

коэффициент расхода $\Phi_0 = 4V_0/\pi D_2^2 u_2 = 0,067$;
 коэффициент напора $\psi = H_{\text{пол}}/u_2^2 = 0,56$;
 политропный КПД $\eta_{\text{пол}} = 0,82$; диаметр входа
 в колесо $\bar{D}_0 = D_0/D_2 = 0,5$; диаметр втулки
 $\bar{d}_{\text{вт}} = d_{\text{вт}}/D_2 = 0,22$; углы пространствен-
 ных лопаток на входе $\beta_{1\text{л}} = 35^\circ$, на выходе
 $\beta_{2\text{л}} = 60^\circ$; число лопаток $z=15$; ширина коле-
 са на выходе $\bar{b}_2 = b_2/D_2 = 0,46$. Для второй
 ступени: $M_u = 0,74$; $\Phi_0 = 0,051$; $\psi = 0,5$;
 $\eta_{\text{пол}} = 0,78$; $\bar{D}_0 = 0,714$; $\bar{d}_{\text{вт}} = 0,55$;
 $\beta_{1\text{л}} = 35^\circ$, $\beta_{2\text{л}} = 60^\circ$; $z=21$ (лопатки простран-
 ственные); $\bar{b}_2 = 0,035$.

Расчёты на прочность рабочего колеса
 выполнены с использованием программного
 комплекса ANSYS 15 для окружной скоро-
 сти на наружном диаметре рабочего колеса
 $u_2=300$ м/с, соответствующей числу
 $M_u = 0,87$. Фрагмент результата расчёта в
 виде распределения эквивалентных напря-
 жений показан на рис. 2.

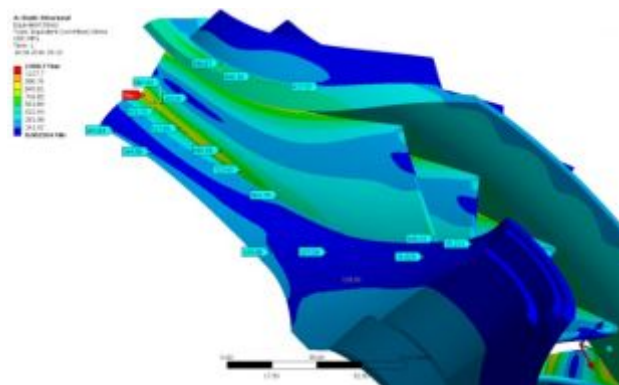


Рис. 2. Распределение эквивалентных напряжений

В результате получена оптимальная
 форма основного диска колеса 2 и распреде-
 ление деформаций и напряжений в различ-
 ных областях колеса.

Библиографический список

1. Патент на изобретение №2544912 "Центробежный компрессор". Авторы: Евгенийев С.С., Футин В.А., Коханов С.Г., Петросян Г.Г. Зарегистр. в Госуд. реестре изобретений РФ 13 февраля 2015 г.
2. Шнепп В.Б. Конструкция и расчёт центробежных компрессорных машин. – М.: Машиностроение. 1995. 240 с.

УДК 621.9.06.229

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОЙ СИЛЫ ЗАЖИМА ДЕТАЛЕЙ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ ПРИ МНОГОКООРДИНАТНОЙ ОБРАБОТКЕ

©2016 Ю.И. Кургузов, В.А. Кузнецов

Самарский государственный технический университет

SPECIAL FEATURES OF DEFINING THE REQUIRED CLAMPING FORCE ON PARTS IN ACCESSORIES FOR MULTI-AXIS MACHINING

Kurguzov, Y. I., Kuznetsov V. A. (Samara State Technical University, Samara, Russian Federation)

From the standpoint of classical mechanics, there are specific issues related to the determination of the clamping force on workpieces installed in accessories in varying conditions of processing on CNC machine. Has been considered the purpose of the active forces and reactions emerging under their influence and represented the desired power.

Закреплённую в приспособлении заготовку рассматривают как абсолютно твёрдое тело, нагруженное активными силами – силами резания и реакциями опор (связей), которыми, в частности, являются силы зажима.

Если приспособление с заготовкой установлено на многофункциональном станке с ЧПУ, то в процессе обработки она подвер-

гается воздействию различных режущих инструментов в различных занимаемых ею позициях. Развиваемые инструментами силы резания и по величине, и по направлению изменяются относительно сил, с которыми зажата заготовка. Изменяется и потребная сила зажима. В результате растёт число расчётных схем. Из найденных значений реко-

мендуют выбирать наибольшую силу закрепления, которую в дальнейшем принимают постоянной.

В последние годы в программных станках зарубежного производства применяются приборы, позволяющие бесконтактным путём регулировать с помощью встроенного в зажимные элементы приспособлений датчика силу автоматического закрепления заготовок. Такое разрешение вопроса должно быть основано на грамотной методике силового расчёта приспособлений и, прежде всего, на определении потребной силы зажима. С этой целью необходима систематизация сил резания, упорядочение их обозначений в принятых координатных системах станков. При составлении расчётных схем следует использовать пространственную систему действующих на заготовку сил, приводить их к эквивалентной системе, изображать реакции тех опор, которые включаются в расчёт. Каждая активная сила, согласно закону независимости действия сил, вносит свой вклад в силу зажима, поэтому не следует пренебрегать действием отдельных сил и ограничиваться рассмотрением только плоских схем (отсюда и возникает пресловутый коэффициент запаса), которыми ограничиваются в технической литературе [1, 2].

Ниже на примере закрепления заготовки в машинных тисках (рис. 1) приведены специфические особенности при составлении расчётных схем.

1. Точки приложения перемещаемых в процессе обработки сил резания располагают как можно дальше от места закрепления, например, на краю заготовки. Т.к. величину их рассчитывают для установившегося процесса, то в случае использования многозубого инструмента (фрезы с наклонными зубьями) точки приложения радиальной и окружных составляющих сил следует размещать в том месте, где количество участвующих в обработке зубьев становится постоянным. Радиальные силы, возникшие на каждом зубе, находящемся в контакте с заготовкой, образуют систему сходящихся сил, имеющих равнодействующую P_r , легко определяемую как по модулю, так и по направлению. Систему окружных сил целесообразно привести с учётом глубины снимаемого слоя t к торцу заготовки и заменить эквивалентной системой, содержащей равнодействующую R и главный момент $M_{кр}$ переносимых на торец окружных сил. Несложные геометрические построения позволяют без труда найти плечи этих сил.

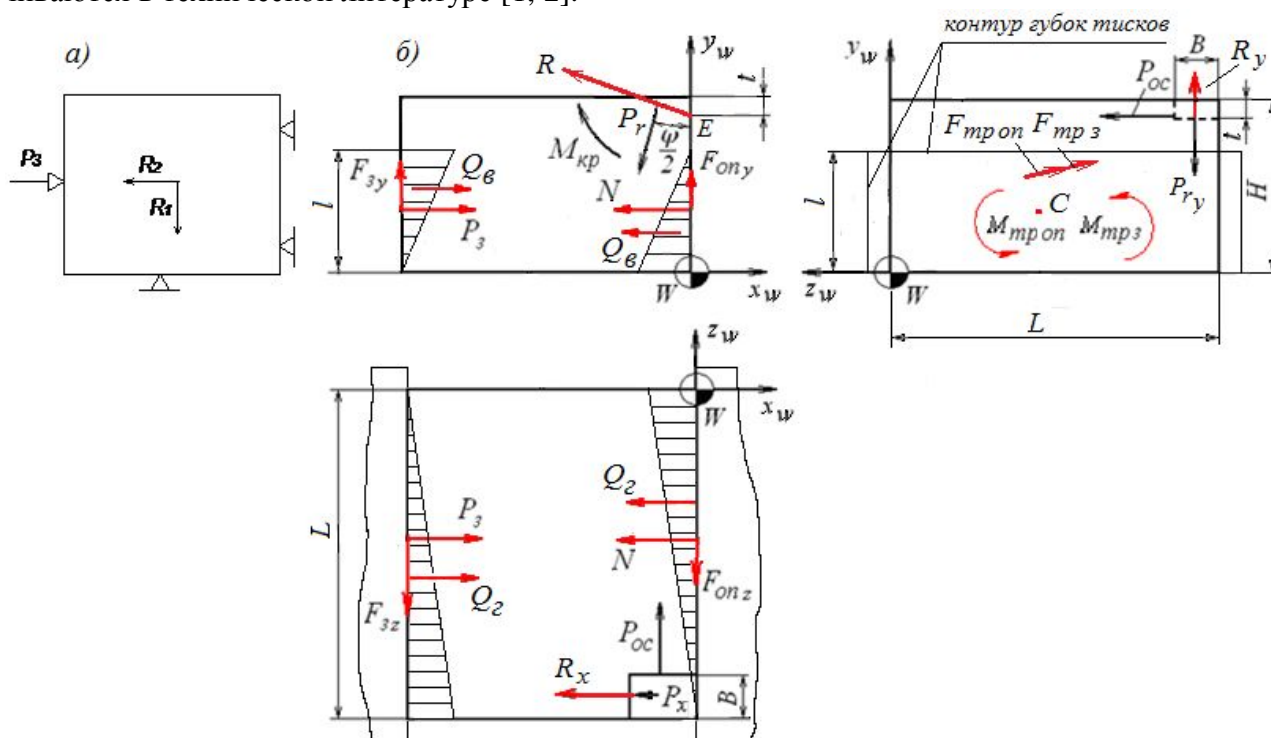


Рис. 1. Расчётные схемы действующих на заготовку сил: а - упрощённая [1, 2]; б - уточнённая

2. В соответствии с рекомендациями [1] реакции возникают только на поверхностях тех базовых опор, к которым сила закрепления надёжно прижимает заготовку. Помимо нормальной составляющей реакции N , в таких опорах возникают касательные составляющие в виде сил трения $F_{тр}$. Если при этом заготовка под действием приложенных сил стремится сдвинуться в двух направлениях (по осям z и y), то удерживать её может только одна сила трения $F_{тр z}$ и $F_{тр оп}$ (на одной и на другой поверхности губок), имеющая проекции на эти направления. В существующих же методике и расчётных схемах (рис. 1,а), характеризующих отсутствие сдвига заготовки вдоль одной и другой оси, фигурируют не проекции, а одна и та же сила трения, причём ни реакции, ни силы трения на схемах не изображают. Направление действия силы трения противоположно направлению результирующей активных сил R_y , P_{ry} и P_{oc} , стремящихся сдвинуть заготовку в плоскости губок.

На поверхностях трения, кроме сил трения, существуют моменты сил трения $M_{тр z}$ и $M_{тр оп}$. Математическим путём доказано, что минимальный момент трения возникает относительно точки C , являющейся геометрическим центром тяжести зажатого сечения заготовки (с размерами $l \times L$).

3. Опоры в приспособлении заготовки являются жёсткой заделкой, в которой, помимо реакций P_z , F_{zy} , $F_{zз}$ и N , $F_{опy}$, $F_{опz}$, действуют в разных плоскостях реактивные моменты от распределённых по треугольному закону сил, представленных в виде пар сил (Q_b, Q_b) и (Q_r, Q_r) .

Библиографический список

1. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.
2. Справочник технолога - машиностроителя: В 2-т. Т. 2 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г.Суслова, А.Г.Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение – 1, 2003. 944 с.

УДК 621.452.3+536.38

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ОПЫТНОЙ МАЛОЭМИССИОННОЙ КАМЕРЕ СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

©2016 А.Н. Сабирзянов¹, А.Н. Маркушин², А.В. Бакланов²

¹Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева - КАИ

²Казанское моторостроительное производственное объединение

MODELLING OF PROCESSES IN GAS TURBINE ENGINE COMBUSTION CHAMBER

Sabirzyanov A.N. (Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan, Russian Federation),
Markushin A.N., Baklanov A.V. (Joint-Stock Company «Kazan motor production association», Kazan, Russian Federation)

This paper presents an application of models for predicting the parameters of gas-turbine engine combustion chamber process. Numerical analysis has been done for development test conditions and nominal operating conditions of the GTE. The article shows fundamental changes of flow structure inside combustion chamber and minimal emission level depending on the burner swirl.

В последнее время проблеме снижения выбросов вредных загрязняющих веществ в выхлопных газах газотурбинных двигателей (ГТД) уделяется много внимания. Ужесточаются требования к уровню выбросов и вводятся системы непрерывного мониторинга. Поэтому перед конструкторскими бюро стоят важные задачи по разработке камер

сгорания (КС), конструкция которых позволила бы обеспечить такие процессы сжигания топлива, в которых образование вредных загрязняющих веществ было бы минимальным.

В данной работе объектом исследования являлась опытная камера ГТД НК-16СТ, выполненная в рамках концепции LPP – Lean