

Таким образом, можно сказать, что сила сопротивления вмятию лезвия ножа в растительную массу значительно увеличивается при повышении толщины $h_{сж}$ сжимаемого перед резанием слоя массы. Сжатие растительной массы и подача ее к измельчающему барабану обеспечивается работой валцов питающего аппарата. Если растительный материал недостаточно сжат, наблюдается значительное увеличение силы сопротивления вмятию лезвия, что приводит к повышению затрат энергии на весь процесс измельчения растительной массы. Поэтому необходимо стремиться к уменьшению величины $h_{сж}$ сжимаемого слоя, поступающего из питающего аппарата кормоуборочного комбайна, за счет более интенсивного сжатия растительной массы валцами питающего аппарата.

Литература

1. Резник, Н. Е. Кормоуборочные комбайны / Н. Е. Резник. – М. : Машиностроение, 1980. – 375 с.
2. Влияние углов установки на напряженно-деформированное состояние ножа измельчающего барабана кормоуборочного комбайна / П. Е. Родзевич, В. В. Миренков, В. Ф. Хиженок, Е. П. Шельманова // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2016. – № 1. – С. 31–37.
3. Родзевич, П. Е. Влияние сжатого слоя растительной массы на критическую силу резания // Современные проблемы машиноведения : материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф., Гомель, 22 окт. 2020 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, ПАО «Компания» «Сухой» ОКБ «Сухого» ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель, 2020. – С. 60–63.

АНАЛИЗ ЖЕСТКОСТИ И ВИБРОУСТОЙЧИВОСТИ КОНСТРУКЦИИ СТАЦИОНАРНОГО РОБОТА

А. А. Закревский

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель М. И. Михайлов

Выполнен анализ собственных колебаний стационарного робота. Установлены формы модальных колебаний и распределение относительных амплитуд колебаний

Ключевые слова: роботы стационарные, виброустойчивость, жесткость, собственные колебания.

Точность позиционирования промышленных роботов напрямую зависит от их конструктивной жесткости. В условиях современных производств, требующих микронной точности, деформации несущего каркаса под нагрузкой могут приводить к браку продукции. Оценка и оптимизация жесткостных характеристик на этапе проектирования является критически важной задачей.

Цель работы – провести конечно-элементный анализ напряженно-деформированного состояния (НДС) модели стационарного робота и определить собственные частоты конструкции для обеспечения виброустойчивости.

Анализ полученных результатов. В качестве объекта исследования выступает 3D-модель манипуляционной системы. Для снижения инерционности и материалоемкости в конструкцию были внесены изменения: введены полые стенки и технологические вырезы в ненагруженных сечениях.

Для проведения инженерного анализа использовался программный модуль APM FEM. Модель была приведена в «максимально напряженное положение» (максимальный вылет руки), что создает наибольшие изгибающие моменты в сочленениях. Граничные условия включали жесткое закрепление основания (имитация монтажа на фундамент) и приложение расчетной нагрузки к фланцу исполнительного органа.

Исследование НДС и модальный анализ. В ходе выполнения расчетов были получены следующие данные:

- Распределение напряжений: максимальные эквивалентные напряжения локализованы в узлах крепления стойки к основанию. Коэффициент запаса прочности по текучести материала составил 3,2, что подтверждает надежность конструкции.
- Деформации: максимальное суммарное перемещение крайней точки манипулятора зафиксировано на уровне 0,057 мм. Данный показатель удовлетворяет требованиям прецизионной обработки.

Особое внимание уделено модальному анализу. Для исключения резонанса при работе сервоприводов определены собственные частоты. Первая частота составила 136,57 Гц. Учитывая, что рабочие частоты большинства промышленных приводов лежат в диапазоне до 50–100 Гц, спроектированная конструкция обладает достаточным запасом виброустойчивости.

Распределение напряжений в конструкции при максимальном вылете показано на рис. 1.

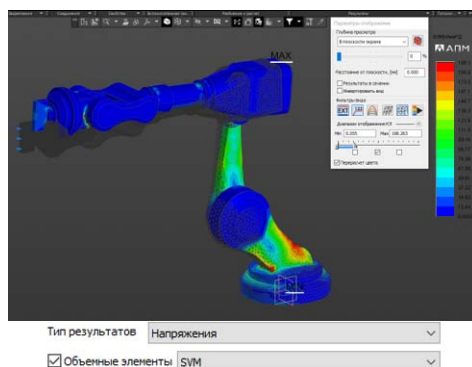


Рис. 1. Распределение напряжений в конструкции при максимальном вылете

Визуализация суммарных деформаций (перемещений) элементов каркаса представлена на рис. 2.

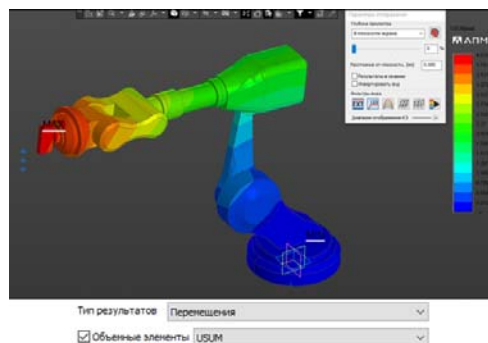


Рис. 2. Визуализация суммарных деформаций (перемещений) элементов каркаса

В заключение отметим, что проведенный анализ в среде АРМ FEM показал: модифицированная конструкция робота (с полыми элементами) сохраняет необходимую жесткость при снижении общей массы. Полученная первая собственная частота 136.57 Гц гарантирует отсутствие резонансных колебаний в штатных режимах эксплуатации. Методика позволяет оптимизировать металлоконструкции роботов еще до этапа изготовления прототипа.

Выражаю благодарность моему научному руководителю доктору технических наук, профессору М. И. Михайлову за консультации в области конечно-элементного моделирования.

Л и т е р а т у р а

1. Шелофаст, В. В. Основы проектирования машин / В. В. Шелофаст. – М. : АПМ, 2005. – 472 с.
2. Алямовский, А. А. Инженерный анализ в SolidWorks Simulation / А. А. Алямовский. – М. : ДМК Пресс, 2015.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ ПОРОШКОВОГО СЫРЬЯ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

М. В. Невзоров

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Г. В. Петришин

Показано, что устойчивая переработка металлических отходов металлургического производства позволяет использовать частицы отходов в качестве порошкового сырья для дополнительного производства самофлюсующихся порошков. Установлено, что термическое нанесение покрытия на изношенные поверхности металлических деталей обеспечивает их защиту и улучшает функциональные свойства.

Ключевые слова: переработка, самофлюсующиеся порошки, покрытия.

Эффективное управление отходами играет ключевую роль в достижении целей устойчивого развития (ЦУР), сформулированных Организацией Объединенных Наций. Среди них в ЦУР 12 «Обеспечение устойчивых моделей потребления и производства подчеркивается важность ответственного обращения с отходами и ресурсо-эффективности» [1]. Несмотря на предпринимаемые усилия, на пути к достижению устойчивого развития по-прежнему существует ряд проблем, в частности, связанных с минимизацией воздействия на окружающую среду и максимальным восстановлением ресурсов. Одним из ключевых препятствий является сложность процесса стабилизации, и поэтому – обезвреживание промышленных отходов, что еще больше усложняет процессы переработки. В этом контексте твердые отходы в виде частиц порошка, образующиеся в ходе различных передовых производственных процессов, таких как производство присадок на основе порошков, нанесение покрытий, представляют собой серьезную проблему при их удалении и вторичной переработке [2].

Поэтому необходимо разрабатывать практичную и комплексную стратегию «от отходов к покрытию», которая преобразует разнородные металлические отходы в высокоэффективные покрытия для восстановления изношенных поверхностей деталей узлов трения методом термического напыления, например, лазерной наплавки.