

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобровник, А. И. Совершенствование вала отбора мощности тракторов «Беларус» / А. И. Бобровник // Тракторы и сельхозмашины, № 7. – М. : 2014. – С. 20–24.

2. Дмитриенко, Ю. И. Основы механики твердом теш. / Ю. И. Дмитриенко // Механика сплошной среды. – Т. 4. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. – 2013. – 624 с.

3. Тракторы сельскохозяйственные. Определение показателей при испытаниях через вал отбора мощности: ГОСТ 30747-2001. – Введ. 01.11.2001.

4. Валы отбора мощности сельскохозяйственных тракторов передние. Общие технические требования: ГОСТ 3480-2020. – Введ. 30.10.2020.

Представлено 03.04.2023

УДК 621.86.01

ВЛИЯНИЕ КИНЕМАТИКИ МАНИПУЛЯТОРА НА ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ЛЕСНОЙ МАШИНЫ

INFLUENCE OF MANIPULATOR KINEMATICS ON THE LOADING CAPACITY OF THE FOREST MACHINE

**Кравченко Александр Л.¹, Гончарко А. А.¹,
Кравченко Алексей Л.¹, Дробышевская О. В.¹, Дюжев А. А.²,**

¹Объединенный институт машиностроения,
г. Минск, Республика Беларусь,

²ОАО «Амкодор», Минск, Республика Беларусь

Aliaksandr Krauchonak¹, A. Hancharka¹,

Aliaksei Krauchonak¹, O. Drobyshevskaya¹, A. Dyuzhev²,

¹The Joint Institute of Mechanical Engineering of the National academy
of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,

²Joint Stock Company «AMKODOR», Minsk, Belarus

Объектом исследования является экспериментальный образец форвардережного манипулятора с грузоподъемностью на максимальном вылете стрелы 850 кг. В статье рассмотрены вопросы выбора

кинематических параметров манипулятора для обеспечения требуемых параметров его грузоподъемности.

The object of the study is an experimental sample of a forward manipulator with a load capacity at a maximum boom reach of 850 kg. The article considers the issues of choosing the kinematic parameters of the manipulator to ensure the required parameters of its load capacity.

Ключевые слова: манипулятор, форвардер, динамическая модель, грузоподъемность.

Keywords: manipulator, forwarder, dynamic model, load capacity.

ВВЕДЕНИЕ

Форвардеры – многофункциональная самоходная техника, используемая в лесозаготовительной отрасли для транспортировки леса в места его последующей переработки. Они представляют собой двухмодульную машину, которая оснащена кабиной с системой управления и грузовой тележкой с краном-манипулятором. Форвардеры используют при лесозаготовке по так называемой скандинавской технологии, при которой результатом работы на лесосеке является уже готовый к дальнейшей переработке сортимент.

Манипулятор форвардера является его основным рабочим оборудованием, от которого зависит как производительность форвардера, так и его безопасность. Повышение производительности форвардера путем увеличения его грузоподъемности влечет за собой решение вопросов его безопасности по критериям устойчивости. Решение подобных оптимизационных вопросов эффективно проводить методами компьютерного моделирования. Это позволяет оценить большое количество вариантов исполнения конструкции без разработки макетных образцов. В статье показан пример решения вопроса повышения грузоподъемности форвардерного манипулятора путем изменения координаты точки крепления силового гидроцилиндра стрелы.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ МАНИПУЛЯТОРА

Основные технические данные исследуемого форвардерного манипулятора грузоподъемности 850 кг приведены в табл. 1 [1–3].

Параметры гидравлических цилиндров, используемых на манипуляторе с грузоподъемностью 850 кг, представлены в табл. 2.

В программном комплексе кинематико-динамического моделирования ADAMS была разработана динамическая модель форвардного манипулятора с грузоподъемностью 850 кг, учитывающая кинематические шарниры, координаты их установки и поузловое распределение масс в трехмерном пространстве. Данные для разработки модели взяты из соответствующей конструкторской документации.

Таблица 1 – Основные технические данные манипулятора

Наименование показателя	Значение
Максимальный вылет стрелы манипулятора, м, не менее	7,95
Грузоподъемность манипулятора при максимальном вылете стрелы (без учета веса ротатора и захвата), кг, не менее	850
Номинальное рабочее давление в гидросистеме манипулятора, МПа	21,5

В соответствии с нормативными требованиями по обеспечению безопасной эксплуатации лесных погрузчиков с рабочим оборудованием манипуляторного типа ГОСТ 31595-2012 «Погрузчики леса. Оборудование рабочее манипуляторного типа. Общие технические условия», п. 6.1.17 расчетная статическая нагрузка на манипулятор рассчитывается исходя из коэффициента запаса 1,25 [1]. Следовательно, для манипулятора с подъемным моментом 100 кН·м при максимальном вылете стрелы 7,95 м, грузоподъемностью 850 кг и учетом коэффициента запаса 1,25 нагрузка на стреле должна составлять 1050 кг.

Таблица 2 – Параметры гидравлических цилиндров манипулятора с грузоподъемностью 850 кг

Параметр	Гидравлические цилиндры		
	стрела	рукоять	теле-скоп
Максимальное давление в поршневой полости, МПа	22	13,5	21,5
Максимальное давление в штоковой полости, МПа	8	22	21,5
Диаметр поршня гидроцилиндра, мм	125	125	50
Диаметр штока гидроцилиндра, мм	80	70	30
Ход штока, мм	600	890	2060
Максимальная сила, действующая на поршень, кН	263,7	165,6	42,2
Максимальная сила, действующая на шток, кН	57,9	185,2	27,0

Схема для определения грузоподъемности манипулятора приведена на рис. 1.

Расчетная оценка грузоподъемности манипулятора методом моделирования проводилась путем изменения положения стрелы, рукояти и телескопа для достижения вылета стрелы заданной величины. При этом к точке крепления ротатора прикладывалась нарастающая по времени сила. Значения усилий в гидроцилиндрах ограничивались их максимальными реализуемыми силами. При достижении максимального значения в одном из них (согласно табл. 2), текущее значение силы на ротаторе принималось как значение грузоподъемности.

В результате моделирования базового варианта конструкции манипулятора по разработанной КД было установлено, что на максимальном вылете стрелы (при заданных гидравлических и кинематических характеристиках манипулятора) не обеспечивалась заявленная грузоподъемность.

Получить необходимую грузоподъемность можно несколькими путями:

- увеличением давления в гидросистеме;
- изменением точки крепления силового гидроцилиндра стрелы (рис. 2).



Рисунок 1 – Схема нагружения манипулятора

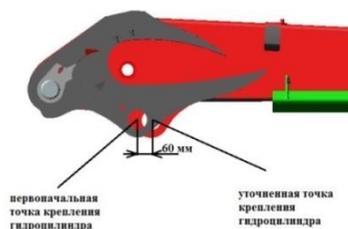


Рисунок 2 – Местоположение крепления гидроцилиндра стрелы

Исходя из кинематического расчета установлено, что перенос точки крепления штока гидроцилиндра стрелы на 60 мм, позволит увеличить грузоподъемность до требуемого значения (850 кг).

Визуализация проведенных расчетов по грузоподъемности манипулятора представлена на рис. 3.

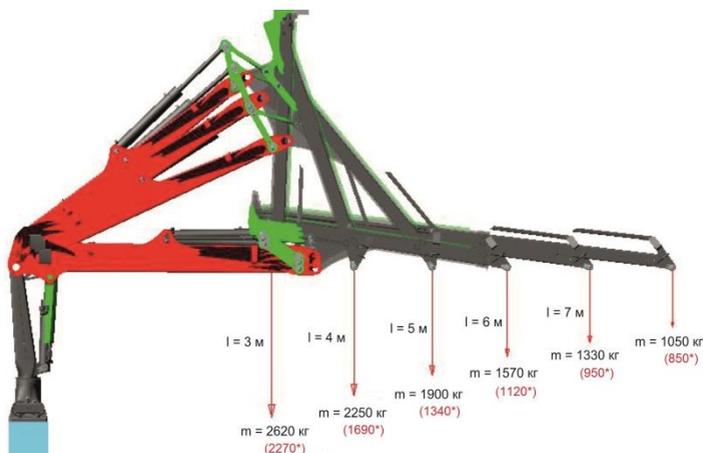


Рисунок 3 – Результаты расчетов грузоподъемности манипулятора:
 (2270°) – расчеты базовой конструкции;
 2620 кг – расчеты измененной конструкции

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных расчетных исследований кинематики форвардного манипулятора были даны рекомендации по изменению конструкции и обеспечению заданной грузоподъемности манипулятора с учетом обеспечения его безопасности по критериям устойчивости. Разработанная динамическая модель манипулятора позволила учесть, как кинематические характеристики манипулятора, так и силовые путем моделирования гидравлических цилиндров и учета ограничений по максимальным силам, развиваемым в гидроцилиндрах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Погрузчики леса. Оборудование рабочее манипуляторного типа. Общие технические условия: ГОСТ 31595-2012. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2015. – 24 с.
2. Лесосечные машины в фокусе биоэнергетики: конструкции, проектирование, расчет: учеб. пособие / В. С. Сютёв [и др.] – Йёнсуу : НИИ леса Финляндии METLA, 2011. – 143 с.
3. Голякевич, С. А., Основы проектирования лесных машин и системы автоматизированного проектирования: учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование

лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 01 «Машины и оборудование лесной промышленности» / С. А. Голякевич, А. Р. Гороновский. – Минск БГТУ, 2015. – 127 с.

Представлено 28.04.2023

УДК 62-592.134

ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ СТОЯНОЧНОГО ТОРМОЗА ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС» КЛ. 1,4–2,0

CHOICE OF THE PARKING BRAKE DESIGN OF TRACTORS "BELARUS" CL. 1,4–2,0

Поварехо А. С., канд. техн. наук, доц.,

Рахлей А. И., канд. техн. наук, доц.,

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

A. Pavarekha, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,

A. Rakhley, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,

Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

В данной статье проведен сравнительный анализ конструкций ленточных тормозных механизмов, применяемых на современных тракторах с точки зрения их эффективности. Выбран тип, предложена конструкция и рассчитаны параметры тормозного механизма плавающего типа. Проведены теоретические расчеты тормозных качеств трактора кл. 1.4, оборудованного предложенным тормозным механизмом.

In this article, a comparative analysis of the designs of belt braking mechanisms used on modern tractors from the point of view of their effectiveness is carried out. The type is selected, the design is proposed and the parameters of the floating type brake mechanism are calculated. Theoretical calculations of the braking qualities of the tractor cl. 1.4 equipped with the proposed braking mechanism have been carried out.

Ключевые слова: ленточный тормозной механизм, стояночная тормозная система, эффективность торможения, тормозной момент.