

# АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ В ХОДЕ ИСПЫТАНИЙ НА ЭТАПЕ ПЕРЕХОДА К СЕРИЙНОМУ ПРОИЗВОДСТВУ

**Черепанов Никита Владимирович**

Кандидат технических наук,  
ведущий инженер АО им. С.А. Лавочкина,  
nv137@yandex.ru

## AUTOMATION OF MANAGEMENT AND THE CONTROL OF PARAMETERS OVER TESTS AT THE STAGE OF TRANSITION TO THE BATCH PRODUCTION

**N. Cherepanov**

*Summary.* The enterprises of the industry which are letting out individual skilled products can to pass during the certain moment to release of serial products on their basis. In this case there are tasks of transition from tests of pre-production models to process of tests of a batch production. All complex of possible tests providing the maximal complex bench working off of such products is applied to pre-production models of individual production. At transition to a batch production the approach to application of stand-test base and the simplified order of an estimation of working capacity of a serial product varies. A basis of automation of management and the control of parameters over tests of serial samples at creation of a product introduction at the enterprise of the modern complex automated systems which will allow to reduce time and labour input of carrying out of tests and processing's of their results is offered, to raise quality and reliability of products. In article features of transition of tests from individual manufacture to serial in the mechanical engineering, applied kinds of tests, bench base and inclusion of these processes in a control system of life cycle of products are considered.

*Keywords:* tests, reception-delivery of test, periodic tests, standard tests, acceptance of production.

При переходе от единичного производства к созданию серийного изделия при управлении и контроле параметров в ходе испытаний необходимо разделять этапы разработки опытных образцов, или головной серии, и этапы создания серийных изделий. На этапе разработки опытного образца используются все применяемые на предприятии возможные средства моделирования и испытания единичных изделий для подтверждения заложенных конструктивных решений. При испытаниях изделий, запущенных в серию, изменяются виды и количество испытаний, которые сводятся к подтверждению требуемых показателей работоспособности каждого серийного изделия. Виды и количество таких испытаний должно определяться на этапе эскизного проекта (ЭП) и рабочего проекта (РП).

Испытания головной серии проводятся на основе существующей испытательной базы и существующего

*Аннотация.* Предприятия промышленности, выпускающие опытные единичные изделия, могут в определённый момент перейти к выпуску серийных изделий на их основе. В этом случае возникают задачи перехода от испытаний опытных образцов к процессу испытаний серийной продукции. Для опытных образцов единичной продукции применяется весь комплекс возможных испытаний, обеспечивающий максимальную комплексную стендовую отработку таких изделий. При переходе на серийное производство меняется подход к применению стендово-испытательной базы и упрощённый порядок оценки работоспособности серийного изделия. Основой автоматизации управления и контроля параметров в ходе испытаний серийных образцов при создании изделия предлагается внедрение на предприятии современных комплексных автоматизированных систем, которые позволят сократить время и трудоёмкость проведения испытаний и обработки их результатов, повысить качество и надёжность изделий. В статье рассматриваются особенности перехода испытаний от единичного производства к серийному в машиностроении, применяемые виды испытаний, стендовая база и включение этих процессов в систему управления жизненным циклом изделий.

*Ключевые слова:* испытания, приёмо-сдаточные испытания, периодические испытания, типовые испытания, приёмка продукции.

стендового оборудования предприятия. Для испытаний серийных изделий создаётся стендовая база, использующая как имеющиеся средства испытаний, так и вновь создаваемая стендовая база, желательно в сборочном цехе серийного изделия, для оперативных тестовых испытаний.

Головные образцы серийной продукции подвергают полному объёму приёмочным испытаниям с целью решения вопроса о допустимости их использования по назначению и для решения вопроса о целесообразности постановки продукции на серийное производство. Испытаниям подвергается каждая составная часть изделия в процессе изготовления и сборки.

Структура, состав и порядок разработки системы автоматизации управления и контроля параметров в ходе испытаний серийных образцов будет определяться по-

сле разработки конструктивного облика самого изделия на этапе ЭП и РП.

При создании системы автоматизации управления и контроля параметров в ходе испытаний серийных образцов изделия необходимо предусмотреть возможность её унификации для ряда возможных классов серийных изделий предприятия.

При решении этих задач важную роль играет стендовая система измерений, которая должна быть оснащена комплексом измерительных и вычислительных средств, обладающих достаточной точностью и надёжностью. Автоматизация — это применение технических средств автоматики для измерения, контроля и управления [1].

Сбор и последующая обработка данных по результатам испытаний состоит из следующих работ:

- сбор первичных данных по испытываемым объектам, их первичная обработка, вторичная обработка данных для использования в программных средствах оценки результатов и последующему использованию в анализе результатов;
- сбор и систематизация полученных результатов;
- ввод данных в компьютерные системы для последующей их обработки и проведения оценочных расчётов;
- подготовка отчётов по результатам испытаний;
- принятие решения по результатам испытаний и выдача рекомендаций по доработке испытываемых объектов.

Системы сбора и обработки данных определяются:

- структурой и составом испытательных ресурсов предприятия;
- удалённостью испытательного оборудования от средств обработки данных;
- уровнем информатизации средств испытаний;
- длительностью, непрерывностью или циклическостью проведения испытаний;
- уровнем совершенства используемого испытательного оборудования.

Передача данных может осуществляться непрерывно или дискретно в аналоговой или цифровой форме.

Решение этих задач производится за счёт единой системы сбора, обработки, передачи и хранения данных.

Основой автоматизации управления и контроля параметров в ходе испытаний серийных образцов при создании изделия является внедрение на предприятии современных комплексных автоматизированных систем, которые позволят сократить время и трудоёмкость проведения испытаний и обработки их результатов, повысить качество и надёжность изделий.

Такая система может быть построена на основе внедряемой на предприятии информационной системы управления жизненным циклом изделия (ИС УЖЦИ). Эта задача должна решаться комплексно для всех видов изделий и видов проводимых испытаний как самостоятельная задача информатизации бизнес-процессов создания изделий. Её разработка на базе ИС УЖЦИ должна проводиться применительно ко всем разрабатываемым изделиям предприятия.

Достоверность полученных натуральных испытаний определяется совершенством процесса организации испытаний, учётом исходных данных и выбором, подготовкой и настройкой оборудования. В ИС УЖЦИ после внедрения может быть разработана процедура передачи информации от организационно-технических требований к программе испытаний и самому изделию, которая определит актуальность, корректность и достоверность проведённого испытания. В ИС УЖЦИ возможно оценивать последствия полученных результатов и необходимость доработки изделия или процесса испытаний. В ИС УЖЦИ можно организовать учёт испытываемых изделий и испытательного оборудования по изделию, как для головной серии, так и для серийных изделий. Такой подход обеспечивает полный учёт оборудования, проведённых испытаний и их соответствующую компьютерно-математическую оценку. В ИС УЖЦИ создаётся подсистема планирования испытаний, выбора соответствующего испытательного оборудования, учёта требований, соответствующей настройки оборудования и применения методов оценки полученных результатов. Это позволит оперативно оценить соответствие изделия заданным конструктивным параметрам.

Система автоматизации управления и контроля параметров в ходе испытаний серийных образцов изделия должна:

1. Обеспечивать надлежащее качество данных в требуемом формате.
2. Собирать данные с каналов поступления информации с использованием полного набора инструментов при проведении натуральных (физических) испытаний.
3. Управлять порядком проведения периодических и типовых испытаний серийных образцов изделия.
4. Обеспечить взаимодействие с информационной системой предприятия на базе ИС УЖЦИ.

Для испытаний головной серии возможно проведение следующих испытаний на базе существующих средств проведения испытаний предприятия с имеющимися средствами автоматизации управления и контроля параметров в ходе испытаний:

1. Вибрационные испытания (проверка и анализ параметров вибраций ответственных составных ча-

стей (СЧ) изделия и шумов, выявленных в результате натурных испытаний).

2. Термические, тепло-вакуумные и электротермовакuumные испытания (проверка и анализ параметров нагреваемых элементов при помощи термодатчиков на натурном макете и сравнение с результатами виртуального моделирования).
3. Пневмогидравлические испытания и испытания механизмов (проверка и анализ параметров давления на натурном макете, и сравнение с результатами виртуальных испытаний).
4. Прочностные, динамические, на устойчивость и кинематические испытания.
5. Электрические испытания.
6. Отработка функционирования программного обеспечения.
7. Испытания систем информатизации изделия и связи.

В состав проверяемых элементов изделия должны входить: группа приборов управления; группа элементов энергопитания; группа элементов радиосвязи; кабельная сеть; конструкция и механизмы; средства обеспечения теплового режима (СОТР).

Необходимость, объём и порядок испытаний этих составляющих для этапа серийного производства для каждого изделия решается на этапе разработки ЭП и ТП.

Для каждого производства существует ещё дополнительно свой перечень специфических испытаний и соответствующего испытательного оборудования, который определяется особенностями производимых изделий, оснащённостью испытательной базы и особенностями эксплуатации создаваемых изделий.

В обеспечение выполнения испытаний могут применяться стенды, предназначенные для испытания какой-либо одной или комплекса характеристик, от этого зависит применяемая схема испытательного стенда [2].

Испытания подразделяются также в зависимости от стендовой базы и особенностей организационной структуры предприятия.

Для серийных изделий система автоматизации управления и контроля параметров должна обеспечить проведение комплексных испытаний и автоматизировать контроль и управление параметрами, а также позволить производить гибридные испытания на основе стендов, подключаемых к интерфейсам с возможностью моделирования различных режимов работы логических (функциональных) систем изделия.

Состав, порядок и средства испытаний серийного изделия, проводимых на этапе серийного производства,

определяются по результатам отработки головной серии. ГОСТ 15.309-98 устанавливает основные положения по проведению испытаний и приёмки продукции серийного (массового) производства [3, 4].

На этапе создания системы автоматизации управления и контроля параметров в ходе испытаний серийных образцов изделия, на уровне аппаратуры применяют методы и правила:

- выбор решений, обеспечивающих максимальную простоту структуры и правил функционирования изделия;
- существующие на предприятии современные испытательные стенды;
- наиболее отработанные и проверенные схемно-конструкторские решения;
- рациональное использование избыточности;
- использование отказоустойчивых структур;
- облегчение режимов работы электрорадиоизделий (ЭРИ);
- электронное моделирование работы электронных схем;
- проектирование в обеспечение надёжности с анализом надёжности, функциональности, ресурса и сохраняемости, карт работы ЭРИ, анализы худшего случая и др.;
- экспериментальная отработка, в том числе при комплексном воздействии факторов;
- экспертиза правильности применения ЭРИ;
- анализ выявленных при испытаниях несоответствий, их причин и возможных решений.

Резервирование при разработке аппаратуры включает:

- резервные элементы, включаемые непосредственно в функциональную схему;
- резервные возможности применяемых компонентов, снижение допустимой нагрузки;
- резерв времени и временных характеристик ЭРИ.

Должны быть предусмотрены возможности автоматического восстановления системы при отказах.

Электронное моделирование должно закладываться, начиная с самых ранних этапов разработки изделия. Неопределённость данных на ранних этапах снимается их априорным заданием на основе личного опыта разработчика.

Проектирование изделия и его систем включает функциональные, конструкционные и эксплуатационные аспекты, которые должны проверяться, начиная с самых ранних этапов работ и включаться в систему автоматизации управления и контроля параметров в ходе испытаний.

Анализ и представление информации о техническом состоянии и надёжности на всех этапах создания, производства и эксплуатации изделия производится в соответствии с требованиями и ГОСТ 15.309-98 [3].

Автоматизированная система испытаний должна обеспечить выявление дефектов производства серийных изделий на основе перечня конструкторско-технологических решений и систем контроля, исключающих созданий серийных образцов с не выявленными (скрытыми) дефектами производственного и эксплуатационного характера. Объем систем контроля, подлежащих внедрению при создании серийного образца, определяется на этапе ЭП и РП.

При разработке средств управления и контроля параметров в ходе испытаний для серийных изделий должны быть проведены следующие работы:

1. Оценка соответствия производственной и испытательной баз, объектов инженерно-технического обеспечения требуемым условиям производства.
2. Разработка перечня методик проведения испытаний, как для установочной серии, так и серийных изделий.
3. Определение состава, характеристик и мощности необходимых экспериментальной, испытательной и производственной баз и обоснование их достаточности.
4. Разработка перечня мероприятий, обеспечивающих возможность тиражирования изделия.

Работы на всех этапах по созданию системы автоматизации управления и контроля параметров в ходе испытаний серийных образцов изделия проводятся испытательным подразделением в соответствии с направлениями проведения испытательных работ и на основе исходных данных и перечня необходимых испытаний, выдаваемых проектно-конструкторскими и расчётными подразделениями.

Для сбора и хранения данных по этапам и операциям сборки серийного изделия создаётся система управления процессом сборки, проводящая:

1. Сбор данных в ручном режиме, а также на основе вычислительных устройств испытательного оборудования и специализированных измерительных устройств;
2. Хранение данных в специализированных базах данных или в подсистеме ИС УЖЦИ.
3. Оценку и анализ данных на основе утверждённых методик и соответствующих программных средств, учитывая производственные процессы, используемое станочное и испытательное оборудование, инструменты и материалы.

Создание системы сбора и хранения данных при сборке изделия должна решаться как составная часть

единой задачи информатизации всего комплекса бизнес-процессов предприятия.

На начальном этапе производства серийных изделий возможно создание упрощённой самостоятельной базы данных в рамках работ по внедрению ИС УЖЦИ. Состав данных определяется видом организации работ по операциям и технологическим сборочным процессами. По организации работ сборка выбирается стационарной или подвижной. Решение о форме организации работ будет определяться на этапе РП.

При стационарной сборке все сборочные операции производятся на одном рабочем месте.

При подвижной сборке изделие перемещается от одного рабочего места к другому, на которых выполняются отдельные сборочные операции. На таких рабочих местах существует определённый, ограниченный набор инструментов. Сборочные детали подаются на конкретно определённое рабочее место.

Подвижная сборка предполагается не поточной и применяется в серийном производстве. При ней с каждого рабочего места по завершении сборочных операций на данном месте изделие передаётся на следующее рабочее место. Необходимо предусматривать небольшие межоперационные заделы, учитывающие неравномерность производственного процесса для сложных изделий.

При сборке серийного изделия проводится регистрация операций.

При передаче комплектующих частей изделия на монтаж на сборочный конвейер оформляется акт о приёмке-передаче оборудования в монтаж.

На каждом рабочем месте оператор фиксирует на терминале: свои данные, время, факт получения составных частей изделия и других комплектующих на сборку, применяемый инструмент и его инвентарный номер, параметры настройки инструмента, применяемый технологический процесс, замечания по результатам сборки, подтверждение передачи сборки на следующее рабочее место.

После проведённых операций сборки, фиксируется результат сборки и фиксируется на терминале передача собранной части изделия на следующее рабочее место для последующих операций сборки или испытаний.

После окончательной сборки изделие передаётся на испытания с фиксацией в базе данных. Фиксация порядка и результатов испытаний каждого серийного изделия регистрируется в соответствии с принятыми на соответствующем испытательном оборудовании правилами.

---

ЛИТЕРАТУРА

1. Липатов Г.И. Автоматизация измерений, контроля и испытаний. ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет». — Воронеж. — 2011 — 140 с.
2. Схема испытательного стенда, виды и назначения стендов // НПО «Техобеспечение» URL: <https://npo-to.ru/catalog/ispitatelnie-stendi/> (дата обращения: 25.07.2023).
3. ГОСТ 15.309-98 Системы разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приёмка выпускаемой продукции. Основные положения. Переиздание — Август 2010 г. — 13 с.
4. ГОСТР 58972— 2020 Общие правила отбора образцов для испытаний продукции при подтверждении соответствия. — Москва 2020 — 16 с.

---

© Черепанов Никита Владимирович (nv137@yandex.ru)  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»