоматических линий в процессе эксплуатации - Опыт создания и применения высокоэффективных машин-автоматов в серийном и массовом производстве: Тез.докл. Всесоюз. семинара-М., 1978, с. 157-159.

6. Сологубов Н.Ф., Мурье Г.Б., Черпаков Б.И. Информационно-диагностические точки контроля технического состояния автоматических линий. - Автомобильная промышленность, 1979, № 4, с. 26-28.

7. Сологубов Н.Ф., Черпаков Б.И. Типовой сетевой график диагностирования автоматических линий. - Механизация и автоматизация производства, 1979, № 6, с. 30-32.

8. Сологубов Н.Ф., Лурье Г.Б., Черпаков Б.И. Повышение производительности автоматических линий путем сокращения внутрицикловых потерь. - Станки и инструмент, 1979, № 9, с. 6-8.

9. Сологубов Н.Ф., Лурье Г.Б., Черпаков Б.И. Диагностика технического состояния автоматических линий. - Вестник машиностроения, 1980, № 5, с. 54-57.

10. Сокращение внутрицикловых потерь в автоматических линиях/ Н.Ф.Сологубов, С.Е.Клименко, Ж.Этартаковский, Б.И.Черпаков. - Механизация и автоматизация производства, 1980, № 7, с.21-22.

11. Сологубов Н.Ф., Черпаков Б.И., Диагностика и прогнозирование технического состояния металлорежущих станков и автоматических линий. - Межотраслевые вопросы науки и техники: ЭИ/ГОСИНТИ, 1979, вып. 5.

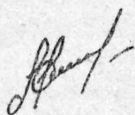
12. Сологубов Н.Ф., Черпаков Б.И. Метод диагностики технического состояния автоматических линий. - Динамические методы испытаний и диагностирования машин - автоматов и автоматических линий - М., 1981, с. 18-23.

13. Сологубов Н.Ф. Контроль технического состояния станочных автоматических линий при помощи диагностического параметра. - Технология тракторного и сельскохозяйственного машиностроения: ЭИ ЦНИИТЭИ тракторосельхозмаш, 1982, вып. II, с. 1-7.

14. Сологубов Н.Ф. Прогнозирование ремонтных работ для автоматических линий. - Второй Всесоюзный съезд по теории машин и механизмов: Тез.докл. Всесоюзного съезда - Киев, 1982, часть I, с. 131.

15. А.С. 635502 (СССР). Устройство для контроля и регистрации времени работы оборудования. Н.Ф.Сологубов, Б.И.Черпаков - Оpubл. в Б.И., 1978, № 44.

16. Сологубов Н.Ф. Диагностика технического состояния металлорежущих станков и автоматических линий. - М: Высшая шк., 1984. - 72 с., ил.



НМ 03254. Т.100. 3.509. ПКТИ-ремонт.