

УДК 681.5

## ИНФОРМАЦИОННАЯ УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА КОНСТРУКТОРСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ АППАРАТОВ

Ульшин В.А. (ВНУ им. В. Даля г. Луганск, Украина), Генкин Б.И., Смолий В.Н.,  
Замошников М.В. (ТИ ВНУ им. В. Даля г. Северодонецк, Украина)

**Аннотация.** Предложена информационная управляющая система конструкторской подготовки производства электронных аппаратов, которая включает компоненты, выполняющие анализ различных объектов, обеспечивает системное исследование их взаимодействия с целью достижения наилучшего результата по управлению компоновкой электронного аппарата, получению сценариев процесса управления конструкторской подготовкой производства и обеспечения допустимой величины эффективности управления производством.

**Ключевые слова:** управление, информационная управляющая система, процесс производства, электронный аппарат, метод анализа иерархий, эффективность управления.

**Введение.** Имеет место влияние условий эксплуатации на функционирование электронных аппаратов [1], обусловленное рядом явлений, происходящих, в том числе и на молекулярном уровне, поэтому актуальной является необходимость устранения или компенсации подобного рода влияния, что возможно посредством изучения последствий такого влияния, моделирования и управления компоновкой, параметрами и свойствами электронных аппаратов.

В контексте анализа компьютерно - интегрированного производства, следует подчеркнуть, что достижение параметров качества электронного аппарата, повышение надежности, вибрационной и резонансной устойчивости при условии достижения экономической целесообразности производства опытного образца изделия, исключение испытаний, возвратов на доработку изделия, сокращение времени, материальных затрат на производство и формализации знаний и опыта экспертов, возможно только при едином системном управлении конструкторской подготовкой производства электронного аппарата к опытному или серийному производству, компоновкой электронного аппарата, всем производством или предприятием для которого выполняется конструкторская подготовка производства. Конструирование электронного аппарата предполагает моделирование и исследование параметров и компоновки блоков электронного аппарата, а управление конструкторской подготовкой производства предполагает поиск сценариев достижения этих характеристик электронного аппарата при минимальных экономических затратах и длительности процесса выпуска опытного образца электронного аппарата.

Целью работы является создание информационной управляющей системы конструкторской подготовки производства электронных аппаратов посредством решения задач разработки информационного описания и принципиальной схемы функционирования, позволяющих реализовать предлагаемую систему в виде системы поддержки принятия решений.

**Основное содержание и результаты работы.** Разрабатываемая система поддержки принятия решений конструкторской подготовки производства электронных аппаратов учитывает взаимодействие различных и противоречивых составляющих и включает в себя компоненты, выполняющие анализ различных объектов, обеспечивает системное исследование их взаимодействия с целью достижения наилучшего результата по управлению компоновкой электронного аппарата, получению сценариев процесса управления конструкторской подготовкой производства и допустимой величины эффективности управления производством. Сочетание таких разносторонних аспектов в разрабатываемой системе

поддержки принятия решений позволит предприятию производителю электронных аппаратов адаптироваться к существующим экономическим условиям.

Источниками эффективности управления производством электронных аппаратов различного назначения и условий эксплуатации выступает поиск единого системного подхода в управлении именно конструкторской подготовкой производства электронных аппаратов, как самой ранней стадией производства изделия. Эффективное управление конструкторской подготовкой производства электронных аппаратов позволит обеспечить наилучшие показатели качества, надежности, резонансной и вибрационной устойчивости электронных аппаратов, как вновь выпускаемого изделия при освоении выпуска новой продукции, так и модернизацию ранее производившихся изделий. С другой стороны модернизация существующей конструкторской подготовки производства инструментами моделирования, управления компоновкой, систематизированными и формализованными в систему поддержки принятия решений знаниями и опыта экспертов, позволит исключить испытания и доводку опытного образца из стадий конструкторской подготовки производства. Полученный и исследованный на модели вариант конструктивного оформления электронного аппарата позволит сформировать комплект технической документации и управляющие программы для технологического оборудования для массового или серийного производства без выпуска опытного образца изделия.

Работа на этапе конструкторской подготовки производства основывается на результатах научно-исследовательской работы и является процессом инженерного воплощения теоретических результатов, полученных на этапе научно-исследовательской разработки, в схему и конструкцию изделия. На этапе конструкторской подготовки производства на первый план выступают экономические задачи, так как именно здесь формируются основные параметры электронного аппарата, влияющие как на его стоимость, так и на длительность и стоимость его разработки. Во время выполнения конструкторской подготовки производства производится теоретическое, расчетное и экспериментальное исследование реализованных в электронном аппарате идей, как по конструкции изделия, так и по реализации бизнес - проектов. С помощью разрабатываемой системы поддержки принятия решений конструкторской подготовки производства электронных аппаратов решаются неструктурированные и слабоструктурированные многокритериальные задачи [2]. Решение рассматриваемых многокритериальных задач позволит не только повысить качество, надежность, резонансную и вибрационную устойчивость электронных аппаратов, но и обеспечить экономическую целесообразность производства опытного образца изделия, исключить испытания, возвраты на доработку изделия, сократить время, материальные затраты на производство и формализовать знания и опыт экспертов.

При производстве опытного образца изделия возникают ситуации, когда образец изделия отвечает возложенным требованиям, но позже, в процессе эксплуатации электронного аппарата проявляются резонансные явления или факты нарушения функционирования, которые необходимо было обнаружить и устранить еще на стадиях компоновки и испытаний. С другой стороны, недопустимым в современных экономических условиях являются потери времени и средств от отбраковки производимого изделия на стадии испытаний, когда сконструированный блок электронного аппарата не отвечает возложенным требованиям на его свойства, или скомпонованное изделие не выдерживает возможных перегрузок, возникающих в условиях эксплуатации. Поэтому необходимо изменить последовательность выполняемых операций и включить моделирование параметров, компоновки и свойств производимого объекта на более ранние стадии производства, а именно на этап конструирования блока электронного аппарата. В существующий процесс конструкторской подготовки производства электронного аппарата необходимо включить концепцию управления, охватывающую различные стадии, и позволяющую определять парамет-

ры и компоновку, вибрационную устойчивость и надежность производимого объекта в зависимости от условий эксплуатации и назначения электронного аппарата.

Эффективность управления конструкторской подготовкой производства складывается из различных составляющих [3], что определяется экономическими и управлениемскими факторами или характеристиками. Для рассматриваемой классификации электронных аппаратов наиболее существенную роль играют оценки этих составляющих, степени их важности и приоритетности для конкретного объекта и условий эксплуатации. К особенностям управления конструкторской подготовкой производства электронных аппаратов и их составляющих следует отнести высокую степень итерационности и большую роль субъективного фактора.

В то же время механизм анализа результатов моделирования, генерации сценариев достижения оптимальных компоновки, качества, надежности и свойств электронных аппаратов при оптимизации параметров управления конструкторской подготовкой производства следует возложить на систему поддержки принятия решений, базирующуюся на искусственном интеллекте.

Существующие системы управления конструкторской подготовкой производства ориентированы на компьютерно -интегрированное производство, причем речь идет о безбумажных технологиях представления, обработки и хранения информации. В соответствии с концептуальной моделью предметной области необходимо определить точки соприкосновения предлагаемой системы поддержки принятия решений с конструкторской подготовкой производства электронных аппаратов. Для достижения этой цели следует разбить общее представление о процессе управления на подсистемы и произвести структуризацию функций подсистем.

Процесс управления конструкторской подготовкой производства начинается с построения образа электронного аппарата, затем для него происходит оптимизация частных показателей качества, надежности, резонансной и вибрационной устойчивости, определяющих именно подстройку в управлении конструкторской подготовкой производства под свойства и характеристики готового изделия. Далее необходимо проанализировать влияние функций анализа на показатели управления конструкторской подготовкой производства, увеличение времени затрачиваемого на доводку изделия, привлечение большого количества персонала, а затем применять механизмы структуризации знаний и получения решений для организации функции системы поддержки принятия решения.

В существующих системах автоматизированного проектирования и производства электронных аппаратов, базирующихся на числовых методах исследования динамических характеристик элементов, отсутствует системный анализ проблемы повышения надежности, вибрационной и резонансной устойчивости выпускаемых изделий при условии минимизации материально-технических затрат на производство.

Существующее управление конструкторской подготовкой производства электронных аппаратов предполагает выполнение большого количества итераций, каждая из которых предполагает действие по управлению конструированием электронного аппарата и носит зачастую взаимоисключающий и противоречивый характер, так как управление происходит вслепую. Применяемые численные методы исследования динамических характеристик электронных аппаратов и их компонентов не относят свойства к геометрии конструктивов, вариантам их соединения, схеме виброзоляции, параметрам виброзоляторов и т.д. Из определяемых динамических характеристик не становится явным, что необходимо изменить в конструкции: параметры, компоновку, конструкцию, свойства и т.д., чем управлять и как управлять наиболее эффективно с точки зрения действенных мер и целесообразности. Современное состояние топологии печатного монтажа характеризуется наличием предела точности линий связи и достижением максимально возможной скорости распространения сигнала в печатных носителях. Необходимо менять концепцию управления

конструкторской подготовкой производства электронных аппаратов и конкретно определять, на что воздействовать: на размещение компонентов, на виды их соединения, на конструкционное оформление блока электронного аппарата и т.д.

Так как подстраивать управление конструкторской подготовкой производства электронных аппаратов под условия эксплуатации, заданные требования вибрационной устойчивости и надежности последних необходимо именно выбором управляющих воздействий, направленных на конструирование блоков электронных аппаратов, то актуальной является проблема выбора наиболее действенных мер воздействия или формирования содержания и последовательности управляющих воздействий, приносящих за минимальное количество итераций максимальный качественный результат. Имеет место несколько вариантов (сценариев) управления, каждый вариант характеризуется наличием противоречивых результатов. Противоречие может быть, как в самом конструировании, непосредственно направленном на улучшение параметров и компоновки производимого объекта, так и противоречие в цели управления - потеря эффективности управления конструкторской подготовкой производства – отстали от конкурентов, допустили материальные убытки и т.д. Если рассматривать существующее количество итераций в управлении конструкторской подготовкой производства электронных аппаратов, то приходим к заключению, что управление рассматриваемым процессом осуществляется «вслепую» и поэтому такого рода организация управления неэффективна и недопустима в дальнейшем. Чтобы исключить возникновение такого рода ситуаций с управлением конструкторской подготовкой производства электронных аппаратов необходимо формализовать и систематизировать задачу управления. Для конструкторской подготовки производства блоков электронных аппаратов необходимо произвести моделирование блоков электронных аппаратов, предусмотреть инструменты прогнозирования поведение объекта во времени, выделить группы управляющих воздействий, отследить эффективность управления конструкторской подготовкой производства и реализовать полученные результаты в виде системы поддержки принятия решений, решающей рассматриваемые функции автоматизированного управления.

Принципиальная схема разрабатываемой системы поддержки принятия решений конструкторской подготовки производства электронных аппаратов, отражающая управление компоновкой электронных аппаратов и достижение эффективности управления конструкторской подготовкой производства электронных аппаратов приведена на рис. 1. Управляющее воздействие на процесс конструкторской подготовки производства поступает извне, в частности от лица принимающего решение, для утверждения предлагаемых сценариев управляющих воздействий компоновки электронного аппарата, соответствующих условию эффективности управления конструкторской подготовкой производства. В принципиальной схеме предусмотрен также вариант использования разрабатываемой системы поддержки принятия решений для моделирования электронных аппаратов различного назначения и условий

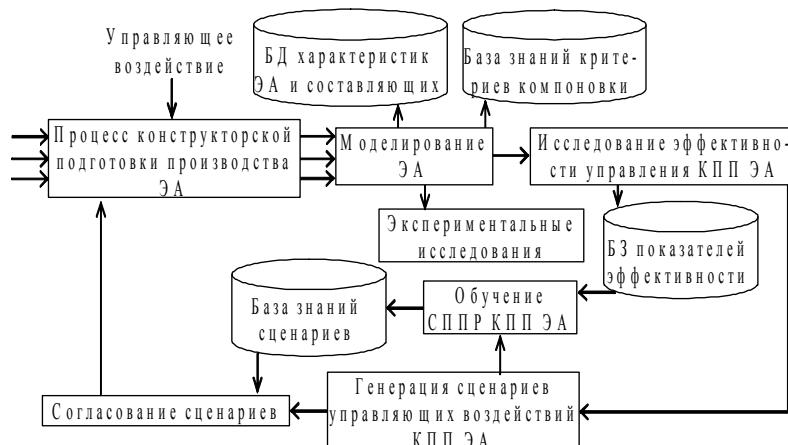


Рис. 1. Принципиальная схема системы поддержки принятия решений конструкторской подготовки производства электронных аппаратов

эксплуатации с использованием экспериментальной установки для исследования недостающих параметров или дополнительного исследования электронного аппарата и составляющих.

Предлагаемая принципиальная схема системы поддержки принятия решений конструкторской подготовки производства электронных аппаратов реализует механизм обучения системы поддержки принятия решений, направленный на адаптацию сценариев достижения необходимых параметров, свойств и компоновки электронного аппарата под существующие условия экономической целесообразности производства и соответствующие технико-экономические показатели изготовления опытного образца электронного аппарата.

Адаптация результатов конструирования к процессу производства опытного образца электронного аппарата происходит посредством постпроцессирования управляющих программ для технологического оборудования, выполняемого на этапе подготовки производства, и осуществляется путем генерации адаптированных программ для технологического оборудования: плоттеров, фотокоординатографов, сверлильных станков и т.д. Результатом выполнения конструкторской подготовки производства является выпуск комплекта технической документации на электронный аппарат и набора управляющих программ для технологического оборудования.

**Заключение.** 1. Имеет место влияние условий эксплуатации на функционирование электронных аппаратов, обусловленное рядом явлений, происходящих, в том числе и на молекулярном уровне, поэтому актуальной является необходимость устранения или компенсации подобного рода влияния, что возможно посредством изучения последствий такого влияния, моделирования электронного аппарата и управления конструкторской подготовкой производства электронных аппаратов. 2. До настоящего времени конструкторская подготовка производства электронных аппаратов, а именно этапы компоновки, конструирования, изготовления и испытаний опытного образца изделия не включали процесс моделирования объекта конструкторской подготовки производства с учетом предполагаемых условий и объекта эксплуатации. 3. В существующих системах автоматизированного проектирования и производства электронных аппаратов, базирующихся на числовых методах исследования динамических характеристик элементов, отсутствует системный анализ проблемы повышения надежности, вибрационной и резонансной устойчивости выпускаемых изделий при условии минимизации материально-технических затрат на производство. 4. Для иерархии электронных аппаратов не разработан критерий компоновки элементов, учитывающий механические воздействия (вибрационные, ударные, резонансные явления и эффекты, возникающие в ходе эксплуатации аппаратуры), и позволяющий выполнять анализ схемотехнических, конструкторских, геометрических, и др. показателей.

**Список литературы:** 1. Смолій В.М. Автоматизація процесів виробництва блоків електронних апаратів: Монографія. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2006. – 124 с.: табл. 11, іл. 56, бібліогр. 88 найм. 2. Смолій В.Н. Ієрархія критеріїв в управлінні производством електронних апаратов/ В.Н. Смолій// Праці Луганського відділення Міжнародної Академії інформатизації. – Луганськ: СНУ ім. В.Даля, 2010. – №1(21). - С. 64 - 69. 3. Смолій В.Н. Исследование эффективности управления процесса производства электронных аппаратов // Прогресивні технології і системи машинобудування: Міжнародний зб. наукових праць. – Донецьк: ДонНТУ, 2010.- Вип. 39. – С. 174 - 178.

#### **INFORMATIVE SENSOR-BASED SYSTEM OF DESIGNER PREPARATION OF PRODUCTION OF ELECTRONIC VEHICLES**

**Ulshin V.A.** (East Ukrainian national university named of V. Dal, city Lugansk, Ukraine), **Genkin B.I.**,  
**Smolij V.N., Zamoshnikov M.V.** (Technological institute EUNU named of V. Dal, city Severodonetsk, Ukraine)

**Abstract:** The informative sensor-based system of designer preparation of production of electronic vehicles, which includes components executing the analysis of different objects, provides system research of

*their co-operation with the purpose of achievement of the best result on the management by arrangement of electronic vehicle, receipt of scenarios of process of management by designer preparation of production and providing of possible size of efficiency of operations management, is offered.*

**Key words:** management, informative sensor-based system, process of production, electronic vehicle, method of analysis of hierarchies, management efficiency.

## **ІНФОРМАЦІЙНА КЕРУЮЧА СИСТЕМА КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОННИХ АПАРАТІВ**

**Ульшин В.О.** (СНУ ім. В. Даля м. Луганськ, Україна), **Генкін Б.Й.**, **Смолій В.М.**,  
**Замошніков М.В.** (ІІ СНУ ім. В. Даля м. Сєвєродонецьк, Україна)

**Анотація:** Запропонована інформаційна система конструкторської підготовки виробництва електронних апаратів, яка включає компоненти, що виконують аналіз різних об'єктів, забезпечує системне дослідження їх взаємодії з метою досягнення якнайкращого результату по управлінню компонувкою електронного апарату, отриманню сценаріїв процесу управління конструкторською підготовкою виробництва і забезпечення допустимої величини ефективності управління виробництвом, що управляє.

**Ключові слова:** управління, інформаційна система, що управляє, процес виробництва, електронний апарат, метод аналізу ієрархій, ефективність управління.

Надійшла до редколегії 14.12.2010.

**УДК 681.5**

## **ЭНЕРГЕТИКА АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ОБРАБАТЫВАЮЩИХ СТРУКТУРАХ**

**Христафорян Э.С.** (HARVAL ENGINEERING, Ереван, РА)

**Аннотация.** Рассмотрены особенности возникновения автоколебаний в диссипативных материальных структурах и показано, что автоколебания в материальных структурах возникают в зависимости от соотношения скоростей притока и расхода энергии, причем независимо от масштаба рассматриваемого объекта. Доказано, что автоколебания прекращаются тогда, когда скорость притока энергии равна или больше скорости её расхода. Определено, что выход обрабатывающей структуры при малых, характерных для труднообрабатываемых материалов, скоростях резания из состояния неустойчивого функционирования можно обеспечить лишь за счет повышения энергонасыщения обрабатывающей структуры подпиткой её дополнительной энергией, поэтому необходимо внедрять современные комбинированные методы обработки резанием, основанные на подводе дополнительной энергии в обрабатывающую структуру.

**Ключевые слова:** автоколебания, обрабатывающая структура, энергия.

На природу и причины возникновения автоколебаний в обрабатывающей структуре при резании материалов, рассматриваемых в позициях их влияния на стойкость режущего клина и качество обработанных деталей, нет единства взглядов, а перечень основных причин, рекомендуемых для правильного понимания условий возникновения автоколебаний в обрабатывающей структуре, подтверждает отсутствие объективных знаний об их природе [1], так как в реальности должна быть одна доминирующая причина, а остальные могут быть явно выражеными её производными или формами её проявления.

Все вибрации обрабатывающей структуры широкого спектра считаются нежелательным и в первую очередь автоколебательного характера, поэтому рекомендуется применять те режимы резания, при которых в обрабатывающей структуре не возникают вибрации. В обрабатывающей структуре вибрации широкого спектра возникают во всех звеньях ввиду наличия консервативных сил, а автоколебания, приводящие к резкому ухудшению качества обработанной поверхности, в определенном диапазоне  $V_p$  надо от-

нести к самому процессу резания – движению режущего клина с сопротивлением. Известно, что колебания обрабатывающей структуры явно снижаются при высоких скоростях резания  $-V_p$ , но для этого нужен инструмент выдерживающий длительное высокотемпературное воздействие и высокоэффективные СОЖ. В этом направлении получены ощутимые результаты, но их разработка, на фоне непрерывного расширения номенклатуры труднообрабатываемых материалов, пока не обнадеживает результатами, а снижение интенсивности вибраций за счет повышение жесткости обрабатывающей структуры, что приводит лишь к изменению параметров колебаний, ограничено объективными факторами. Поэтому анализ вопросов возникновения автоколебаний в обрабатывающей структуре и поиск адекватных решений в борьбе с ними, в свете современных требований к точности и качеству деталей техники, является актуальной задачей науки и машиностроения.

На рис.1 приведена схема обрабатывающей структуры осуществляющей резание. Это многозвенная замкнутая структура из упругих элементов с замыкающим в ней зве-

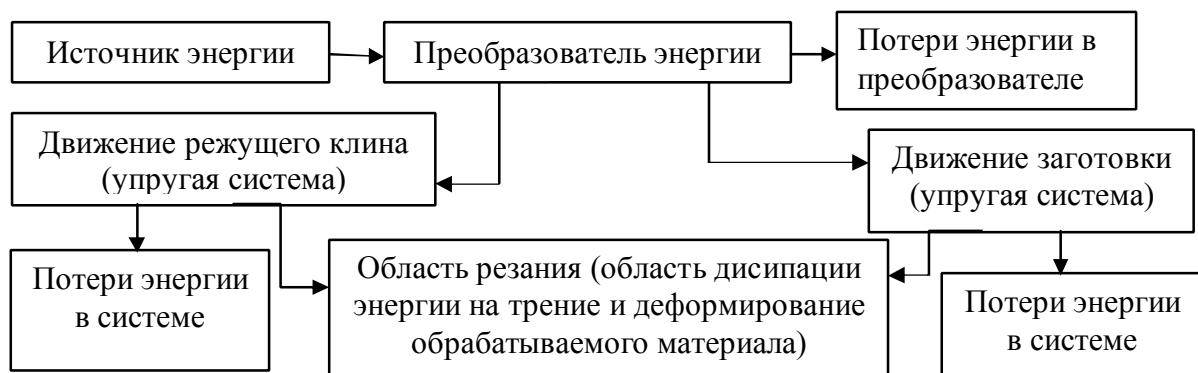


Рис.1. Структурная схема потоков энергии в обрабатывающей структуре

ном областью резания, где при определенных условиях упругость обрабатываемого материала переходит в пластичность, образуется область резания и реализуется подводимая к структуре энергия. Допуская, что обрабатывающая структура с позиций автоколебаний осуществляет резание в неудобной точке фазового пространства состояний, остановим процесс тогда, когда в результате действия сил, вызванных движением системы в итоге действия источника энергии, все упругие элементы обрабатывающей структуры отжаты к крайние для данных условий положения. При этом обрабатывающая структура насыщена энергией и может совершить работу если, например: нагреть деформируемый материал, изменив при этом порог сопротивления его деформированию и условия граничного трения, или несколько дожать структуру импульсным или статическим воздействием и довести до предельного отклонения и энергонасыщения  $-E_{\pi}$ , тогда сила, необходимая для деформирования материала, станет достаточной для осуществления в структуре резания работы деформирования определенного объема исходного материала и образования элемента стружки. При этом акт резания будет единичным, т.к. в итоге диссипации энергии ее количество станет недостаточным для продол-

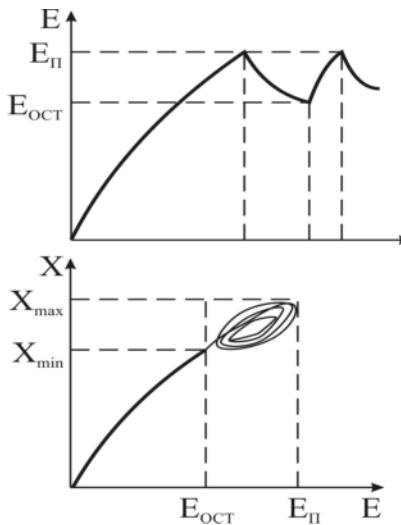


Рис. 2. Формирование цикла автоколебаний в структуре резания

ного материала и образования элемента стружки. При этом акт резания будет единичным, т.к. в итоге диссипации энергии ее количество станет недостаточным для продол-

жения процесса резания, т.е. для осуществления акта резания обрабатывающая структура должна аккумулировать достаточную энергию.

Обрабатывающая структура после единичного акта резания остановившись будет обладать частью начальной энергии  $E_{OCT}$ , той, которой не хватило для продолжения деформирования материала - "запасенная энергия" и которую для совершения последующего акта резания надо для достижения нужного  $E_{II}$ , дополнить [1], т.е. расход энергии на единичный акт резания можно выразить как  $E^- = E_{II} - E_{OCT}$ , который отразит расход энергии для структурирования резанием определенной массы обрабатываемого материала в стружку на преодоление возможных сопротивлений.

Логично, что если при реализации единичного акта резания структуру резания под-

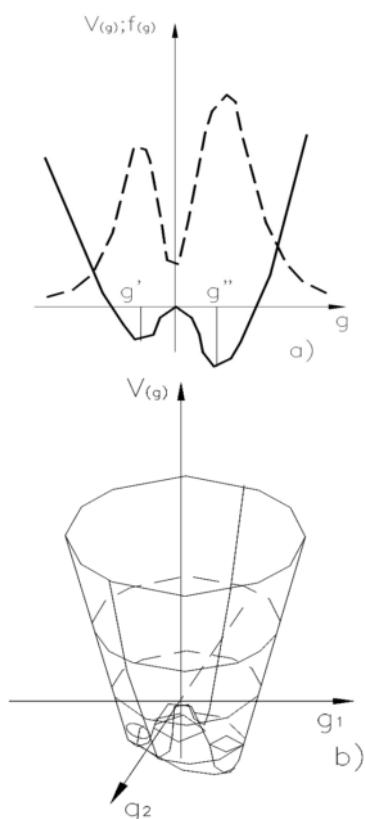
питывать энергией в какой-либо форме, то резание будет продолжаться до тех пор, пока приток энергии будет достаточен для процесса уже в условиях непрерывности процесса с соответствующими изменениями в пространстве параметров резания, скорее всего при  $E^+ \geq E^-$ . Если же  $E^+ < E^-$ , то резание будет протекать до поры, пока интегральный приток энергии достаточен, а этапы накопления и диссипации энергии будут повторяться в автоколебательном режиме, т.е. диссипативная обрабатывающая структура, находящаяся под действием восстанавливающих сил, придающих ей колебательные свойства, неизбежно автоколебательна при воздействии позиционной силы, причем потери энергии непрерывно восполняются из источника, а её потоки управляются движением самой системы, т.е. обрабатывающие структуры по природе автоколебательны и связывать появление автоколебаний в обрабатывающей структуре с периодическим срывом нароста или др. явлениями, по существу, нерезонно.

Заметим, что предельный цикл автоколебаний допускает возможность нахождения обрабатывающей структуры в данной точке фазового пространства состояний если зависимость описывающая устойчивость системы имеет члены первой, второй и третьей степени. При этом система будет находиться в потенциальной яме представленной на рисунке 3, для которой только флюктуации определенного уровня могут привести к переходу в соседнюю точку пространства состояний,

Рис.3. Потенциальная яма в точке фазового пространства состояний системы резания

т.е. все флюктуации системы резания могут быть подразделены на три типа. Флюктуации, к которым система резания безразлична, флюктуации, на которые система резания реагирует в пределах предельного цикла и флюктуации приводящие к смене устойчивости системы резания и переходу в соседнюю точку фазового пространства состояний.

Отметим интересное сходство с классическим осциллятором при торможении ленты и обратим внимание на своеобразный подход к проблеме причин возникновения в СПИД автоколебаний, разработанной в отмеченной работе, где доказывается, что перво-причиной автоколебаний системы СПИД является недостаточность энергетического обеспечения структуры резания для совершения перехода в новую устойчивую точку фазового пространства состояний системы СПИД. На самом деле, если какая-то система



может быть устойчиво неподвижной и устойчивой в движении, то должен быть и переходный процесс – движение в неустойчивом режиме.

После того как Дирак установил возможность энергетических переходов через “запрещенную” зону шириной  $2mc^2$ , по аналогии было предложено, что скачки частиц, почему бы не ансамблей материальных структур или тела на бесконечной ленте осциллятора, имеют место и в пространстве. Здесь важно интерпретировать понятие “запрещенную”. Допуская, что её можно принять за зону, в которой структура не в состоянии оставаться в устойчивом состоянии ввиду потока энергии и, после открытия процессов рождения и исчезновения электрон позитронных пар, было предположено, что возможно в случае обычного поступательного движения структуры имеет место аналогичная картина. Если для рассматриваемого случая осциллятора ввести акцентированное сравнение временных интервалов устойчивого покоя тела на ленте и интервалов времени, в промежутках которых тело буквально перескакивает из одной точки на ленте в другую, можно, при желании, найти подобие позиций уже для реалий в наших наблюдениях закономерностей классического осциллятора.

Суть гипотезы Планка Пуанкаре выразил в такой форме – “физическая система может иметь только конечное число различных состояний и она перескакивает из одного состояния в другое, не переходя непрерывный ряд промежуточных состояний”. В такой формулировке гипотеза Планка, выдвинутая для микромира и огромнейших скоростей, представляет собой принцип рекреации в отношении состояния системы. Заметим, что механическое движение является частным случаем изменения состояний, значит, справедливое для изменения состояний справедливо для механического движения, что стало безусловным после построения квантовой механики. Если в формулировке гипотезы оговорить понятие устойчивого состояния, то все сомнения отпадут. С позиций функционирования для структуры резания можно выделить два состояния – резание происходит, или структура не выполняет эту функцию, иного не дано. Если последнее может в нашем понимании времени продолжаться сколь угодно долго, время функционирование будет зависеть от самой структуры и потенциала накопленной энергии, а переход из одного состояния в другое собственно будет характеристикой неустойчивости или перехода структуры резания в фазовом пространстве состояний.

Отметим, что в работах И.Пригожина [2] неустойчивость характеризуется замкнутыми циклами, в которых система пребывает при попытке перехода в новую точку пространства состояний, что определено отмечается и работе [1] в случае неустойчивого резания, т.е. при резании с автоколебаниями. Возможно, что отмеченные скачки в случае реально наблюдаемых процессов имеют всётаки некоторую длительность, которую в микромире фиксировать возможно, ввиду ограничений наложеных соотношением Гейзенберга, и бифуркации, переходы из одного устойчивого состояния в другое, происходят быстро, но в реальном времени. Как иллюстрацию рассмотрим теорию линейного гармонического осциллятора, в основе которой лежит уравнение Шредингера  $\frac{d^2\psi}{dx^2} + 8\pi^2 m(E-U)\psi/h^2 = 0$ , с потенциальной энергией  $U = -2\pi^2 m v^2 x^2$ . Полагая решения уравнения однозначными, непрерывными и конечными, можно найти дискретный ряд разрешенных значений энергии осциллятора (для структуры резания – акумулированная системой энергия) и дискретный ряд соответствующих волновых функций, например, энергии  $E_3 = 7\hbar v/2$  соответствует известная функция с распределением вероятностей  $\omega = |\psi|^2$ , обычное толкование которой состоит в том, что частица, обладающая отмеченной энергией, чаще всего находится в некоторых точках и в ближайшей её окрестности этих точек. С этих позиций представление структуры резания в качестве осциллятора, когда посредством упругой системы, движение тела (режущий клин) реализуется по неподвижной плоскости с сопротивлением (обрабатываемый материал) не вызывает возражений и доказательство того, что при этом обязательно должны наблюдаться

замкнутые циклы не вызывает сомнений, т.е. это не противоречит уравнениям Шредингера. Имеет смысл обратить внимание на следующее.

В работе [1] для конкретных условий обработки и условия, что, в единичном акте автоколебательногорежима резания и в одном цикле диссипации энергии, если скорость диссипации постоянна, максимум амплитуды автоколебаний должен наблюдаться при условии, когда скорость притока энергии в структуру резания вдвое меньше скорости её диссипации в единичном акте резания. Такие условия при данной частоте собственных колебаний системы соответствуют наибольшей энергии имитирующего процесс резания осциллятора. Такая картина обнаруживается и при решении уравнения Шредингера для осциллятора – оно имеет разумные решения только при условии, что энергия осциллятора удовлетворяет условию  $E_n = hv (n+0,5)$ , откуда при  $n=0$ , получается так называемая “нулевая энергия” –  $E_n = 0,5hv$ , что явилось базой для новых разработок в современной физике. Сходство поразительное если допустить, что  $hv$  характеризует возможный максимальный энергетический уровень структуры резания при данных условиях резания, а  $E_n$  характеризует диссипацию энергии в единичном акте резания в автоколебательном режиме, что говорит о продуктивности подхода в отмеченной работе и о необходимости продолжения исследований по анализу неустойчивости структуры резания с позиций достижения современной фундаментальной науки. На самом деле, как подчеркнул сам Шредингер, понятие время глубоко отличается от его макроскопического сожержания.

**Выводы.** 1. Максимум амплитуды автоколебаний структуры резания должен наблюдаться при скоростях резания близких к скорости резания, когда приток энергии в систему резания вдвое меньше скорости её диссипации. 2. Определено, что выход обрабатывающей структуры при малых, характерных для труднообрабатываемых материалов, скоростях резания из состояния неустойчивого функционирования можно обеспечить лишь за счет повышения энергонасыщения обрабатывающей структуры подпиткой её дополнительной энергией, поэтому необходимо внедрять современные комбинированные методы обработки резанием, основанные на подводе дополнительной энергии в обрабатывающую структуру.

**Список литературы:** 1.Христафорян С.Ш. Теоретические и технологические основы повышения эффективности обработки материалов использованием УЗК. // Автореф. на соиск. уч. ст. д.т.н., Ереван, 1996. 2. И. Пригожин. От существующего к возникающему; Время и сложность в физических науках: // Пер. с англ. Под. ред. Ю.Л. Климонтовича. - М.: Наука, Гл.ред. физ-мат. лит. 1985,-327 с.

#### **ENERGY AUTO OSCILLATORY PROCESSES IN PROCESSING STRUCTURES**

**Abstract:** Considered the features of emergence of autooscillations in dissipative physical structures and showed that the self-oscillation in the material structures emerge depending on the ratio of the velocity of inflow and consumption of energy, and is not dependent on the size of the object. It is proved that autooscillations are terminated when the velocity of flow of energy is equal to or greater than the velocity of its consumption. Determined that the output of the manufacturing structure of the unstable operation state at low, typical for hard materials, cutting speeds can be achieved only by improving the energy-saturating of the processing structure by feeding of it with extra energy, so it's necessary to introduce modern combined methods of machining, based on supplying extra energy in the manufacturing structure.

Надійшла до редколегії 24.01.2011.