

УДК 621.869

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НАВЕСНОГО РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МНОГОЦЕЛЕВОЙ КОММУНАЛЬНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

О.В. Щербак, доцент, к.т.н., М.Ф. Кулешова, доцент, к.т.н.,
И.Г. Миренский, профессор, д.т.н., ХНАДУ

Аннотация. Рассмотрена методика проектирования сменного рабочего оборудования к малогабаритному погрузчику с бортовой системой поворота с использованием современных программных пакетов трехмерного моделирования и расчета кинематических, динамических и прочностных параметров.

Ключевые слова: малогабаритный погрузчик, навесное оборудование, компьютерное моделирование.

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НАВІСНОГО РОБОЧОГО УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ БАГАТОЦІЛЬОВОЇ КОМУНАЛЬНО-БУДІВЕЛЬНОЇ МАШИНИ

О.В. Щербак, доцент, к.т.н., М.Ф. Кулешова, доцент, к.т.н.,
И.Г. Миренский, профессор, д.т.н., ХНАДУ

Анотація. Розглянуто методику проектування змінного робочого устаткування до малогабаритного навантажувача з бортовою системою повороту з використанням сучасних програмних пакетів тривимірного моделювання і розрахунку кінематичних, динамічних і міцнісних параметрів.

Ключові слова: малогабаритний навантажувач, навісне устаткування, комп'ютерне моделювання.

DEVELOPING COMPUTER SIMULATION TECHNIQUES FOR SKID-STEER LOADER ATTACHMENTS

O. Scherbak, Associate Professor, Candidate of Engineering Sciences,
M. Kuleshova, Associate Professor, Candidate of Engineering Sciences,
I. Merenskyi, Professor, Doctor of Engineering Sciences, KhNAHU

Abstract. Design techniques for attachments to skid-steer loaders with onboard turn-control system using up-to-date program packages for 3D-modelling and determining kinematical, dynamic and strength parameters have been considered.

Key words: skid-steer loader, attachment, computer simulation techniques.

Введение

В настоящее время особенную остроту приобрела проблема реализации машиностроительной продукции предприятиями Украины. Рынок насыщен в основном азиатской импортной техникой корейского и китайского производства. Эти машины по цене соизме-

римеры с продукцией ведущих производителей Европы, Америки и Японии.

Одним из путей расширения рынка сбыта отечественных машин является создание новых конкурентоспособных изделий. В нынешних условиях разработка, создание и усовершенствование внедрение в серийное производство

таких машин – задача особенного значения для строительного и дорожного машиностроения Украины. Решение данной задачи возможно лишь при условии применения современных компьютерных технологий.

В данной статье представлены материалы по разработке методики компьютерного моделирования рабочего оборудования для многоцелевой коммунально-строительной машины на базе малогабаритного погрузчика. Впервые идею создания малогабаритного многофункционального погрузчика с бортовым поворотом предложила американская фирма Melroe Manufacturing Company в 1958 г. для механизации трудоемких погрузочно-разгрузочных работ в фермерских хозяйствах. Однако быстро растущая популярность и пожелания покупателей повысить универсальность машины побудили производителя вести дальнейшие разработки. Так появился абсолютно новый класс машин такого рода.

Большие возможности новой машины позволили использовать ее в коммунальном и дорожном, садово-парковом и лесном хозяйстве, в строительстве и промышленности, на вокзалах и стадионах, в аэропортах, на рынках, складах в морских портах. Одним словом, эти машины уже не соответствовали определению «мини-погрузчик» (машина для выполнения погрузочно-транспортных операций с грузами массой до 1,5 т). В настоящий момент такую технику целесообразно было бы выделить в отдельный класс – многоцелевая коммунально-строительная машина (МКСМ). Практически все МКСМ представляют собой четырехколесные полноприводные шасси с короткой базой, гидрообъемной трансмиссией и очень плотной компоновкой моторного отсека. Колеса левого и правого борта приводятся в движение отдельными гидромоторами и могут работать в режиме противовращения. Именно благодаря такому техническому решению машины легко маневрируют даже на небольшой площадке за счет подтормаживания колес одного из бортов или вращения колес противоположных бортов в разных направлениях. Исключением являются некоторые модели МКСМ, на которых применена комбинированная система поворота, сочетающая как традиционную систему управления с бортовым поворотом, так и систему поворота со всеми управляемыми

колесами. Такой метод существенно снижает износ шин и расход топлива. Сегодня с уверенностью можно сказать, что с таким набором качеств, как малые габаритные размеры, многофункциональность, экономичность, МКСМ являются одним из наиболее перспективных направлений развития коммунальной и дорожной техники как заменитель части дорогостоящих крупногабаритных узкоспециализированных машин. При мелком ямочном ремонте покрытия дорог и тротуаров одна МКСМ может заменить целый парк дорожной техники, а при ремонте дорожного покрытия автомобильных мостов, где нельзя использовать тяжеловесные машины, ей нет альтернативы. Успешно развивающийся класс машин привлек внимание не только потребителей. Производство аналогичной техники разработали и освоили крупные машиностроительные компании Volvo, FIAT, Daewoo, Hyundai. Возникли и новые фирмы, специализирующиеся на изготовлении именно таких машин. На сегодняшний день уже более нескольких сотен компаний производят малогабаритные многофункциональные машины с бортовым поворотом, грузоподъемность которых составляет от 300 до 1 600 кг.

Анализ публикаций

Исследованием нагруженности элементов малогабаритного погрузчика занимались на протяжении последних 10–15 лет. В частности на кафедре СДМ ХНАДУ исследовали: рабочие процессы погрузчика – И.А. Перевозник, рабочие процессы экскаваторного рабочего оборудования – И.В. Рыбалко. Исследованием ходового оборудования занимался Л.В. Разаренов [1, 2]. Работ по формированию методики формирования комплектов сменного рабочего оборудования не было.

Цель и постановка задачи

Целью работы было разработать методику компьютерного моделирования сменного рабочего оборудования для МКСМ. Для реализации данной цели были решены следующие задачи: построены компьютерные трехмерные модели; с помощью специализированных программных комплексов выполнен кинематический, динамический и прочностной анализ металлоконструкций; выполнен оптимизационный расчет основ-

ных элементов сменного рабочего оборудования; выполнен расчет элементов гидропривода.

Методика компьютерного моделирования

В качестве объекта был выбран малогабаритный погрузчик ПМТС-1200, выпускав-

шийся Бердянским заводом дорожных машин. К нему завод выпускал основной ковш, бульдозерный отвал и экскаваторное оборудование. В настоящее время зарубежные фирмы выпускают около 60 видов сменного рабочего оборудования. На рис. 1 показаны некоторые виды сменного рабочего оборудования.

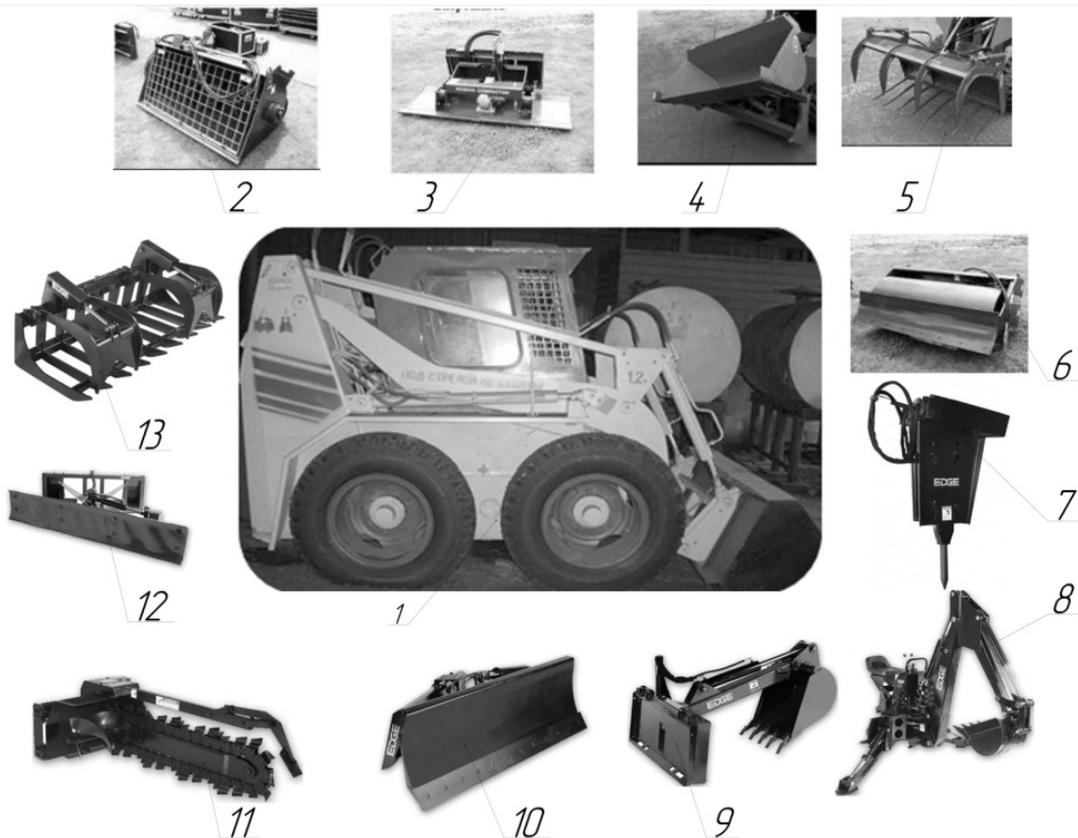


Рис. 1. Сменное рабочее оборудование к погрузчику: 1 – основной ковш; 2 – растворобетоносмеситель; 3 – виброплита; 4 – ковш с боковой выгрузкой; 5 – вилы; 6 – вибрационный каток; 7 – пневмобур; 8 – экскаватор ковшовый; 9 – экскаватор ковшовый; 10 – бульдозерный отвал; 11 – баровое рабочее оборудование; 12 – планировщик; 13 – захват для бревен

Проведенные экспериментальные исследования выявили следующие недоработки: неэффективная работа гидропривода и недостаточно эффективная работа аутригеров, обеспечивающих устойчивость машины.

Для устранения этих недоработок были построены компьютерная модель экскаваторного рабочего оборудования с элементами гидропривода (рис. 2) и модель поворотного механизма с аутригерами (рис. 3).

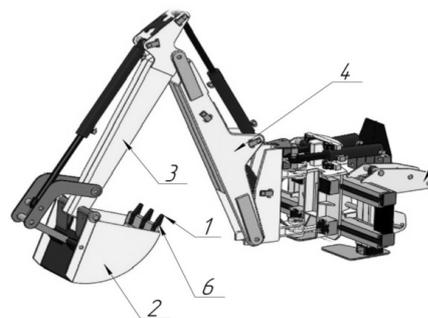


Рис. 2. Экскаваторное рабочее оборудование

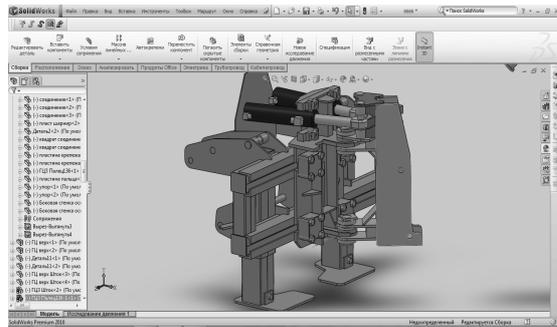


Рис. 3. Модель поворотного механизма с аутригерами

Для исследования нагруженности гидропривода было использовано приложение к SolidWorks FlowWorks и выполнен расчет гидроцилиндров (рис. 4), и расчет гидролиний (рис. 5).



Рис. 4. Расчет гидроцилиндров

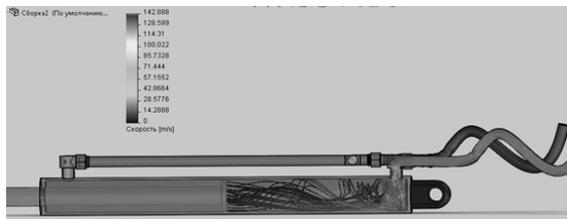


Рис. 5. Расчет гидролиний

Для исследования кинематики и динамики рабочего оборудования было использовано приложение Motion для SolidWorks (рис. 6).

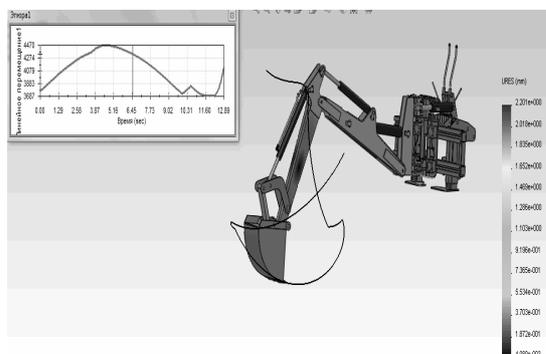


Рис. 6. Исследование кинематики и динамики

Таким образом был проведен полный комплекс исследований экскаваторного рабочего оборудования к малогабаритному погрузчику.

Следующим этапом работы было создание грейдерного рабочего оборудования к малогабаритному погрузчику (рис. 7).



Рис. 7. Грейдерное рабочее оборудование к малогабаритному погрузчику

Данный тип рабочего оборудования устанавливался только на зарубежных машинах. Для обеспечения работоспособности было проведено всестороннее исследование с использованием современных программных средств конечно-элементного анализа ANSYS 13.0. Первоначально рабочее оборудование было спроектировано в SolidWorks и транслировано в ANSYS (рис. 8).

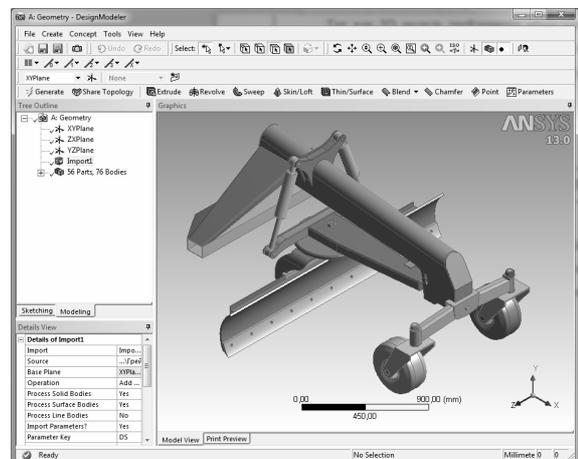


Рис. 8. Грейдерное рабочее оборудование, созданное в SolidWorks и транслированное в ANSYS

Элементы конечно-элементного анализа, выполненного в ANSYS, представлены на рис. 9 и 10.

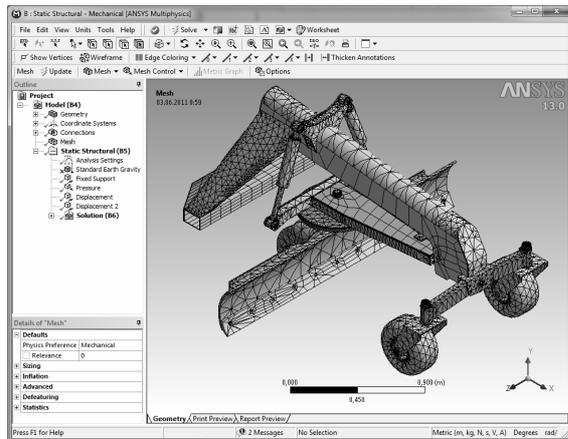


Рис. 9. Конечно-элементная разбивка

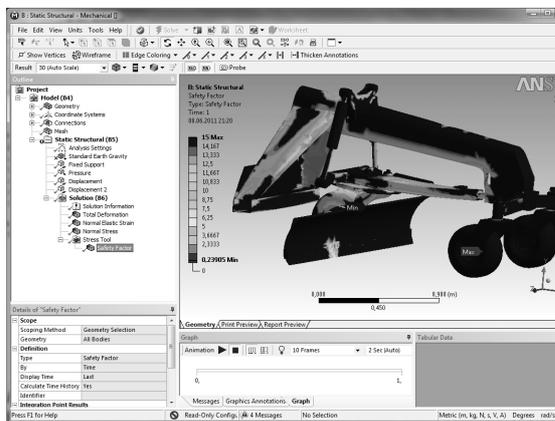


Рис. 10. Результаты прочностного расчета

Выводы

1. Разработана методика компьютерного моделирования навесного рабочего оборудования для многоцелевой коммунально-строительной машины с применением сов-

ременных компьютерных программ трехмерного моделирования.

2. Выполнены конечно-элементные прочностные расчеты.

3. Выполнены расчеты кинематики и динамики.

4. Рассчитаны элементы гидропривода рабочего оборудования.

5. Выполнена оптимизация металлоконструкции.

6. Проведенный комплекс исследований позволил проектировать различные виды сменного рабочего оборудования с заданным уровнем надежности и долговечности.

Литература

1. Разарёнов Л.В. Повышение эффективности работы короткобазовых колесных погрузчиков с бортовой системой поворота: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.05.04 «Машины для земляных, дорожных и лесотехнических работ» / Л.В. Разарёнов. – Х., 2011. – 22 с.
2. Особенности поворота малогабаритного погрузчика типа ПМТС 1200 / Л.В. Назаров, В.П. Истомина, Л.В. Разарёнов / Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – 2004. – № 25 – С. 54–58.

Рецензент: Л.И. Нефедов, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 4 июня 2012 г.