

УДК 539.3

В.С. Модестов (асп., каф. МПУ), А.И.Боровков, к.т.н., проф.

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ РАМЫ ПАХОТНОГО АГРЕГАТА

Отвально-лемешные плуги обеспечивают наилучшие сочетания «скорость обработки почвы / качество обработки / цена обработки», а также являются наиболее простыми и дешевыми в изготовлении относительно других пахотных агрегатов [1]. АО «Кировский завод» наладило выпуск отвально-лемешных плугов для комплектации их с трактором К-701. Для оптимального использования тяговых возможностей трактора необходимо создать раму плуга, выдерживающую силовые воздействия в различных условиях эксплуатации.

Существует несколько методик расчета плугов. Классическим является подход к расчету плугов, как к статически неопределимой стержневой системе, что требует принятия дополнительных допущений. В процессе конечно-элементного моделирования были сделаны следующие допущения: а) все восемь корпусов плуга одинаково нагружены; б) 2 колеса плуга перекачивается без отрыва от поверхности почвы; в) усилия сопротивления перекачиванию колес плуга одинаковы. Сделанные допущения позволяют рассматривать плуг как статически определимую систему и записать для нее систему уравнений равновесия тела в пространстве. Внешними силами являются вес плуга, главный вектор сил сопротивления почвы, а также момент динами, который определяется через соотношения динамометрического плуга [2]. В качестве расчетных нагрузок приняты максимальные величины сил и моментов, действующие на затупленный плужный корпус; эти значения сил и моментов получены в результате непосредственных измерений на испытательном полигоне динамометрическим плугом. В результате решения системы уравнений равновесия определили усилия в звеньях механизма навески, а также усилия приложенные к ободу колеса и к полевой доске среднего корпуса.

Разработанная пространственная КЭ стержневая модель (рис. 1) позволила проанализировать различные виды нагружения при разных соотношениях характерных размеров рамы. Основные части рамы аппроксимируются стержневыми элементами, описываемыми соотношениями Тимошенко, в которые добавлены слагаемые, учитывающие растяжение-сжатие стержней. Конечно-элементная модель рамы реализована в программной системе конечно-элементного анализа ANSYS 5.5 и имеет следующие характеристики: число элементов BEAM-189 [3] - 326, число узлов - 927, общее число степеней свободы - 3832. В углах модели расположены цилиндрические шарниры; оси шарниров сонаправлены с осью Z (рис.1). С помощью разработанной КЭ модели исследуется влияние цилиндрических шарниров на эквивалентные напряжения по Мизесу, возникающие в несущих частях конструкции в режиме пахоты.

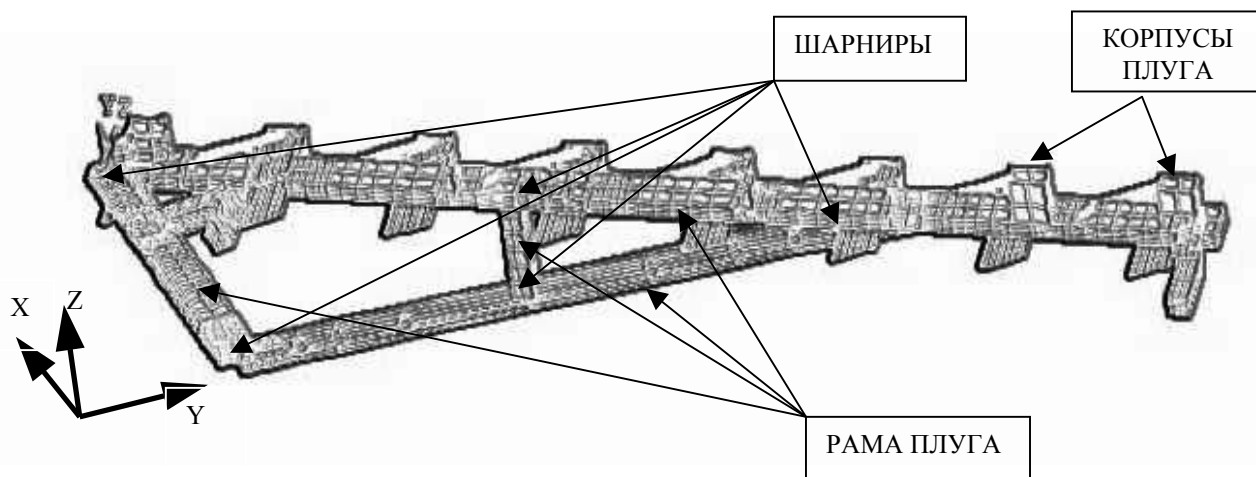


Рис. 1

В результате КЭ исследования пространственного напряженно-деформированного состояния стержневой модели конструкции пахотного агрегата были получены следующие результаты:

- определены зоны концентрации напряжений, возникающие в конструкции в режиме пахоты;
- уменьшены напряжения в наиболее нагруженных частях предложенной модификации конструкции;
- обоснована возможность применения более простых и экономичных технологий изготовления менее нагруженных частей;
- установлено, что введение в углы рамы дорогостоящих и сложных в изготовлении цилиндрических шарниров повышает максимальные напряжения в раме на 20%; в связи с этим был предложен вариант рамы без цилиндрических шарниров.

Исследуемая модель плуга, была разработана и изготовлена в ЗАО «Петербургский тракторный завод», входящем в состав АО «Кировский завод», и успешно прошла предварительные испытания на Северо-Кавказской исследовательской станции города Зеленограда.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Стрельбицкий В.Ф. Ротационные почвообрабатывающие машины.– М.: Машиностроение, 1971.
2. Синеоков Г. М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. – М.: Машиностроение, 1977.

Участники секции “Конечно-элементная механика и компьютерный инжиниринг” выражают свою благодарность за финансовую поддержку исследований Российскому фонду фундаментальных исследований (гранты №№ 98-01-01073, 99-01-00665), Федеральной целевой программе “Интеграция” (проект № А0151), а также Санкт–Петербуржскому отделению Представительства CAD-FEM GmbH в СНГ за предоставленные для проведения расчетных исследований программные системы ANSYS, LS-DYNA и STAR-CD.