

**Разработка конструкции, испытание и внедрение
гидроманипулятора М 75-04 с увеличенным вылетом стрелы**

Анализ наличия и состояния лесной техники на предприятиях и в организациях лесного комплекса республики показывает, что лесозаготовительное производство недостаточно обеспечено высокоэффективными машинами и механизмами, в основном из-за давности срока их эксплуатации. Это в полной мере можно отнести и к имеющемуся парку погрузочных средств и оборудования.

В этой связи ускорению научно-технического процесса в лесозаготовительной отрасли и развитию лесного машиностроения Беларуси способствует создание новой и совершенствование серийно выпускаемой лесопогрузочной техники. Примером тому является выполненная в БГТУ в рамках одного из заданий ГНП «Управление лесами и рациональное лесопользование» научно-исследовательская работа, направленной на разработку гидроманипулятора М 75-04 с увеличенным вылетом стрелы (рис. 1) для погрузки сортиментов на основе модернизации манипулятора М-75, серийно выпускаемого ОАО «Мозырский машиностроительный завод».

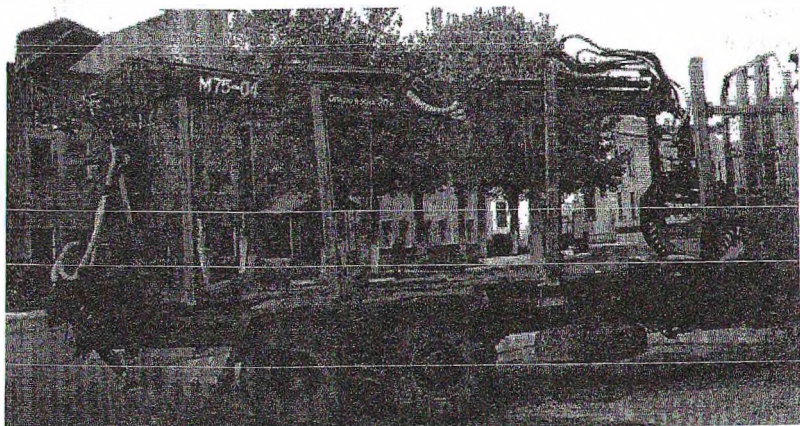


Рис. 1 – Автомобиль-сортиментовоз МАЗ-6303 с установленным опытным образцом гидроманипулятора М 75-04

Гидроманипулятор М 75-04 с увеличенным вылетом стрелы имеет следующие основные технические характеристики (табл. 1).

Таблица 1 – Технические данные гидроманипулятора М 75-04

Основные параметры и характеристики	Значение параметра (характеристики)
Марка	Манипулятор гидравлический
Тип	Шарнирно-сочлененный гидравлический с двухречным механизмом поворота колонны
Модель	М75-04
Привод	от КОМ МАЗа
Энергетическое средство	МАЗ 63038
Грузовой момент, кНм	75,7
Угол поворота рабочего органа в горизонтальной плоскости, град.	391°
Максимальный вылет рабочего органа при горизонтальном положении стрелы и рукояти, м, не менее	8,612
Максимальная грузоподъемность на вылете 8,612 м	855
Поперечное сечение рабочего органа (концы челюстей сомкнуть), м ²	0,35-0,5
Масса гидроманипулятора конструктивная, кг,	2400
Габаритные размеры в транспортном положении, мм, не менее	
длина	5990
ширина	2545
высота	2650
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	155
Коэффициент технического использования, не менее	0,927
Сила сопротивления перемещению органов управления манипулятором Н:	
для рычагов	35+40
для педалей	60
Максимальная высота подъема клещевого захвата (в закрытом положении), м	8,25
Угловая скорость колонны, градус/с	12
Скорость подъема и опускания груза при максимальном вылете, м/с	
подъема, наибольшая, не менее	0,6
наименьшая, не более	0,06
опускания, наибольшая, не менее	0,6
наименьшая, не более	0,04

Анализ конструктивных решений при проработке составных частей гидроманипулятора позволил сделать акцент на его виртуальной модели с удлиненным вылетом, с помощью которой сымитирована работа и найдены основные характеристики процессов, происходящих при функционировании лесопогрузчика в наиболее нагруженных режимах, для чего использованы механическая модель и модель его гидравлической системы. Проектирование узлов гидроманипулятора М 75-04 осуществлялось на основе анализа его нагруженности с применением средств трехмерного конечно-элементного моделирования.

С целью максимальной унификации манипулятора М 75-04 с лесопогрузчиком М 75 был произведен расчет на прочность колонны и стрелы без изменений в конструкции при действии момента 188 кН·м с учетом коэффициента динамичности $k_d = 2$. По результатам расчета было получено максимальное напряжение 375 МПа в колонне и 367 МПа в стреле.

Для уменьшения напряжений в колонне изменена конструкция ее нижней части. Толщина листов нижней и верхней пластины в основании колонны была увеличена до 25 и 20 мм соответственно. В качестве подшипников скольжения использованы полиамидные вкладыши.

В части изменения конструкции стрелы серийного манипулятора выполнено следующее:

- заменены на новые проушины крепления стрелы к колонне (по причине действия больших суммарных сил от масс стрелы, рукояти и груза увеличена длина сварного шва приварки проушины к стреле) и проушины под установку гидроцилиндра рукояти с приваренным усилителем (для уменьшения напряжений в стреле проушина выполнена несимметричной);

- вместо стальных втулок с бронзовым наплавлением установлены импортные бронзовые подшипники скольжения, которые упрощают сборку и улучшают ремонтпригодность;

- в соединении стрела-коромысла между подшипниками скольжения для предотвращения их смещения установлена распорная втулка.

В конструкции опорно-поворотного устройства усилена металлоконструкция балки, изменена конфигурация и увеличена толщина кронштейнов крепления роликов выдвигаемых опор, усилена накладка, соединяющая корпус с балкой. Доработана конструкция корпуса гидроцилиндра механизма поворота с целью осуществления подвода рабочей жидкости снизу.

Основной целью модернизации бака гидросистемы являлось повышение надежности и технологичности конструкции путем применения основных импортных комплектующих изделий.

Разработанная конструкция рукояти модернизированного гидроманипуляторного средства погрузки М 75-04 предполагает выдвижение телескопируемых секций посредством двух соединенных последовательно гидроцилиндров.

В целях минимизации затрат на доработку конструкции, было проведено моделирование работы узлов гидроманипулятора М75-04 в режиме максимального приближения к реальным условиям эксплуатации. Результаты расчета показывают, что максимальные напряжения в колонне манипулятора возникают на валу и составляют 229 МПа, в сечении балки колонны максимальные напряжения достигают 175 МПа. Условия прочности вала колонны и основного сечения колонны выполняются. Максимальные напряжения в стреле манипулятора сосредоточены в основном сечении на верхней части боковин между проушинами крепления стрелы и проушинами под установку гидроцилиндра рукояти к колонне и составляют 172 МПа.

Установлено, что для обеспечения требуемого запаса прочности конструкции все нагруженные детали (пластины основания, проушины, балки колонны и стрелы) необходимо изготавливать из стали с прочностью $\sigma_r = 390$ МПа. Наибольшие эквивалентные напряжения в рукояти сосредоточены на щеках в основании рукояти и составляют 176 МПа, в материале основного сечения рукояти максимальные напряжения не превышают 150 МПа. При проектировании основного сечения и щек рукояти из стали 10ХСНД допускаемые напряжения составят ту же величину – 177 МПа.

После удовлетворительных результатов проверочных прочностных расчетов конструктивных элементов гидроманипулятора М 75-04, а также проведения корректировки, технологического, метрологического и нормоконтроля был изготовлен опытный образец гидроманипулятора М 75-04 (рис. 4.19). Работы по изготовлению, установке на сортиментовоз МАЗ-6303 и заводским испытаниям проводились на ОАО «Мозырский машиностроительный завод» при участии сотрудников кафедры транспорта леса БГТУ и РУП «МТЗ».

Проведенный комплекс работ по испытанию изготовленного и смонтированного на шасси сортиментовоза опытного образца гидроманипулятора М 75-04 дал возможность рекомендовать заводу-изготовителю постановку его на серийное производство. В 2008 году выпущено и реализовано 8 гидроманипуляторов М 75-04, а за 10 месяцев 2009 года – 74 манипулятора на сумму 3601,8 млн. рублей.