М488804

МОСКОВСКОЕ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ОРДЕНА
ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ
УЧИЛИЩЕ ИМЕНИ Н.Э.БАУМАНА

На правах рукописи

УДК 629.II.0I2.8I3:658.562

ПАРФЕНЬЕВА ИРИНА ЕВГЕНЬЕВНА

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДВЕСОК АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ МЕТОДАМИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ АМОРТИЗАТОРОВ

Специальность 08.00.20 - Стандартизация и управление качеством продукции

05.05.03 - Автомобили и тракторы

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Москва - 1989

Работа выполнена в Московском ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени высшем техническом училище им. Н.Э.Баумана

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Никифоров А.Д.

Официальные оппоненты: **доктор технических наук, профессор** Щербюк Н.Д.
кандидат технических наук, доцент Галашин В.А.

Ведущая организация: АЗЛК

Защита состоится "12" июня 1989 г. в 14[30] час. на заседании специализированного Совета К 053.15.16 в Московском высшем техническом училище им.Н.Э.Баумана по адресу: 107005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5.

[illegible] библиотеке МВТУ им.

[illegible] вчатью, просим

[illegible] 1989 г.

[illegible] Т.Г.Садовская

[illegible] экз. Объем I п.л.

М 1988049

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность работы. На всех этапах социалистического строительства Коммунистическая партия и Советское правительство придавали первостепенное значение задаче повышения качества выпускаемой продукции. Эта задача полностью относится и к транспортному машиностроению, технический уровень которого по ряду параметров пока отстает от требований сегодняшнего дня. Характерные особенности современных транспортных машин - большие мощности, высокие эксплуатационные скорости движения, значительные усилия и т.д. - приводят к возникновению вибраций и ударов, что вызывает чрезмерные динамические нагрузки, приводящие к быстрому износу дорожного полотна, снижают производительность, надежность и долговечность изделий. Воздействуя на человека, вибрации приводят к ослаблению рефлексов, снижению работоспособности, а иногда являются причинами более тяжелых последствий. Независимо от транспортного назначения системы "человек-машина" ее важнейшие эксплуатационные свойства и их реализация в значительной мере определяются плавностью хода и виброзащитой водителя, пассажиров, груза. В настоящее время проблема виброзащиты решается путем создания и применения подвесок транспортных машин, в составе которых выделяют гасители колебаний - амортизаторы. Наибольшее распространение получили двухтрубные гидравлические амортизаторы (ГА).

Установлено, что на амортизаторы приходится (70-90)% от общего участия элементов подвески в обеспечении плавности хода транспортного средства. Как показывает опыт эксплуатации, амортизаторы транспортных средств имеют низкое качество, обусловленное большим рассеянием характеристик амортизаторов и низким уровнем надежности. Проведение работ в плане совершенствования подвески, появление новых типов шин с уменьшенной радиальной жесткостью делают ГА элементом подвески, лимитирующим ее надежность и качество. С этой точки зрения проблема повышения качества амортизаторов является достаточно актуальной.

Однородность и надежность являются одними из основных свойств функционирования ГА, обеспечение которых вызывает наибольшие трудности и затраты в процессе производства и эксплуатации. Анализ показывает, что однородность и надежность ГА определяются величинами утечек жидкости через элементы дросселирующей системы амортизатора и зависят от погрешностей размеров соп-

№ 1488804

НТБ МГТУ им.Н.Э.Баумана
1488804
Парфеньева И.Е.Повышение э

рягаемых и несопрягаемых функциональных поверхностей. Уровень надежности ГА связан с износом поверхностей деталей. До последнего времени отсутствуют обоснованные нормы точности на размеры деталей ГА. Установление этих норм основывалось на использовании технологических возможностей производства и производилось, как правило, методами конструктивного подобия и аналогии. Отсутствуют данные по износу деталей ГА, что не позволяет своевременно выявить параметры, воздействуя на которые можно повысить надежность ГА.

Поэтому исследование однородности, надежности ГА и совершенствование на основе этого системы управления качеством ГА являются актуальной задачей.

Цель работы. Целью работы является повышение качества функционирования ГА за счет разработки методов оптимизации параметров и точности деталей ГА, стандартизации и технического контроля.

Методы исследований. При проведении исследований использовались теория графов, аппарат дифференциального исчисления, теория вероятности и математической статистики, теория нелинейного программирования. Основные результаты работы получены с использованием математического моделирования и проведения численного эксперимента на ЭВМ, а также основаны на проведении физического эксперимента, включающего эксплуатационные и стендовые испытания ГА.

Научная новизна. Выявлены закономерности формирования показателей однородности, надежности ГА и на их основе разработаны методы повышения технического уровня амортизаторов.

Разработан принцип обеспечения энергоемкости ГА на основе оценки их работоспособности с учетом стабильности, надежности, точности амортизаторов и плавности хода транспортного средства по коэффициенту работоспособности. На основе проведенных исследований разработана математическая модель для расчета коэффициента работоспособности.

Разработаны методы оптимизации параметров и требований к точности параметров ГА.

Разработана методика обеспечения взаимозаменяемости элементов ГА, включающая математические модели требований к точности для расчета допусков на размеры деталей амортизаторов.

Разработаны метод, средство и нормы контроля качества узлов клапана отдачи ГА. В целях типизации процесса контроля клапанных

узлов ГА различной размерности разработана система допускаемых погрешностей измерения величины контролируемого параметра.

Практическая ценность и реализация результатов работы. Практическим результатом выполненной работы является использование разработанных математических моделей, методик комплексных исследований протекающих в ГА процессов для расчета требований к качеству ГА и изделий однородной группы.

Разработанные рекомендации по нормированию требований к качеству ГА, методика контроля и рабочая документация на средство контроля узлов клапана отдачи ГА переданы на Скопинский автоагрегатный завод для использования их в целях повышения качества выпускаемой продукции.

Результаты эксплуатационных испытаний ГА по установлению динамики изменения усилия сопротивления и экспериментальной оптимизации фактора прогнозирования могут быть использованы при разработке методики испытаний на надежность комплектующих частей автомобиля.

Разработанная методика нормирования требований к точности функциональных параметров, алгоритмы и программы расчета на ЭВМ могут быть использованы при расчете допусков размеров деталей изделий однородной группы. В частности, методика, алгоритмы, программы использовались для расчета допусков размеров деталей турбодетандерных агрегатов.

Стандартизация методик математического моделирования и разработки математических моделей оптимизации требований к качеству ГА вошли составной частью в нормативные документы.

Годовой экономический эффект от внедрения результатов работы по повышению качества ГА составит 48 тыс. рублей в год.

Апробация работы. Работа докладывалась и обсуждалась на научно-технических семинарах кафедры "Метрология и взаимозаменяемость" МВТУ им.Н.Э.Баумана в 1981, 1982, 1985 и 1986 г.г.; результаты работы были представлены на Всесоюзном научно-техническом симпозиуме по применению систем автоматизированного проектирования в машиностроении (г.Ростов-на-Дону, 1983 г.); на Всесоюзной конференции по современным вопросам информатики, вычислительной техники и автоматизации (г.Москва, 1985 г.); на научно-технических конференциях в Марийском политехническом институте (1980 - 1983 г.г.).

Публикации. Результаты исследований представлены в девяти опубликованных печатных работах

Структура и объем работы. Диссертация написана на 142 страницах машинописного текста, состоит из введения, шести глав, заключения. Сопровождается 49 рисунками, 40 таблицами, списком литературы из 96 наименований, приложениями.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе диссертации дается характеристика объекта исследования, проведена оценка технического уровня ГА, содержится обзор и критический анализ литературных и производственных данных по вопросам, связанным с управлением качеством ГА, и поставлены задачи исследования.

Анализ литературных и производственных данных показал, что основным эксплуатационным показателем ГА является энергоемкость (сила сопротивления), определяемая величинами утечек жидкости через элементы дросселирующей системы, и зависящая от совокупности функциональных параметров: зазоров в трущихся парах, размеров калиброванных и клапанных отверстий, предварительного натяга и жесткости упругих элементов клапанов, точности изготовления отдельных деталей ГА, качества сборки, вязкости рабочей жидкости и др.

Анализ показал, что низкое качество ГА обусловлено большим рассеянием силы сопротивления и низким уровнем надежности ГА. Существующие работы по повышению качества ГА построены по общей методологической схеме, в которой вопросы управления качеством функционирования ГА сведены, в основном, к расчету оптимальной характеристики сопротивления. Слабо изучена связь предельных отклонений усилия сопротивления с точностью функциональных параметров дросселирующей системы. Предельные отклонения усилия сопротивления использовались преимущественно для целей оценки точности изделия и не служили основой для назначения допусков. Отсутствие модели прогнозирования ГА по показателю усилия сопротивления, характера изменения функциональных параметров во времени не позволяют дать оценку надежности изделия и выработать рекомендации по повышению их качества в более полном объеме.

Выявленные в результате анализа принципиальные недостатки

в управлении качеством ГА и отсутствие необходимых литературных данных определили постановку следующих задач исследования:

I. Для обеспечения энергоемкости ГА провести функциональный анализ амортизаторов с разработкой математических моделей функционирования по показателю усилия сопротивления, по точности параметров и модели прогнозирования по показателю усилия сопротивления.

2. С целью экспериментальной оптимизации фактора прогнозирования разработать методику и провести экспериментальные исследования ГА в реальных условиях эксплуатации. Для проверки моделей функционирования на адекватность провести стендовые экспериментальные исследования ГА.

3. Для комплексного расчета оптимальных параметров и требований к точности параметров ГА разработать систему оптимизации требований к качеству ГА и провести численный эксперимент с использованием ЭВМ.

4. С целью обеспечения качества функционирования ГА разработать систему технического контроля амортизаторов, включающую разработку процессов и документации технического контроля, а также метода, средства и норм контроля узлов клапана отдачи ГА.

5. С целью регламентации требований по повышению качества ГА разработать алгоритм обоснованного формирования фонда НТД ГА и в пределах его границ - конкретные разработки НТД на основе проведенных исследований.

Вторая глава посвящена разработке и исследованию математических моделей функционирования ГА.

Проведен анализ функционирования ГА в системе "подвеска транспортного средства" с помощью амплитудно-частотных характеристик, полученных с использованием метода направленных графов, на примере передней подвески легкового автомобиля марки "ГАЗ".

Проведен анализ рабочего процесса амортизатора с последующей разработкой модели функционирования по показателю усилия сопротивления, приемлемой к расчету различных конструкций амортизаторов гидравлического, пневмогидравлического типов, с конкретизацией ее в рабочей модели амортизатора конкретного рассматриваемого типа. Проведен расчет клапанной системы ГА с конструкциями клапанов втулочного и дискового типа. Для исследуемой конструкции ГА установлены зависимости усилия сопротивления с функциональными параметрами и проведен расчет характеристики сопротив-

ления ГА с клапанами втулочного и дискового типов с применением ЭВМ.

Проведено моделирование точности ГА в широком диапазоне скоростей перемещения поршня. Установлено, что предельные отклонения усилия сопротивления от номинальных значений превышают допустимые значения на клапанном участке хода отдачи и на дроссельном участке хода сжатия. Определены коэффициенты влияния функциональных параметров на усилие сопротивления ГА на всех участках характеристики и выявлены функциональные параметры, оказывающие наибольшее влияние на усилие сопротивления: зазоры в сопряжениях поршень-цилиндр, шток-направляющая для дроссельных участков характеристики, ход клапанов отдачи и сжатия для клапанных участков. Рассчитаны предельно допустимые зазоры в сопряжениях, исходя из требования по обеспечению усилия сопротивления.

Разработана модель прогнозирования ГА по показателю усилия сопротивления, что позволяет оценить уровень надежности ГА и применить новый подход к формированию их качества. Показано, что работоспособность ГА зависит от конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов. Конструкция ГА, номинальные и точностные параметры определяют несущую способность ГА, M . Рабочая нагрузка ГА определяется действующими на амортизатор силами в подвеске транспортного средства, R . Рабочая нагрузка и несущая способность ГА являются величинами случайными. Для количественной оценки работоспособности ГА в работе введено понятие коэффициента работоспособности n , который отражает соответствие нагружения и несущей способности ГА в стохастической постановке, включает совместное рассмотрение величин внешних нагрузок и несущей способности в зависимости от отклонений его параметров и позволяет прогнозировать работоспособность ГА

$$n = \frac{M}{R} = \frac{1}{R}\left[\varkappa\sqrt{\sigma^2 P^r(t=0) + \sigma^2\psi(t,C,D,\ldots)\cdot t^2} + P^r_{min} + \psi(t,C,D,\ldots)\right]$$

где $\sigma^2 P^r(t=0)$ - среднее квадратическое отклонение усилия сопротивления ГА в момент времени $t=0$; $\sigma^2\psi(t,C,D,\ldots)$ - среднее квадратическое отклонение функции скорости изменения усилия сопротивления; $\varkappa$ - оператор Лапласа, принимается с учетом заданной вероятности безотказной работы ГА в момент времени t ; P^r_{min} - допустимая граница усилия сопротивления ГА, выход за пределы которой рассматривается как параметрический отказ; $\psi(t,C,D,\ldots)$ -

функция изменения усилия сопротивления ГА при эксплуатации;

$C, D, \ldots$ - случайные аргументы.

Закон изменения несущей способности ГА в процессе эксплуатации получен путем экспериментальных исследований ГА.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований ГА, которые проводились по следующим направлениям:

экспериментальное определение характеристики сопротивления ГА и ее предельных отклонений от номинального значения с целью проверки достоверности разработанных моделей функционирования;

экспериментальная оптимизация фактора прогнозирования ГА с целью определения неизвестных величин в модели прогнозирования по показателю усилия сопротивления;

исследование фактической точности изготовления деталей сопряжений ГА методом математического моделирования.

Экспериментальные исследования проводились на амортизаторах легковых автомобилей марки ГАЗ, выпускаемых СААЗ.

Определение характеристики сопротивления ГА проводилось на динамометрическом стенде "GME" в лаборатории СААЗ. Для проверки моделей функционирования ГА по показателю усилия сопротивления определялась зависимость усилия сопротивления от скорости относительного перемещения поршня в диапазоне скоростей до 0,7 м/с на ходе отдачи и сжатия. Усилие сопротивления определялось с точностью $\pm$ 5%, диапазон усилия сопротивления находился в пределах 0-2000 Н для хода отдачи и 0-650 Н для хода сжатия. Расхождение расчетных и экспериментальных данных не превысило 11% для хода отдачи и 17% для хода сжатия во всем диапазоне произведенных измерений, что лежит в пределах погрешности эксперимента.

Для проверки модели функционирования ГА по точности параметров определялось усилие сопротивления на сжатии и отдаче для партии амортизаторов из 40 штук при одной и той же скорости относительного перемещения поршня 0,42 м/с и проводилась статистическая обработка результатов. Показано, что распределение усилия сопротивления подчиняется нормальному закону распределения (проверка по критерию согласия W при 5% уровне значимости критерия) и определены его статистические характеристики. Расхождение расчетных и экспериментальных данных для математического ожидания усилия сопротивления составило 10% и 12%, для среднего квадратического отклонения 20% и 17%, соответственно, для хода отдачи и сжатия.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что разработанные модели функционирования ГА по показателю усилия сопротивления и по точности параметров описывают рабочие процессы в ГА с достаточной для практики точностью.

Для определения неизвестных величин в модели прогнозирования проводились испытания ГА в условиях реальной эксплуатации автомобилей на асфальтовых дорогах г.Йошкар-Олы и в лаборатории Марийского политехнического института. Партия амортизаторов (56 штук) с конструкциями клапанов втулочного типа перед началом испытания проверялась на соответствие техническим условиям и определялись размеры поршня, цилиндра, штока, направляющей, размеры и жесткости клапанных пружин, других деталей ГА. В ходе испытаний периодически на динамометрическом стенде снималась диаграмма ГА, определялись усилия сопротивления на сжатии и отдаче, производилось измерение размеров основных деталей и фиксировалась наработка ГА. Динамометрический стенд изготовлен по схеме синусного механизма. Силовые характеристики ГА снимались при помощи тензодатчиков и записывались на бумагу шлейфовым осциллографом Н-117. Измерение усилий сопротивления производилось при скорости относительного перемещения поршня 0,52 м/с.

Зависимости износа деталей ГА от наработки подбирались оптимальной формы, для чего были исследованы различные формы связи, приближенно описывающие экспериментальные данные. Оценка линейности регрессий по параметрам модели осуществлялась по F - критерию Фишера при 5% уровне значимости критерия, а выбор оптимальной формы связи - по критерию наименьшей остаточной дисперсии. Получены зависимости изменения усилия сопротивления ГА в процессе эксплуатации. В результате статистической обработки экспериментальных данных, характеризующих усилие сопротивления партии ГА, имеющих пробег 0,30,60 тыс. км, установлена зависимость изменения от наработки среднего квадратического отклонения усилия сопротивления.

Проведено исследование фактической точности изготовления деталей сопряжений ГА методом математического моделирования, использующим теоретико-вероятностный и статистический подходы к решению задачи. Проведен анализ наиболее существенных технологических факторов, влияющих на точность обработки деталей сопряжений ГА, и получена модель точности процессов изготовления в аналитическом виде. Показано, что вопросы точности обработки деталей

сопряжений ГА необходимо решать с учетом погрешности формы, так как погрешности формы достигают величин, соизмеримых с точностью размера, что вызывает неравномерность зазоров в сопряжениях, а это оказывает существенное влияние на сборку сопряжений и их функционирование. За исходное выражение при определении погрешности обработки текущего размера принимается выражение

$$R(\varphi) = R + X_K \cos(\kappa\varphi + \varphi_K), \quad \kappa = 2,3,\ldots,\bar{p}$$

где R - погрешность собственно размера; $X_K \cos(\kappa\varphi + \varphi_K)$ - погрешность формы в поперечном сечении; φ - угловая координата; X_K - амплитуда; φ_K - начальная фаза; κ - порядковый номер гармоники.

В этом выражении погрешность размера рассматривается как случайная величина, погрешность формы в виде случайных элементарных функций. На примере штока доказывается стационарность случайных функций погрешности формы. С этой целью проводились исследования отклонений формы штока в поперечном сечении на кругломере. Запись реализаций случайной функции производилась в полярных координатах. По семейству реализаций определялись характер изменения реализации, ее стационарность, статистические характеристики и законы распределения. Из опытных данных следует, что отклонение формы штока в поперечном сечении можно принять изменяющимся по закону Релея. Отклонения формы других деталей сопряжений ГА определялись как разность наибольшего и наименьшего диаметров и оценивалась как существенно положительная величина. С этой целью производились измерения размеров деталей сопряжений ГА. Измерения размеров деталей типа вала производились на вертикальном оптиметре с ценой деления 0,001 мм и погрешностью измерения 0,0003 мм, размеров деталей типа отверстий индикаторным нутромером с ценой деления 0,001 мм и погрешностью измерения 0,005 мм. Стационарность случайной функции позволяет получить уравнение связи текущего диаметра Z деталей сопряжений ГА в виде $Z = X + Y$, где X - отклонение собственно диаметра, Y - отклонение формы в поперечном сечении. Определены статистические характеристики и законы распределения случайной величины текущего размера деталей сопряжений ГА. Проведена оценка точности процессов изготовления статистическим методом.

В четвертой главе диссертации разрабатывается система оптимизации параметров и требований к точности параметров ГА. Описы-

вается структура математических моделей оптимизации, формализация целевых функций и ограничений, алгоритмы и программы вычислений на ЭВМ, анализ результатов вычислений, содержится формулировка рекомендаций.

Система оптимизации параметров и требований к их точности включает решение ряда оптимизационных задач:

1. Расчет характеристики сопротивления ГА для различных эксплуатационных режимов движения на основе требований, предъявляемых к подвеске автомобиля. В качестве целевой функции для расчета принята дисперсия ускорений подрессоренной массы, используемая для оценки плавности хода транспортного средства. На оптимизируемый параметр - коэффициент сопротивления линейной характеристики K_p наложены ограничения функциональные в виде модели функционирования ГА в системе "подвеска транспортного средства" и двух ограничений в виде неравенств. Первое ограничивает уровень дисперсии скорости относительного перемещения подрессоренной и неподрессоренной масс, исходя из условия отсутствия "пробоев" подвески, второе ограничивает уровень дисперсии перемещения колес автомобиля относительно дорожного полотна, исходя из условия "безотрывного" качения колес автомобиля. На оптимизируемый параметр наложены также ограничения областные. Расчет характеристики сопротивления ГА производился при движении автомобиля по дорогам с асфальтовым, цементо-бетонным и булыжным покрытиями при скорости движения автомобиля 100, 80, 60 км/час, соответственно. Движение автомобиля моделировалось в течении 7 секунд. Значение коэффициента сопротивления K_p =1,926 10^3 Н·с/м , соответствующее исследуемой конструкции ГА, было принято в качестве начального при расчете оптимальной характеристики. Получены следующие результаты расчета: для булыжного покрытия K_p =1929 Н·с/м, для цементо-бетонного покрытия K_p = 1360 Н·с/м, для асфальтового покрытия K_p = 205 Н·с/м. Осредненное значение коэффициента сопротивления с учетом вероятности пробега автомобиля автомобиля по дорогам различных типов и после приведения характеристики сопротивления ГА к штоку составило величину K_p = 1240 Н·с/м, которой соответствует коэффициент апериодичности колебаний в подвеске ψ =0,24.

2. Уточнение номинальных значений функциональных параметров, оказывающих наибольшее влияние на характеристику ГА, с целью приближения характеристики ГА к найденной оптимальной. В качестве целевой функции принято отклонение существующей характеристики ГА от

оптимальной на разных участках характеристики. На оптимизируемые параметры наложены ограничения в виде модели функционирования по показателю усилия сопротивления и областные. Значения оптимизируемых параметров в процессе решения вычислялись по рекуррентным формулам, реализующим метод случайного поиска с адаптацией. На каждой итерации поиска определялась нелинейная характеристика сопротивления ГА, проводилась ее линеаризация на участке скоростей относительного перемещения поршня от -1м/с до 1 м/с и сравнение с найденной оптимальной характеристикой. Прекращение поиска определялось заданной точностью решения задачи. Содержатся рекомендации по уточнению значений функциональных параметров с целью приближения характеристики ГА к оптимальной.

3. Расчет оптимальных требований к технологической точности изготовления деталей ГА, исходя из требования по обеспечению усилия сопротивления и минимума затрат при изготовлении ГА. Получены зависимости технологической себестоимости обработки деталей ГА от точности по данным заводов отрасли с использованием метода с учетом укрупненных затрат. Зависимости технологической себестоимости изготовления деталей из листового проката (дисков) от точности определялись с учетом действующего Прейскуранта цен на листовой прокат. Технологическая себестоимость была принята в качестве целевой функции при расчете оптимальных требований к точности деталей ГА. В качестве функциональных ограничений принята модель функционирования ГА по точности параметров. На оптимизируемые параметры (допуски) наложены ограничения областные с учетом технологических возможностей производства. Содержатся рекомендации по точности размеров деталей ГА при различных требованиях к точности усилия сопротивления.

В пятой главе диссертации излагаются вопросы совершенствования системы технического контроля ГА.

Приводится классификация контрольно-испытательных средств для оценки функционирования ГА, инструкционная карта контроля в целях испытаний и возможной сертификации ГА.

Разработаны методика и средство технического контроля узлов клапана отдачи ГА, проведен метрологический анализ средства контроля. В основу контроля положен метод, основанный на зависимости расхода жидкости от площади проходного сечения канала истечения жидкости. Методика контроля заключается в том, что в рабочий гидроцилиндр, идентичный цилиндру ГА, осуществляется загрузка про-

веряемого узла и прогоняется строго заданный расход масла через него. Снимаются показания давления разгрузки на каждом проверяемом узле, зависящие от погрешностей изготовления и сборки деталей клапанного узла, и сравнивая их с теоретически рассчитанным значением, узлы относятся в годные или бракуются. В целях типизации процесса контроля клапанных узлов ГА различной размерности, проведена классификация ГА по метрологическому признаку и разработана система допускаемых погрешностей измерения величины контролируемого параметра, обеспечивающая правильность выбора измерительных средств в соответствии с точностью контролируемого параметра и требуемую достоверность контроля.

В шестой главе диссертации излагаются вопросы разработки методических основ построения НТД ГА, дается оценка экономической эффективности и практического использования результатов проведенных исследований.

Приведена методика обоснованного формирования фонда НТД ГА. В пределах границ фонда НТД на основе проведенных исследований разработаны принципы построения НТД на разработку математических моделей оптимизации требований к качеству ГА и методика автоматизированного выбора требований к точности сопряжений и элементов ГА.

Показано, что основными источниками получения экономического эффекта являются сокращение объема и снижение стоимости научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ; сокращение затрат по статьям себестоимости изготовления ГА; снижение уровня вибронагруженности водителя и пассажиров.

В результате расчета требований к точности геометрических параметров деталей ГА при существующих требованиях к точности усилия сопротивления установлено, что рассчитанные допуски и посадки обеспечивают снижение суммарных затрат на изготовление ГА на 0,7%, что при годовой программе выпуска ГА рассматриваемого типа 631 тыс.штук дает экономический эффект 24,9 тыс. руб.

Применение разработанного средства контроля клапанных узлов ГА позволяет выявить брак до сборки амортизатора, исключить впоследствии затраты на разборку и сборку изделия и дает годовой экономический эффект в размере 23,5 тыс.руб.

Рассчитанная оптимальная характеристика ГА по критерию плавности хода транспортного средства обеспечивает снижение уровня вибронагруженности водителя, пассажиров в 1,5-2,5 раза для дорог

различных типов.

Результаты исследований внедрены во ВНИИСтандартизации при разработке методических материалов по формированию унифицированных базовых математических моделей оптимизации на отдельные виды однородной продукции.

Результаты исследований использовались во ВНИИНМАШ при разработке методических указаний "Цепи размерные. Основные понятия. Методы расчета. (Первая редакция)".

Методики расчета требований к качеству ГА, методика контроля и рабочая документация на средство контроля узлов клапана отдачи ГА переданы на САЗ для внедрения в производство ГА. Годовой экономический эффект от внедрения рекомендаций по повышению качества ГА составит 48 тыс. руб.

Методика расчета требований к точности изделий, разработанные алгоритмы и программы расчета на ЭВМ использовались при выполнении научно-исследовательской работы при расчете допусков размеров деталей турбодетандерных агрегатов. Экономический эффект от внедрения научно-исследовательской работы составил 155 тыс. руб. в год (долевое участие автора не выделялось).

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Установлены пути дальнейшего повышения эффективности использования подвесок автотранспортных средств за счет совершенствования системы управления качеством ГА с составляющими процессов управления в виде системы оптимизации, технического контроля и стандартизации.

Реализация процессов управления качеством ГА связана с обеспечением энергоемкости ГА.

2. Разработан принцип обеспечения энергоемкости ГА с учетом надежности, точности и плавности хода транспортного средства по коэффициенту работоспособности. Разработана математическая модель для расчета коэффициента работоспособности, по значению которого следует уточнять основные проектные данные ГА - усилие сопротивления и границы рабочей диаграммы для конкретных условий эксплуатации ГА.

3. Разработаны математические модели оптимизации требований к качеству ГА, основанные на результатах комплексного исследования энергетических и метрических свойств ГА. Оптимальные

параметры ГА, рассчитанные по критерию плавности хода транспортного средства, обеспечивают снижение уровня вибронагруженности водителя и пассажиров для дорог различных типов в 1,5 - 2,5 раза.

4. Разработана методика расчета геометрических размеров деталей ГА, исходя из требования по обеспечению усилия сопротивления с экономическим критерием оптимальности. Рассчитанные по методике допуски на размеры деталей ГА обеспечивают снижение суммарных затрат на изготовление на 0,7%, что при годовой программе выпуска ГА 631 тыс. штук дает экономический эффект 24,9 тыс.руб. Предложенную методику рекомендуется использовать при расчете точности изделий однородной группы.

5. Обеспечение однородности усилия сопротивления требует совершенствования системы технического контроля ГА, включающего разработку метода, средства и норм контроля узлов клапана отдачи ГА. Предложенная система технического контроля позволяет уменьшить число бракованных узлов ГА и получить годовой экономический эффект за счет уменьшения процента брака в сумме 23,5тыс. руб. С целью применения средства контроля клапанных узлов к ГА различной размерности разработана система допускаемых погрешностей измерения величины контролируемого параметра.

6. Обеспечение качества ГА по стадиям жизненного цикла в значительной степени зависит от обоснованного формирования фонда НТД. Разработана методика построения фонда стандартов технического обеспечения качества ГА и в пределах его границ конкретные разработки НТД на основе проведенных исследований. По каждой из приведенных разработок установлены принципы их построения.

7. Предложенные и реализованные пути повышения качества ГА позволяют получить суммарный экономический эффект от снижения затрат на этапах формирования и обеспечения качества ГА в размере 48 тыс.руб.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Самокаев В.И., Шебашева (Парфеньева) И.Е. Методика оптимизации допусков на размеры элементов дросселирующей системы гидравлического амортизатора по функциональному признаку // Известия ВУЗов. Машиностроение.- 1981.-№4.-С.96-101.

2. Самокаев В.И., Шебашева (Парфеньева) И.Е. Оптимизация допусков размеров элементов дросселирующей системы гидравлическ-

кого амортизатора // Известия ВУЗов. Машиностроение.- 1981.- №6.-С.102-105.

3. Самокаев В.И., Шебашева (Парфеньева) И.Е. Оптимизация допусков функциональных размеров элементов телескопических амортизаторов // Известия ВУЗов. Машиностроение.- 1983.-№4.-С.44-48.

4. Самокаев В.И., Шебашева (Парфеньева) И.Е. Оптимизация параметров гидравлических амортизаторов транспортных машин // Применение систем автоматизированного проектирования конструкций в машиностроении: Тез. докл. Всесоюзного научно-технического симпозиума.- М., 1983.- Ч.I.-С.90-91.

5. Шебашев В.Е., Шебашева (Парфеньева) И.Е. Оптимизация геометрических параметров изделий // Современные вопросы информатики, вычислительной техники и автоматизации: Тез. докл. Всесоюзной конференции.- М., 1985.-С.92.

6. Шебашева (Парфеньева) И.Е., Никифоров А.Д. К разработке математической модели оптимизации параметров гидравлических амортизаторов автомобилей // Известия ВУЗов. Машиностроение.- 1985.- №7.- С.79-84.

7. Шебашева (Парфеньева) И.Е., Градобоев В.Н. Прогнозирование качества функционирования и параметров гидравлических амортизаторов автомобилей // Известия ВУЗов. Машиностроение.- 1985.- №11.- С.54-56.

8. Никифоров А.Д., Колчков В.И., Шебашева (Парфеньева) И.Е. Оптимизация параметров гидравлических амортизаторов // Разработка методологии создания унифицированных блоков базовых математических моделей многокритериальной оптимизации и разработка блоков базовых математических моделей оптимизации на отдельные виды однородной продукции / ВНИИСтандартизации.- М., 1986.- С.198-210.- Деп. во ВНИИКИ 19.03.87, №309 кк.

9. Методические указания. Цепи размерные. Основные понятия. Методы расчета. Первая редакция.- М.: Изд-во стандартов, 1986.- С.24-26, 64-69.