

ПОДБОР МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММЫ ANSYS

И.С. Юлусов, магистрант

С.С. Папко, магистрант

Новосибирский государственный технический университет
(Россия, г. Новосибирск)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-7-1-234-237

Аннотация. Согласно рекомендациям для шпинделей станков с ЧПУ используются следующие материалы 40ХГР, 18ХГТ, 12ХНЗА, однако эти материалы имеют в своём составе легирующие элементы, что увеличивает затраты на материал. Поэтому было принято решение рассмотреть более дешёвые материалы, такие как 50 и 50Х и сравнить их с рекомендуемым 12ХНЗА.

Программное обеспечение ANSYS позволяет решать множество инженерных задач методом конечных элементов. В данной статье рассматривается влияние материала на результаты прочностного расчёта и модального анализа шпинделя фрезерного станка после приложения тепловой нагрузки с целью определения наиболее рационального варианта с точки зрения материальных затрат на материал шпинделя.

Ключевые слова: ANSYS, шпиндель, конечно-элементный анализ.

Достоинство систем анализа с конечными элементами является то, что благодаря им нет необходимости изготавливать из заданных материалов объект проектирования и проводить испытания изделия [1]. Достаточно сформировать 3д модель изделия, задать необходимые параметры разбиения модели на конечные элементы и приложить нагрузки. Результаты расчёта дают наглядное представление о работоспособности проектируемого изделия.

В программе ANSYS Workbench свойства материалов описываются во вкладке Engineering Data [2] (рис. 1). Для материала

50 значение предела текучести на растяжение 530 МПа, на сжатие – 530 МПа, предела прочности на растяжение 760 МПа, на сжатие – 760 МПа, модуль Юнга 216000 Мпа [3]. Для материала 50Х значение предела текучести на растяжение 640 МПа, на сжатие – 640 МПа, предела прочности на растяжение 785 МПа, на сжатие – 785 МПа, модуль Юнга 226000 Мпа. Для материала 12ХНЗА значение предела текучести на растяжение 680 МПа, на сжатие – 680 МПа, предела прочности на растяжение 960 МПа, на сжатие – 960 МПа, модуль Юнга 231000 МПа.

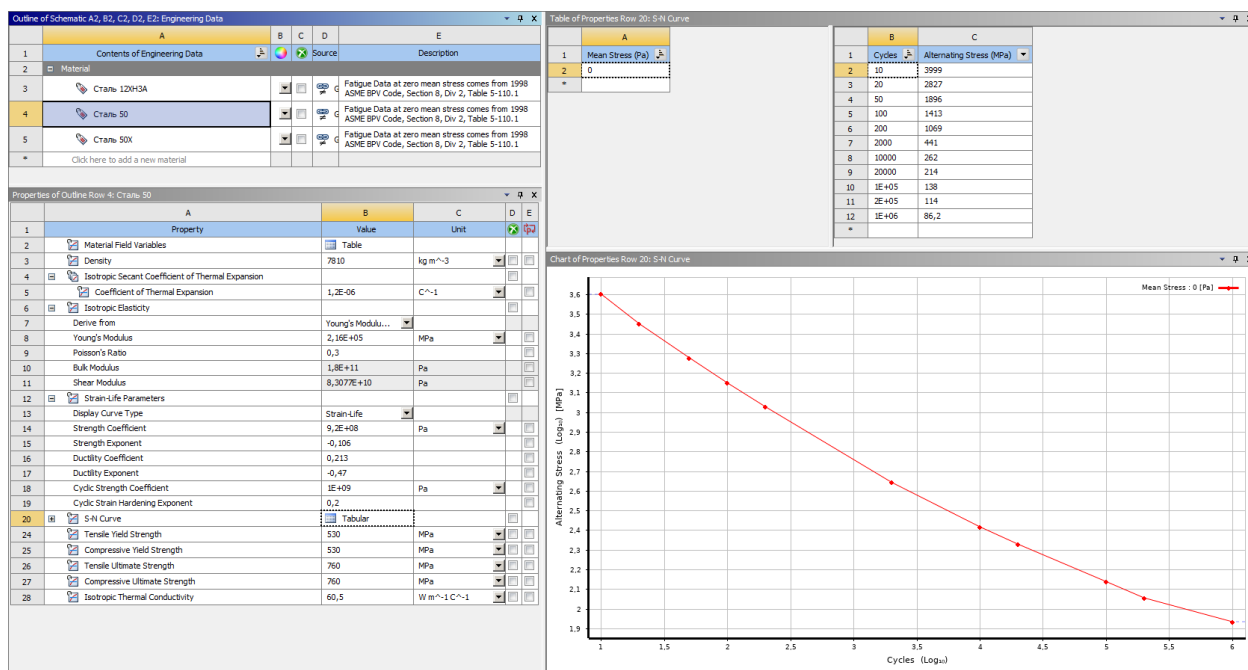


Рис. 1. Физико-механические свойства стали 50

После приложения всех необходимых нагрузок, а также назначения опор (рис. 2) рассчитывается несколько вариантов

шпинделей из разных материалов [4]. На рисунке 3 представлено поле распределения деформации зеркала шпинделя.

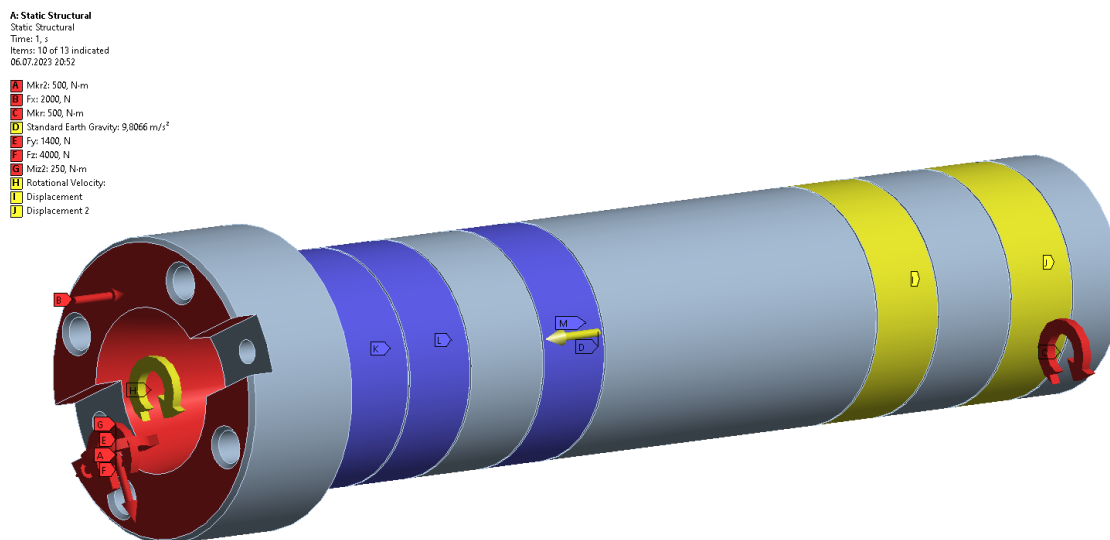


Рис. 2. Нагрузки, действующие на шпиндель

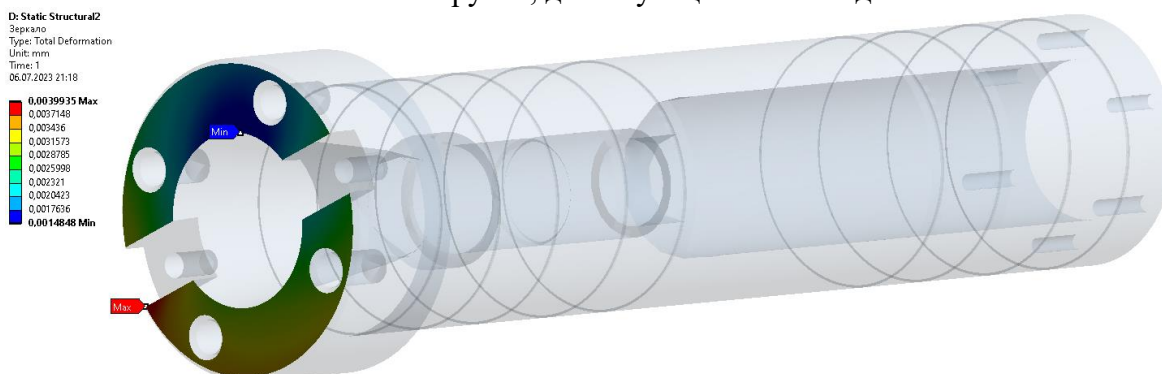


Рис. 3. Поле распределения деформации зеркала шпинделя из стали 50.

Результаты расчета всех вариантов представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Результаты прочностных расчетов шпинделя фрезерного станка из разных материалов

№ Частоты \ Материал	Сталь 50	Сталь 50X	Сталь 12ХН3А
Коэффициент запаса усталостной прочности	5,7177	6,2788	7,5313
Коэффициент запаса статической прочности	15	15	15
Деформация зеркала шпинделя, мм	0,0039935	0,0038665	0,0038075

Таблица 2. Результаты расчета собственных частот при действии тепловых нагрузок, Гц

№ Частоты \ Материал	Сталь 50	Сталь 50X	Сталь 12ХН3А
1	4637,4	4740,5	4783,5
2	5947,3	6079,5	6134,6
3	6009,5	6143,1	6198,8
4	7420	7585	7653,7
5	7423,4	7588,4	7657,3
6	7933,5	8109,8	8183,4
7	8569,4	8759,9	8839,4
8	8736,1	8930,3	9011,3
9	9979,3	10201	10294
10	10388	10619	10716
11	10393	10624	10720
12	10915	11158	11259

По результатам расчета видно, что из представленных вариантов все материалы проходят по требованию к коэффициенту запаса усталостной прочности (равно или более 1) и статической прочности (равно или более 1), также во всех случаях обеспечивается требование по деформации переднего конца шпинделя (не более 5 мкм) [5]. Диапазон работы шпинделя от 56 до 9000 об/мин. Исходя из значений

собственных частот можно сделать вывод, что шпиндель не будет работать в резонансе.

Материал сталь 50 обеспечивает необходимые параметры и при этом имеет наименьшее количество легирующих элементов, что делает его наиболее дешевым вариантом, кроме того, отсутствие легирующих элементов упрощает процесс механической обработки шпинделя.

Библиографический список

1. Пуш, В.Э. Металлорежущие станки. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.
2. Котов А.Г. Основы моделирования в среде ANSYS. Учеб. пособие. – Пермь: Перм. гос. техн. ун-т, 2008. – 200 с.
3. Центральный металлический портал РФ. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://metallicheckiy-portal.ru/> (дата доступа: 30.02.2023).
4. Пронин, В.А. Введение в расчетную платформу Ansys Workbench: Лабораторные работы. Часть 1: 1 пособие / В.А. Пронин, Д.В. Жигновская, В.А. Цветков. – СПб.: Университет ИТМО, 2019. – 46 с.
5. Скиба В.Ю. Системы компьютерной поддержки инженерных решений: электронный учебно-методический комплекс – Новосибирск: НГТУ, 2017. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233947, свободный (дата обращения: 30.06.2023).

SELECTION OF MATERIALS FOR THE MANUFACTURE OF THE MILLING MACHINE SPINDLE USING THE ANSYS PROGRAM

I.S. Yulusov, *Graduate Student*

S.S. Papko, *Graduate Student*

Novosibirsk State Technical University
(Russia, Novosibirsk)

Abstract. *According to the recommendations, the following materials are used for the spindles of CNC machines: 40XTP (40XGR), 18XTT (18XGT), 12XH3A (12KHN3A), however, these materials have alloying elements in their composition, which increases the cost of the material. Therefore, it was decided to consider cheaper materials such as 50 and 50X and compare them with the recommended 12KHN3A.*

The ANSYS software allows you to solve many engineering problems by the finite element method. This article examines the influence of the material on the results of strength calculation and modal analysis of the milling machine spindle after applying heat load in order to determine the most rational option in terms of material costs for the spindle material.

Keywords: *ANSYS, spindle, finite element analysis.*