

M412277
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

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

На правах рукописи

БРЕКТЕЛЬ ЭРИК ИВАНОВИЧ

УДК 621.791.03-52:65.011.46

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ В РЕЖИМЕ
ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ РАЦИОНАЛЬНОГО
РЕМОНТООБСЛУЖИВАНИЯ

(На примере эксплуатации многоэлектродных
сварочных линий на Волжском автозаводе)

Специальность 05.02.07
Автоматизация в машиностроении

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1984

Работа выполнена на Волжском автомобильном заводе.

Научный руководитель — кандидат технических наук, доцент
В.И. Столбов.

Официальные оппоненты: д.т.н., проф. Черпаков Б.И.
ст.н.с., к.т.н. Щербаков В.В.

Ведущее предприятие — Камский автомобильный завод.

Защита диссертации состоится " 16 " апреля 1984 г.
на заседании специализированного совета К053.15.01 в Московском
высшем техническом училище имени Н.Э. Баумана по адресу:
107005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5.

Ваш отзыв
по указу

направлять

С диссер:
Баумана.

М. Н.Э.

Авторефер

Ученый се
Специализ
к.т.

ябов

Л - 163/8
Объем 1.

26
У.

М 412277

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Около 70% объема сварочных работ на автомобильных заводах производится контактной сваркой с помощью автоматических многоэлектродных сварочных линий.

Рациональные структурно-компоновочные решения, а также использование автоматических манипуляторов и сварочных роботов в составе современных многоэлектродных сварочных линий не приводит к существенному повышению коэффициента производительности этих линий. С целью повышения и поддержания фактической производительности в период эксплуатации для автоматических линий с малым коэффициентом производительности актуальным является выбор оптимальных эксплуатационных режимов работы механизмов холостых ходов, исходя из допустимых динамических нагрузок.

Эти качественно новые условия эксплуатации требуют дальнейшего изучения методов ремонтнообслуживания и их влияния на эксплуатационные показатели линий.

Цель работы. Основной целью работы является повышение фактической производительности автоматических линий с малым коэффициентом производительности на основе рациональных методов ремонтнообслуживания.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

- анализ факторов, влияющих на производительность автоматических линий с малым коэффициентом производительности;
- исследование режимов работы механизмов холостых ходов многоэлектродных сварочных линий;
- разработка методов и критериев оценки режимов работы механизмов холостых ходов;
- разработка метода получения эталонных характеристик, определяющих исправное и дефектное состояние механизмов;
- определение области допустимых и предельных режимов работы механизмов из условия максимальной производительности многоэлектродных сварочных линий;
- разработка организации рациональной эксплуатации автоматических линий с целью обеспечения заданной фактической производительности.

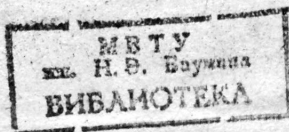
Методы исследования. Для исследования параметров производительности в условиях эксплуатации использовалась теория производительности, метод статистического анализа, метод квалитиметрии механизмов, метод технической диагностики, а также разработанные экспериментальные методы количественной оценки эксплуатационных режимов работы

НТБ МГТУ им. Н.Э.Баумана



1412277

Брексель Э. И. Эксплуатация



Научная новизна. На основе системного анализа и промышленного испытания: 1. Получены новые научные результаты оптимизации быстродействия механизмов холостых ходов автоматических линий, исходя из баланса цикловых и внецикловых затрат. 2. Установлены необходимые и достаточные условия определения допустимых динамических режимов работы механизмов холостых ходов, исходя из исправного и дефектного состояния механизмов. 3. Разработаны научные принципы организации ремонтнообслуживания механизмов холостых ходов автоматических линий с использованием принципов технической диагностики. 4. Полученные результаты позволяют разработать научно обоснованные конструкции и режимы работы механизмов холостых ходов при проектировании и эксплуатации автоматических линий.

Практическая ценность. Разработаны пути эффективного управления процессом эксплуатации автоматических линий. Предложенные методы оценки и обеспечения производительности автоматических линий в массовом производстве подтверждаются повышением эффективности эксплуатации многоэлектродных сварочных линий на Волжском автозаводе.

Реализация работы в промышленности. Результаты исследований внедрены в качестве руководящих материалов по эксплуатации многоэлектродных сварочных линий на Волжском автозаводе с экономическим эффектом 250 тыс. рублей в год.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались автором в 1973–81 г.г. на семинаре "Повышение эффективности исследований в сварочной науке и технике путем применения математических методов (г. Киев, 1973 г.), на VI Всесоюзном симпозиуме по теории, принципам устройства и применению роботов и манипуляторов (г. Тольятти, 1976 г.), на семинаре по теории машин и механизмов в институте Машиноведения (г. Москва, 1979 г.), на республиканском совещании вспомогательных производств (г. Ижевск, 1980 г.), на семинаре "Диагностирование механизмов машин-автоматов и промышленных роботов" (г. Москва, 1980 г.).

Диссертация обсуждена на заседании кафедры "Технология и машины сварочного производства" Тольяттинского политехнического института (г. Тольятти, 1981 г.), на научно-техническом семинаре управления лабораторных и исследовательских работ Волжского автозавода (г. Тольятти, 1982 г.), на заседании лаборатории привода машин и экспериментальной динамики машин института Машиноведения им. А.А. Благонравова АН СССР (г. Москва, 1982 г.), на заседаниях

научных семинаров кафедры АМ-7 и кафедры АМ-12 Московского высшего технического училища им. Н.Э. Баумана (г. Москва, 1983 г.).

Публикации. Основные положения диссертации изложены в семи печатных работах.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы, расчета экономического эффекта, акта внедрения, изложенных на 181 странице.

Содержит 132 страницы основного текста, 40 рисунков, 16 таблиц и список литературы из 67 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА I. Состояние вопроса и задачи исследования.

Производительность автоматических линий, как один из основных эксплуатационных показателей, определяется на этапах проектирования, изготовления и эксплуатации. Если на этапах проектирования и изготовления накоплен значительный теоретический и практический опыт, то процесс эксплуатации не имеет достаточных теоретических разработок, что существенно снижает эксплуатационные показатели автоматических линий. В исследованиях производительности автоматических линий наиболее полно разработаны направления, определяемые цикловыми и внецикловыми затратами из-за аварийных отказов, а также затратами систем рабочих ходов. Однако, в соответствии с действующими нормами ЕСКД и ЕСТД системы холостых ходов не имеют метрологических научно обоснованных режимов работы, что приводит к ненормированному изменению регулировочных и наладочных параметров в процессе эксплуатации к нарушению баланса цикловых и внецикловых затрат 1, как следствие, к снижению фактической производительности автоматических линий.

Таким образом, наряду с изучением и поиском более прогрессивных структурно-комплановочных решений на этапе проектирования для автоматических линий с малым коэффициентом производительности актуальным является изучение систем холостых ходов в процессе эксплуатации и их влияние на производительность.

В работе автор исходит из теоретических положений единой теории производительности, надежности технологического оборудования и системного подхода к решению поставленной задачи, а также из положения, что формирование области предпочтительного быстрогодействия механизмов холостых ходов обуславливается допустимыми динамическими режимами, а выбор скоростей перемещения зависит от баланса цик-

ловных и внецикловых затрат для каждого механизма при заданной производительности линии.

Проектирование, изготовление и эксплуатация автоматических линий основывается на трудах ведущих советских ученых Артоболевского И.И., Владзиевского А.П., Волчкевича Л.И., Дашенко А.И., Нахапетяна Е.Г., Проникова А.С., Шаумяна Г.А., Эггшера Ю.Б. и других. Вопросы совершенствования системы ремонтнообслуживания технологического оборудования развиты в работах Авцина В.М., Власова Б.В., Гриценко В.А. и др.

Специфические методы ремонтнообслуживания автоматических линий разработаны в работах Черпакова Б.И., Конюха А.М., Картавина Ю.А., Тулера А.Г., Яцерицна П.М., Плаща П.М. и др. Большой вклад в развитие использования технического диагностирования в эксплуатации технологического оборудования сделан в работах Артоболевского И.И., Биргера М.А., Волчкевича Л.И., Проникова А.С., Нахапетяна Е.Г., Харасова А.М. и др. Широкое применение технического диагностирования в процессе эксплуатации оборудования также подтверждается зарубежным опытом. Однако, указанные направления проектирования, ремонтнообслуживания и эксплуатации не имеют единого комплексного подхода к оценке и обеспечению параметров производительности в период эксплуатации.

ГЛАВА II. Анализ производительности автоматических линий с малым коэффициентом производительности.

В качестве примера для анализа эксплуатационных особенностей автоматических линий с малым коэффициентом производительности выбран типичный представитель — многоэлектродные сварочные линии, используемые в автомобильной промышленности. Цикловые затраты этих линий определяются тремя характерными видами затрат: 1 — временем сварки (включая время срабатывания механизмов рабочих ходов), 2 — временем срабатывания механизмов холостых ходов, 3 — временем ручных операций. Из анализа технологических режимов и циклограмм многоэлектродных сварочных линий получены величины цикловых затрат, данные сведены в табл. I.

Таблица I.

Цикловые затраты многоэлектродных сварочных линий в процентах от T

t_c	t_n	t_{po}
0,6 — 1,5	69 — 79	20 — 30

где t_c — технологическое время сварки,
 t_m — время срабатывания механизмов холостых ходов,
 t_{po} — время ручных операций,
 T — длительность цикла линии.

Такие соотношения цикловых затрат определяют величину коэффициента производительности в пределах 0,07–0,16. Как видно из таблицы, наибольшую величину цикловых затрат определяет время срабатывания механизмов холостых ходов, равное 69–79% от длительности цикла линии.

Величину внецикловых затрат определяли организационные и технические причины, которые характеризуются временем простоев. Время простоев, как величина случайная, определялось методом приборной регистрации и статистической обработки. По данным замеров получено распределение отказов по системам и устройствам линии, в частности, по механизмам, инструменту, оснастке и электрическим компонентам, которые, главным образом, определяли величину внецикловых затрат. По данным распределения отказов установлено, что механизмы холостых ходов имеют наиболее низкие показатели надежности среди других элементов многоэлектродных сварочных линий.

Из анализа цикловых и внецикловых затрат получены показатели производительности многоэлектродных сварочных линий, данные сведены в табл. 2.

Таблица 2.

Показатели производительности многоэлектродных сварочных линий

Q_T	$Q_{ц}$	$Q_{ф}$	η	$\eta_{ис}$
4500–11250	70–80	55	0,07–0,16	0,68–0,78

где Q_T — технологическая производительность,
 $Q_{ц}$ — цикловая производительность,
 $Q_{ф}$ — фактическая производительность,
 η — коэффициент производительности,
 $\eta_{ис}$ — коэффициент использования.

Из рассмотрения показателей производительности видно, что особенность баланса производительности многоэлектродных сварочных линий характеризуется высокой технологической производительностью и существенно низкой цикловой и фактической производительностью. Учитывая особенность баланса производительности многоэлектродных сварочных линий, проведен анализ факторов, влияющих на фактическую производительность. В этой связи было проведено комплексное

изучение механизмов с учетом их конструктивных и эксплуатационных особенностей. Для уменьшения цикловых и внецикловых затрат, определяемых механизмами холостых ходов, была решена задача повышения быстродействия при одновременном повышении эксплуатационной надежности этих механизмов. Выполнение условия повышения фактической производительности было достигнуто за счет выбора режимов работы механизмов, удовлетворяющих требованиям быстродействия при допустимом уровне динамических нагрузок. Если оценка работы механизмов рабочих ходов производилась, исходя из обеспечения заданных технологических требований, то оценка работы механизмов холостых ходов производилась с помощью квалиметрических показателей, характеризующих техническое состояние механизмов, качество их наладки и допустимые динамические нагрузки.

ГЛАВА III. Экспериментальное исследование механизмов холостых ходов многоэлектродных сварочных линий.

Для исследования режимов работы механизмов многоэлектродных сварочных линий разработана классификация механизмов по совокупности технологического назначения, конструктивных особенностей и эксплуатационных требований.

В результате анализа механизмов холостых ходов многоэлектродных сварочных линий определены следующие классификационные группы по технологическому назначению выявлено 4 группы (А — механизмы подачи сварочной оснастки, Б — транспортные механизмы, В — механизмы сварочных прессов, Г — механизмы фиксации и ориентации); по конструктивному исполнению выявлено 5 типов двигателей (1 — электромотор, 2 — гидромотор, 3 — пневмомотор, 4 — гидроцилиндр, 5 — пневмоцилиндр) и 10 типов передаточно-преобразующих механизмов (1 — зубчатый, 2 — червячный, 3 — цепной, 4 — ременный, 5 — фрикционный, 6 — рычажной, 7 — кривошипно-ползунный, 8 — кулисный, 9 — неполнозубно-колесный, 10 — кулачковый).

Исходя из технологических особенностей, выявлены 4 вида эксплуатационных требований: 1 — точность позиционирования, 2 — развиваемое усилие, 3 — плавность перемещения, 4 — возможность регулирования характеристики движения. В соответствии с этими классификационными признаками в таблице 3 приведена сводная классификация механизмов холостых ходов многоэлектродных сварочных линий. С учетом этой классификации в работе принято кодовое обозначение механизмов, например — А.1.3.4.с, где содержится информация о технологической группе, кинематической схеме, типе двигателя и переда-

Сводная классификация механизмов холостых ходов многоэлектродных сварочных линий.

Таблица 3.

①	②					③					④										⑤				
	I	2	3	4	5	I	2	3	4	5	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	I	2	3	4	
A	•		•						•							•								•	
				•					•							•					•			•	
B	•		•						•															•	
				•																				•	
B	•																								
T	•																								
				•																					

Обозначения:

① Технологическое назначение

② Тип кинематической схемы

③ Тип двигателя

④ Тип передаточно-преобразующего механизма

⑤ Вид эксплуатационных требований

точно-преобразующего механизма, а также о характере эксплуатационных требований.

Из анализа применимости механизмов, конструктивного исполнения и эксплуатационных требований представляется возможным определить наиболее благоприятное сочетание исполнения механизма и эксплуатационных требований. Учет критериев классификации механизмов позволяет на этапе проектирования и эксплуатации производить целенаправленный выбор, модернизацию и ремонтно-восстановительные работы, включая наладку.

Исследование механизмов производилось в рабочем режиме автоматических линий в процессе выполнения производственной программы. Совмещение производственного процесса с исследованием механизмов позволило получить массив измерений, характеризующий изменение параметров работы механизмов в широком временном диапазоне: от технически исправного состояния до состояния, требующего капитального ремонта. Оценка технического состояния механизмов производилась методом функционального технического диагностирования. Анализ конструкций механизмов холостых ходов многоэлектродных сварочных линий, в соответствии с приведенной классификацией, показал, что общей характерной особенностью этих механизмов является наличие в их работе возвратно-поступательных движений выходных звеньев. В результате для оценки функционирования и технического состояния механизмов холостых ходов выбрана скорость выходного исполнительного звена по совокупности следующих характеристик:

- величина скорости включает временные параметры срабатывания механизмов, определяющие производительность линии;
- характер движения выходного звена определяет техническое состояние элементов кинематической цепи, что является диагностическим признаком исправного или дефектного состояния;
- регистрация скорости является доступной в условиях производства.

На рис. 1 приведены осциллограммы с записью различных физических параметров, совмещенных со скоростью выходного звена. Из рассмотрения составляющих физических параметров механизмов видно, что скорость хорошо коррелируется со всеми другими параметрами, определяющими работу механизмов.

Для преобразования скорости в электрические сигналы были разработаны специальные датчики на основе тахогенераторов. Регистрация тахограммы производилась методом осциллографирования на бумаге. В результате получен массив эксплуатационных характеристик механизмов холостых ходов, которые зависят от факторов старения,

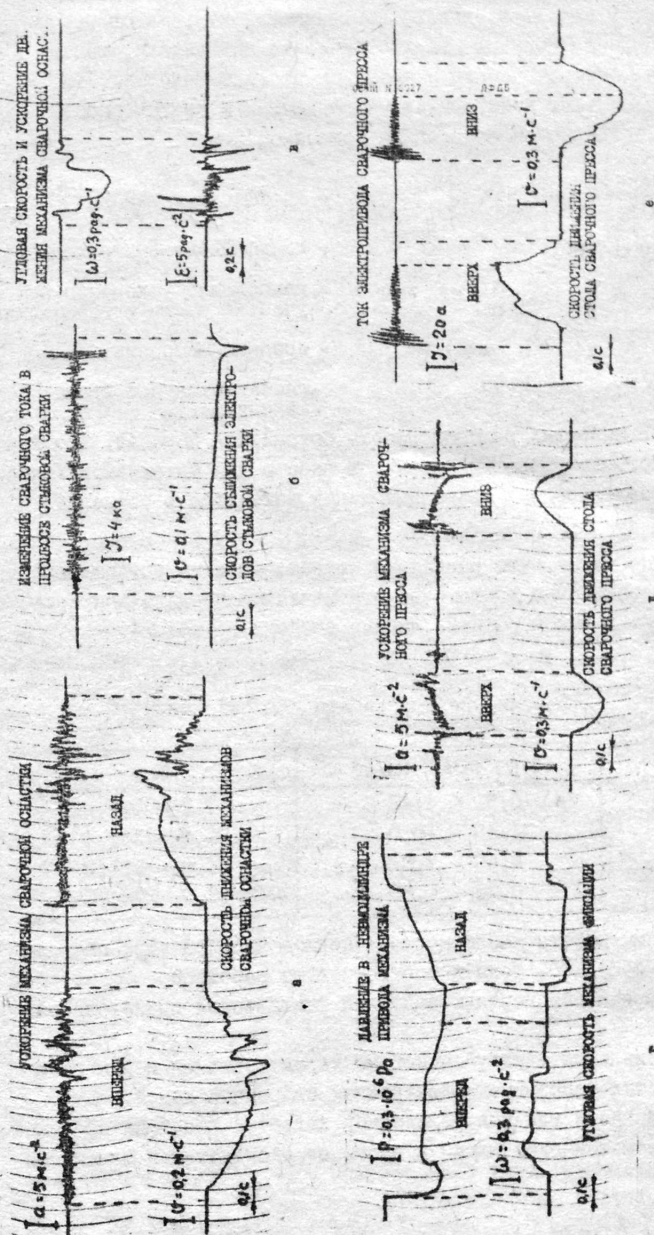


Рис. 1. Изменения скорости металла в различных частях плазмы. Скорость металла, измеренная в различных частях плазмы.

технического состояния, качества настройки и других эксплуатационных факторов. В качестве единого критерия оценки режимов работы различных механизмов выбраны квалитметрические показатели, такие, как коэффициент быстроходности и коэффициент динамичности. Эти коэффициенты связывают конструктивные параметры и режимы работы механизмов и определяются следующими зависимостями:

$$K_d = \frac{|a_{\text{наиб}}|}{v_{\text{ср}}^2} \cdot L \quad - \text{коэффициент динамичности;}$$

$$K_b = v_{\text{ср}}^3 \sqrt{G}, \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{кг}^{1/3} \quad - \text{коэффициент быстроходности;}$$

$$a_{\text{наиб}}, \text{ м} \cdot \text{с}^{-2} \quad - \text{наибольшее ускорение на участке пуска и торможения;}$$

$$v_{\text{ср}}, \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \quad - \text{средняя скорость;}$$

$$G, \text{ кг} \quad - \text{масса выходного звена механизма.}$$

Анализ динамических режимов работы механизмов показал, что зона наиболее часто встречающихся режимов работы для механизмов холостых ходов многоэлектродных сварочных линий находится в пределах:

$$K_b = 0,31 - 10,00 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{кг}^{1/3} \quad \text{и} \quad K_d = 7,8 - 525,0$$

Установлено также, что различные технологические группы механизмов имеют характерные достаточно ограниченные пределы допустимых динамических режимов работы. Данные сведены в табл. 4.

Таблица 4.

Допустимые динамические режимы работы для различных технологических групп механизмов холостых ходов

Группа механизмов	$K_b, \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{кг}^{1/3}$	K_d
А	0,31 - 4,42	7,8 - 525,0
Б	4,45 - 10,0	71,4 - 353,3
В	3,40 - 7,8	81,0 - 331,0
Г	0,66 - 0,69	56,9 - 284,0

Такие режимы работы имели место в период эксплуатации сварочных линий с 1975 по 1983 годы и соответствуют работоспособному состоянию механизмов и обеспечению заданной фактической производительности линий.

ГЛАВА IV. Рациональные эксплуатационные характеристики механизмов холостых ходов многоэлектродных сварочных линий.

При исследовании влияния механизмов холостых ходов на производительность автоматических линий в процессе эксплуатации механизмы

имели широкий диапазон режимов работы — от облегченного, при котором не реализовались возможности быстродействия, до тяжелого режима, при котором механизмы работали с большими динамическими нагрузками и интенсивным износом. С этой целью для регламентирования режима эксплуатации линий определены эталонные характеристики механизмов холостых ходов.

По характеру и степени отличия фактических характеристик от эталонных представляется возможным определить количественные и качественные параметры работы механизмов.

Действующие нормы ЕСКД не предусматривают разработку эталонных характеристик на этапе проектирования и их наличие в составе конструкторской документации. Получение эталонных характеристик традиционным расчетным методом трудоемко и требует высокой инженерной квалификации, а в ряде случаев не представляется возможным, так как требует полной разборки механизма и системы управления для получения исходных расчетных параметров.

Для получения эталонных характеристик механизмов без их предварительной разборки разработан расчетно-экспериментальный метод применительно к условиям производства. Метод основан на сочетании расчета движения типового механизма и экспериментальных параметров для конкретного механизма, соответствующие состоянию нового или отремонтированного механизма. В этом случае расчетная составляющая определяет закон движения, а экспериментальная — количественные показатели. Участки переходных процессов построены методом геометрического подобия. На рис. 2 показаны элементы построения эталонной характеристики.

Для получения расчетных характеристик механизмов были использованы дифференциальные уравнения движения для гидро-, пневмо- и электроприводов. Дифференциальные уравнения в общем случае в безразмерном виде для пневмопривода имеют вид:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{1}{N^2} (\sigma - p_{2,1}^F \cdot \sigma_2 - \chi) \quad (1)$$

и для гидропривода

$$\frac{dv}{dt} = \frac{1}{N^2} [1 - 2\gamma - \chi_1 v - \chi_2 v^2 \frac{v^2}{\sigma^2(\gamma)}] \quad (2)$$

где:

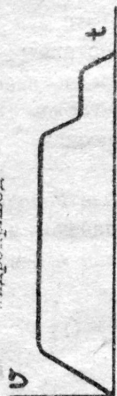
N — безразмерная масса,
 σ — безразмерное давление,

$\chi = p/p_m \cdot F$; $p_{2,1}^F \cdot F_2/F_1$ — безразмерные конструктивные показатели,

γ, v, γ — безразмерное перемещение.

$$\chi_1 = A \frac{v}{2P}; \quad \chi_2 = B \frac{v}{2P};$$

гидропривод



пневмопривод

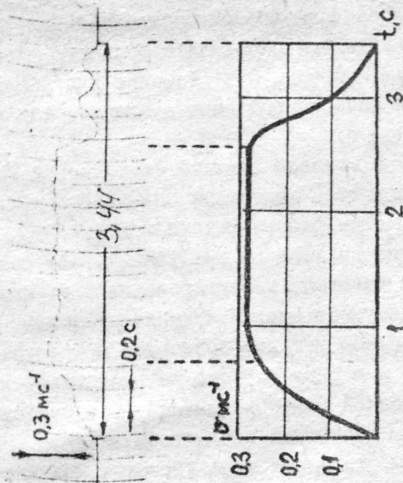
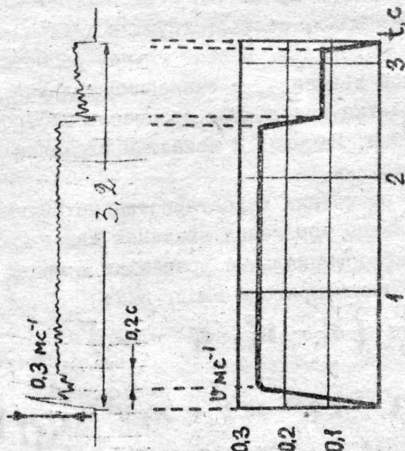
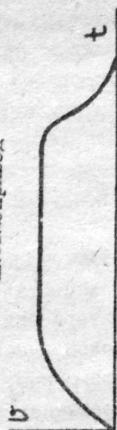


Рис. 2. Построение эталонных характеристик движения механизмов методом совмещения теоретической и экспериментальной составляющих.

- а - теоретические характеристики;
- б - экспериментальные характеристики;
- в - эталонные характеристики.

A, B - параметры привода,

$\theta(\gamma)$ - функция перемещения поршня от живого сечения в управляющем устройстве.

Решение уравнений (1), (2) производилось на ЭЦМ "Минск-32". При решении уравнений использован алгоритмический язык ФОРТРАН. Алгоритм позволил исследовать широкую группу механизмов. Переход с одной модели на другую осуществлялся заданием исходных данных.

По приведенной методике были получены эталонные характеристики для 1300 различных механизмов холостых ходов, которые входят в состав комплекса автоматических линий, включающего 24 многоэлектродные сварочные линии. Практическое использование этих характеристик при проведении функционального технического диагностирования позволило с высокой достоверностью определить эксплуатационные показатели механизмов. Погрешность метода составляет не более 5%.

Корректировка эталонных характеристик производилась дифференцировано на основании учета интенсивности отказов механизмов, которая регистрировалась с помощью ЭМ в виде количества аварийных отказов в соответствии с системой ремонтнообслуживания, действующей на ВАЗе.

Для определения максимальной производительности автоматических линий получены предельные режимы работы механизмов холостых ходов из условия допустимых динамических нагрузок. Связь между производительностью линии и режимами работы механизмов определялась из условия зависимости фактической производительности от цикловых и внецикловых затрат, которая определяется выражением:

$$Q_{\Phi} = \frac{1}{T_{\text{ц}} + T_{\text{в}}}$$

где: $T_{\text{ц}}, \text{с}$ - время цикловых затрат, $T_{\text{в}}, \text{с}$ - время внецикловых затрат

На рис. 3 представлена зависимость фактической производительности линии от режимов работы механизмов. Режим работы, соответствующий экстремальному значению, определяет такой баланс цикловых и внецикловых затрат, который обеспечивает максимальную фактическую производительность линии. Левую часть кривой определяли цикловые затраты, а правую - внецикловые. Поэтому эталонные значения скорости механизмов определялись в пределах значений левой части кривой для каждого механизма. В этом случае исключались аварийные поломки, вызванные критическими динамическими нагрузками.

ГЛАВА V. Эксплуатация многоэлектродных сварочных линий в режиме заданной производительности.

Эксплуатация многоэлектродных сварочных линий в режиме заданной производительности предполагает внедрение в организацию ремонтной

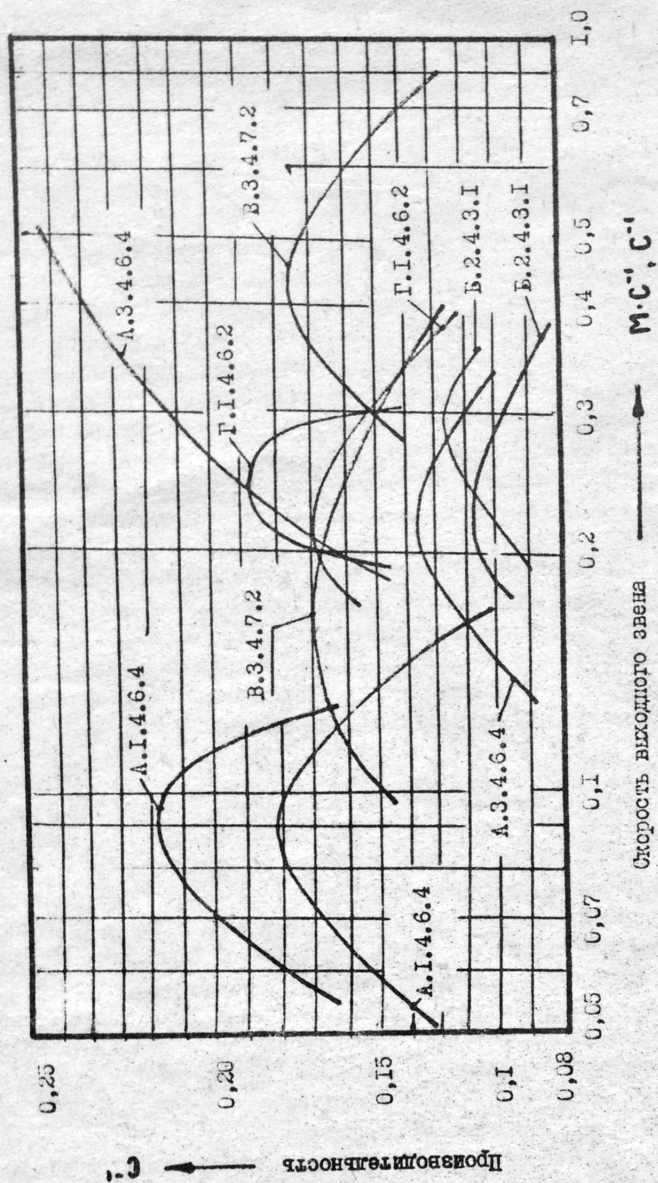


Рис.3. Зависимость фактической производительности от режимов работы механизмов.

службы ряда организационно-технических мероприятий, таких, как внедрение текущего контроля параметров производительности линий и технического состояния механизмов, определение и проведение целенаправленных мероприятий по данным измерений. Основными этапами этой организации являются: методическая и метрологическая подготовка; производство замеров; анализ замеров; производство восстановительных работ.

В результате внедрения такой организации достигнута более высокая интеграция инженерной службы и цехового ремонтного персонала. В результате внедрения положений настоящей работы на основе метрологической оценки режимов работы и целенаправленных восстановительных мероприятий обеспечена заданная производительность многоэлектродных сварочных линий в процессе эксплуатации в условиях массового производства. При этом решены следующие задачи: 1. Улучшена действующая структура единой системы ППР. 2. Снижены аварийные отказы механизмов холостых ходов. 3. Повышена производительность многоэлектродных сварочных линий. 4. Получен значительный экономический эффект.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Установлено, что перспективным направлением повышения фактической производительности автоматических линий с малым коэффициентом производительности является регламентирование цикловых и внецикловых затрат, определяемых работой механизмов холостых ходов в процессе эксплуатации. Для многоэлектродных сварочных линий, у которых коэффициент производительности находится в пределах 0,07-0,16, достигнуто снижение потока отказов механизмов холостых ходов в среднем на 30% и повышение фактической производительности на 21%.

2. Предложена совокупность критериев оценки режимов работы механизмов холостых ходов по показателям динамически: нагрузок, достаточная для регламентирования фактической производительности автоматических линий с низким коэффициентом производительности.

3. Определены области допустимых динамических режимов работы механизмов холостых ходов. Получены предельные режимы работы механизмов из условия максимальной производительности многоэлектродных сварочных линий.

4. Разработан расчетно-экспериментальный метод получения эталонных характеристик, определяющих исправное и дефектное состояние механизмов. Обоснована периодичность диагностических замеров, равная 48 сменам, исходя из условия раннего обнаружения неисправностей механизмов холостых ходов многоэлектродных сварочных линий.

5. Разработана классификация механизмов холостых ходов много-

электродных сварочных линий, использование которой позволяет целенаправленно выбирать конструкцию и критерии качества механизмов при проектировании и эксплуатации линий.

6. Внедрение положений настоящей работы позволило в системе ремонтнообслуживания механизмов холостых ходов перейти от принудительного периодического ремонта в соответствии с нормами ЕСНПР к периодическим диагностическим замерам и восстановлению параметров по данным замеров. Экономический эффект от внедрения на ВАЗе составляет 250 тыс. рублей в год.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Бреккель Э.И., Кокотов В.Я., Кобызов И.И. Диагностика автоматических линий сварки в процессе эксплуатации. - Технологии автомобилестроения: Экспресс-информация. Тольятти, филиал НИИНАвтопрома, 1975, вып. № 8, - с. 3-34.
2. Бреккель Э.И., Кобызов И.И., Кокотов В.Я. Диагностирование состояния технологического оборудования по параметру движения. - Технологии автомобилестроения: Экспресс-информация. Тольятти, филиал НИИНАвтопрома, 1975, вып. № 12, - с. 24-35.
3. Бреккель Э.И., Немченко Ю.М., Шенев В.С. Диагностика в ремонтнообслуживании технологического оборудования. - Технологии автомобилестроения. Серия XIII. - Тольятти, филиал НИИНАвтопрома, 1977, - с. 64.
4. Бреккель Э.И., Немченко Ю.М., Шенев В.С. Диагностика в ремонтнообслуживании технологического оборудования. - В сб. Система ремонтнообслуживания технологического оборудования. (Опыт Волского автозавода). Тольятти: филиал НИИНАвтопрома, 1978 - с. 3-63.
5. Бреккель Э.И., Цуханова Е.А. Особенности диагностирования гидроприводов с дроссельным детерминированным управлением. В сб. Пневматика и гидравлика. Приводы и системы управления. - М., Машиностроение, 1979, вып. № 6, с. 254-258.
6. Бреккель Э.И., Векилов Р.В., Нахалетян Е.Г. Методы динамического контроля и диагностирования сварочных автоматов и автоматических линий. - В сб. Квалиметрия и диагностирование механизмов М.: Наука, 1979, - с. 79-81.
7. Бреккель Э.И., Цуханова Е.А. Диагностирование и определение эталонных зависимостей для дроссельных гидроприводов технологических машин. - В сб. Динамические методы испытаний и диагностирование машин-автоматов и автоматических линий. - М.: Наука, 1981, с. 42-50.

