

2. Системный анализ технологической эффективности производства сортиментов на базе ВСРМ / С. М. Базаров, Ю. И. Беленький, В. Ф. Свойкин [и др.] // Известия СПб лесотехнической академии. 2020. Вып. 233. С. 177–188.

3. Алексеев В. Е., Захарова Д. В. Теория графов : учеб. пособие. Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2017. 119 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/153421> (дата обращения: 25.11.2021).

Научная статья
УДК 630*377

ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ МАШИН МАНИПУЛЯТОРНОГО ТИПА С УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫМ ГИДРОПРИВОДОМ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ

Андрей Вячеславович Болгов¹, Ирина Владимировна Четверикова²

^{1,2} Воронежский государственный лесотехнический университет
им. Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия

¹Bolgovtacher@gmail.com

²chivles@rambler.ru

Аннотация. Рассмотрена возможность доставки древесины комбинированным способом в условиях Северо-Запада РФ с применением машин манипуляторного типа с усовершенствованным гидрооборудованием. Проведены теоретические исследования, направленные на разработку математической модели рабочего процесса механизма поворота колонны лесного манипулятора с энергосберегающим гидроприводом, конструкция которого защищена патентом на изобретение.

Ключевые слова: машины манипуляторного типа, лесозаготовка, транспортировка древесины

Scientific article

TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL POTENTIAL OF MANIPULATOR-TYPE MACHINES WITH IMPROVED HYDRAULIC DRIVE IN THE CONDITIONS OF THE NORTH-WEST OF THE RUSSIAN FEDERATION

Andrey V. Bolgov¹, Irina V. Chetverikova²

^{1,2}Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov,
Voronezh, Russia

¹Bolgovtacher@gmail.com

²chivles@rambler.ru

Abstract. The paper discusses the possibility of timber delivery by a combined method in the conditions of the North-West of the Russian Federation using manipulator-type machines with improved hydraulic equipment. Theoretical studies aimed at developing a mathematical model of the working process of the column rotation mechanism of a forest manipulator with an energy-saving hydraulic drive, the design of which is protected by a patent for the invention.

Keywords: manipulator-type machines, logging, timber transportation

Разработка оптимальных способов транспортировки древесины на проблемных почвах является актуальной задачей. Нами рассмотрена работа лесовозной техники и максимально целесообразная схема доставки древесины в условиях Северо-Западного региона при наличии рек и озер в лесной зоне и использования машины манипуляторного типа с усовершенствованным гидроприводом.

Не всегда экономически эффективной является доставка древесины автотранспортом, в рассматриваемом регионе неосвоенные лесосеки в основном располагаются в труднодоступных местах, с неподготовленными для вывозки дорогами. Плотность автодорог мала, а вот плотность водных путей, ввиду специфики региона, достаточна для того, чтобы использовать акватории малых и средних рек для транспортировки заготовленной древесины в целях удешевления стоимости конечного продукта. Предлагается экономически выгодная схема транспортировки древесины комбинированным способом с применением гидроманипулятора с усовершенствованным гидроприводом.

Основные технологические операции и схема транспортировки древесины в условиях Северо-Запада РФ включают валку леса, перевозку до места сплава, формирование плотоедениц, сплав плотоедениц по воде.

На береговом складе проводят только разгрузку сортиментовоза, сплотку микропучков и их размещение на плотбище для последующего пуска в сплав. Поскольку береговой склад не нуждается в каких-либо стационарных сооружениях, оборудовании и коммуникациях, он может быть размещен в любом удобном месте на берегу реки на минимально возможном расстоянии от мест заготовки. При достаточной толщине льда на притоках со спокойным ледоходом укладку микропучков выполняют на лёд. В этом случае микропучки должны быть защищены плавучими ограждениями из бонов. Этот вариант размещения микропучков является предпочтительным и предусматривает пуск микропучков в сплав в короткие сроки с минимальными затратами. По предлагаемой технологии сортиментовоз, оборудованный гидроманипулятором, привозит на заранее подготовленную площадку, находящуюся на берегу и имеющую прямой выход к воде,

выгружает их в сплоточное устройство. Для разделения пачек сортиментов на микропучки сплоточное устройство оборудовано убирающимися стойками.

Плотоединицы транспортируются по воде патрульно-дистанционным способом с катером либо с использованием буксирного судна определенной мощности в зависимости от объема транспортируемого груза и глубины сплавного хода.

Далее плотоединицы традиционно расформировываются и подвергаются дальнейшим манипуляциям в виде сушки, доставки потребителю и т. п.

Для предлагаемой схемы освоения выбранной лесосеки используем харвестер John Deere 1270E, оснащенный мощным 6-цилиндровым двигателем рабочим объемом 9,0 л и топливосберегающими системами, удовлетворяющим мировым стандартам.

В качестве объекта исследования был выбран модернизируемый гидроманипулятор ЛВ-184А, выпускаемый ОАО «Майкопский машиностроительный завод», который устанавливается на шасси серийного грузового автомобиля. Манипулятор предназначен для погрузочно-разгрузочных работ в лесной, деревообрабатывающей и других отраслях.

Схема погрузки состоит из основных операций: поворот и опускание стрелы, установка ее над необходимыми сортиментами и их захват, перемещение сортиментов, затем их укладка. При разгрузке структура рабочего цикла гидравлического манипулятора аналогична загрузке.

Лесотранспортная машина, оборудованная гидроманипулятором, привозит на ближайшее плотбище сортименты и выгружает их в сплоточное устройство, где формируются плавучие единицы. От энергоэффективности и надежности машины, оснащенной специализированным гидрооборудованием, зависит производительность погрузочно-разгрузочных работ.

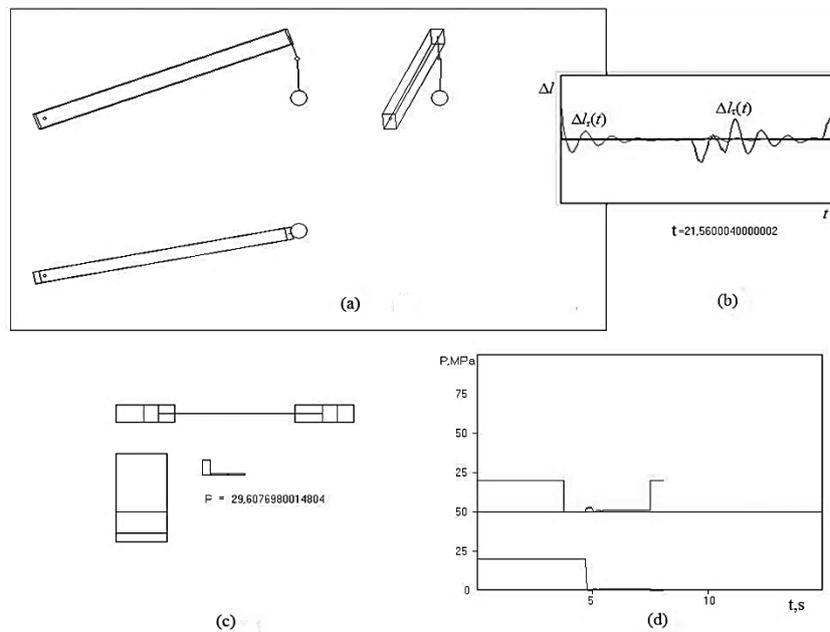
Вовлекая в транспортно-технологический потенциал малые и средние реки, имея ввиду глубины сплавного хода, важно формировать плавучие единицы небольшого объема, примерно от 3 до 5 м³. После формирования единицы укладывают на затопляемом плотбище либо на незатопляемом берегу, оборудованном наклонными направляющими для спуска плавучих единиц на воду.

Важными аспектами являются недопущение большой амплитуды раскачивания груза, минимизация всплесков давления в поршневой группе гидрооборудования, устанавливаемого на машинах манипуляторного типа. Именно данные параметры напрямую влияют на общую эффективность использования машин в целом и на их производительность.

Для ограничений предельных колебаний давления рабочей жидкости при остановках поршня гидроцилиндра в промежуточных положениях при подъеме или опускании груза на кафедре механизации лесного хозяйства и проектирования машин Воронежского лесотехнического университета им. Г. Ф. Морозова, под руководством профессора Попикова П. И. [1] был

разработан гидромеханический демпфер. Для гидропривода механизма поворота колонны разработано гидропневматическое демпфирующее устройство [2, 3]. Дополнительный демпфер с возвратными пружинами гасит динамические нагрузки и раскачивание груза при остановках поворотной колонны в промежуточных положениях, а пневмоцилиндры обеспечивают плавные остановки колонны в крайних положениях, при этом аккумулируют энергию торможения, а затем возвращают её обратно в систему, т.е. происходит процесс рекуперации.

Для постановки систематических численных экспериментов с моделью на ЭВМ составлена «Программа для моделирования энергосберегающего гидропривода стрелового манипулятора». Вывод на экран компьютера итогов моделирования рабочего процесса механизма поворота колонны лесного манипулятора с энергосберегающим гидроприводом представлен на рисунке.



Результаты моделирования на экране компьютера: *a* – проекции стрелы манипулятора, *b* – графики величин тангенциального $\Delta l_T(t)$ и радиального $\Delta l_r(t)$ отклонения захвата с пачкой сортиментов от равновесного положения относительно стрелы, *c* – схематичное изображение гидроцилиндров поворота колонны и пневмогидравлического гидроаккумулятора, *d* – графики зависимости давлений P в различных элементах гидросистемы и смещений захвата с пачкой сортиментов от времени t

Имитационная модель позволяет подключать пневмогидравлический аккумулятор в режиме торможения поворота колонны и проверять вариант резкого запираения питающей и сливной гидромагистралей. Основные ограничения программы: рабочее давление гидравлической системы от 2 до 30 МПа, разрешение по времени $2 \cdot 10^{-6}$ с. Оптимальный шаг численного интегрирования определяется путем многократного проведения экспери-

ментов с шагом, который последовательно уменьшается в 2 раза, и остановки на шаге, после которого результаты моделирования практически не меняются. Эти результаты составляют 1...2 %. Программа обеспечивает вывод схематических изображений манипулятора и груза в трех проекциях с отклонением груза от положения равновесия в тангенциальном и радиальном направлениях, графики зависимостей давления в левой и правой полостях гидроцилиндров и колебаний захвата с пачкой сортиментов.

Универсальную программу можно использовать как для механизма подъема, так и для механизма поворота стрелы манипулятора. На графике временных зависимостей давления $P(t)$ появляются всплески. Перемещение стрелы приводит к раскачиванию груза в тангенциальном и радиальном направлениях.

Предлагаемый энергосберегающий гидропривод позволяет не только запасать и использовать далее энергию торможения, но и уменьшать колебания груза и давления в гидросистеме, вызванные процессом торможения поворота колонны.

Использование машин манипуляторного типа с усовершенствованным гидроприводом при освоении лесосеки позволит повысить производительность и энергоэффективность в целом.

При комбинированном способе транспортировки древесины в условиях Северо-Запада РФ использование техники с усовершенствованным гидроприводом манипуляторов повысит эффективность лесотранспортных машин с гидроманипуляторами, создавая мобильность, снижая затраты на оборудование, время на ожидание разгрузки на площадки для дальнейшей сплотки или отгрузки леса на суда. Применяя универсальные машины манипуляторного типа с усовершенствованным гидроприводом на погрузке – вывозке – разгрузке как монотехнику для предлагаемого способа, можно добиться значительного уменьшения себестоимости лесозаготовок и отказаться от использования дополнительных погрузчиков и специализированной техники.

Список источников

1. Оптимизация параметров гидропривода механизма подъема манипулятора автосортиментовоза / П. И. Попиков, А. С. Черных, И. В. Четверикова, Д. Н. Родионов, К. А. Меняйлов // Resources and Technology. 2017. № 14 (4). С. 43–65.

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

3. Четверикова, И. В., Попиков, П. И. Повышение эффективности применения автолесовозов с гидроманипуляторами при комбинированном способе доставки древесины в условиях северо-запада РФ // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика : сб. науч. трудов по матер. междунаро. заочной науч.-практ. конф. Воронеж, 2016. Т. 4. № 5-4 (25-4). С. 173–178.

Научная статья
УДК 676.054.48

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В БЛОКЕ ВИХРЕВЫХ ОЧИСТИТЕЛЕЙ

Павел Андреевич Бочкарев¹, Сергей Николаевич Исаков²

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ bochkarev1pavel@gmail.com

² isakovsn@m.usfeu.ru

Аннотация. Проектирование вихревого блочного очистителя уменьшенного диаметра с моделированием его гидравлической работы.

Ключевые слова: вихревая очистка, центробежное поле, линии тока

Scientific article

INVESTIGATION OF HYDRODYNAMIC PROCESSES IN THE VORTEX CLEANER UNIT

Pavel A. Bochkarev¹, Sergey N. Isakov²

^{1,2} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ bochkarev1pavel@gmail.com

² isakovsn@m.usfeu.ru

Abstract: Design of a vortex block cleaner of reduced diameter with simulation of its hydraulic operation.

Keywords: vortex cleaning, centrifugal field, current lines

Технологическое оборудование постоянно модернизируется, улучшается технология. Цели могут быть разные: улучшение качества, уменьшение себестоимости, улучшение экологичности и др. Технология изготовле-