

выравнивание временной стойкости ступеней, из-за разных параметров конструкции и условий работы. Параметрическая оптимизация ресурса КИ, через режимы резания, должна основываться на равенстве числа заготовок, обработанных каждой ступенью за период безотказной работы КИ. В примере такая оптимизация невозможна из-за совместной работы ступеней.

Список использованной литературы

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. Дальского А. М., Косиловой А. Г., Мещерякова Р. К., Сулова А. Г. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003. – 944 с.

2. Сайт «Сандвик» [Электронный ресурс], Режим доступа: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/tools/coroplus-toolguide/tool-recommendation>

УДК 681.7.053.4

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДБОРА ГИТАРЫ СМЕННЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА УНИВЕРСАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК

Ажар А. В., Сивак М. В.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: azhar.a@bntu.by

Summary. The article describes a developed software module for automating the selection of replacement wheels for a guitar used on a universal milling machine. The module is implemented in MS Excel based on a macro command, the algorithm of which sequentially goes through all the options from a given set of wheels to find the optimal solution. The module can be adapted to various CAD systems thanks to the built-in API and speed up the selection and configuration of equipment during technological preparation of production.

Автоматизация этапов технологической подготовки производства (ТПП) позволяет ускорить процесс производства, повысить качество продукции и снизить затраты на производство. Одной из задач которую постоянно решает наладчик или технолог является подбор сменных кинематических пар при настройке станка. Проблемы при выборе возникают из-за ограниченного набора колес, предлагаемых для настройки. Этот факт усложняет процесс нахождения допустимого решения обеспечивающего заданную точность передачи кинематического движения от звена к звену станка и связанной с ней характеристики обрабатываемой поверхности. Обычно подбор колес осуществляется по таблицам (М. В. Сандакова или В. А. Шишкова), логарифмическим способом, способом разложения на простые множители, способом замены чисел на приближенные дроби. Такие способы трудоемки, мало вариативны и в ряде случаев недостаточно точны. Данная задача может быть решена путем последовательного перебора всех возможных решений из заданного массива чисел зубьев колес с проверкой по условию кинематического зацепления и заданной точности фактического передаточного отношения.

Быстро и эффективно такие расчеты можно производить при использовании компьютерных средств, позволяющих запрограммировать алгоритм перебора возможных вариантов пар колес при заданных условиях.

Автоматический расчет гитар сменных зубчатых колес, реализован в *MS Excel* в виде модуля, содержащего макрос, работающий по описанному выше алгоритму. Такие гитары используют в приводной технологической оснастке, например, для подключения универсальной делительной головки (УДГ), расширяющей технологические возможности универсальных фрезерных станков. Так для получения винтовой канавки на зубчатом колесе, ходовом винте, осевом режущем инструменте на фрезерном станке согласовывают поворот заготовки с продольным перемещением стола. Для этого шпиндель УДГ связывают с вращением ходового винта продольного перемещения стола с помощью двупарной гитары сменных зубчатых колес.

Передаточное отношение колес гитары определяется по формуле (1):

$$i = \frac{N \cdot P_B}{P_x} = \frac{N \cdot P_B \cdot \operatorname{tg} \omega}{\pi \cdot D}, \quad (1)$$

где N – характеристика УДГ ($N = 40 \dots 120$); P_B – шаг ходового винта продольного перемещения стола станка, мм; P_x – шаг винтовой канавки, мм; D – диаметр заготовки, мм; ω – угол наклона винтовой канавки, град.

Подбор сменных колес гитары производится по формуле (2) после определения передаточного отношения i по формуле (1):

$$i = \frac{a \cdot c}{b \cdot d}, \quad (2)$$

где a, b, c, d – числа зубьев сменных колес, соответственно.

Далее подобранные колеса проверяются по условиям зацепления:

$$a + b \geq c + 22; c + d \geq b + 22.$$

Автоматизация подбора колес разработанным алгоритмом позволяет ускорить данный процесс в разы. Работа алгоритма состоит из чтения данных с файла *MS Excel* и создания временных переменных. Именованный диапазон записывается в память как четыре (a, b, c, d) списка колес, и переменная для учета «Допустимой погрешности». Далее алгоритм перебирает все четыре списка по очереди, подставляя значения в формулу (2) пока не дойдет до конца каждого. Поскольку получить расчетное i на некоторых гитарах невозможно, в программу введен коэффициент точности K , который принимается опытным путем. Этот коэффициент влияет на точность отбора. Записав результаты подбора в таблицу, алгоритм представляет несколько возможных конфигураций зубчатых колес и выводит погрешность передаточного отношения подобранных колес в сравнении с расчетным i (рис. 1).

Calculation abcd													
i	0,168379864												
точность	0,003	0,30%											
a	c	b	d	a + b > c + 22		c + d > b + 22		действ. i	delta i	погрешность i	c / b		
23	58	79	100	да	●	да	●	0,1688608	0,000481	0,286%	1,362068966		
23	55	75	100	да	●	да	●	0,1686667	0,000287	0,170%	1,363636364		
23	71	97	100	да	●	да	●	0,1683505	0,000029	0,017%	1,366197183		
23	30	41	100	да	●	да	●	0,1682927	0,000087	0,052%	1,366666667		
23	65	89	100	да	●	да	●	0,1679775	0,000402	0,239%	1,369230769		
23	73	100	100	да	●	да	●	0,1679	0,000480	0,285%	1,369863014		
23	61	85	98	да	●	да	●	0,1684274	0,000048	0,028%	1,393442623		

Рисунок 1 – Интерфейс программы для расчета гитары сменных колес

Получение нескольких вариантов пар зубчатых колес, с заданной точностью, расширяет возможности использования оснастки в условиях ограниченного выбора, что подтвердила апробация микропрограммы на ОАО МТЗ в цехе СИиТО. В целом структура и используемое программное обеспечение позволяют расширить возможности модуля для разных типов технологического оборудования. Модуль может быть адаптирован к различным САД-системам с встроенным API расширяя базовый функционал САПР и ускоряя выбор и настройку оборудования при ТПП.

УДК 620.179.1

МЕТОД ПРОВЕДЕНИЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО ПОД ИЗБЫТОЧНЫМ ДАВЛЕНИЕМ НА НПЗ

Булавка Ю. А., Кожемятов К. Ю.

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой
e-mail: u.bylavka@psu.by

Summary. A new method for conducting non-destructive testing of equipment operating under excess pressure at an oil refinery in order to replace the internal inspection of equipment containing expensive catalysts, adsorbents or other substances is proposed in this article.

В рамках проведения очередного технического освидетельствования оборудования, работающего под избыточным давлением на НПЗ зачастую возникают технико-экономические сложности с проведением наиболее простого вида неразрушающего контроля – внутреннего осмотра, требующего выгрузки и загрузки катализатора, адсорбента или иного вещества и других внутренних устройств, пропарка которых, зачастую, приводит к их негодности, ухудшению эксплуатационных свойств, потере адсорбционной либо каталитической активности, механическому разрушению, невозможности регенерации после контакта с атмосферным воздухом, что потребует их последующей дорогостоящей замены, что