

## УДК 621.9.06.01

### РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ СТАНКОВ (1990-2017 гг.)

Ольга Сергеевна Алдобаева, Михаил Витальевич Дацкив

*Магистры 1 года,  
кафедра «Технологии производства и эксплуатации двигателей летательных аппаратов»  
Московский авиационный институт*

*Научный руководитель: В.Н. Юрин,  
доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии производства и эксплуатации  
двигателей летательных аппаратов»*

Исследование тепловых деформаций (ТД) станков – актуальная тематика современного машиностроения в силу постоянно возрастающих требований к точности изделий машиностроения и роста энерговооруженности станков.

Исследованиями ТД станков занимаются с 1928 года. Систематизированный обзор анализа работ, выполненных до 1990 года в области исследований тепловых проблем станков, уменьшения величины ТД и их влияния на точность обработки, приведен в работах [1], [2] с представлением результатов в виде морфологических таблиц, содержащих определенный набор характерных морфологических признаков - параметров объектов и методик исследований ТД, а также значений этих параметров (конкретных вариантов реализации).

В настоящем докладе систематизированы результаты анализа работ, выполненных по рассматриваемой тематике в период 1990 – 2017 гг. Для этого были найдены библиографические источники за указанный период и проанализированы параметры:

- *объектов исследований*: вид объекта исследований, тип станка, элемент технологической системы, основные группы мероприятий, задача исследований, наблюдаемые параметры, вид анализа,
- *методики исследований*: вид моделирования, режим испытаний, средства измерений, автоматизированные функции, характер исследуемых процессов.

В результате выявлен ряд новых элементов исследований ТД. В частности, новый объект исследований – термоупругие физико-технические эффекты (ФТЭ), определяющие поведение деталей станков (шпиндельных узлов, корпусных деталей и др.) при их тепловом нагружении, новый вид оперативной обратной связи – вычислительный эксперимент с моделью ФТЭ конструкции в рамках тенденционного моделирования – инструмента поиска и отработки инновационных конструкций теплонагруженных деталей станков на ранних стадиях их проектирования [1]. Разработаны и использованы: методы анализа теплового состояния деталей и узлов станка на основе модального подхода, применения нейросетевых технологий, автоматизированная система поиска и принятия решения по автоматической компенсации температурной погрешности станка на различных этапах их жизненного цикла [3]. Развита методика структурного теплофизического анализа с выявлением путей воздействия на тепловое поведение станка [4].

Для ранних стадий проектирования станков создано [2] специализированное информационное обеспечение в виде экспертной системы выбора способа управления ТД и автоматизированного справочника - фонда термоупругих ФТЭ, концентрирующих опыт проектирования, исследований и эксплуатации станков.

Впервые исследованы ТД станков с параллельной кинематикой – гексаподов. Применены новые средства измерений ТД – лазерные интерферометры, многокоординатные измерительные щупы станков с ЧПУ и типовые установки для измерения ТД, рекомендуемые международным стандартом ISO 230-3.

В России разработаны и совершенствуются [1], [3] методики испытания автоматизированных станков в производственных условиях с целью получения информации о

причинах изменения точности, устанавливающие порядок определения условий проведения контрольных и исследовательских испытаний, разработки плана и последовательности их проведения, а также методы оценки потери станком точности.

Группа мероприятий «Повышение сопротивляемости технологической системы тепловым воздействиям» пополнилась квазисинергетическими конструкциями теплонагруженных деталей станков, в которых минимальные ТД обеспечиваются автоматически, без специальных средств охлаждения/нагрева, управления и компенсации, только за счет естественного напряженно-деформированного состояния конструкции, организуемого при проектировании. Предложены и апробированы специализированные эвристические приемы создания таких конструкций [1]. В группе мероприятий «Компенсация тепловых деформаций путем дополнительных перемещений рабочих органов» реализованы системы компенсации таких деформаций станков с ЧПУ в режиме реального времени [4].

Разработанная морфологическая матрица является компактным и развивающимся инструментом представления и обобщения исследований ТД станков.

### **Литература**

1. *Юрин В.Н.* Автоматизация ранних стадий проектирования средств повышения качества станков путем управления их тепловыми деформациями. – М.: ВНИИТЭМР, 1991. – 72 с.
2. *Юрин В.Н.* Информационное обеспечение проектирования теплонагруженных деталей и узлов станков. // Станки и инструмент, 1992, № 7. – С. 12-14.
3. *Поляков А.Н.* Автоматизированная система поиска и принятия решений по обеспечению теплоустойчивости металлорежущих станков. Автореф. дисс. ... докт. техн. наук. Оренбург: ОГУ, 2004. - 33 с.
4. *Кузнецов А.П.* Тепловое поведение и точность металлорежущих станков. - М.: МГТУ "Станкин", Янус-К, 2011. - 256 с.