

Уважаемый председатель, уважаемые члены государственной комиссии! Целью дипломного проекта является модернизация компактной, маневренной лесной техники, способной эффективно работать в сложных условиях – на труднодоступных и ограниченных по площади лесосеках Республики Беларусь.

Лесозаготовки в Беларуси имеют ряд специфических особенностей: небольшие размеры лесосек, низкая несущая способность грунтов, большая заболоченность, относительно сложный рельеф, необходимость уменьшения воздействия на окружающую среду. При этом механизация заменяет ручной труд, и уже сегодня на балансе отрасли находится более чем по семь сотен харвестеров и форвардеров. Однако для выполнения работ в густых лесных массивах и на сложных территориях требуются малогабаритные машины. В связи с этим разработка малогабаритного харвестера «чертеж общ. вид 1» представляется актуальным и перспективным направлением. Которое позволяет повысить общий объём заготовки при сохранении природного баланса, оптимизировать логистику и снизить затраты на перевозку, уменьшить воздействие на лесной массив за счёт минимизации дорожного давления и повреждения почвы.

В рамках дипломного проекта проведён всесторонний анализ состояния лесозаготовок в Республике Беларусь, изучены конструкции современных харвестеров и их гидроманипуляторов, выполнен патентный поиск по теме проектирования. Большое внимание было уделено разработке технологии работы машины «Технологическая схема 2», последовательности выполнения технологических операций по наведению и зажиму харвестерной головки, валке дерева, обрезке сучьев, раскряжевке ствола, переезду между технологическими стоянками.

Был выполнен расчет продолжительности технологического цикла с использованием эмпирических формул, что позволило определить сменную производительность.

Также был произведен расчет положения центра тяжести, опорных реакций, что позволяет обеспечить продольную устойчивость до  $36,6^\circ$  и поперечную устойчивость  $16,4^\circ$ .

Важным элементом проектирования является кинематическая схема машины. «кинематическая схема 3». Данная схема демонстрирует последовательность передачи крутящего момента от двигателя к рабочим узлам машины. Кинематическая схема играет важную роль в обеспечении надёжности работы харвестера, поскольку правильное распределение передаточных чисел гидравлических потоков позволяет минимизировать потери мощности и повысить эффективность работы машины.

Был произведён расчёт дополнительных сварных швов с использованием МКЭ-пакета, который происходит в два этапа: сначала оценивается влияние грузового момента, а затем добавляется поворотный момент в горизонтальной плоскости, что меняет распределение напряжений. Для четырёх режимов приведены результаты расчёта эквивалентных напряжений, максимальное из которых достигает 211 МПа. Таким образом,

раздел демонстрирует метод расчёта прочности и усталостной долговечности сварных соединений конструкции манипулятора.

Разработка манипулятора является ключевым направлением проекта. Для повышения точности и скорости работы использованием гидромотора вместо гидроцилиндров в поворотном устройстве «поворотное устройство 4». Это решение позволяет обеспечить более оперативное реагирование системы, снизить вес исполнительного узла и обеспечить плавное, без рывков, перемещение манипулятора во время работы.

В интегрированной системе управления манипулятором применение гидромотора в поворотном устройстве напрямую связано с улучшением динамических характеристик конструкции. Как видно из схемы гидравлической системы «гидравлическая схема 5» новый подход обеспечивает точное распределение гидравлического давления между исполнительными узлами, что снижает время отклика при изменении угла поворота. Это существенно повышает общую производительность аппарата и позволяет более точно позиционировать рабочий орган в условиях плотного леса.

Кроме того, общая компоновка манипулятора детально изображена на чертеже. «манипулятор 6», где наглядно показана интеграция всех ключевых элементов: стрелы, рукояти и элементов крепления. Четкая детализация конструкции рукояти «рукоять 7», это элемент, через который осуществляется передача усилия и управление рабочими органами, а конструкция стрелы «стрела 8» гарантирует достаточную жесткость и устойчивость рабочего органа даже при динамично изменяющихся условиях.

Точные размеры и допуски обеспечивают стабильное и безопасное крепление рукояти к общему каркасу манипулятора.

Таким образом, внедрение гидромотора в поворотное устройство манипулятора позволяет добиться: уменьшения времени технологического цикла за счёт быстрого и точного изменения угла поворота; улучшения надежности и долговечности конструкции за счет оптимизированных соединений и точной детализовки узлов.

Можно увидеть границы и размеры зоны, в пределах которой манипулятор способен безопасно и точно осуществлять захват и перемещение сортиратора «рабочая зона 9». Знание рабочей зоны критически важно для планирования технологии заготовки, так как позволяет избежать столкновений с окружающими объектами и минимизировать повреждение окружающей растительности.

Детальные элементы конструкции «детализовка 10», их размеры, допуски и технологические указания приведены в чертеже. Этот чертёж демонстрирует, как проработаны мелкие узлы (сварные швы, фаски, соединения) для обеспечения надежности сборки и долговечности агрегата. Анализ этих деталей позволяет выявить потенциальные концентрационные зоны напряжений и принять инженерные меры для повышения усталостной прочности конструкции.

Капитальные вложения увеличены – с 600 000 руб. до 630 000 руб «экономика 11». Но исходя из расчётов, проведённых в проекте, можно увидеть, что благодаря улучшенной конструкции манипулятора и оптимизации гидросистемы среднее время технологического цикла сокращается. В результате чего сменная производительность повышается с 33,5 м<sup>3</sup> до 35,7 м<sup>3</sup>, а годовая – с 8308 до 8853 м<sup>3</sup>, что соответствует приросту на 6,56 %. Также удельные эксплуатационные затраты снижены с 34,95 до 33,47 руб./м<sup>3</sup> благодаря уменьшению технологического цикла и улучшенной работе гидросистемы. А срок окупаемости дополнительных инвестиций составил 1,57 года, а годовой экономический эффект – 13 325 руб.

Таким образом, в результате выполненных исследований и конструкторских проработок был спроектирован малогабаритный харвестер с интегрированным гидромоторным поворотным устройством манипулятора.