

УДК 621.92

Н.Ю. КАЛИНИЧЕНКО, С.Е. МАРКОВИЧ

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАНЕТАРНОЙ ГОЛОВКИ ДЛЯ ГЛУБИННОГО ШЛИФОВАНИЯ

*В работе предложены основные перспективные области применения планетарной шлифовальной головки для глубинного шлифования. С этой целью был составлена классификация деталей авиационных двигателей и их конструктивных элементов, обрабатываемых глубинным шлифованием. Так же был выделен перечень факторов, приводящих к возникновению тепловых дефектов в процессе шлифования деталей авиационных двигателей с применением планетарной шлифовальной головки. Данные исследования являются актуальными в условиях современной тенденции развития технологии обработки деталей газотурбинных двигателей глубинным шлифованием.*

**Ключевые слова:** планетарная шлифовальная головка, глубинное шлифование, поверхностно активные вещества.

### Введение

Глубинное шлифование является одним из наиболее перспективных методов абразивной обработки, применяемых в авиационной промышленности. Стремительное развитие метода глубинного шлифования обусловлено такими обстоятельствами, как:

- применением жаропрочных и труднообрабатываемых литейных материалов при изготовлении лопаток турбин;
- наличием элементов, требующих высокой точности изготовления и степени чистоты поверхности;
- необходимостью формирования в поверхностном слое остаточных напряжений сжатия, благоприятно влияющих на прочность и долговечность деталей авиационных двигателей.

Данный метод позволяет сократить сроки производства деталей газотурбинных двигателей и является высокоэффективным с точки зрения энерго- и ресурсосбережения при рациональном его использовании. Однако существует риск возникновения поверхностных дефектов (прижогов, трещин и т.д.) по причине отсутствия точных сведений о факторах, влияющих на процесс абразивной обработки.

### Постановка задачи и цель исследования

По этому вопросы определения эффективной области применения технологии глубинного шлифования и выявления факторов, приводящих к дефектам обрабатываемой поверхности, по причине заброса температуры в зоне шлифования является одним из актуальных направлений исследований на

сегодняшний день. Таким образом, целью данной работы является:

- выявление номенклатуры деталей газотурбинных двигателей и их конструктивных элементов, обрабатываемых методом глубинного шлифования;
- выделение перечня факторов, приводящих к возникновению тепловых дефектов в процессе шлифования деталей авиационных двигателей с применением планетарной шлифовальной головки.

### Решение проблемы

В качестве одного из наиболее перспективных методов абразивной обработки предлагается использовать планетарную шлифовальную головку на операциях глубинного шлифования (рис. 1). Данный способ шлифования позволяет: повысить производительность обработки в 2...5 раз по сравнению с традиционной технологией глубинного шлифования; в 2...4 раза снизить удельную энергоемкость процесса; в 5...10 раз снизить теплонапряженность процесса и тем самым полностью исключить вероятность возникновения шлифовочного брака [1].

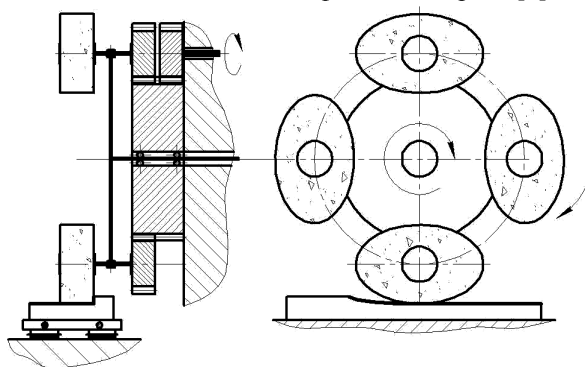


Рис. 1. Способ глубинного планетарного шлифования плоских поверхностей

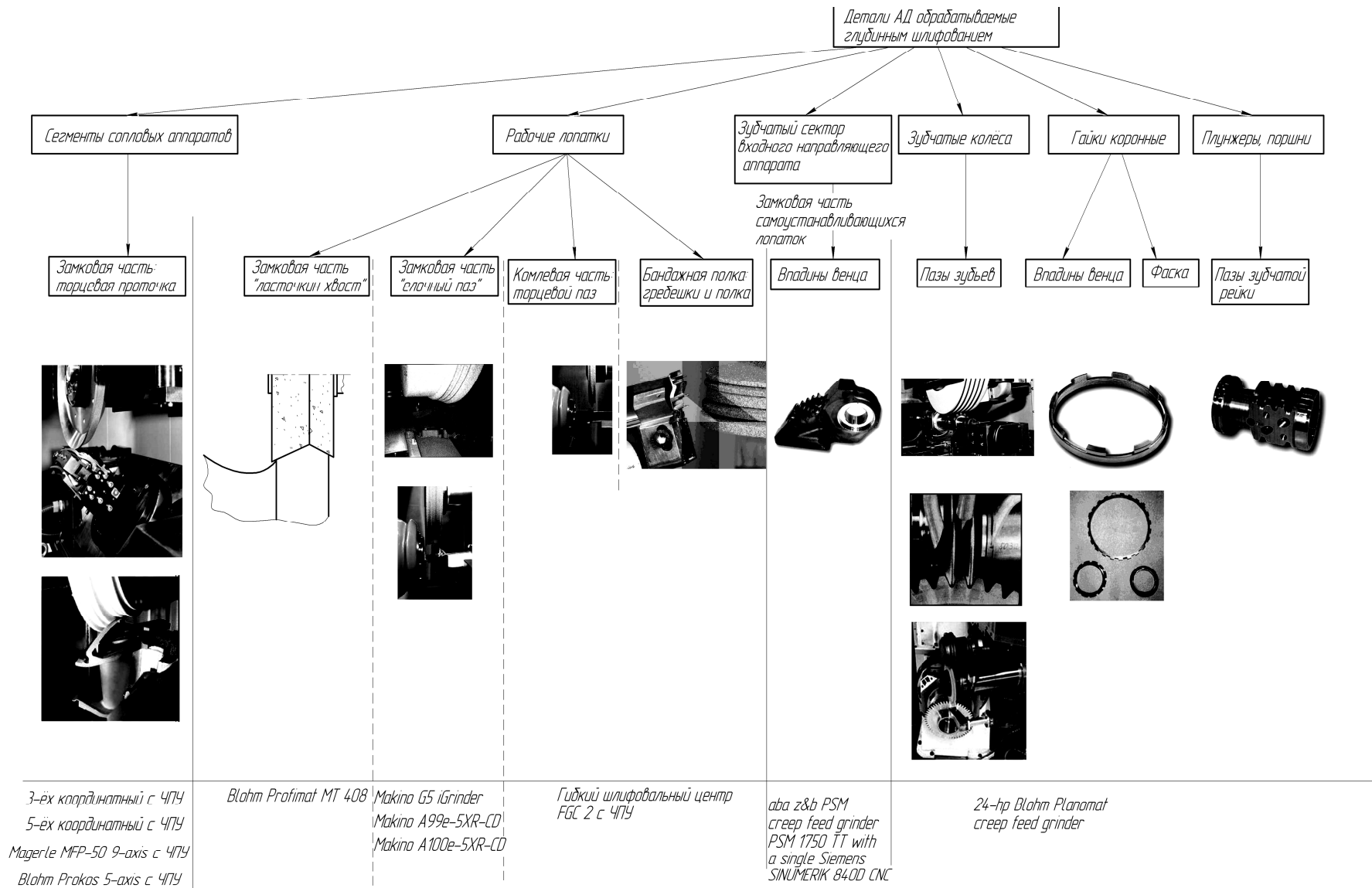


Рис. 2. Классификация деталей авиационных двигателей и их конструктивных элементов, обрабатываемых глубинным шлифованием на специализированных станках с ЧПУ

Проведенный анализ результатов современных исследований [2, 3] в области высокоскоростных методов абразивной обработки позволяет составить классификатор деталей авиационных двигателей и их конструктивных элементов, обрабатываемых глубинным шлифованием (рис. 2).

К таким деталям относятся: сегменты сопловых аппаратов (шлифуется замковая часть – торцевая проточка), рабочие лопатки (шлифуются: замковая часть «ласточкин хвост», «ёлочный паз»; комлевая часть: торцевой паз; и бандажная полка: гребешки и полка), замковая часть самоустанавливающихся лопаток (шлифуются впадины венца). Также глубинное шлифование применимо при производстве зубчатых колёс (пазы зубьев), коронных гаек (впадины венца и фаска) и плунжеров (пазы, выточки, канавки и т.д.).

На основании анализа результатов исследований [4] была составлена классификация факторов (рис. 3), определяющих возникновение тепловых дефектов, связанных с забросом температур. Рассматривается влияние кинематических, динамических, статических и параметров охлаждения на силовые факторы процесса резания и, как следствие, влияние на сам тепловой источник, что приводит к некоторому значению температуры, и в критических случаях её скачок становится причиной возникновения тепловых дефектов (трещины, прижоги, окалины и т.д.). При этом в качестве кинематических фак-

торов учитывались: диаметр круга, скорость круга и шлифовальной головки, скорость заготовки, глубина шлифования, подача заготовки; в качестве динамических: вибрации, износ круга, засаливание, эксцентриситет круга и головки, неравномерность припуска и прерывистость процесса. Из ряда статических факторов учитывались характеристики круга (зернистость, твёрдость, тип абразива, тип связки, наполнители, порообразователи) и свойства материала заготовки (предел прочности, твёрдость и т.д.). Влияние фактора охлаждения изучалось с точки зрения: типа смазочно-охлаждающего технологического средства (СОТС), свойства СОТС, расход СОТС, способ подачи СОТС в зону заготовки, параметры планетарной шлифовальной головки (периодичность режущих участков и участков охлаждения), тип поверхностно активного вещества (ПАВ), свойства ПАВ и концентрация ПАВ в основном объёме.

Выше перечисленные факторы в той или иной мере оказывают влияние на: составляющие силы резания, скорость теплового источника, свойства материала заготовки, интенсивность теплового источника и его периодичность, а также на интенсивность охлаждения, действие от которых в свою очередь влияет на температуру в зоне резания. Так в случае заброса температур в зоне резания выше критической, существует опасность возникновения тепловых дефектов: прижогов, окалин, трещин и т.д.

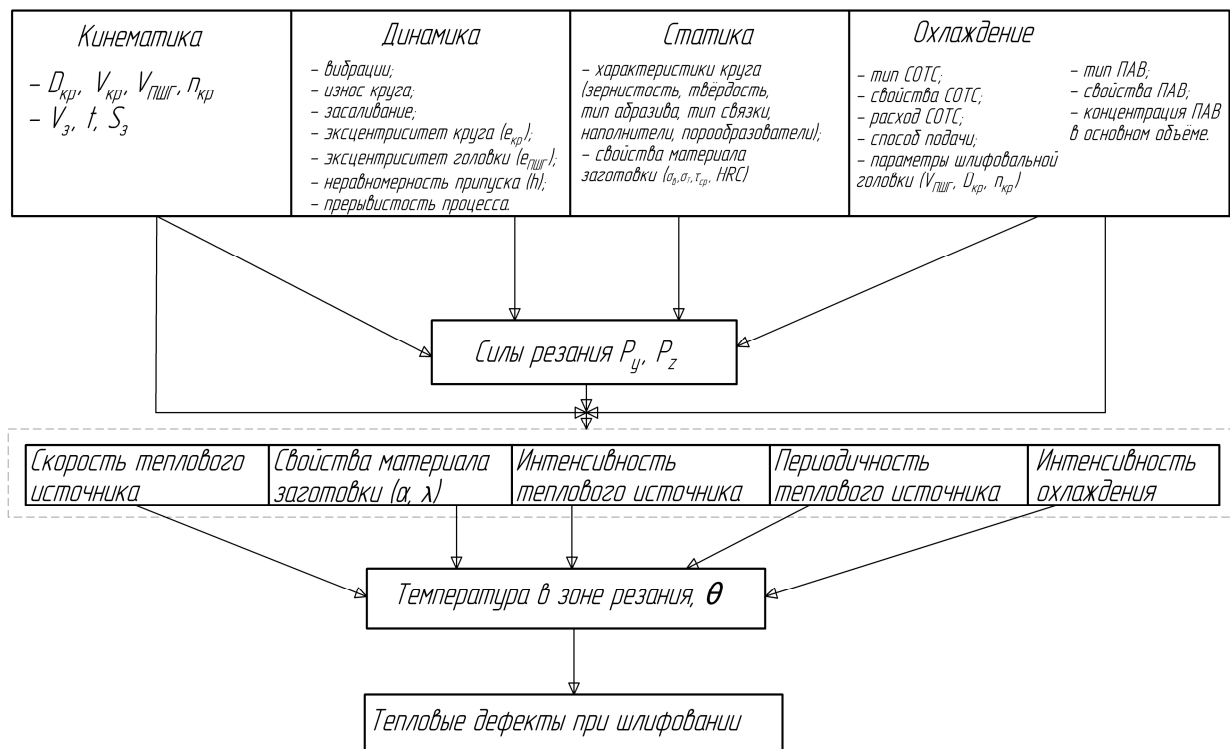


Рис. 3. Классификация процессов, определяющих возникновение тепловых дефектов

## Заключение

В качестве вывода следует отметить, что проведенные исследования позволяют определить эффективную область применения технологии планетарного глубинного шлифования в авиационной промышленности, с учётом факторов, приводящих к возникновению тепловых дефектов.

Детальное изучение каждого из факторов позволит производить более точное прогнозирование образуемой температуры в зоне шлифования с возможностью её управлением в режиме реального времени.

Это весьма актуально во время стремительного развития обрабатывающих центров на базе мощных вычислительных машин, способных самостоятельно анализировать входные данные, рационально оценивать имеющиеся возможности и производить обработку без брака.

## Литература

1. Долматов А.И. Проблемы абразивной обработки специальных сплавов и деталей с покрытиями, нанесёнными газодетонационным способом / А.И. Долматов, Н.Ю. Калининченко, С.Е. Маркович // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2007. – №11 (47). – С. 132-141.
2. Качан А.Я. Глубинное шлифование хвостовиков и бандажных полок рабочих лопаток турбин / А.Я. Качан, А.В. Богуслаев, В.Ф. Мозговой, О.В. Алексеев // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2003. – №5 (40). – С. 126-129.
3. Ломакина И.В. Комплексная интегральная технология механической обработки высоконагруженных деталей ГТД: концептуальные основы и практика использования на станках фирмы VLOHM / И.В. Ломакина, И.А. Абысов, А.В. Крючков и др. // *Motion, Специальный выпуск к выставке Металлообработка, 2008*. – 40 с.
4. Смирнов В.А. Повышение эффективности плоского шлифования периферией круга за счет использования прерывистых кругов с упругодемпфирующими элементами: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.03.01 Смирнов Виталий Алексеевич; Ижевский гос. техн. ун-т – Ижевск, 2008. – 20 с.

Поступила в редакцию 29.01.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., проф. каф. «Технология производства двигателей летательных аппаратов» В.К. Борисевич, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАНЕТАРНОЇ ШЛІФУВАЛЬНОЇ ГОЛОВКИ ДЛЯ ГЛИБИННОГО ШЛІФУВАННЯ

*М.Ю. Калініченко, С.Є. Маркович*

В роботі запропоновані основні перспективні галузі застосування планетарної шліфувальної головки для глибинного шліфування. С цією метою був створений класифікатор деталей авіаційних двигунів та їх конструктивних елементів, оброблюваних глибинним шліфуванням. Також був розроблений перелік факторів, що призводять до виникнення теплових дефектів під час шліфування деталей авіаційних двигунів з використанням планетарної шліфувальної головки.

**Ключові слова:** планетарна шліфувальна головка, глибинне шліфування, поверхнево-активні речовини.

## THE INVESTIGATION OF THE PLANETARY GRINDING HEAD OF THE APPLICATION AREA FOR CREEP-FEED GRINDING

*N.Y. Kalinichenko, S.E. Markovich*

The basic prospective ranges of planetary grinding head application for creep-feed grinding are purposed in the article. For this purpose the authors had completed classification of aircraft engines parts, to be machined by creep-feed grinding. The authors developed analyzed factors, cause burn defects during the grinding of aircraft engines parts by planetary grinding head.

**Key words:** the planetary grinding head, creep feed grinding, surface-active agent's.

**Калініченко Николай Юрьевич** – аспирант каф. «Технология производства двигателей летательных аппаратов», Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.

**Маркович Сергей Евгеньевич** – канд. техн. наук, доцент, доцент каф. «Технология производства двигателей летательных аппаратов», Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.