

УДК 630*377

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
ГИДРОСИСТЕМЫ ЛЕСНОГО МАНИПУЛЯТОРА, ВЕДУЩИЕ К
СНИЖЕНИЮ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

И. В. Четверикова, П. И. Попиков, Н. А. Бородин, В. В. Ткачев,
М. Ю. Воскобойник

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова»

Email: chivles@rambler.ru

В лесном и лесопромышленном комплексе при помощи узкопрофильных машин различного типа выполняются множественные производственные процессы: технологические и транспортные [1].

Наибольшее распространение в лесозаготовительном и лесохозяйственном производстве получили погрузочно-разгрузочные манипуляторы, к которым наряду с технологическими требованиями (максимальный и минимальный вылет рабочего органа, грузовой момент, момент поворота в горизонтальной плоскости, максимальная высота подъема груза), предъявляются требования ограничения манипулятора по массе. Это объясняется тем, что масса манипулятора влияет на выбор базы погрузочно-транспортной машины (форвардера или сортиментовоза), от которой зависит соответствие лесозаготовительной или лесохозяйственной машины необходимым требованиям, в том числе заданному значению удельного давления на грунт и сохранению подроста.

Гидроманипуляторы лесных машин предназначены для перемещения рабочих органов (захватов, харвестерных головок и др.) и передачи усилий в соответствии с требованиями технологического процесса. Однако, ряд важных для разработки транспортных схем вопросов, таких как разработка компоновочно-кинематической схемы манипулятора, выбор и привязка гидроцилиндров управления стрелой и рукоятью (моделирование “скелета” и передаточных механизмов), расчет гидропривода, прочностной расчет металлоконструкций манипулятора решаются традиционными, подчас устаревшими методами, требующими больших затрат конструкторского труда.

В целом, отечественные манипуляторы представлены достаточно широким модельным рядом. Конструкции уже существующих манипуляторов совершенствуются и дорабатываются, разрабатываются новые модели, постепенно манипуляторы начинают достигать уровня требований зарубежной техники. Машины ма-

нипуляторного типа [2], используемые на лесозаготовках, остаются важным звеном, от которого зависит весь технологический процесс. Усовершенствование техники подобного «рода», а так же самой схемы транспортировки всегда будет актуальным [3, 4], так как отечественные манипуляторы обладают рядом недостатков и не достигают уровня мировых стандартов на манипуляторы, а зарубежные модели стоят значительно дороже (в два и более раз), что для существующих российских лесозаготовительных предприятий просто разорительно. Основной проблемой является даже не цена, а отсутствие необходимой ремонтной базы для технического обслуживания зарубежных манипуляторов.

В настоящее время российские производители развивают производство такой механизированной лесозаготовительной техники, как форвардеры, харвестеры. Уже есть множество серийно выпускаемых моделей, по своим характеристикам не уступающих зарубежным аналогам.

В связи со значительным объемом поломок гидросистем целесообразно повысить наработку на отказ гидрооборудования за счет оптимизации положения гидроцилиндра механизма подъема стрелы и применения дополнительного демпфера для машин манипуляторного типа, используемых при сортиментной заготовке древесины.

Надежность, прочность и устойчивость к динамическим перегрузкам конструкции разрабатываемого манипулятора во многом зависит от достоверного знания нагрузок, точек их приложения и правильно составленной кинематической схемы.

Через программу расчета гидроцилиндров нам удалось рассчитать зависимость давления переходного процесса в манипуляторе типа ЛВ-184А, а также при удвоенном значении коэффициента податливости.

Определена зависимость максимального давления рабочей жидкости от длины плеча приложения усилия гидроцилиндра (b).

Анализ полученных с помощью компьютерной программы зависимостей показал, что минимальное (оптимальное) давление из всех приведенных было достигнуто при значении $b = 0,9$ м. Увеличение податливости упругих элементов гидропривода вызывает увеличение периода затухающих колебаний давления, уменьшение теоретического значения пикового давления с 20,4 до 18,4 МПа, но время затухания колебаний возрастает, что приводит к снижению производительности гидроманипулятора. Для того чтобы уменьшить период затухающих колебаний, в гидросистему манипулятора предлагаем установить дополнительный демпфер, включающий корпус, ступенчатый плунжер с дрос-

сельными отверстиями и обратные клапаны.

Обзор конструкций механизма подъема стрелы, их устройство и принцип работы, различные виды их основных механизмов, подробное рассмотрение структуры узла и принципа работы, обзор патентной и тематической литературы [5-9], позволило сделать обоснованные выводы об усовершенствовании рабочих органов применяемых машин на заготовке и вывозке древесины, в частности, автомобиль типа сортиментовоза оснастить манипулятором с совмещением движений звеньев, который возможно создать на базе серийного манипулятора с минимальными изменениями конструкции.

Совмещение движений звеньев манипуляторов является важным резервом повышения производительности погрузочно-разгрузочных работ при использовании машин манипуляторного типа. Время цикла движения рукояти и стрелы при погрузочно-разгрузочных работах составляет более 50 % времени полного цикла работы манипуляторов ЛВ-185 и ЛВ-215, поэтому целесообразным является совмещение этих операций [2]. При совмещении движений при скорости штоков гидроцилиндров 0,15 м/с максимальное усилие гидроцилиндра стрелы на 20 % выше, чем при раздельном движении, но время цикла при совмещении операций сокращается в 1,7 раза. При скорости штоков гидроцилиндров 0,1 м/с максимальные усилия в гидроцилиндрах одинаковы при совмещении и раздельном движениях, но время цикла также сокращается в 1,7 раза. Оптимизация положений точек присоединения гидроцилиндров механизма подъема к подвижным и неподвижным элементам лесного манипулятора с учетом динамических нагрузок и податливости гидропривода [10] позволяет существенно снизить всплески давления рабочей жидкости и энергозатраты при подъеме груза [Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2008613437 РФ].

Таким образом, принятые изменения в конструкции механизма подъема стрелы манипулятора путем достижения цели снижением динамических нагрузок и энергозатрат существенно повысят эффективность предприятий лесной отрасли в целом.

Библиографический список

1 Мазуркин, П. М. Автоматизация технологического оборудования лесозаготовительного производства [Текст] / П. М. Мазуркин // Технология лесозаготовок и транспорта леса. Л. : ЛТА, 1984. – С. 92-97.

2 Бартенев, И. М. Гидроманипуляторы и лесное технологическое оборуду-

дование [Текст] / И. М. Бартенев, З. К. Емтыль, А. П. Татаренко, М. В. Драпалюк, П. И. Попиков, Л. Д. Бухтояров. – М. : ФЛИНТА : Наука, 2011. – 408 с.

3 Четверикова, И. В. Повышение эффективности применения автолесовозов с гидроманипуляторами при комбинированном способе доставки древесины в условиях Северо-Запада РФ [Текст] / И. В. Четверикова, П. И. Попиков // Актуальные направления научных исследований XXI века : теория и практика. 2016. Т. 4. № 5-4 (25-4). – С. 173-178.

4 Козлов, В. Г. Исследование звеньев системы "Водитель-автопоезд-лесовозная дорога-среда" [Текст] / В. Г. Козлов, Е. В. Кондрашова, Т. В. Скворцова, И. В. Четверикова // Проблемы и возможности современной науки: сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. – Москва, 2015. – С. 124-128.

5 Смоляницкий, Э. А. Рекуперативный насосно-аккумуляторный гидропривод для мобильных машин-орудий циклического действия [Текст] / Э. А. Смоляницкий. – СДМ. 2007. – № 5. – С. 3-10.

6 Тарасов, В. Н. Методика расчетов гидромеханизмов грузоподъемного крана-манипулятора [Текст] / В. Н. Тарасов, И. В. Бояркина, В. В. Дегтярь // Строительные и дорожные машины журнал. – 2009. – №. 9. – С. 41-46.

7 Барахов, В. М. Управление многозвенным манипулятором с распределенными параметрами [Текст] / В. М. Барахов, Ю. Н. Санкин // Автоматика и телемеханика. – 2007. – № 8. – С. 57-67.

8 Mechanical Treatment of Raw Waste Lumber an Effective Way to Preserve the Ecology and Resources / A. A. Fomin, V. G. Gusev, R. V. Yudin, N. F. Timberbaev, O. Y. Retyunskiy // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2016. – Vol. 142, № 1: Innovative Technologies in Engineering. – 012091.

9 Palpacelli, M.-C A Redundantly Actuated 2-Degrees-Of-Freedom Mini Pointing Device [Text] / M.-C. Palpacelli, G. Palmieri, M. Callegri // Journal of Mechanisms and Robotics. – 2012. – Vol.4. – no. 3.

10 Попиков, П. И. Совершенствование гидропривода сменного технологического оборудования лесных машин манипуляторного типа [Текст] // Актуальные направления научных исследований XXI века : теория и практика. 2014. Т. 2. № 2-2 (7-2). – С. 252-256.