

## ВОЗДУШНЫЙ СПОСОБ ЗАГОТОВКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ДРЕВЕСИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗДЕЛЯЮЩЕГОСЯ ГРУЗОЗАХВАТНОГО МЕХАНИЗМА

*Абузов А.В.*

*Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск*

**Ключевые слова:** грузозахватный механизм, грузовой аэростат, воздушная транспортировка древесины, природосберегающие технологии, аэростатно-канатная система.

**Аннотация.** В статье дано описание принципа работы аэростатно-канатной системы, применяющейся для заготовки и транспортировки древесины, и работающей по принципу вертикального изъятия растущих деревьев. Приведено описание конструктивных особенностей разработанного грузозахватного механизма, применяемого для вертикального изъятия и транспортировки деревьев, который отличается низкими показателями энергозатрат, а также повышенной оперативностью и более низкой себестоимостью выполняемых работ.

## AIR METHOD OF TIMBER HARVESTING AND TRANSPORTATION WITH THE USE OF A SEPARATING LOADING MECHANISM

*Abuzov A.V.*

*Pacific National University, Khabarovsk*

**Keywords:** load-gripping mechanism, cargo balloon, air transportation of timber, environmentally friendly technologies, balloon cable system.

**Abstract.** The article describes the principle of operation of balloon cable system used for harvesting and transporting timber, and working on the principle of vertical removal of growing trees. A description of the design features of the developed load-gripping mechanism used for vertical removal and transportation of trees, which is characterized by low energy consumption rates, as well as increased efficiency and lower cost of the work performed, is given.

Актуальность применения природосберегающих технологий при заготовке и транспортировке древесины продиктована ужесточением экологических требований, которые подкреплены статистическими данными по влиянию процесса уничтожения лесов на глобальное изменение климата [1].

Одним из перспективных технологических направлений, обеспечивающее максимальное сохранение растущего леса, является воздушный способ заготовки и транспортировки древесины, где в качестве носителя используется аэростатно-канатная система, оснащенная специализированным грузозахватным механизмом.

Разрабатываемые и существующие на сегодняшний момент аэростатно-канатные системы для транспортировки древесины, в зависимости от используемого грузозахватного механизма, могут эксплуатироваться в двух режимах:

- изъятие спиленного и поваленного древостоя, находящегося на земле;
- изъятие вертикально стоящего древостоя, с его предварительным подпиллом.

Вторая технология позволяет изымать из полога леса вертикально стоящие деревья без их предварительного падения, которое и приводит к повреждению или уничтожению других растущих древостоев [2, 3].

Для снижения воздушного сопротивления, которое возникает из-за кроны перемещаемого дерева на высоте от 30 метров и выше, необходима её предварительная очистка от ветвей. Очистка вертикально стоящего дерева от ветвей с использованием вальщика и ручных инструментов занимает много времени и тем самым снижает производительность, а применение автоматической очистки с использованием захватных механизмов оснащенных дисковыми электрическими пилами делает процесс заготовки очень энергоёмким и как следствие увеличивается общая себестоимость заготовленной древесины.

Исследования в этой области показывают на перспективы использования инерционных грузозахватных механизмов, которые снабжены системой специализированных ножей.

Для того, чтобы обеспечивалось точное наведение захватного механизма на вершину растущего дерева, то целесообразно использовать форму усеченного конуса, которая обеспечивает минимальное сопротивление воздушной среде в процессе движения аэростата и технически обеспечивает лучшее движение вниз по кроне дерева в процессе наведения и опускания.

Наиболее близким по конструктивным характеристикам к инерционным грузозахватным механизмам, но не осуществляющий срез ветвей, является захват, описанный в патенте [4] и представленный на рисунке 1.

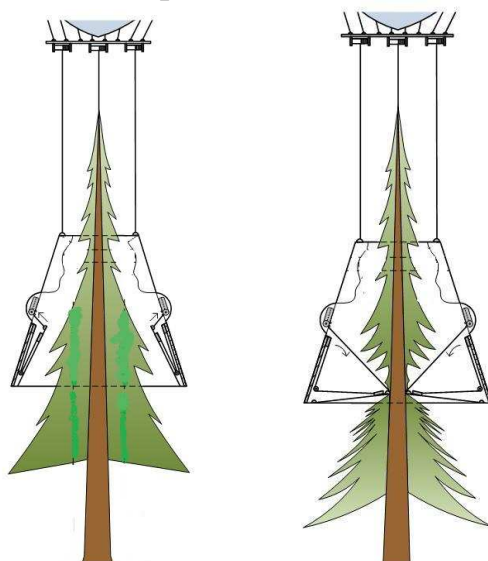


Рис. 1. Конусообразный грузозахватный механизм для захвата и транспортировки вертикально стоящего дерева

Важными параметрами инерционных грузозахватных механизмов, которые обеспечивают эффективное срезание ветвей, является масса и скорость опускания и прохождения механизма через крону дерева. При этом, масса механизма по отношению к скорости опускания должна быть оптимальной, потому что её завышение снижает полезную нагрузку аэростатно-канатной системы, а уменьшение не сможет обеспечить устойчивость грузовой подвески аэростата в процессе перемещения и наведения на вершину стоящего дерева.

В настоящее время для эффективной работы аэростатно-канатных систем в режиме вертикального изъятия растущих деревьев, разработан разделяющийся грузозахватный механизм нисходящего типа движения (РГЗМ НТД), который имеет конструкцию конусного типа, состоящую из верхнего и нижнего силовых узлов.

При перемещении аэростата в точку наведения на дерево, чтобы избежать колебаний грузовой подвески, верхний и нижний узел находятся в сомкнутом состоянии и подняты под оболочку. При достижении точки нахождения дерева, происходит остановка аэростата за счет регулировки скорости намотки тягово-возвратных канатов наземных лебедок и последующее наведение и опускание РГЗМ НТД на дерево с помощью бортовой лебедки, которая установлена под оболочкой аэростата. В момент, когда РГЗМ НТД достиг вершины дерева, происходит его разделение, после чего верхний узел остается на уровне, выполняя функции удержания верхней части дерева, а нижний узел, опускаясь вниз, за счет силы массы и силы инерции, а также специальных внутренних ножей производит срез ветвей, захват комля с использованием захватно-пильного механизма, срез и последующее удержание ствола дерева в процессе его подъема и транспортировки. Технологический процесс заготовки древесины с использованием аэростатно-канатной системы, оснащенной РГЗМ НТД, представлен на рисунке 2.

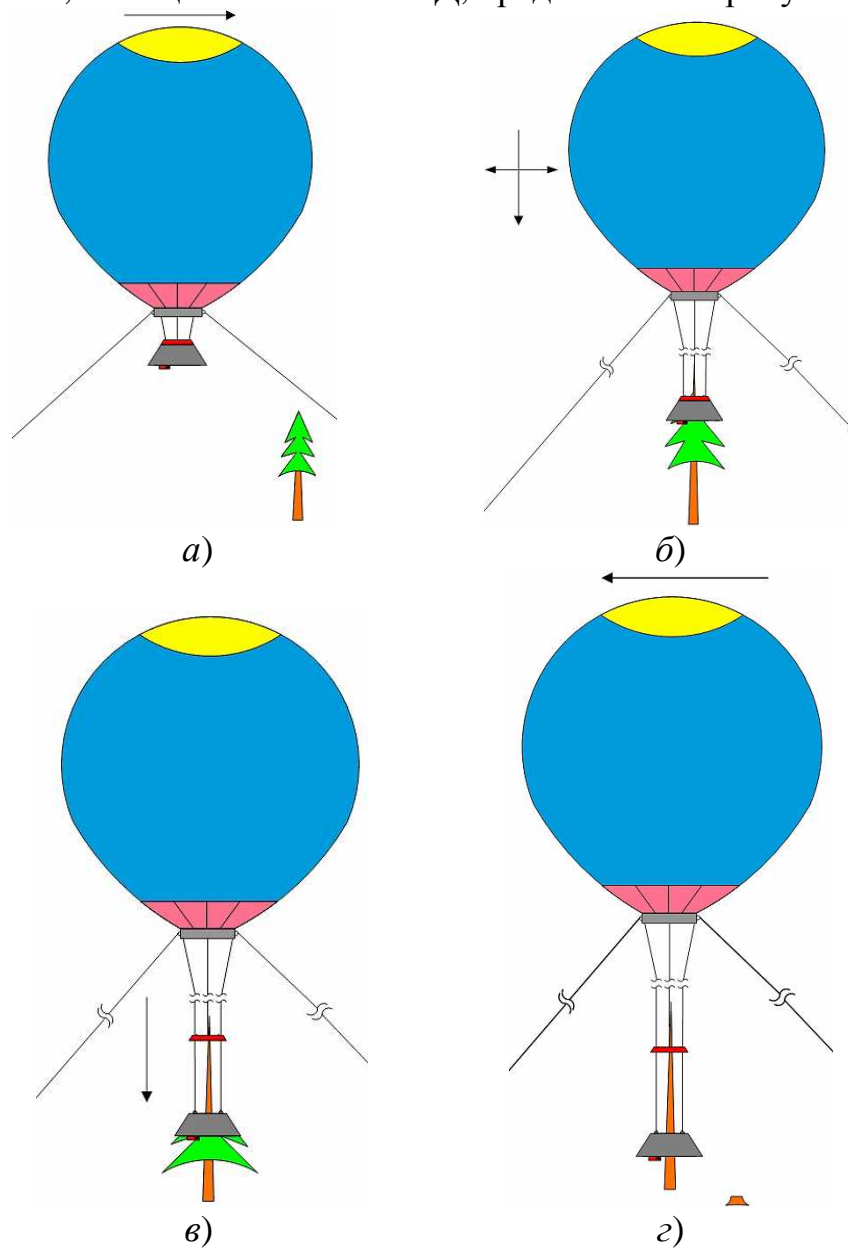


Рис. 2. Технологический процесс заготовки древесины с использованием РГЗМ НТД: а) движение в точку загрузки; б) процесс наведения; в) процесс очистки от ветвей и спил; г) процесс транспортировки в точку разгрузки

Основные конструктивные элементы и механизмы РГЗМ представлены на рисунке 3 – общий вид и на рисунке 4 (а, б) – вид сверху.

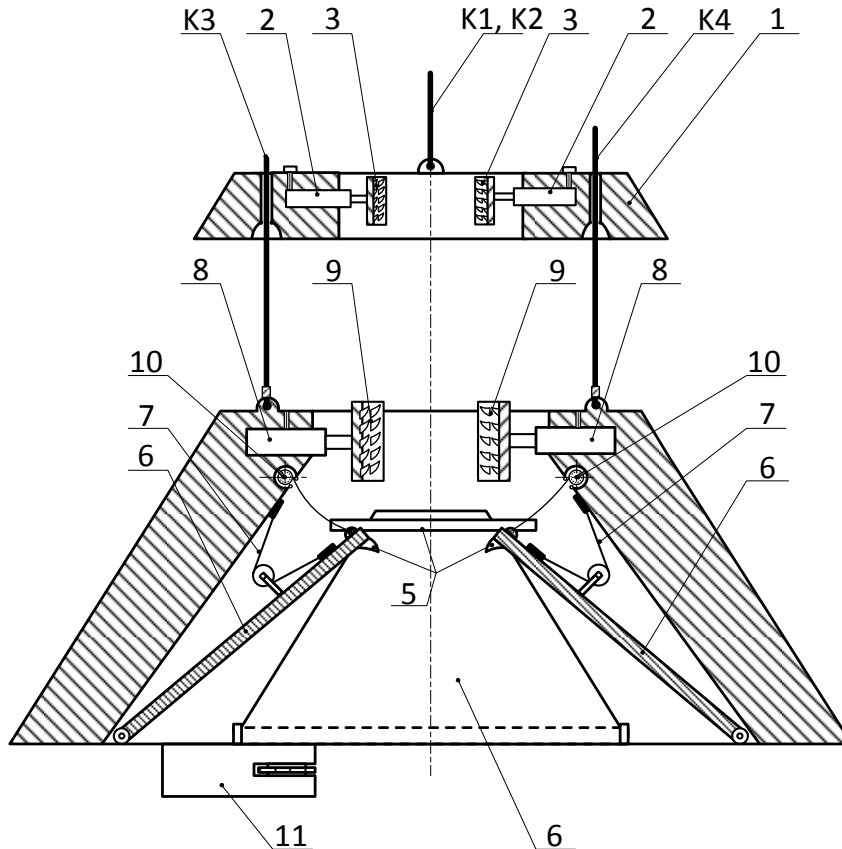


Рис. 3. Общий вид разделяющегося грузозахватного механизма

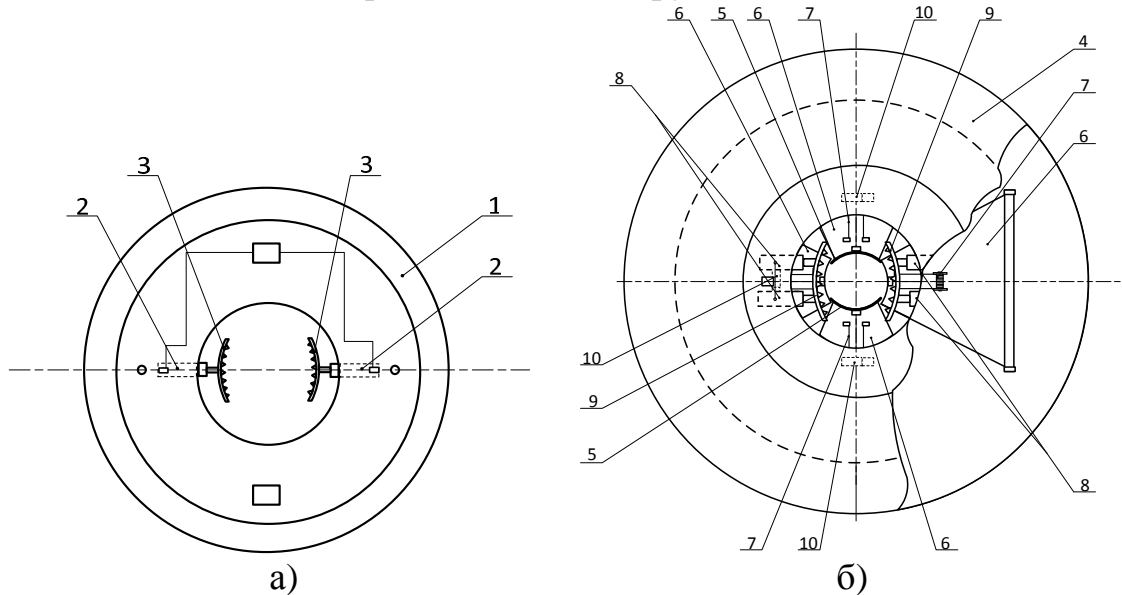


Рис. 4. Вид разделяющегося грузозахватного механизма сверху: а) верхний узел; б) нижний узел

Верхний узел РГЗМ представлен силовым кольцом 1, которое в совокупности с двумя червячными электрическими механизмами 2, расположенными через  $180^{\circ}$  по верхнему кругу и предназначенные для выдвижения зубчатых лап 3, которые необходимы для удержания верхней части дерева в процессе его спила и транспортировки на разгрузочный пункт.

Нижний узел РГЗМ, имеет вид усеченного конуса 4, внутри которого расположен комплекс специальных ножей и захватно-пильный механизм для удержания комлевой части ствола дерева.

Специализированные ножи 5 расположены на разном уровне и крепятся на краях внутренней части прижимных лепестков 6, которые в свою очередь, за счет закрепленных между ними и внутренней поверхностью усеченного конуса пружин кручения 7, обеспечивают плотное прилегание ножей к стволу дерева в процессе срезания с него ветвей.

Механизм для удержания комлевой части ствола представлен четырьмя червячными электрическими механизмами 8, которые предназначены для выдвижения зубчатых лап 9 под определенным углом, что обеспечивает наибольшее сопротивление выскальзыванию ствола дерева в процессе его подъема и последующей транспортировки.

Для обеспечения срезания максимально возможного объема ветвей на стволе дерева, прижимные лепестки с ножами расположены на двух уровнях по вертикали.

Опускание, наведение и подъема РГЗМ НТД осуществляется с помощью четырех грузовых электрических кабелей (К1, К2, К3, К4), которые предназначены не только для удержания верхнего и нижнего узла РГЗМ, но и передачи электрического тока на червячные механизмы 2 и 8 системы удержания ствола дерева от генератора, находящего в механизме наведения под оболочкой аэростата.

Перед процессом срезания ветвей лепестки прижимного механизма 6 открыты и прижаты к внутренней поверхности конуса 4. Это позволяет верхушки дерева проходить вовнутрь конуса, не зацепляясь за ножи 5. Прижим лепестков к внутренней поверхности конуса 4 осуществляется с помощью четырех мини лебедок 10, расположенных в отсеках внутренних стенок конуса напротив каждого прижимного лепестка.

После того, как вершина дерева свободно проходит в конус грузозахватного механизма и верхнего силового узла в среднем на 4-5 метров, лебедочный механизм отключает вращение барабанов управления канатами К1 и К2, тем самым прерывая опускания верхнего узла 1, а нижний узел, который представлен усеченным конусом 4 с режущими элементами продолжает опускание за счет выпуска канатов К3 и К4. Специализированные ножи за счет упругости пружин 7 и не нагруженных канатов бортовых лебедок 10, плотно прилегают к стволу дерева, и обеспечивают срез ветвей при опускании нижнего узла грузозахватного механизма.

По мере того, как происходит снижение нижнего узла 4 грузозахватного механизма от верхней части дерева к комлевой и одновременного срезания ветвей, происходит увеличение диаметра ствола, за счет этого увеличивается давление на лепестки прижимного механизма 6, что ведет к сжатию пружин 7 и обеспечивает постепенное раскрытие лепестков 6, относительно увеличивающегося диаметра дерева. Этот процесс позволяет грузозахватному механизму с режущими элементами, опускаться вниз по стволу дерева, одновременно срезая все ветви. При достижении комлевой части, поступает одновременные команды на остановку работы барабанов для канатов К3 и К4,

тем самым останавливая движение нижнего узла РГЗМ и на червячные механизмы 2 и 8, с помощью которых выдвигаются специальные зубчатые лапы 3 и 9 и обеспечивают удержание очищенного ствола дерева. После фиксации и удержания ствола дерева зубчатыми лапами, происходит его спил с использованием электрического пильного механизма 11, который расположен в нижнем узле грузозахватного механизма.

Спиленный и зафиксированный ствол дерева подымается с помощью канатов К1, К2, К3, К4, управляемых бортовой четырех барабанной лебедкой, расположенной под аэростатом, на необходимую высоту, которая обеспечивает не касание комлевой части ствола верхушек растущих деревьев.

Далее, поднятый ствол дерева в вертикальном положении, с помощью аэростата и тягово-возвратных канатов, управляемых наземной лебедкой, перемещается в пункт разгрузки.

### **Выводы**

Предлагаемая технология разработки лесосек на базе аэростатно-канатной системы с использованием инерционного срезающего грузозахватного механизма, работающей по принципу вертикального изъятия дерева, позволяет максимально приблизить процесс лесозаготовок к рациональному и щадящему лесопользованию, понизить показатели энергозатрат при заготовке и транспортировке древесины в труднодоступной местности, а также повысить оперативность лесозаготовительных работ с понижением их общей себестоимости.

### **Список литературы**

1. Ковалев А.П. Эколого-лесоводственные основы рубок в лесах Дальнего Востока. – Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2004. – 270 с.
2. Patent 6167928 US, A01G 23/08. Helicopter logging systems / Inventor: Philip Jarman; Pub. Date Jan. 2, 2001.
3. Patent 6672347 US, B2, A01/095. Aerial tree delimiting apparatus / Inventor Ervin Ralph Tingstad; Pub. Date Jan. 6, 2004.
4. Патент №2503172 РФ. Установка для заготовки древесных ресурсов / Казаков Н.В., Абузов А.В. – Заявл. 28.04.2012, опубл. 10.01.2014, Бюл. №1.

### **Сведения об авторе:**

*Абузов Александр Викторович* – д.т.н., доцент, ТОГУ, Хабаровск.