

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ

АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Специальность 050647 Инженер по метрологии, стандарт и сертификация
Группа 315

ВЫПУСКНАЯ РАБОТА

Тема: Анализ правил обеспечения качества испытаний
в испытательных лабораториях

Студент:  Р.С. Мамедов

Руководитель: С/п д.ф.э. К.С. Дадашова

Зав. кафедрой: доц. З.Ю. Асламов

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ

АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Факультет Товароведение Кафедра Станд и сертиф

Специальность 030647 Инженер по метрологии, стандарт и сертиф

Утверждаю:

Зав. кафедрой _____

« _____ » _____ 201__ г.

ЗАДАНИЕ
ПО ВЫПУСКНОЙ РАБОТЕ

Гр. № 315 Мамедов Фуруз Сафар
(фамилия, имя, отчество студента)

1. Тема: Анализ правил обеспечения качества испытаний
в испытательных лабораториях

2. Задание по теме Собирать сведения о качестве испытаний
проводимых в испытательных лабораториях

3. Содержание выпускной работы (список рассматриваемых вопросов)

1. Основные сведения об испытаниях продуктов
2. Порядок проведения испытаний продукции
3. Особенности испытаний на долговечность
4. Испытание на прочность материалов и деталей
5. Основные понятия технической диагностики
6. Цели и задачи технической диагностики
7. Основные методы технической диагностики
8. Аккредитация испытательных лабораторий

4. Графические материалы —

5. Дата выдачи задания 27.01.15

6. Дата сдачи работы 11.05.15

СТУДЕНТ: AM
(подпись)

РУКОВОДИТЕЛЬ : _____
(подпись)

Реферат

Выпускная работа посвящается анализу правил обеспечения качества испытаний в испытательных лабораториях. В работе изложены основные сведения об испытании продуктов, порядке проведения испытаний продукции, особенностях испытаний на долговечность, испытаниях на прочность материалов и деталей, основные понятия технической диагностики, цели и задачи технической диагностики, основные методы технической диагностики, аккредитация испытательных лабораторий и другие вопросы.

Учитывая актуальность для оценки возможности производства продукции на экспорт проводятся испытания образца изделия серийного и массового производства. Испытаниям подвергаются образцы продукции, изготовленные по документации, учитывающей требования экспорта, и прошедшие приемосдаточные испытания. Непременным условием является наличие отработанного производственного процесса технической документации, полного комплекта необходимого оборудования, оснащения, средств измерений, квалифицированного состава работников, обеспечивающих выпуск продукции для экспорта со стабильно высокими показателями качества.

Поэтому, в целях повысить статус своей лаборатории в глазах потенциальных заказчиков, выявить проблемы в производственном процессе и устранить их, лучше для начала получить аккредитацию по стандарту ИСО\МЭК 17025, а затем уже присокупить к нему сертификацию ISO 9001. Тем более, что аккредитация лабораторий является приоритетной для оценки качества их услуг в большинстве стран мира.

Работы в формате аккредитации испытательных лабораторий помогают промышленным предприятиям (подтверждающим свою техническую компетентность) организовать свою деятельность на требуемом уровне.

Выпускная работа изложена на 53 страницах рукописи и включает введение, 8 параграфов, выводы и рекомендации и список использованной литературы.

Введение

Для оценки возможности производства продукции на экспорт проводятся испытания образца изделия серийного и массового производства. Испытаниям подвергаются образцы продукции, изготовленные по документации учитывающей требования экспорта, и прошедшие приемо-сдаточные испытания. Непременным условием является наличие отработанного производственного процесса технической документации, полного комплекта необходимого оборудования, оснащения, средств измерений, квалифицированного состава работников, обеспечивающих выпуск продукции для экспорта со стабильно высокими показателями качества.

Для проверки эксплуатационных свойств материалов деталей и технических устройств проводят испытания этой продукции по определенным методикам.

Испытанием – называется экспериментальное определение количественных или качественных характеристик свойств продукции в результате заданного воздействия на нее при функционировании изделия или при моделировании испытываемого образца или воздействий.

Испытательная лаборатория должна в полной мере обеспечивать качество результатов своих испытаний и регулярно использовать аттестованные стандартные образцы, принимать участие в межлабораторных сравнительных испытаниях (МСИ) или программах проверки квалификации, дублировать испытания с использованием тех же или других методов, проводить повторные испытания, обеспечивать корреляцию результатов на разные характеристики объекта. Результаты этой деятельности должны анализироваться с выработкой и реализацией корректирующих и предупреждающих действий.

Работы в формате аккредитации испытательных лабораторий помогают промышленным предприятиям (подтверждающим свою техническую компетентность) организовать свою деятельность на требуемом уровне. Этим обусловлена актуальность темы данной впускной работы.

1. Основные сведения об испытаниях продуктов

Современные детали машин сложны по форме и не могут быть точно рассчитаны обычными методами, как брусья пластины или оболочки. Кроме того детали подвергаются сложным переменным напряженным состояниям работают в агрессивной коррозионной среде, при различных экстремальных температурах.

Поэтому теоретические расчеты деталей машин являются недостаточными и все большее значение получают испытания натуральных деталей и устройств.

Для проверки эксплуатационных свойств материалов деталей и технических устройств проводят испытания этой продукции по определенным методикам.

Испытанием – называется экспериментальное определение количественных или качественных характеристик свойств продукции в результате заданного воздействия на нее при функционировании изделия или при моделировании испытуемого образца или воздействий.

Испытания подразделяются по следующим признакам[1,2,3,4]:

1. В зависимости от цели испытаний – контрольные (для контроля качества), исследовательские (для изучения свойств объекта);
2. По наличию базы для сравнения полученных результатов - сравнительные (испытания 2-х и более объектов, проводимые в идентичных условиях для сравнения характеристик их качества);
3. По точности значений параметров – определительные (для определения значений параметров), оценочные (для такой оценки качества, при которой не требуется определение значений ее параметров, а только устанавливается факт выполнения или нет заданных критериев годности);
4. По этапам разработки продукции – доводочные (проводятся в процессе разработки изделий для оценки влияния вносимых в нее измене-

ний), предварительные (проводимые для решения вопроса о передаче изделия в эксплуатацию);

5. По уровню проведения – ведомственные (министерство ведомство), межведомственные (несколько министерств, ведомость), государственные (государственная комиссия);
6. По этапам процесса – на входном контроле, при операционном контроле, приемосдаточные – испытания готовой продукции;
7. По оценке уровня качества – аттестационные;
8. По продолжительности проведения – ускоренные, нормальные;
9. По степени интенсификации процессов – форсированные (основанные на интенсификации процессов, вызывающих отказы или повреждения. Это достигается увеличением нагрузок);
10. По возможности дальнейшего его использования – разрушающие и неразрушающие;
11. В зависимости от места проведения – полигонные (в условиях, максимально приближенные к эксплуатационным), эксплуатационные (в условиях эксплуатации);
12. В зависимости от оцениваемых свойств – на надежность (испытания продукции для оценки показателей надежности в заданных условиях), ресурсные (испытания на долговечность, проводимые для определения или оценки технического ресурса продукции);
13. По виду воздействия на объект – механические, электрические, акустические, тепловые, гидравлические, пневматические, радиационные, электромагнитные, магнитные, биологические, климатические, химические.

2.Порядок проведения испытаний продукции

Полный комплекс испытаний машин предусматривает следующую последовательность испытаний: от деталей к узлам, агрегатам и машине в целом и от лабораторных испытаний на стенде к испытанию на полигоне, к опытной эксплуатации и к серийной эксплуатации. При всех испытаниях должна обеспечиваться точность и достоверность результатов.

Испытания проводят:

-из экспериментальных установках, позволяющих форсировать режимы и проводить точные измерения;

- на натурных узлах и механизмах, позволяющих проводить испытания в условиях, близких к эксплуатационным.

Испытания делятся на кратковременные, при которых фиксируется состояние объекта в данный момент, и длительные, в процессе которых контролируется изменение состояния во времени.

Испытания на надежность и по другим критериям, связанным с накоплением повреждений, требует длительного времени. Обеспечение необходимой надежности оборудования затрудняется невозможностью сравнительно быстрой оценки надежности. Поэтому весьма актуально проблема ускоренных испытаний.

Ускорение испытаний достигается следующими основными способами:

-повышением частоты нагружения или скорости скольжения;

-увеличением нагрузок;

-форсированием воздействия окружающей среды

-обеспечением непрерывности испытаний

При ускоренных испытаниях характер выхода деталей из строя должен сохраняться таким же, как и в эксплуатации.

При полных испытаниях на долговечность изделие доводят до отказа.

Опытный образец или опытную партию подвергают предварительным или приемочным испытаниям по специально разработанным программам.

Предварительные испытания опытного образца или опытной партии проводят для определения соответствия продукции техническому заданию, требованиям стандартов, технической документации. Организует и проводит этот вид испытаний предприятие – разработчик с привлечением при необходимости предприятия – изготовителя продукции.

Приемочные испытания опытного образца проводят с целью определения соответствия продукции требованиям, для оценки технического уровня, установления категории качества.

Представленный на испытания образец должен быть доработан, а техническая документация откорректирована по результатам предварительных испытаний.

После приемочных испытаний комиссия составляет акт приемки опытного образца. При соответствии опытного образца требованиям стандартов и технической документации комиссия в акте приемки рекомендует продукцию к производству. Акт приемки утверждает руководство организации, назначившей комиссию по проведению приемочных испытаний.

Продукцию серийного и массового производства подвергают приемосдаточным, периодическим испытаниям и квалификационным т.е. испытаниям установочной серии, продукцию единичного производства – только приемосдаточным испытаниям.

Результата приемосдаточных испытаний отражают в сопроводительной документации к продукции. Продукцию, положительно выдержавшую приемосдаточные испытания, подвергаются в дальнейшем периодическим испытаниям.

Периодические испытания проводят с целью оценки соответствия продукции требованиям технических условий и стабильности показателей, подтверждающих их присвоенную категорию качества продукции, выпущенной за определенный период. Результаты периодических испытаний оформляют протоколом.

Испытания установочной серии проводит изготовитель при участии разработчика, заказчика и представителя органов Госстандарта. По их результатам комиссия принимает решение о возможности серийного производства. Если испытания выявили, что показатели качества ниже предусмотренных, то комиссия дает рекомендации по совершенствованию производственного процесса, устанавливает сроки устранения выявленных недостатков и проведения повторных испытаний.

Для оценки возможности производства продукции на экспорт проводятся испытания образца изделия серийного и массового производства. Испытаниям подвергаются образцы продукции, изготовленные по документации учитывающей требования экспорта, и прошедшие приемо-сдаточные испытания. Непременным условием является наличие отработанного производственного процесса технической документации, полного комплекта необходимого оборудования, оснащения, средств измерений, квалифицированного состава работников, обеспечивающих выпуск продукции для экспорта со стабильно высокими показателями качества.

Механические свойства металлов характеризуются прочностью, пластичностью, твердостью и вязкостью[1,2,3,4].

Внешняя нагрузка, приложенная к твердому телу, вызывает в нем напряжение и деформацию. Напряжение σ определяется из отношения величины приложенной нагрузки P к единице первоначальной площади сечения F_0 .

$$\sigma = P/F_0$$

Деформация – это изменение формы и размеров тела под влиянием приложенных сил или в результате физико-механических процессов, возникающих в самом теле. Деформация может быть упругой, исчезающей после снятия нагрузки, и пластической, остающейся после снятия нагрузки. Упругая деформация при увеличении нагрузки переходит в пластическую. Дальнейшее увеличение нагрузки приводит к разрушению тела.

Прочность – способность твердого тела сопротивляться разрушению и необходимому изменению. Формы при воздействии статических или динамиче-

ских нагрузок. Испытание образцов на растяжение, сжатие, изгиб, кручение проводят с целью определения прочности при статических нагрузках. прочность при динамических нагрузках определяют по данным, полученным в результате испытаний на ударную вязкость, предел выносливости и ползучесть.

При испытании на растяжение образцы растягиваются двумя плавно возрастающими силами, приложенными строго по оси образца.

Условный предел упругости – это напряжение, при котором величины остаточной деформации составляет 0,002% первоначальной длины образца. Дальнейшее повышение нагрузки приводит к значительной деформации. Напряжение, соответствующее этому моменту, называется пределом текучести. В дальнейшем происходит пластическая деформация.

Пластичность- это способность материала получать остаточные изменения формы и размера без разрушения.

Вязкость – способность металла оказывать сопротивление ударным нагрузкам. Испытания на ударную вязкость проводят для определения способности основного или наплавленного металла воспринимать динамические нагрузки.

Твердость – способность материала сопротивляться внедрению в него другого более твердого тела. Большинство методов определения твердости основано на принципе вдавливания в испытуемый металл более твердого шарика, конуса или пирамиды.

Твердость определяет многие эксплуатационные свойства: металла сопротивляемость металла истиранию, режущие свойства инструмента для обработки металлов. По твердости можно косвенным путем определить предел прочности и текучести металла, не вырезая образцов.

Испытание на твердость по методу Бринелля проводят вдавливанием в испытуемый металл закаленного стального шарика силой P . Чем тверже металл, тем меньше площадь отпечатка при одной и той же нагрузке. Твердость по Бринеллю обозначается НВ.

При испытании на твердость по методу Роквелла в испытуемый металл вдавливают алмазный конус или стальной закаленный шарик. После снятия нагрузки измеряют глубину лунки. Прибор для измерения твердости по Роквеллу имеет 3 шкалы ABC.

В – для мягких металлов,

С- для твердых материалов,

А- для очень твердых материалов.

С этим связаны обозначения твердости по Роквеллу: HRA, HRB, HRC.

3. Особенности испытаний на долговечность

Испытания деталей и узлов машин проводят в условиях близких к эксплуатационным или в условиях учащенных и увеличенных нагрузок (при ускоренных испытаниях). Применяют также специальные режимы, когда условия испытаний отличаются от условий эксплуатации, но эквивалентными по результатам или дают условные показатели необходимые для сравнительных исследований. Могут также применяться режимы с замедленным движением характеризующиеся нормальными или увеличенными нагрузками и пониженными скоростями.

Примеры различных режимов при испытаниях на долговечность [6,7,8,9,10]:

Эксплуатационный режим. На стенде проводятся программные испытания двигателя при переменной режиме с чередованием остановок и пусков, изменением нагрузок и чисел оборотов для воспроизведения типичного эксплуатационного режима работы.

Режим учащенных нагрузок. Испытания при учащенном выполнении каких-либо операций управления механизмом или повторения выбранных условий движения. Например, для автомобиля: подъемы и спуски, частые торможения, повороты, переключения скоростей.

Режим увеличенных нагрузок. Испытания детали с перегрузкой или при максимальных эксплуатационных нагрузках. Например, испытания автомобиля с предельной нагрузкой или в тяжелых дорожных условиях.

Режим усталых и увеличенных нагрузок. Испытания механизмов на усталость под действием максимальных эксплуатационных нагрузок, прилагаемых с большой частотой. В условиях эксплуатации – полигонные испытания автомобиля на волнообразной дороге.

Специальный режим. Определение на стенде статической прочности деталей коробок передач при нагружении ведущего вала агрегата чрезмерно большим крутящим моментом.

Более напряженный режим ускоренных испытаний значительно сокращает сроки исследований, но надо иметь в виду, что чрезмерное форсирование режимов может привести к искажению результатов испытаний. Например, с увеличением числа оборотов двигателя силы инерции возрастают, что ускоряет разрушение ряда деталей, а износ цилиндров может уменьшаться вследствие повышения температуры стенок цилиндров и уменьшения интенсивности коррозионного разрушения. При ускоренных испытаниях эти факторы следует учитывать, иначе сравнительные испытания при увеличенных нагрузках дадут нехарактерный для эксплуатационных условий результат.

В каждом конкретном случае необходимо учитывать специфические особенности, свойственные данному процессу. Почти каждый процесс разрушения имеет свою критическую область, при переходе которой происходят качественные изменения процесса. Режимы и методы ускоренных испытаний на долговечность следует выбирать так, чтобы эта критическая область не была достигнута. В этом случае качественная сторона процесса разрушения останется неизменной.

Главным критерием применимости намеченного режима должно служить сходство вида и характера разрушения при ускоренных испытаниях и при эксплуатации, подтверждаемое анализом разрушенных поверхностей. Следует убедиться, что в процессе испытаний не возникли дополнительные разрушаю-

щие факторы, несвойственные узлу или детали при работе в эксплуатационных условиях.

Для такого анализа перед началом испытаний составляют перечень возможных изменений работы детали и узла (увеличение деформаций, повышение температуры, изменение смазки и т.д.).

Критерием для количественной оценки результатов испытаний служит время или число циклов нагружения до разрушения детали или узла на испытательной машине и в определенных условиях эксплуатации. Причем вид разрушения предполагают одинаковым.

Разница в долговечности деталей, узлов и машин при испытании и эксплуатации колеблется в широких пределах. Такое рассеивание долговечности значительно влияет на результаты испытаний, выбор способов испытаний, запасов прочности, анализ расчетных и полученных при эксплуатации результатов, организаций ремонта машин.

В связи с большим количеством факторов, влияющих на долговечность машин (свойства поверхностей третий условия контакта, параметры смазки, величина нагрузки, условия охлаждения и т.д.), для обработки результатов испытаний применяют способы математической статистики и строят кривые рассеяния долговечности.

Анализ кривых рассеяния показывает, что чем больше деталей и узлов при одинаковых условиях испытаний разрушается вблизи верхнего предела и чем меньше диапазон рассеяния, тем лучше используются потенциальные возможности долговечности детали или узла, тем меньше быть принят запас прочности.

Построение кривых рассеяния долговечности применительно к условиям эксплуатации дает возможность обоснованию назначать гарантированную долговечность детали, узла, машины с заданной вероятностью выхода из строя, точно определять потребность в запасных частях, определять оптимальные сроки профилактических осмотров, а также проводить необходимые конструктивные и технологические мероприятия по повышению долговечности.

Зная скорость износа деталей, а также допустимый износ поверхности трения, можно определить долговечность T сопряженных деталей по формуле [6,7,8,9,10]:

$$T = \Delta_{\partial} / J$$

здесь: Δ_{∂} - предельно допустимый износ в мк;

J – интенсивность износа в мк/ч.

Для определения долговечности интенсивность износа определяют обычно экспериментальным путем. Износостойкость пары трения определяют применительно к конкретным видам износа и заданным эксплуатационным условиям.

По кинематическим признакам все машины для испытаний на износ делятся на класс машин поступательного движения. Кроме того, внутри каждого класса выделены две группы: машины торцового трения и трения по образующей.

При испытаниях необходимо обеспечить одинаковые условия и режим образцов. В связи с этим при лабораторных испытаниях применяют устройства, обеспечивающие испытания образцов с коэффициентом взаимного перекрытия, стремящимся к единице или к нулю, т.к. в реальных машинах пары трения располагаются между этими двумя крайними пределами.

Машины, предусмотренные классификацией Крательского, позволяют с сохранением различных видов разрушения поверхностей трения, т.к. степень износа и характер разрушения при поступательном и возвратно-поступательном движении и различных коэффициентах перекрытия резко различаются.

Для оценки износа и коэффициента трения металлических и неметаллических материалов используют машину И-47-К-54. Образцы на этой машине закрепляют в специальных головках, смонтированных на концах валов.

Испытания выполняют на двух кольцевых образцах, трущихся торцами. Число оборотов образцов можно изменять в пределах от 100 до 5000 в минуту. Для изменения теплового поля до температуры 1000°C машина снабжена

сменными головками, которые нагреваются электрическим током или охлаждаются водой или жидким воздухом. Эта машина рекомендуется для оценки теплостойкости фрикционных и антифрикционных материалов при стационарном и нестационарном режимах.

Для испытания на износ широко применяются машины МИ и МИ-1М. на них можно осуществлять испытание в двух вариантах: на двух прижатых друг к другу роликах, вращающихся в разные стороны с различными скоростями; на вращающемся ролике, к которому прижат вкладыш. Нагрузка на ролик или вкладыш может быть изменена от 20 до 200кгс.

Машины модели МИ позволяют проверять износостойкость металлов в зависимости от ряда внешних факторов – нагрузки, добавочного скольжения при качении, смазки, среды (окислительной и нейтральной газовых сред жидкой и сыпучей абразивных сред).

В качестве характеристики износа при испытании на машинах МИ могут быть приняты [6,7,8,9,10]: 1) абсолютный износ в граммах за определенное время или путь трения; 2) удельный относительный износ; 3) смятие – изменение диаметра кольца.

Проведенные исследования на машинах модели МИ показывают, что для твердых сталей увеличение нагрузки повышает износ, а для мягких сталей может привести не к росту, а к уменьшению износа в результате добавочного действия наклепа.

При качении со скольжением и при чистом качении абсолютный износ уменьшается в увеличении скорости у мягких сталей, способных получать наклеп и увеличивается при износе без деформации у твердых сталей. Исследования влияния различных внешних факторов на износ в условиях больших удельных давлений, создаваемых на машинах МИ качением со скольжением, показали также, что основным фактором, вызывающим износ при качении, служит добавочное скольжение. При чистом качении износ почти отсутствует.

Сравнение отдельных факторов, влияющих на износ, позволяет разделить их на 2 группы: 1) более активные, к которым относятся добавочное скольже-

ние при качении, поперечное скольжение и условия смазки; 2) менее активные – нагрузка твердость контртела, предварительный наклеп.

В научно – исследовательских институтах и на заводах применяются специализированные машины, обеспечивающие исследования различных видов износа при широком диапазоне изменения внешних механических воздействий, среды и материалов. Это машины КЕ-1, КЕ-2, КЕ-3 и КЕ-4, предложенные Костецким Б.И. они служат для определения износа схватыванием, окислительного, абразивного и осповидного. Каждая из указанных машин имеет необходимые устройства для того, чтобы при работе полностью оценивать все стадии износа, для изучения которого она предназначена. С помощью этих машин можно измерять количественные показатели трения и износа и изучать основные качественные характеристики износа, например, микрорельеф и микроструктуру поверхности и поверхностных слоев, тепловой режим трения, остаточные напряжения.

Надежность и долговечность машин и механизмов, в схемах которых применены высоконагруженные узлы трения, часто определяются правильно-стью выбора смазочных материалов и материалов трущихся пар этого узла. Взаимодействие трущихся поверхностей со смазкой, требует специальных лабораторных исследований.

Наиболее широко для испытания смазочных материалов применяют различные четырех шариковые машины трения. С помощью этих машин можно исследовать противоизносные и антифрикционные свойства смазочных материалов при высоких контактных напряжениях в широком диапазоне температур и скоростей и скоростей скольжения, в различных газовых средах и в вакууме.

4. Испытание на прочность материалов и деталей

Основной задачей испытания на усталость является определение так называемого предела выносливости (или усталости). Испытание на усталость заключается в определении наибольшего напряжения σ_{\max} , которое может вы-

держат металл образца или детали без разрушения от усталости при неограниченном числе циклов нагружения. Графическая зависимость, построенная по данным испытаний, называется кривой выносливости.

При испытаниях определяют выносливость для различных значений σ_{\max} назначаемых испытателем для отдельных образцов из данного материала, составляющих необходимую серию.

В практике применяют машины для испытания на усталость при переменном нагружении на изгиб, кручение, растяжение сжатие и сложное напряженное состояние.

Машина У-200 резонансного типа, конструкции ЦНИИТМАШа, предназначенная для испытаний на усталость при круговом изгибе по симметричному циклу валов диаметром до 200мм. Вынужденные колебания системы возбуждаются инерционным вибратором. В неподвижном образце возникают напряжения кругового изгиба, так как плоскость действия изгибающего момента вращается скоростью вращения груза вибратора.

На машине У-200, как и на других машинах конструкции ЦНИИТМАШа, напряжение в испытываемом образце определяется при помощи проводочных датчиков сопротивления, наклеиваемых непосредственно на образец, усилителя и осциллографа. На этих машинах можно определять предел выносливости сварных соединений на крупных гладких и ступенчатых валах диаметров от 150 до 200мм, а также изучать влияние концентраторов напряжений, термической обработки, состава и структуры стали и поверхностного упрочнения на предел выносливости крупных валов. Проверка выносливости реальных деталей позволяет получить более достоверные данные о долговечности машины, собранной из таких деталей.

В некоторых случаях для испытаний на прочность используют специально разработанные и изготовленные испытательные стенды. На рис.1 представлен стенд, спроектированный и изготовленный автором для испытания буровых труб, имитирующий зажим труб в клиновом захвате по время спуско-подъемных операций на буровой [6,12].

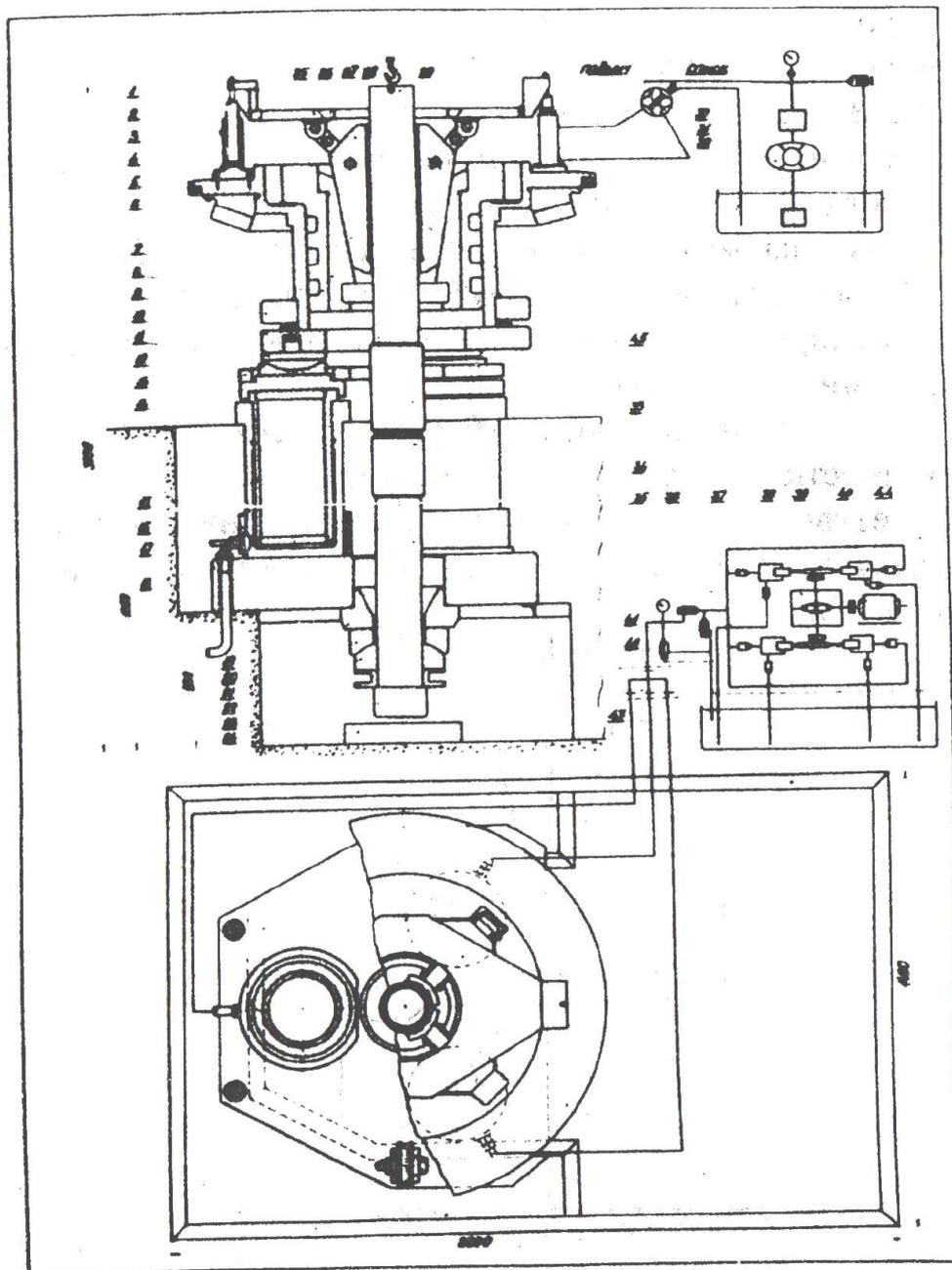


Рис.1. Стенд для испытания бурильных труб

Основные виды разрушения зубчатых – это усталостный излом зубьев, происходящий у основания ножки зуба, и усталостное разрушение рабочей поверхности зуба. В связи с этим для зубчатых колес применяются два основных метода испытаний: усталостные испытания на изгиб зубьев и испытания на контактную выносливость рабочих поверхностей. При испытаниях на контактную выносливость можно проследить и за другими видами износа.

Усталостные испытания зубьев на изгиб позволяют оценить влияние материала, характера термообработки и упрочнения поверхности на предел вы-

носливости и долговечность зубчатых колес. Эти испытания позволяют выявить так же влияние конструктивных особенностей на прочность и долговечность зубчатых колес и обнаружить причины преждевременного разрушения.

В реальных условиях эксплуатации нагрузка, испытываемая зубьями при работе передачи, изменяется от нуля до максимума по знакопостоянному циклу. Поэтому испытания на усталостный изгиб приходится выполнять на машинах пульсаторного типа при знакопостоянном цикле.

При проведении сравнительных испытаний для выявления влияния того или иного фактора на циклическую прочность зубчатых колес строят графики зависимости числа циклов нагружения N от изгибающих напряжений σ . В реальных передачах число циклов напряжений зубьев обычно превышает 10 млн. циклов. На такой же базе следует проводить и испытания.

Признаком разрушения при испытании зубьев служит образование трещины в зубе. Момент появления трещины и скорость ее распространения на всю толщину зависят от многих причин.

В тех случаях, когда зубчатые колеса трудно целиком разместить на траверсе пульсатора, испытывают зубчатые секторы, которые получают вырезкой из испытуемого колеса. К этому сектору прикладывается радиальная нагрузка P (рис.2).

При этом определяется усталостная прочность впадины зуба.

Наиболее достоверные данные получают при испытаниях подшипников в сборе, так как в результате этого можно оценить расчетный срок службы при различных условиях эксплуатации, т.е. ресурс; предельные частоты вращения; температурную стойкость; точность вращения и другие характеристики [6,12].

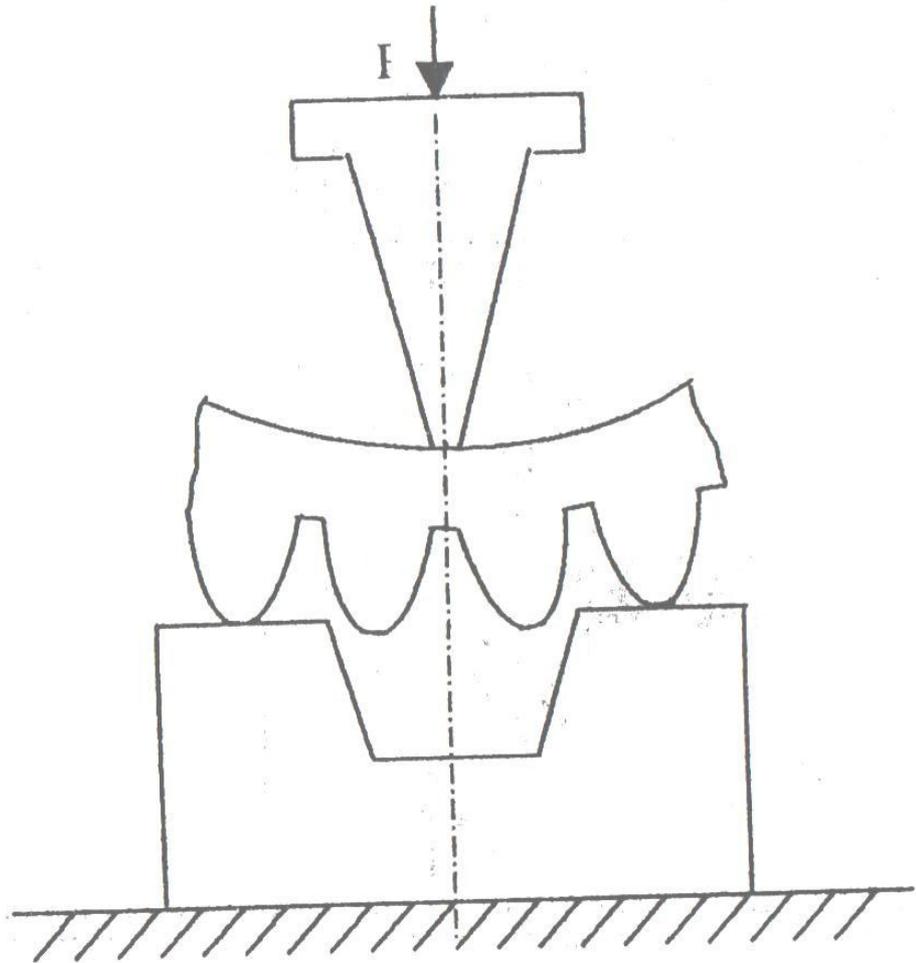


Рис. 2. Радиальная нагрузка P .

Для испытаний применяют специальные испытательные машины, а в некоторых случаях испытания проводят на стендах, имитирующих условия работы подшипника в узлах машины.

В условиях эксплуатации наблюдаются следующие виды отказов подшипников: усталостное разрушение дорожек качения на внутренних или наружные кольца; потеря точности; разрушение сепараторов; повреждение рабочих поверхностей; раскалывание колец и тел качения.

Испытания подшипников делят на 3 вида:

-ресурсные испытания, целью которых является определение динамической грузоподъемности определенных подшипников;

-контрольные испытания выполняемые для оценки качества подшипников;

-специальные испытания, которые оценивают эффективность применения новых материалов, смазок, конструктивных или технологических решений.

Методика испытаний подшипников качения имеет следующие особенности [6,12]:

1. Для каждого типа подшипников выбрано контактное напряжение, при котором следует испытывать все типоразмеры данной группы подшипников. Это позволит сравнивать между собой результаты испытаний подшипников, изготовленных на разных предприятиях.
2. При испытаниях партий подшипников используют метод усеченных выборок. Партию из 20 подшипников испытывают до выхода из строя 8 подшипников. Остальные 12 испытывают до наибольшего ресурса, выявленного при испытаниях восьми подшипников, вышедших из строя по усталостному разрушению.
3. Ресурс подшипников оценивают по результатам испытаний, используя современные методы математической статистики.

Режимы испытаний для разных типоразмеров подшипников можно подобрать из работы. Все испытания выполняются при вращении внутреннего кольца. Рабочая температура не выше 90°C на наружном кольце подшипника. Запуск испытательной машины производят при отсутствии нагрузки. Перед остановкой стенда нагрузка снимается. В процессе испытаний ведутся наблюдения за нагрузкой, частотой вращения, температурным режимом, работой системы смазки.

Рекомендуется устанавливать на стенде сразу все 20 подшипников. Продолжительность испытаний ограничена усталостью металла одной из деталей подшипника.

5. Основные понятия технической диагностики

В настоящее время резко возросли требования к машинам, аппаратам и приборам в области надежности. Для того, чтобы оценить надежность какого-либо объекта, необходимо знать его техническое состояние.

Техническая диагностика - это установление и изучение признаков, характеризующих состояние технических систем, для предсказания возможных отклонений (в том числе за допустимые пределы, вследствие чего возникают отказы), а также разработка методов и средств экспериментального определения состояния этих систем с целью своевременного предотвращения нарушений нормального режима работы [16].

В соответствии со стандартом ГОСТ 20911-75 техническое диагностирование характеризуется как процесс определения технического состояния объекта диагностирования с определенной точностью(1). Диагностирование всегда является составной частью контроля. Целью диагностирования является получение диагноза технического состояния объекта с указанием при необходимости места, вида и причины дефектов. Диагностирование осуществляется путем измерения и контроля количественных и качественных значений и параметров и признаков, а также с помощью обработки и анализа результатов измерения и контроля.

В свете технического диагностирования широкое распространение в специальной литературе получил термин «функциональный контроль», под которым понимается определение способности правильного выполнения функций технических устройств. Такой функциональный контроль производится совместно с диагностированием с поиском дефектов. Значение этого термина определяется способностью правильного выполнения функций, возлагаемых на сложное техническое устройство, т.е. правильного или неправильного функционирования. Т.е. это вид контроля технического состояния, который осуществляется через сравнения с заданными значениями выходных логических состояний схемы. При этом может выполняться анализ и обработка результатов сравнения.

Функциональное техническое диагностирование может осуществляться не только во время функционирования объекта, т.е. при рабочих воздействиях, но и при подаче на объект, т.е. при рабочих воздействиях, но и при подаче на объект контрольных (тестовых) воздействий. Это связано с тем, что объект функционирует, т.е. выполняется свои функции не только в условиях эксплуатации, но и при подаче на него тестовых воздействий.

С помощью современных средств тестирования возможно распознавание функционального состояния объекта в условиях, максимально приближенных к эксплуатационным, а также диагностирование с поиском места и характера дефекта. Осуществлять же эти процессы в рабочем режиме не всегда удается.

Часто термин «тестирование» заменяет термин «контроль технического состояния». Да устройств, имеющих строенные средства контроля, применимы термины «самотестирование» и «самодиагностирование с поиском дефектов». В зарубежной литературе широко применяется термин «тестирование» (testing) в связи с тем, что он имеет и другое значение – испытание.

Совокупность средств, объекта и исполнителей, осуществляющих диагностирование, называется алгоритмом технического диагностирования.

6. Цели и задачи технической диагностики

Цель технической диагностики степени износа поверхности по данным измерения ряда косвенных параметров. Одной из важных особенностей технической диагностики является распознавание в условиях ограниченной информации, когда требуется руководствоваться определенными приемами и правилами для принятия обоснованного решения.

Состояние системы описывается совокупностью определяющих ее параметров. Количество определяющих параметров может быть различным в связи с самой задачей распознавания. Распознавание состояния системы к одному из

возможных диагнозов. Число диагнозов зависит от особенностей целей и задач исследования.

Обычно требуется провести выбор одного из двух диагнозов: исправное состояние и неисправное. В других случаях необходимо подробно охарактеризовать неисправное состояние, например, повышенный износ, рост вибраций и т.д. если устанавливается заранее, то в таких условиях задачу распознавания называют задачей классификации.

В связи с тем, что техническая диагностика связана с обработкой большого объема информации, то принятие решений часто осуществляется с помощью вычислительной техники.

Совокупность последовательных действий в процессе распознавания называется алгоритмом распознавания. Существенной частью процесса распознавания является выбор параметров, описывающих состояние системы. Они должны быть достаточно информированы, что при выбранном числе диагнозов процесс распознавания мог быть осуществлен.

В диагностике состояние системы часто описывается с помощью комплекса признаков.

$$K=(K_1, K_2, \dots, K_j, \dots, K_v)$$

Где K_j – признак, имеющий m_j разрядов.

Например, признак K_j может представлять собой 3-х разрядный признак ($m_j=3$), характеризующий величину какого-либо фактора: низкая, нормальная, высокая характеристика.

Существуют 2 основных подхода к задаче распознавания [15]: вероятностный и детерминистский. Постановка задачи при вероятностных методах распознавания такова. Имеется система, которая находится в одном из n случайных состояний D_j . Известна совокупность параметров, каждый из которых с определенной вероятностью характеризует состояние системы. Требуется построить решающее правило, с помощью которого диагностируемая совокупность признаков была бы отнесена к одному из возможных диагнозов. Желательно также

оценить достоверность принятия решения и степень риска ошибочного решения.

При детерминистских методах распознавания удобно формулировать задачу на геометрическом языке. При детерминистском походе области диагнозов считаются «непересекающимися», т.е. вероятность одного диагноза = 1, вероятность других = 0. Подобным образом предполагается, что каждый признак либо встречается при данном диагнозе, либо отсутствует.

Вероятностный и детерминистский походы не имеют принципиальных различий. Более общими являются вероятностные методы, но они зачастую требуют значительно большего объема предварительной информации. детерминистские походы более кратко оценивают существенные стороны процесса распознавания, меньше зависят от избыточной, малозначимой информации, больше соответствуют логике человеческого мышления.

К основным задачам технической диагностики в условиях производства относятся:

- обеспечение заданных условий выполнения процесса;
- предупреждение поломок или своевременная остановка механизма в аварийных ситуациях;
- прогнозирование постепенно развивающихся дефектов, с целью уточнения сроков ремонта и предупреждения аварий;
- контроль качества регулировки механизмов и выдачи информации (в цифровой или аналоговой форме) для обеспечения коррекции регулировки;
- проверка и поиск локализации мест дефектов;
- изменение режимов работы или оповещение персонала о месте отказа;
- определение критериев оценки качества выполнения технологического процесса, выбор критериев оценки состояния процесса обработки;
- проверка качества регулировки всех механизмов и оценка оборудования;
- получение эталонных параметров и эталонных характеристик для контроля состояния и диагностики оборудования.

7. Основные методы технической диагностики

Методы технической диагностики применяют для рациональной организации процессов контроля работоспособности изделий, поиска и прогнозирования неисправностей.

Одним из прогрессивных направлений повышения надежности технологических процессов является разработка динамических методов технической диагностики, особенность которых заключается в сочетании методов диагностики технологических процессов и оборудования. При этом широкое применение должны получить методы количественной оценки качества технологических процессов, *предусматривающие* тесную взаимосвязь диагностирования с исследованиями технологической надежности оборудования в процессе эксплуатации.

Целью технической диагностики является определение, в каком из возможного множества состояний находится исследуемый процесс. Диагностика включает в себе совокупность операций контроля как всего процесса в целом, так и его отдельных операций. При этом требуется определить и в какие именно из этих операций следует осуществить и в какой последовательности.

В технической диагностике некоторые специалисты выделяют 3 группы задач, связанных с построением модели процесса, с разработкой методов диагноза, основанных на использовании построенной модели, и разработкой принципов и способов построения диагностических устройств и систем [8,12,16].

Первая группа задач предусматривает детальное изучение свойств процессов и включает в себя следующие этапы:

- изучение и анализ нормального функционирования технологического процесса;
- выделение возможных комбинаций отказов;
- анализ технических возможностей контроля;

-сбор и обработку статистических данных о распределении вероятностей возможных состояний процесса, а также закономерностях проявления отказов отдельных его операций;

-выбор форм представления модели процесса и разработку методов ее построения.

Вторая группа задач, основная на исследовании математических моделей контролируемых процессов, включает:

-разработку методов построения диагностических тестов при анализе технологического процесса;

-построение оптимальных программ и процедур диагностики, позволяющих определить состояние процесса.

Третья группа задач решает следующие вопросы:

-разработку принципов построения диагностических систем и выбор способов их реализации;

-оценку диагностических систем и устройств по быстродействию и надежности;

-достаточности и информации;

-полноте и достоверности диагноза;

-технико-экономической эффективности и другим показателям;

-определение связей диагностической системы с технологическим процессом.

Структура и принцип действия диагностических систем во многом зависят от выбора метода диагностики и вида используемой при этом математической модели, которая служит основой для разработки алгоритма функционирования диагностической системы и ее технической реализации.

Вышеуказанные задачи диагностики позволяют оценить состояние технологического процесса в некоторый момент времени. Оценка будущего состояния процесса является задачей технического прогнозирования, которая заключается в следующем: по изменению показателей качества или отдельных параметров объекта на определенном интервале времени предсказать их значе-

ние в некоторый будущий момент времени. Необходимые данные для прогнозирования получают в результате контроля состояния технологического процесса. Возможен контроль с прогнозированием значений показателей качества объекта в будущие моменты времени или контроль с прогнозированием времени наступления отказа.

Аварийные ситуации возникают вследствие появления таких изменений в технологическом процессе, которые приводят к частичному или полному срыву выполнения системой поставленной задачи. Каждая система характеризуется как основными, так и вспомогательными параметрами. При диагностике и контроле учитываются основные параметры, т.е. такие показатели, которые характеризуют функциональное изменение процесса.

Носителем информации о состоянии процесса является диагностический сигнал, получаемый измерением контролируемых параметров в фиксированный момент времени. Диагностический сигнал может быть получен в результате измерения и одного параметра, но в разные моменты времени.

Диагностика технологического процесса заключается в определении его текущего состояния путем контроля параметров и характеристик или путем проверки степени выполнения им своих функций. Под параметром понимают физическую или математическую величину, характеризующую состояние процесса, а под характеристикой – зависимость одного параметра от другого или изменение параметра во времени. Получаемая диагностическая информация во времени. Получаемая диагностическая информация позволяет не только устанавливать значение контролируемого параметра, но и осуществлять поиск путей предсказания нормального функционирования технологического процесса. Устройства для автоматического поиска неисправностей называются диагностическими системами. Они являются частью информационно-измерительной системы при контроле состояния сложных объектов.

Для решения задач диагностики применяются следующие методы диагностирования [8,12,16]:

1. **Корреляционный метод** применяется для обнаружения отклонений параметров или изменения параметров во времени. Этот метод не требует сложного математического оборудования и легко автоматизируется с помощью ЭВМ.
2. **Спектральный или спектрально-корреляционный метод** основан на выделении составляющих сложных сигналов. Он используется при виброакустических методах диагностирования, требует сложной аппаратуры и математического обеспечения.
3. **Тестовый метод** основан на подаче стимулирующего воздействия в зону работы и анализе отклика на него.
4. Метод **временны интервалов** применяется для определения показателей надежности, контроля режимов работы и систем управления. Этот метод позволяет осуществить локализацию неисправности.
5. Метод **эталонных модулей** основан на сравнении экспериментально определенных и расчетных значений параметров и показателей качества с их паспортными данными и техническими условиями. Метод не требует сложного оборудования и программного обеспечения.
6. Метод **эталонных зависимостей** основан на сравнении экспериментально полученных функциональных зависимостей параметров с эталонными. Этот метод требует сложной аппаратуры, но при этом дает высокую достоверность диагностирования.
7. Метод **эталонных осциллограмм** является одним из наиболее простых и эффективных методов диагностирования. При реализации этого метода расчетным и экспериментальным путем создается эталонная осциллограмма и формируется библиотека осциллограмм, характеризующих ее дефектное состояние.
8. Метод **сопоставления и наложения осциллограмм** основан на анализе одновременно записанных осциллограмм различных параметров или одного параметра, но при разных условиях работы. Он представ-

ляет собой усложненный метод эталонных осциллограмм, с помощью которого устанавливается место и время возникновения дефекта.

9. Метод **определения предельных (аварийных) состояний** основан на обнаружении факта выхода процесса в недопустимые условия. Для систем, использующих этот метод, характерна активная ответная реакция, выключение механизма, световая или звуковая сигнализация, включение резервного питания и т.д.

Перечисленные методы позволяют проводить диагностирование по косвенным признакам, но многие из них требуют нормирования показателей качества оборудования и технологических процессов.

Применение этих методов начинается с построения моделей, разрабатываемых методов и устройств диагностики.

При разработке отдельных диагностических процедур применяют следующие этапы технической диагностики.

Подготовительный этап включает систематизацию признаков дефектных состояний технологических процессов и оборудования на основе обобщения опыта эксплуатации и испытаний. Основное внимание уделяется опробованию инструментальных методов контроля процесса с накоплением признаков дефектных состояний.

Основной этап характеризуется широким внедрением инструментальных методов контроля сложного технологического процесса. Оборудование оснащается датчиками и приборами контроля. В результате этого улучшается качество технологического процесса, повышается производительность и долговечность оборудования, уменьшается брак.

Заключительный этап включает создание многоуровневой системы технической диагностики. Комплексный подход к диагностированию технологического процесса дает возможность повысить эффективность технической диагностики на всех стадиях создания, эксплуатации модернизации оборудования. При этом возрастают требования к надежности и к глубине диагностирования, которые позволяют повысить точность достоверность сбора измеритель-

ный информации, точность и оперативность обработки результатов измерений, повысить эффективность и снизить затраты.

В механических системах основное назначение технической диагностики – повышение надежности и ресурса изделий с помощью раннего обнаружения дефектов и оптимизации процессов технического обслуживания. Техническая диагностика сложных систем представляет собой систему, которая должна иметь информационное, техническое и математическое обеспечение.

Информационное обеспечение включает способы получения диагностической информации, ее хранение и систематизацию. Оно содержит необходимый массив технических сведений.

Техническое обеспечение представляет собой совокупность устройств получения и обработки информации (диагностические приборы, датчики, анализаторы и т.п.). Важную часть технического обеспечения современных систем диагностики составляет вычислительная техника. Устройства типа «аналог-код» и другие.

Математическое обеспечение содержит алгоритм и программы распознавания.

Разработка алгоритма диагностирования является одним из важнейших этапов технической диагностики. При решении этой задачи нужно знать все свойства и параметры объекта диагностирования, необходимые для выбора диагностических параметров, а также характеристики средств диагностирования, которые можно использовать.

Наиболее сложной задачей является диагностирование с целью прогнозирования работоспособности объекта на заданный промежуток времени. В этом случае выбору диагностических параметров должен предшествовать поиск таких диагностических признаков, которые с наибольшей достоверностью позволяют осуществить прогнозирование. Некоторые диагностические признаки не имеют прямого отношения к признакам, характеризующим функционирование объекта диагностики в нормальных условиях, а относятся к условиям его

транспортирования, хранения функционированию в экстремальных или специально оговоренных условиях.

Контроль признаков, характеризующих непосредственно функционирование объекта в нормальных условиях, связан, как правило, с изменением входных и выходных величин объекта диагностирования. К специальным условиям прежде всего относятся условия транспортирования объекта, работы в экстремальных условиях внешних возмущающих воздействиях [1,4,7].

Экстремальные условия характеризуются широкими диапазонами рабочих режимов, температур, давлений, ускорений и вибраций, уровней радиации, климатических и биологических воздействий и т.д. все воздействующие факторы можно разделить на несколько основных групп.

К механическим воздействиям относятся статические, вибрационные и ударные нагрузки, линейные ускорения (перегрузки) и акустический шум. Эти воздействия вызывают разрушения за счет растяжений, сжатий, изгибов, кручения, среза, вдавливания и усталости материалов изделий.

К климатическим воздействиям относят изменение температуры, влажности, атмосферного давления, солнечной радиации, примесей в воздухе. Эти воздействия вызывают разрушения за счет изменения свойств материалов, особенно поверхностных слоев деталей, подвергшихся указанным воздействиям.

К биологическим воздействиям относится влияние на работу объекта диагностирования живых организмов, например, грибковых образований. В этом случае разрушение вызывается химическими реакциями, протекающими в материалах под воздействием веществ, выделяемых живыми организмами.

К электромагнитным относятся воздействия на объект, обусловленные действиями электрических, магнитных и электромагнитных полей.

Ионизирующее излучение может значительно изменять механические и другие свойства материалов, влиять на проводимость газовых промежутков между электродами, вызывать появление значительных электрических разрядов и т.д.

К воздействию агрессивных сред относятся воздействия на материалы паров кислот и щелочей, находящихся в воздухе, а также воздействия различных и жидких сред, для работы в которых предназначен объект диагностики. В этом случае разрушения вызываются химическими реакциями, обусловленными наличием агрессивных сред.

При разработке алгоритма диагностирования необходимо существенное влияние на объект диагностики, и какие из них могут практически встретиться в процессе эксплуатации объекта.

Техническая диагностика как система включает также и коллектив специалистов, ответственных за принятие решений.

В настоящее время системный подход к задачам технической диагностики находится в стадии развития. Большинство опубликованных результатов относится только к отдельным элементам системы.

Контролеспособностью называется свойство изделия, заключающееся в его приспособленности к раннему обнаружению отказов и неисправностей. Под ранним обнаружением понимается выявление дефекта или неисправности в начальной стадии, при которой еще не проявляются отрицательные последствия для надежности или работоспособности изделия.

Контролеспособность в первую очередь зависит от качества и объема диагностической информации, которая может быть получена при эксплуатации изделия и его техническом обслуживании, а также при специальных диагностических испытаниях (диагностических тестах).

Большая часть информации о проведении системы имеет диагностическую ценность, так как она отражает состояние системы. Состав и состояние сред, взаимодействующих с изделием, рабочие параметры процесса, вибрация акустическое и тепловое излучения и т.д. содержат диагностическую информацию. Во многих случаях полезно непосредственное визуальное наблюдение состояния элементов машины с помощью оптических трубок позволяющее обнаружить наличие трещин, коробления и т.д.

К основным видам диагностической информации относятся спектр вибрации элементов конструкции, спектр акустических колебаний, значение параметров, характеризующих функционирование системы состояние дефектоскопии.

Диагностическое значение имеют несколько величины параметров в данный момент времени, но и их изменение во времени[14,15.16].

Структура техническое диагностики

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА	ТЕОРИЯ РАСПОЗНОВАНИЯ	АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ
		ПРАВИЛА РЕШЕНИЯ
		ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
	ТЕОРИЯ КОНТРОЛЕСПОСОБНОСТИ	ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ
		КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ
		ПОИСК НЕИМПРАВНОСТЕЙ

При построении моделей формулируются условия функционирования технологического процесса и требования к его основным характеристикам, выбирается минимально необходимое для контроля число параметров.

Моделирование реального процесса включает этапы построения и изучения моделей, а также этап экспериментального исследования. При моделировании обязательным условием является замещение исследуемого объекта идеальным объектом, являющимся абстрактным описанием реального процесса в виде формул, графиков, таблиц. Такие модели называются математическими моделями. Необходимость построения модели определяется не только стремлением упростить задачу путем отбрасывания несущественных сторон процесса, но и стремлением охватить, возможно, большее число состояний, которые могут возникнуть в реальных условиях.

Математические модели процессов диагностики могут быть представлены в виде алгебраических дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений. Выбор той или иной формы определяется характером и сложностью диагностируемого процесса, объемом имеющейся информации, требуемой глубиной диагноза, а так же техническими возможностями информации.

Модели должны отвечать следующим требованиям:

1. Модель должна быть достаточно абстрактной, чтобы ее можно было применять для широкого класса технологических процессов.
2. Модель должна охватывать, возможно, большее число состояний процесса и осуществлять его анализ на различных уровнях.
3. Модель должна быть представлена в форме, удобной для ее технической реализации, в том числе на компьютере.
4. Модель должна использоваться для решения задач диагностики формальный аппарат современной математики.
5. Модель должна выделять наиболее информативные параметры, которые отражают существующие свойства процесса и которые надо контролировать в процессе диагностики.

По уровню адекватности модели можно приблизительно разбить на четыре группы.

К первой группе относятся самые простые, которые правильно описывают только установившиеся режимы работы. Эти модели слишком грубо отражают переходные процессы. Поэтому их использование ограничено. Вторая группа моделей оценивается по критериям, в первом приближении учитывающим и переходные процессы.

К третьей группе относятся модели, учитывающие упругость и инерционность масс. Они позволяют добиться совпадения с экспериментальными данными. С помощью этих моделей можно рассчитывать нагрузки, действующие на диагностические параметры, выявлять наиболее нагруженные детали, выделять дефекты, которые оказывают влияние на надежность и работоспособность.

Модели четвертой группы, характеристики которых совпадают с экспериментальными данными, форме кривых в переходных процессах, еще более точно отражают динамику процесса. С их помощью можно рассчитывать и сравнивать различные варианты конструктивного обеспечения требуемых рабочих параметров, уточнять характеристики управляющих элементов.

Уровень адекватности модели определяет, какие характеристики устройства можно на ней исследовать и какой глубины диагностирования может достичь построенный на этой модели алгоритм.

При работе и транспортировке приборы и устройства могут подвергаться вибрации различного характера. В зависимости от характера вибрации она может вызывать различные изменения в аппаратуре. Обычно при диагностировании объекта на воздействия вибрации его устанавливают на вибростенд, т.е. на поверхность стола закрепляют и затем сообщают этой поверхности вибрацию, имитируя тот же вид вибрации, которой может подвергаться испытуемый объект в процессе его эксплуатации или транспортировки.

Смоделировать все виды вибрации невозможно. По этому системы для моделирования вибраций обычно имитируют только определенные ее виды. Считается, что наиболее распространена вибрация, при которой направления векторов ее скоростей во всех точках совпадает. В этом случае вибрацию можно характеризовать частотой и размахом.

При разработке алгоритма испытаний на вибрацию необходимо решить следующие вопросы[8,12,16]:

1. испытывать весь механизм или же только его отдельные вибрацией;
2. в каких точках механизма необходимо измерять перегрузки, вызванные вибраций;
3. как крепить механизм к источнику вибраций;
4. какой метод испытаний следует применить;
5. какое оборудование выбрать или по каким требованиям оно должно быть разработано.

Как известно, испытания могут быть не только стендовые, но и натурные в условиях эксплуатации. Обычно при испытаниях на вибростендах определяют частоты вибрации, которым соответствуют резонансы в элементах и блоках аппаратуры в заданном диапазоне частот, испытывают аппаратуру на вибропрочность на фиксированных частотах и, если это необходимо, на виброустойчивость.

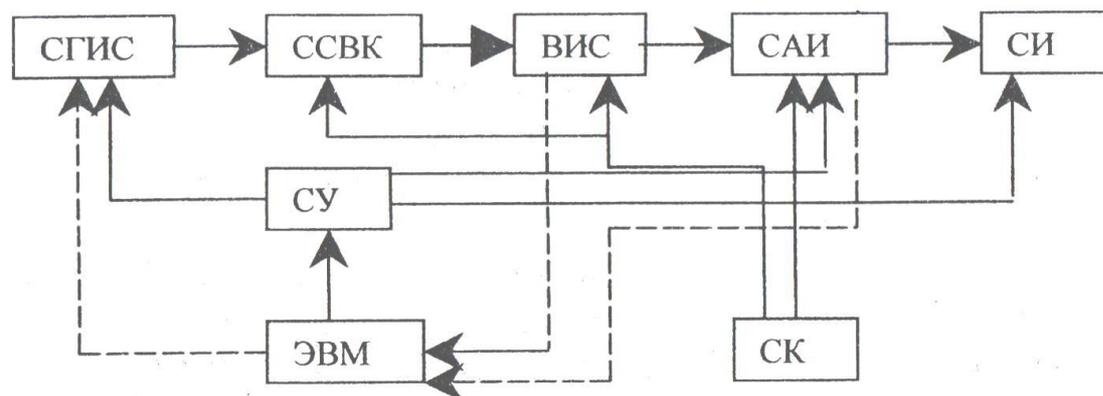
Различают следующие методы испытаний на воздействие вибрации; на фиксированных частотах вибрации; качающейся частотой вибрации; на полигармоническую вибрацию; на полигармоническую вибрацию; на широкополосную случайную вибрацию; на узкополосную случайную вибрацию. Методы испытаний могут также различаться по направлению воздействий вибрации на механизм – в одном, двух или трех взаимно перпендикулярных направлениях. Последние называются многокомпонентными[15,16].

Для простых испытаний обычно используют вибростенды, а в более сложных случаях виброиспытательные комплексы. Виброиспытательный комплекс (ВИК) позволяет воспроизводить гармоническую, полигармоническую, узкополосную и широкополосную случайную вибрацию, а также вибрацию, модулированную импульсами различной формы. В состав таких комплексов входят микропроцессоры и ЭВМ.

Схема ВИКа может видоизменяться в зависимости от задачи виброиспытаний и формы имитируемых колебаний. В схему входят совокупность испытательных сигналов (СГИС), совокупность средств возбуждения механических колебаний (ССВК), виброизмерительного средства (ВИС), средства анализа и обработки информации (САИ), средства индикации (СИ), система управления(СУ) и средства калибровки (СК). В качестве генераторов испытательных сигналов обычно испытывают электронные генераторы, наиболее часто - генераторы синусоидальных колебаний. В качестве средств возбуждения механических колебаний применяют электромеханические, электродинамические, электрогидравлические вибровозбудители и соответствующие им усилители мощности.

Вибростенды бывают с неизменным положением платформы (горизонтальным, вертикальным или под заданным углом к горизонтали) и с регулируемым положением плиты (поворотные). Вибрация по отношению к плоскости плиты может быть нормальной, параллельной и под заданным углом или переменной по направлению.

Она может быть одно-, двух- и трехкомпонентной.



Структурная схема ВИК

В зависимости от диапазона частот вибрации и необходимой мощности вибростенда используют различные механизмы получения вибрации. При низких частотах и больших мощностях применяют механогидравлические и гидромеханические преобразователи. В качестве механогидравлических преобразователей используют роторные гидропульсаторы и насосные установки с электродрельными преобразователями.

При испытанных устройствах с малой мощностью и высокими частотами вибрации применяют магнитостикционные преобразователи при еще меньших нагрузках и более высоких частотах – пьезоэлектрические преобразователи. Особое внимание следует обращать на методы закрепления объектов на вибростендах. Результат испытаний в ряде случаев может зависеть от способа крепления, т.к. крепление может изменить резонансные частоты колебательных систем, имеющих в объекте, и образовывать собственную резонансную систему объект-крепление.

При испытании механизмов следует предварительно выявить резонансные частоты их элементов и блоков. Проводить испытания на этих частотах не рекомендуется, за исключением особых случаев, т.к. при обнаружении дефекта после испытаний на резонансной частоте трудно

Проверка способности объекта диагностирования выполнять свои функции после или во время воздействия данных факторов – основная задача испытаний на линейные ускорения. При прямолинейном движении линейные ускорения трудно смоделировать из-за больших размеров установок, необходимых для этого. Поэтому для этих целей обычно применяют вращательное движение. Установки, используемые для этого, называются центрифугами. При вращении объекта из расстояния R от оси вращения с угловой скоростью ω объект испытывает центростремительное ускорение[16]:

$$a_{ц} = R\omega^2$$

Центрифуги классифицируют в зависимости от значений создаваемых ускорений, нагрузки на плечо, назначения, конструкции, типа привода.

Ниже представлена простейшая схема центрифуги (рис.18) с поворотным столом и двумя инерционными телами, которое позволяет получить достаточно крутой передний фронт импульса и большие максимальные значения центростремительных ускорений (до 250 м/с^2).

Маховик 1 и траверса 2 могут вращаться вокруг одной вертикальной оси. Маховик имеет выдвижные упоры 3, а на траверсе установлены плоские пружины 4. С одной стороны на траверсе установлен поворотный стол 5, на котором крепится испытываемый объект 6, а на другом конце траверсы – противовес. Траверса установлена на валу маховика свободно и поэтому когда маховик разгоняется, она остается неподвижной. После разгона маховика до требуемой скорости из него выдвигаются упоры, которые сцепляются с пружинами на траверсе и толчком приводят траверсу во вращение.

Поворот платформы на траверсе производится так, что суммарный вектор ускорения, складывающийся из векторов ускорений касательного a_k и центро-

стремительного $\alpha_{ц}$, всегда действует на объект в одном и том же направлении под углом φ к траверсе:

$$\text{tg}\varphi = \alpha_{к} / \alpha_{ц}$$

По мере разгона траверсы изменяется отношение $\alpha_{к} / \alpha_{ц}$ и синхронно с этим изменением поворачивается стол с объектом испытания. Когда скорость траверсы достигнет скорости маховика, выдвижные упоры снова утапливаются и маховик и траверса может свободно вращаться относительно маховика.

Отношение ускорения, получаемого объектом при испытании, к ускорению свободного падения g называется коэффициентом перегрузки или просто перегрузкой [16]:

$$K = \alpha / g$$

Где: $\alpha = \sqrt{\alpha_{к}^2 + \alpha_{ц}^3}$ – ускорение, получаемое объектом.

Используются центрифуги с программным управлением, которые позволяют изменять перегрузку объекта по заранее составленной программе.

Другим видом устройств является центрифуга с горизонтальным расположением оси вращения траверсы. В этом случае при постоянной частоте вращения на объект действует, ускорение, складывающееся из центростремительного ускорения и ускорения свободного падения. В момент прохождения объектом верхней точки траектории эти ускорения направлены в противоположные стороны, и при их равенстве объект оказывается в условиях невесомости.

Если требуется значительно длительное по времени испытание объектов в невесомости, приходится прибегать к установке объектов на космических аппаратах.

В процессе эксплуатации механизмы и приборы работают при различных температурах окружающей среды. Поэтому в соответствии с техническими условиями их подвергают испытаниям на воздействие низких и высоких темпера-

тур как в рабочем, так и в нерабочем состоянии. Диапазон изменения температур при нерабочем состоянии аппаратуры обычно шире, чем при испытаниях в рабочем состоянии, т.е. при испытаниях на работоспособность при низких и высоких температурах.

Для обеспечения требуемых условий работы обычно используют камеры тепла и холода. В таких камерах используются термостатирование объекта при заданной температуре. Термостатирование может быть прямым и косвенным. При прямом термостатировании нагревательные или охлаждающие элементы помещают в рабочий объем камеры или в каналах, по которым циркулирует воздух, подаваемый в камеру. Такое термостатирование применяют в больших камерах с высокой теплоемкостью или в тех случаях, когда не требуется высокая точность поддержания заданной температуры.

В малых камерах и при необходимости поддержания температуры в узких заданных пределах применяется косвенное термостатирование, при котором камеру с испытываемым объектом помещают внутри большей камеры и осуществляют нагрев или охлаждение воздуха, заполняющего промежуток между стенками внутренней и наружной камер. При этом колебания температуры воздуха между стенками камер соответствуют значительно меньшим колебаниям температуры внутри малой рабочей камеры.

Охлаждают или нагревают изделия внутрь от поверхности, поэтому при изменении температуры окружающей среды в них возникают внутренние перепады температур. Время охлаждения или нагрева зависит от массивности тестируемого объекта. Теплотехнические тонкими объектами называют такие, скорость нагрева которых практически не отличается от скорости нагрева материала с бесконечно большой теплопроводностью, или с теплоемкостью, равной 0. У таких объектов внутренний перепад температур близко к нулю. Если у объекта в процессе нагрева или охлаждения внутренний перепад температур большой, то его называют теплотехнически массивным.

Степень теплотехнической массивности объекта оценивается числом Био[16]:

$$Bi=(\alpha/\lambda)L$$

Где α – коэффициент теплопередачи стенок объекта

λ -теплопроводность;

L-толщина стенок.

При $Bi \leq 0,25$ – объект теплотехнически тонкий, при $Bi \geq 0,25$ – теплотехнически массивный.

При испытании телотехнически тонких объектов цикл работы камеры терла и холода состоит из 2-х этапов: на 1-м этапе происходит нагрев или охлаждение камеры с объектом, а на 2-м этапе – термостатирование температуры внутри камеры. На 1-м этапе мощность нагревательных или охлаждающих установок задается требуемой скоростью нагрева или охлаждения объекта, а на 2-м этапе – потерями за счет теплопроводности стенок камеры и оборудования, вставленного в них.

При теплотехнически массивной объекте между 1-м и 2-м этапами работы возникает промежуточный этап, на котором температура среды камеры термостатируется, а объект продолжает прогреваться. При этом мощность нагревательных или охлаждающих элементов должна компенсировать указанные выше потери и обеспечивать подвод к объекту или отвод от объекта теплоты, необходимой для его прогрева или охлаждения, т.к. по мере прогрева или охлаждения объекта потребляемая им мощность постепенно уменьшается, то должна плавно уменьшаться и мощность нагревательных или охлаждающих элементов.

Основными характеристиками камер тепла и холода является рабочий объем камеры, куда устанавливается испытываемый объект, диапазон рабочих температур, точность поддержания заданной температуры и потребляемая камерой мощность.

На работу механизмов и приборов сильное влияние оказывают климатические воздействия. Такие воздействия в реальных условиях характеризуются следующими факторами: температурой, ее колебаниями, влажностью окру-

жающего воздуха, различными видами осадков, наличием в воздухе пыли, других примесей, солнечной радиации и др.

Все виды климатических испытаний могут проводиться с объектами в нерабочем состоянии с целью проверки ее качеств при хранении и транспортировке и в рабочем состоянии с целью проверки ее работоспособности.

При испытании на колебания температуры объект помещают в камеру тепла, где он нагревается, затем сразу переносят в камеру холода, где он остывает, и снова переносят в камеру тепла. Такие циклы повторяют заданное число раз. Между циклами испытаний объект может находиться определенное время при нормальной температуре.

Испытания на перепад температур как правило совмещают с испытаниями на влагоустойчивость. При этом в камеру подают воздух, влажность которого задана техническими условиями. Испытания на 100%-ную влажность могут проводиться как с выпадением, так и без выпадения влаги. В камере можно создать условия тумана, а также выпадение на объект росы или инея. Обычно проводят испытания на воздействие морского тумана. Испытание на пыленепроницаемость проводят, подавая в камеру поток воздуха, содержащий пыль определенного состава и размера частиц.

При необходимости испытаний на сочетание воздействий температуры и влажности используют специальные термовлагокамеры.

Наредко возникает необходимость проведения испытаний механизмов и приборов при различных атмосферных давлениях. Для этого объект помещают в барокамеру. Особый интерес представляют испытания аппаратуры при пониженных давлениях, т.е. в условиях, которые и возникают при работе аппаратуры на больших высотах или в космосе. Поэтому барокамеры обычно характеризуются минимальным давлением, которое может быть в них установлено. Для создания одновременного воздействия температуры и давления выпускают термобарокамеры.

Среди радиационных воздействий на механизмы наибольшее влияние имеет солнечная радиация.

Спектральный состав солнечной радиации зависит от высоты расположения объекта, среды, расположенной над ним. Поэтому механизмы, предназначенные для использования в различных условиях, в целях диагностирования их состояния должны подвергаться испытаниям при различных спектрах излучения. В качестве источников света могут применяться ртутно-кварцевые лампы, лампы инфракрасного излучения с вольфрамовой нитью накала, а также для получения ультрафиолетового излучения могут использоваться газоразрядные лампы. Между источником излучения и объектом диагностирования могут устанавливаться фильтры, поглощающие ненужную часть спектра.

Необходимо учитывать, что ультрафиолетовые лучи отрицательно влияют на зрение. Поэтому при работе с такими источниками следует соблюдать специальные правила техники безопасности[8,12,16].

На работу электронной аппаратуры оказывает сильное влияние электромагнитное излучение. При испытаниях на его влияние в камеру вводят источники электромагнитного излучения требуемого спектра. В этом случае сами камеры должны представлять собой экраны, обеспечивающие защиту окружающего излучения источников, установленных в камере.

Уровень воздействия радиации на объект зависит от вида радиации, дозы облучения, мощности потока облучения, распределения энергии радиации по спектру, окружающих условий.

Облучение быстрыми нейтронами вызывает нарушение структуры вещества, образование примесей, образование примесей других элементов. Эти изменения носят необратимый характер и могут привести к окончательному отказу механизма.

Облучение быстрыми протонами обычно является поверхностным, вызывает ионизацию и в небольшой степени изменение структуры вещества.

Воздействие γ -лучей вызывает сильную ионизацию в материале, явление фотопроводимости, люминесценцию, вторичное рентгеновское и γ -излучения, химические реакции, повышение температуры.

В органических веществах радиация приводит к перестройке молекул, вызывающей химические реакции и необратимые изменения структуры вещества и его свойств. На неорганические материалы воздействие радиации слабо.

Радиация оказывает воздействие на резисторы, конденсаторы, полупроводниковые устройства, изменяя у них коэффициент усиления, значение обратных токов, уровень собственных шумов и другие параметры.

Определенную специфику имеет техническая диагностика технологического оборудования. Такая диагностика подразделяется на функциональную и статистическую. При функциональном диагностировании осуществляют измерение отдельных параметров, характеризующих текущее состояние. При статистическом диагностировании регистрируют изменения состояния технологического оборудования и расчет эксплуатационных показателей его работы.

Задачи технической диагностики технологического оборудования следующие:

- оперативный поиск места и причины отказа или сбоя в работе, учета числа и времени простоев, выдача сигналов о нарушении цикла или смены инструмента;

- определение причин неисправности узлов, профилактический контроль состояния узлов и выдача сигналов на проведение ремонта и технического обслуживания;

- выявление постепенно изменяющихся процессов и определение ресурса работоспособности технологического оборудования;

- предотвращение брака, контроль геометрической точности оборудования и прогнозирование ее на последующий период.

Для решения этих задач контролируют следующие параметры: время выполнения цикла и его элементов, состояние режущей кромки инструмента, время простоя оборудования по разным причинам. Контролируются также давление в гидросистеме, температура нагрева двигателя, состояние системы смазки, формы сигналов в блоках управления и др. Проверяется жесткость стыков узла, быстрдействие, точность установки инструментов.

На основании диагностической информации производят оценку состояния технологического оборудования и управления им.

Разрабатываются также подсистемы диагностирования и управления транспортной, складской операциями, обеспечения инструментами и др.

8. Аккредитация испытательных лабораторий

Задача оценки лаборатории весьма важна, поскольку от того, насколько лаборатория качественно и полно выполняет свои функции, зависит и качество получаемого продукта. Кроме того, как и в любом другом производственном процессе, в деятельности лаборатории важна экономическая целесообразность. Логично, что потенциальный клиент предпочтёт обратиться в ту лабораторию, чьи положительные качества работы подтверждены соответствующим сертификатом.

Сертификация ISO 9001 – это международный стандарт анализа систем менеджмента, который даёт возможность оценить деятельность лаборатории в целом. То есть, по ISO 9001 можно получить сведения о том, как лаборатория функционирует в качестве объекта менеджмента, насколько налажены там производственные процессы и т.д. Это, безусловно, полезная информация, но недостаточная в тех случаях, когда нам нужно узнать, насколько качественно лаборатория производит предлагаемые ею услуги, - то есть, мы можем знать, что по ISO 9001 подтверждается общее качество работы лаборатории, но не отдельных услуг по анализу продуктов[11,13].

Поэтому для подтверждения высокого качества оказываемых услуг используется процесс Аккредитации Лаборатории, который направлен на оценку технических процессов работы. Международный стандарт ИСО\МЭК 17025 содержит ряд критериев оценки технической компетенции лаборатории на всех этапах производства, а также тех факторов, которые непосредственно влияют на них: компетентность персонала, используемое оборудование и т.д. Выше-

упомянутый стандарт применяется в лабораториях самого разного профиля, позволяя гарантировать заказчикам качество анализа и других услуг.

В стандарт ИСО\МЭК 17025 входит оценка всех этапов, методов и объектов производственного процесса, начиная от методики отбора образцов и заканчивая вынесением заключения экспертизы. Проверка по этому стандарту ведётся как отдельно в рамках одной лаборатории, так и параллельно с другими, для получения оптимального результата. Получение аккредитации по данному стандарту даёт возможность не только дать заказчикам гарантию того, что процесс анализа будет выполнен правильно (что повышает и конкурентоспособность такой лаборатории), но и определить ошибки в функционировании лаборатории как технической организации, так и объекта менеджмента в целом.

Поэтому, желая повысить статус своей лаборатории в глазах потенциальных заказчиков, выявить проблемы в производственном процессе и устранить их, лучше для начала получить аккредитацию по стандарту ИСО\МЭК 17025, а затем уже присовокупить к нему сертификацию ISO 9001. Тем более, что аккредитация лабораторий является приоритетной для оценки качества их услуг в большинстве стран мира.

Аккредитация испытательных лабораторий - это официальное подтверждение их соответствия требованиям, предъявляемым государством к участникам Системы обязательного соответствия[11,13].

Органы по сертификации и испытательные лаборатории, прошедшие процедуру аккредитации, вносятся в Единый реестр выданных сертификатов, аттестатов аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий. Таким образом, **аккредитация лабораторий** - это официальное признание правомочности их деятельности.

Эксперты проводят работы по аккредитации органов по сертификации и аккредитации испытательных лабораторий, инспекционному контролю (плановому и внеплановому) за деятельностью органов по сертификации продукции и услуг и испытательных лабораторий.

Между испытательными лабораториями, официально подтвердившими свою техническую компетентность и независимость, являющимися участниками Системы подтверждения соответствия, наблюдается достаточно жесткая конкуренция. Осознавая, что выживает сильнейший, эти предприятия становятся все более современными, приобретают новейшее автоматизированное оборудование, актуализируют нормативный фонд, повышают квалификацию своих сотрудников, **аккредитация лабораторий для них - это путь к успеху и стабильной работе.**

Испытательная лаборатория должна в полной мере обеспечивать качество результатов своих испытаний и регулярно использовать аттестованные стандартные образцы, принимать участие в межлабораторных сравнительных испытаниях (МСИ) или программах проверки квалификации, дублировать испытания с использованием тех же или других методов, проводить повторные испытания, обеспечивать корреляцию результатов на разные характеристики объекта. Результаты этой деятельности должны анализироваться с выработкой и реализацией корректирующих и предупреждающих действий.

Работы в формате аккредитации испытательных лабораторий помогают промышленным предприятиям (подтверждающим свою техническую компетентность) организовать свою деятельность на требуемом уровне.

Выводы и рекомендации

1. Современные детали машин сложны по форме и не могут быть точно рассчитаны обычными методами, как брусья пластины или оболочки. Кроме того детали подвергаются сложным переменным напряженным состояниям работают в агрессивной коррозионной среде, при различных экстремальных температурах.

2. Для оценки возможности производства продукции на экспорт проводятся испытания образца изделия серийного и массового производства. Испытаниям подвергаются образцы продукции, изготовленные по документации учитывающей требования экспорта, и прошедшие приемо-сдаточные испытания. Непременным условием является наличие отработанного производственного процесса технической документации, полного комплекта необходимого оборудования, оснащения, средств измерений, квалифицированного состава работников, обеспечивающих выпуск продукции для экспорта со стабильно высокими показателями качества.

3. Анализ кривых рассеяния показывает, что чем больше деталей и узлов при одинаковых условиях испытаний разрушается вблизи верхнего предела и чем меньше диапазон рассеяния, тем лучше используются потенциальные возможности долговечности детали или узла, тем меньше быть принят запас прочности.

4. С помощью современных средств тестирования возможно распознавание функционального состояния объекта в условиях, максимально приближенных к эксплуатационным, а также диагностирование с поиском места и характера дефекта.

5. Поэтому, желая повысить статус своей лаборатории в глазах потенциальных заказчиков, выявить проблемы в производственном процессе и устранить их, лучше для начала получить аккредитацию по стандарту ИСО\МЭК 17025, а затем уже присовокупить к нему сертификацию ISO 9001. Тем более,

что аккредитация лабораторий является приоритетной для оценки качества их услуг в большинстве стран мира.

6. Работы в формате аккредитации испытательных лабораторий помогают промышленным предприятиям (подтверждающим свою техническую компетентность) организовать свою деятельность на требуемом уровне.

Литература

1. Вальков В.М., Контроль в ГАП. Ленинград, 1986
2. Волосов С.С., Педь Е.И. Приборы для автоматического контроля в машиностроении. Москва, 1970.
3. Терган В.С. и др. Основы автоматизации производства. Москва, 1982.
4. Рабинович и др. Автоматизация контроля в машиностроении и приборостроении. Москва, 1985.
5. Дащенко А.И, Белоусов А.П. Проектирование автоматических линий. Москва, 1983.
6. Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов. Москва, 1990.
7. Эфэндиев Э.М. Управление качеством продукции. Баку, 2002.
8. Картавов С.А. Технология машиностроения. Киев. 1984.
9. Елизаветин М.А., Сатель Э.А. Технологические способы повышения долговечности машин. Москва. 1989.
10. Воронцов Л.Н. Автоматизация измерений. Москва. 1989.
11. Манфред Попп. Эффективная система административного управления качеством ИСО 9000. 1993.
12. Лопатухин И.М., Эфендиев Э.М. Влияние смещения оси бурильной трубы на ее напряженное состояние. «Машины и нефтяное оборудование». Москва, 1980.
13. Международные стандарты ИСО серии 9000, 1987.
14. Кутель Р.В. Испытания на надежность машин и их элементов. Москва, 1979.
15. Машины и стенды для испытания деталей. Под ред. Решетова Д.Н. Москва, 1979.
16. Биргер И.А. Техническая диагностика. Москва, 1989.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1. Основные сведения об испытаниях продуктов.....	6
2. Порядок проведения испытаний продукции.....	8
3. Особенности испытаний на долговечность.....	12
4. Испытанием на прочность материалов и деталей	17
5. Основные понятия технической диагностики	23
6. Цели и задачи технической диагностики	24
7. Основные методы технической диагностики.....	27
8. Аккредитация испытательных лабораторий	47
Выводы и рекомендации.....	50
Литература	52