

УДК 630\*32

*Е. М. Онучин, В. А. Грязин*

## АДАПТИВНО-МОДУЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

*Представлен подход к созданию системы машины для комплексной механизации и частичной автоматизации технологических процессов лесосечных и лесохозяйственных работ на базе адаптивно-модульных технических средств.*

**Ключевые слова:** *лесные машины, адаптивность, модульность, лесосечные и лесохозяйственные работы.*

**Введение.** Единство инновационной системы эффективного устойчивого лесопользования и лесовосстановления определяется, с одной стороны, едиными критериями эффективности, а с другой – единым комплексом базовых адаптивно-модульных технических средств, позволяющих эффективно выполнять весь комплекс технологических воздействий, необходимых для устойчивого управления лесными территориями. Важнейшей составляющей в данном комплексе технологических воздействий являются работы, направленные на достижение лесоводственных и лесозащитных целей, а также целей искусственного лесовосстановления и лесопользования, главным видом которого является заготовка древесины. При этом весь объем выполняемых работ должен быть ориентирован на снижение объема ручного труда за счет комплексной механизации и автоматизации.

Наиболее эффективно комплексная механизация и автоматизация работ по заготовке древесины реализуется посредством конструктивного синтеза адаптивно-модульных машинно-технологических комплексов, наилучшим образом соответствующих природно-производственным условиям выполнения работ. Однако при этом возможен и необходим синтез лесоводственно-лесозащитных мероприятий, учитывающих технические ограничения и максимально использующих возможности технических средств для их реализации. Такой взаимодополняющий подход возможен только при рассмотрении технологических воздействий на лесную экосистему и технических средств для их выполнения в рамках одной подсистемы инновационной системы эффективного устойчивого лесопользования.

**Цель работы** – формирование подходов к созданию базы технико-технологических решений адаптивно-модульных машинно-технологических комплексов, ориентированных на снижение объема ручного труда за счет комплексной механизации и автоматизации заготовки древесины.

**Задача исследования** – разработка и анализ оригинальных технико-технологических решений, обеспечивающих реализацию принципа адаптивно-модульного конструирования машинно-технологических комплексов.

**Предполагаемые подходы к решению задачи.** Использование адаптивно-модульных технико-технологических средств в процессах лесопользования, а главным образом при лесосечных работах, позволит получить положительные эффекты как за счёт повышения коэффициентов загрузки машин и их технического использования, так и за счёт работы машин в режимах, максимально приближенных к оптимальным, несмотря на изменяющиеся случайным образом условия выполнения работ и параметры предмета труда.

Рассмотрим особенности использования принципов модульности и адаптивности на

примере лесных машин. Лесные машины в подавляющем большинстве относятся к классу мобильных машин, что определяет обязательное наличие в них шасси, а механизация выполнения технологических операций требует обязательного наличия приводов, при этом как адаптивно-модульная структура рабочих органов, так и непрерывно изменяющиеся условия выполнения технологического процесса выдвигают требования к адаптивности и модульности шасси и приводов лесных машин.

Аналогично технологическому оборудованию шасси и приводы лесных машин также должны менять свою структуру и параметры как с целью максимально эффективного выполнения непосредственно технологического процесса, так и с целью максимально эффективного использования заложенных в них конструктивных ресурсов.

Относительно просто принцип адаптивности может быть конструктивно оформлен применительно к энергетическим установкам лесных машин. Так как энергопотребление технологического процесса и даже технологической операции носит характер случайного процесса с весьма и весьма значительной дисперсией, работа энергетической установки лесных машин в номинальном или достаточно близком к нему режиме может быть реализована за счёт использования различных по принципу действия и конструктивному исполнению энергоаккумуляторов, но при этом также обязательно нужно учитывать, что энергоаккумулятор – это усложнение конструкции, это дополнительные конструктивные ресурсы, вложенные в машину и их использование должно быть достаточно обосновано.

В целом, несмотря на определённое усложнение конструкции, принцип адаптивности и эксплуатационной модульности является наиболее перспективным направлением развития лесных машин, так как именно он позволяет выйти на качественно новый уровень использования заложенных в конструкциях машин ресурсов, а также максимально эффективно реализовать достижения в области технической кибернетики и робототехники.

Морфологический анализ набора прицепных технологических модулей, а также технологических машин на базе специального самоходного шасси, необходимых для полной механизации работ при рубках ухода и лесовосстановлении, позволяет выделить в них следующие функционально-структурные элементы: колесная тележка (мосты различного функционального назначения), рама, энергораспределительная система, манипулятор, рабочие органы, устанавливаемые на манипуляторе, рабочие органы, устанавливаемые на раме.

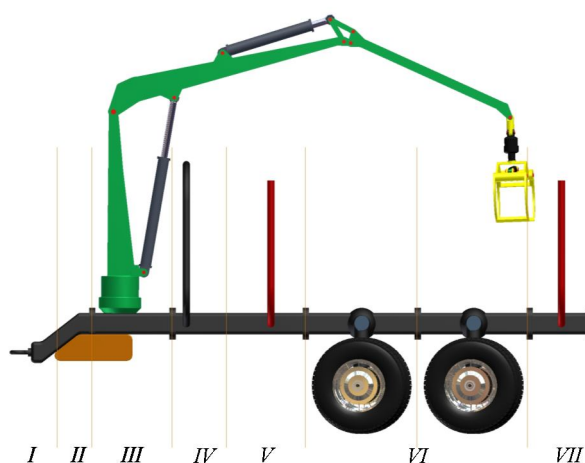


Рис. 1. Горизонтальная структура прицепа лесной машины с технологическими модулями для сбора трелёвки сортированных деревьев: I-VII – функциональные зоны

Это позволяет определить главную задачу конструирования модульных машин для рубок ухода и лесовосстановления как на базе колесных сельскохозяйственных тракторов и агрегируемых с ними прицепных технологических модулей, так и на базе специального самоходного шасси как обеспечение качественного выполнения всех видов работ при минимальном наборе функционально-структурных элементов. Анализ компоновочных схем прицепных технологических модулей и технологических машин на базе специального самоходного шасси показывает, что размещение функционально-структурных элементов на раме прицепа происходит, как правило, последовательно, что позволяет, рассматривая горизонтальную структуру технологических модулей (рис. 1), выделить ряд функциональных зон, представляющих собой участок рамы прицепа с установленными на нём агрегатами.

Некоторые функциональные зоны являются универсальными (секция с дышлом, секция с энергораспределительной системой, секция с манипулятором, секция с ходовой тележкой), а участки рамы с рабочими органами – специализированными. Таким образом, если конструктивно, в виде секций, выделить отдельные участки рамы (рис. 2), то появляется возможность более полной загрузки универсальных функциональных блоков при их использовании в сочетании с различными специализированными функциональными блоками, что существенно снижает металлоёмкость и стоимость технологического комплекса, а также позволяет более гибко варьировать технологию работы и применяемое технологическое оборудование в зависимости от природно-производственных условий.

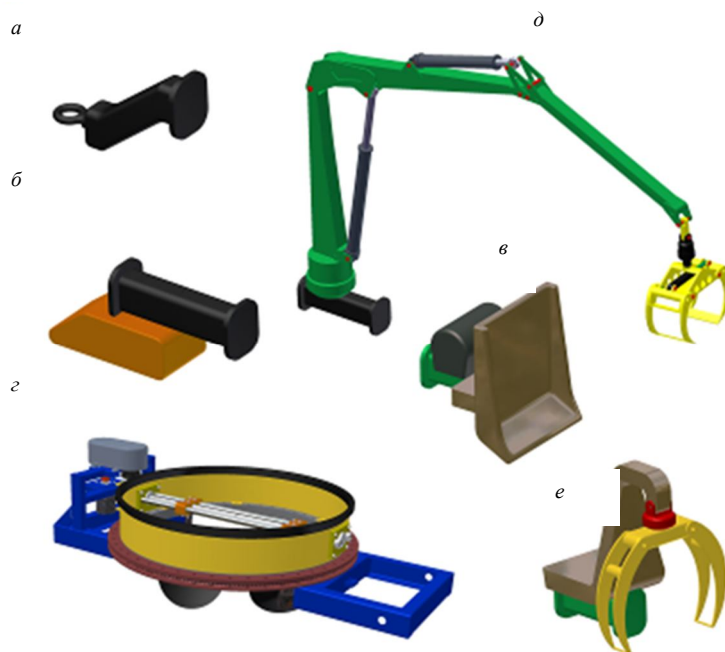


Рис. 2. Секции рамы прицепа с технологическими модулями: а – секция с опорно-цепным устройством, б – секция с лебёдкой, в – секция с лебёдкой и гидрофицированным щитом, г – секция с плугом, д – секция с манипулятором, е – секция с пачковым клещевым захватом

В этом случае большое влияние на эффективность эксплуатации прицепных технологических модулей с секционными рамами оказывает техническое решение узла соединения секций. Данный узел, имея предельно простую конструкцию, должен обеспечивать позиционирование секций рамы с достаточной точностью, надёжно передавать статические и динамические усилия, быть технологичным в изготовлении и обеспечивать относительно лёгкое и быстрое соединение и разъединение секций.

Другой вариант конструктивного исполнения шасси прицепного технологического модуля представляет собой управляемое телескопическое дышло, схема которого представлена на рис. 3. Управление углом складывания машины осуществляется гидроцилиндрами 3, а изменение длины дышла – при помощи специального привода, который может быть выполнен в виде гидроцилиндра, передач винт – гайка или рейка – зубчатое колесо. Опорная часть шасси прицепного технологического модуля в этом случае представляет собой неприводные полноповоротные колеса со смещённой осью поворота, а также с целью уменьшения повреждения лесных почв и снижения экологического ущерба лесной среде может быть выполнена в виде гусеничного, комбинированного гусенично-колесного движителя или, например, воздушной подушки.

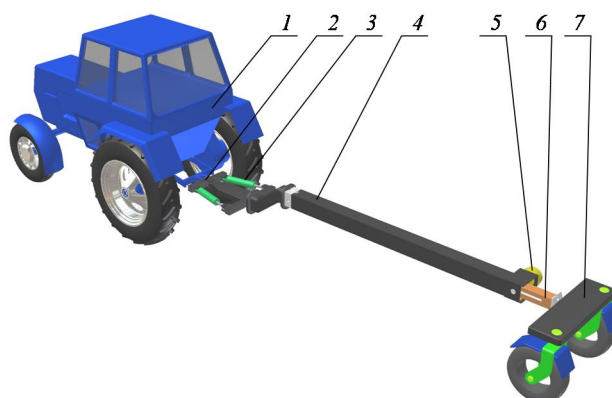


Рис. 3. Общая компоновка лесной машины с шасси прицепного технологического модуля на базе управляемого дышла: 1 – базовый трактор; 2 – тягово-сцепное устройство с вертикальным и поперечно-горизонтальным шарнирами; 3 – гидроцилиндр; 4 – неподвижная часть телескопического дышла; 5 – гидромотор привода выдвигной части телескопического дышла; 6 – подвижная часть телескопического дышла; 7 – опорный мост

Рассмотрим одно из возможных конструктивных решений опорной части шасси прицепного технологического модуля, выполненного с использованием воздушной подушки. Общая компоновка такого шасси представлена на рис. 4.

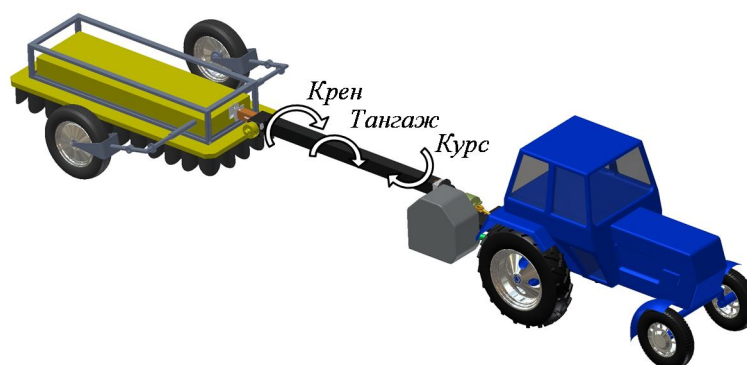


Рис. 4. Общая компоновка шасси прицепного технологического модуля на базе управляемого дышла и воздушной подушки

Принцип работы следующий. На управляемом телескопическом дышле прицепа устанавливается вентиляторная установка, состоящая из центробежного вентилятора. Привод вентилятора осуществляется от вала отбора мощности трактора через систему карданных валов, проходящих через телескопическое дышло и конический мультипликатор. Центробежный вентилятор через воздухопровод подает под давлением воздух в короб воздушной подушки. При этом технологический модуль ложится на опорную поверхность через воздушную подушку. Шасси технологического модуля также снабжено парой вспомогательных колес, используемых при режимах движения, когда применение воздушной подушки нецелесообразно (при холостом ходе, движении в хороших грунтовых условиях).

Такая конструкция позволяет использовать шасси с воздушной подушкой на прицепных технологических модулях, агрегируемых с колесными сельскохозяйственными тракторами. В данной схеме при использовании воздушной подушки прицеп с одной стороны опирается на опорно-сцепное устройство трактора, а его положение в плоскости контролируется гидроцилиндрами управляемого дышла. Таким образом решается задача управления прицепом (используя авиационные термины) по тангажу и курсу, и остаётся решить задачу только автоматического регулирования крена прицепа в режиме использования воздушной подушки.

**Выводы.** Описанный подход к созданию системы машины для комплексной механизации и частичной автоматизации технологических процессов в лесосечных и лесохозяйственных работах на базе адаптивно-модульных технических средств позволяет в обозримой перспективе выйти на качественно новый уровень эффективности функционирования технико-технологического обеспечения лесного комплекса.

#### Список литературы

1. Жуков, А.В. Теория лесных машин / А.В.Жуков. – Минск: БГТУ, 2001. – 640 с.
2. Ширнин, Ю.А. Процессы комплексного освоения участков лесного фонда при малообъемных лесозаготовках: Научное издание / Ю.А.Ширнин, К.П.Рукомойников, Е.М.Онучин; Под ред. Ю.А.Ширнина. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 196 с.
3. Сидыганов, Ю.Н. Модульные машины для рубок ухода и лесовосстановления: монография / Ю.Н.Сидыганов, Е.М.Онучин, Д.М.Ласточкин. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2008. – 336 с.
4. Александров, В.А. Механизация лесосечных работ в России / В.А.Александров. – СПб.: СПбЛТА, 2000. – 208 с.
5. Александров, В.А. Модифицированные сельскохозяйственные тракторы для лесозаготовок / В.А.Александров, Н.А.Гуцелюк, С.Ф.Козьмин. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1986. – 24 с.

Статья поступила в редакцию 08.11.11.

**Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по государственному контракту № 16.515.11.5053 в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы».**

*E. M. Onuchin, V. A Gryazin*

#### ADAPTIVE-MODULAR EQUIPMENT FOR FORESTRY COMPLEX

*An approach for creation of a system of machine for complex integrated mechanization and partial automation of technological processes in harvesting and forestry operations on the basis of adaptive and modular technical facilities is presented.*

**Key words:** *forest machinery, adaptivity, modularity, harvesting and forestry operations*

---

*ОНУЧИН Евгений Михайлович* – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации машин и оборудования МарГТУ. Область научных интересов – проблемы проектирования машинно-технологического комплекса для лесопользования и утилизации органических отходов с сопутствующим получением энергоносителей. Автор 53 публикаций.

E-mail: OnuchinEM@marstu.net

*ГРЯЗИН Владимир Альбертович* – кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин МарГТУ. Область научных интересов – проблемы совершенствования машин и оборудования лесного комплекса по критериям энергоэффективности и ресурсосбережения. Автор 68 публикаций.

E-mail: GryazinVA@marstu.net