

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО МНОГОЦЕЛЕВОГО СТАНКА С ЧПУ

Лепп Э. И., Ведрова С. А., Бойцов И. А

Научные руководители:

докт. техн. наук Лимаренко Г. Н., ст. преподаватель Спирин Е. А

Сибирский федеральный университет

Реальное проектирование конструкций механимов и машин в учебном процессе является одним из основных путей подготовки специалистов, способных создавать конкурентоспособные изделия, шаг за шагом поднимать страну до уровня передовых держав. В инженерном образовании крайне важно, чтобы обучающийся смог реализовать и увидеть плоды своего труда в процессе создания и внедрения в производство новой продукции, решать задачи оптимизации конструкции и технологии при освоении опытных образцов изделий. Перспективными объектами для реального проектирования в СФУ являются многоцелевые дерево- и металлообрабатывающие центры с ЧПУ, как наукоемкие изделия, при создании которых требуются современные знания в областях машиноведения, станкостроения, широкорегулируемого электропривода, гидро- и пневмопривода, компьютерного моделирования и анализа конструкций, программирования и др.

В Красноярском крае развита лесная и деревообрабатывающая промышленность, преимущественно на стадии вырубki лесного массива и его первичной переработки. Для более глубокой переработки древесины необходимо создавать предприятия, в которых могут найти применение современные высокоавтоматизированные станки и комплексы, в том числе деревообрабатывающие центры с числовым программным управлением.

Целью настоящей работы являлась разработка технического предложения на проектирование деревообрабатывающего многоцелевого станка с ЧПУ, удовлетворяющего следующим требованиям:

1. Обеспечение необходимой точности обработки (0,01 мм).
2. Компактность (масса - не более 1 тонны, максимально допустимые габаритные размеры станка - 3500x2000x1800).
3. Сравнительно недорогие комплектующие изделия отечественного и зарубежного производства.
4. Возможность обработки кроме древесины также цветных материалов (алюминий, медь, латунь и т.д), , композитных материалов и различных видов пластиков.
5. Расчетный ресурс механизмов и узлов станка - не менее 50000 часов.
7. Коэффициент стандартизации и унификации элементов конструкции не менее 40 %;
8. Возможность модификации рабочего пространства при обработке различных изделий.

Задачи решаемые в ходе проектирования:

1. Анализ и выбор принципиальной схемы станка;
2. Расчёт режимов резания и определение требований к приводам;
3. Анализ и выбор стандартных комплектующих изделий для использования в станке;
4. Проектирование твердотельных моделей узлов станка;
5. Конечно - элементный анализ с последующей оптимизацией конструкции.

Разработка технического предложения на станок выполнялась методом корпоративного проектирования с распределением задач между участниками работы, а также с использованием PDM –системы Лоцман.

Сделав обзор возможных принципиальных схем обрабатывающих центров было выделено две наиболее распространенных схемы исполнения:

1. Бесконсольная двухстоечная схема;

2. Консольная - вертикальная схема;

Так как рабочая область проектируемого станка имеет довольно большую площадь 4.1 м^2 ($2500 \text{ мм} \times 1700 \text{ мм}$), была выбрана принципиальная схема с двумя стойками (рисунок 1), обеспечивающая большую жесткость, при меньшей металлоемкости. Вместе с этим было решено разместить органы перемещения по оси Z (перпендикулярно поверхности рабочего стола) на рабочем органе (далее РО).

Перемещение РО по оси Y реализовано путем установки шариковой винтовой передачи вдоль перекладки портала.

Ниже приведена компоновочная схема станка (рис. 1).

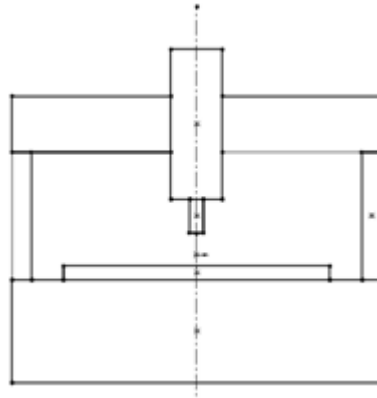


Рисунок 1 - Бесконсольная двухстоечная схема

Для дальнейшей разработки модели станка и выбора комплектующих, необходимо было рассчитать максимальные силы резания, скорости движения и мощности. Результаты расчета приведены ниже (табл. 1).

Таблица 1 - Результаты расчета режимов резания

Максимальное значение мощности главного привода, кВт	7,5
Диапазон частот вращения шпинделя, мин^{-1}	0...18000
Диапазон скоростей подачи, мм/мин	5...20000
Макс. значение усилия подачи, кН	2
Дискретность перемещения, мм	0,01

После анализа конструкций, предоставляемых отечественными и зарубежными производителями, были спроектированы следующие сборочные единицы (твердотельные модели) станка:

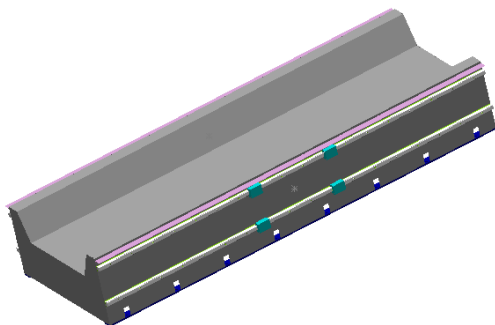


Рисунок 2 - Модель основания

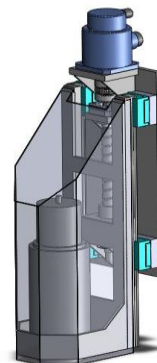


Рисунок 3 - Модель рабочего органа

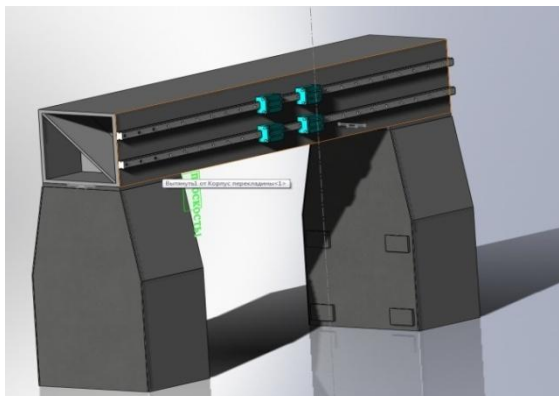


Рисунок 4 - Модель портала

Все несущие конструкции станка были выполнены, в основном, из листового проката толщиной 4 мм. При проектировании твердотельных моделей был применен итерационный подход. Ниже (рис. 5, 6, 7) приведены результаты исследований деформаций несущих элементов под действующими нагрузками, в конечно - элементной среде ANSYS Workbench.

При оптимизации конструкции, было решено придерживаться следующих принципов:

- уменьшение металлоемкости;
- сохранение необходимой жесткости;
- придание конструкции хорошего внешнего вида;
- уменьшение габаритных размеров.

Исследования показали, что максимальная деформация на основании, в нагруженном состоянии, составляет 33,15 микрона, на рабочем органе - 9,75 микрона, на модели портала - 8,6 микрон.

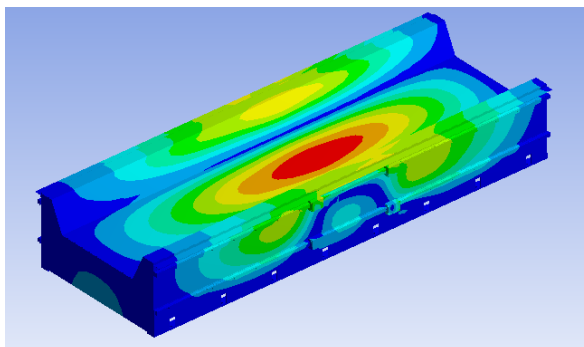


Рисунок 5 - Диаграмма перемещений под действием действующих нагрузок на основание

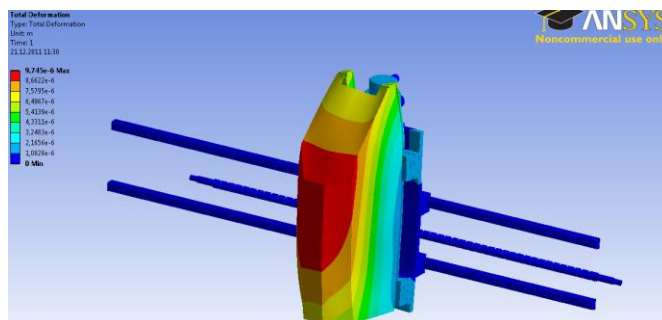


Рисунок 6 - Диаграмма перемещений под действием действующих нагрузок на рабочий орган

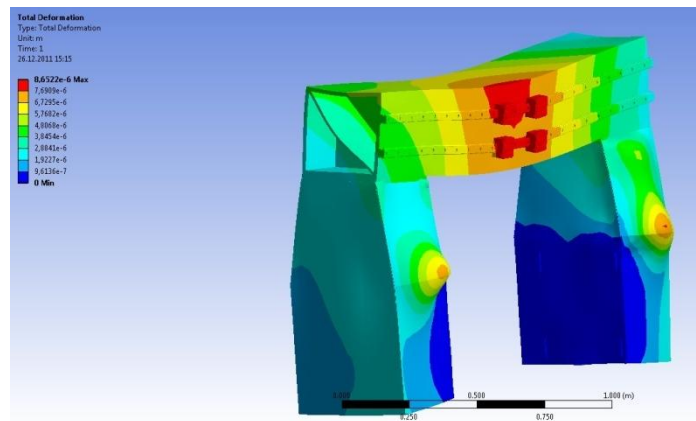


Рисунок 7 - Диаграмма перемещений под действием приложенных нагрузок на портал

Спроектированный станок (рис. 8) состоит из следующих элементов:

1 - Основание; 2 - Направляющие ТНК по оси X; 3 - Портал; 4 - Направляющие ТНК по оси Y; 5 - Привод оси Y; 6 - Плита - привод по оси Z; 7 - Корпус рабочего органа; 8 - Мотор - шпиндель.

На основании устанавливаются различные варианты столов для крепления обрабатываемых изделий (не показаны).

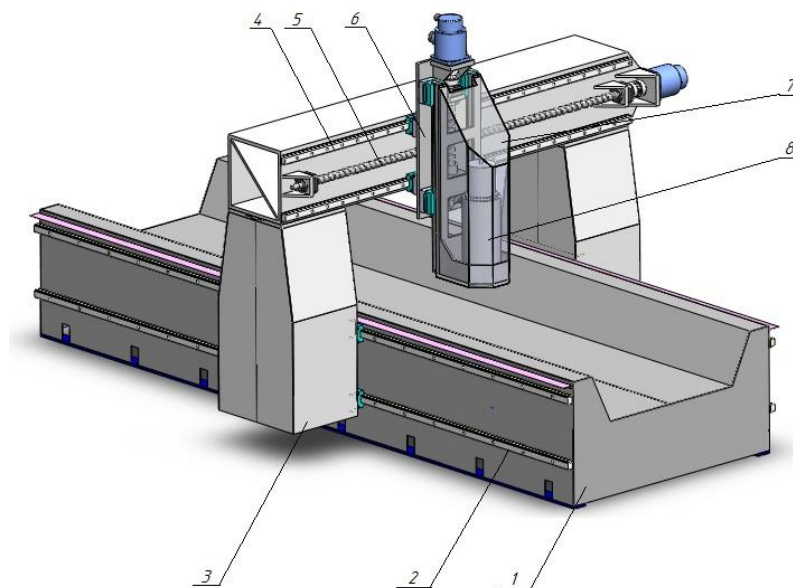


Рисунок 8 - Модель деревообрабатывающего многоцелевого станка с ЧПУ

Результатом работы на стадии технического предложения стала твердотельная модель деревообрабатывающего многоцелевого станка с числовым программным управлением. В станке использован мотор-шпиндель мощностью 7,5 кВт с частотой вращения $0 \dots 18000 \text{ мин}^{-1}$, ШВП по координатам Y и Z, приводимые в движение серводвигателями с датчиками обратной связи, современные направляющие качения. Привод перемещения портала по координате X, намечено выполнить с помощью разрабатываемых двух волновых реечных модулей с аналогичными серводвигателями. Станок удовлетворяет требованиям, указанным в техническом задании, и позволяет разработать по его моделям конструкторскую документацию на этапе технического проекта.