

## РОБОТИЗАЦИЯ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ И СПОЛЬЗОВАНИЕМ АЭРОСТАТИЧЕСКИХ РОБОТОВ

Штоллманн В., доц., к.т.н., Моронгова Я., PhDr.

Технический университет в Зволене

(Зволен, Словакия), e-mail: stollmannv@tuzvo.sk; janka.morongova@tuzvo.sk

## ROBOTING LOGGING BASED ON AEROSTATIC ROBOTS

Stollmann V., Assoc. Prof, PhD., CSc., Morongova J., PhDr.

Technical university in Zvolen

(Zvolen, Slovakia)

**Аннотация.** Для реализации стратегии устойчивого развития в лесном секторе нам необходимо иметь адекватную технологию заготовки леса. Лесные роботы являются такой техникой. В начале статьи описаны преимущества лесных роботов и концептуальные подходы к решению проблемы. В центре внимания - плавающие лесные роботы, решением которых стала разработка в Техническом университете в Зволене. Эти роботы назывались дельтастатами. В статье описано их техническое описание и принцип действия.

**Ключевые слова:** лесные роботы; аэростатические системы; аэростатический процессор; аэростатический робот

**Abstract.** In order to implement the sustainable development strategy in the forestry sector we need to have adequate logging technology available. Forestry robots are such a technique. At the beginning of the article advantages of forestry robots are described and conceptual approaches to the solution. The focus of attention is floating forest robots, the solution of which was development at the Technical university in Zvolen. These robots were called deltastats. The article describes their technical description and principle of operation.

**Key words:** forest robots; aerostatic systems; aerostatic processor; aerostatic robot

**Введение.** На международной конференции в Рио-де-Жанейро в 1992-ом году лесоводы всего мира согласовали стратегию «устойчивого развития» для предотвращения неизбежной экологической катастрофы. Чтобы мы были способными реализовать эту стратегию и одновременно обеспечить достаточное количество древесного сырья для общества, нам необходимо развивать науку и технику. Принципиально не отступлением от использования лесной техники в лесном хозяйстве, а, скорее, усилением ее использования во всех видах деятельности – лесовосстановления, защиты леса, заготовки леса. В промышленных приложениях роботы уже нашли свое постоянное место. Сейчас они вступают в сельское и лесное хозяйство (рисунок 1).



Рисунок 1 – Коммерчески доступный шагающий харвестер – промежуточный этап на пути к лесозаготовительному роботу

**Материалы и методы.** Высший уровень техники в области заготовки леса сегодня представляют харвестеры. Харвестеры мы считаем по сравнению с трелевочными тракторами более экологической техникой. Однако факт остается фактом: более высокие эффекты достигаются в основном за счет изменения технологии работы, в то время как все недостатки колесных и гусеничных шасси остаются неизменными. Колесные и гусеничные шасси в горных условиях имеют свои пределы. Можно, например, теоретически доказать, что максимальная откосная доступность машины на колесном шасси приблизительно 27 градусов, которая при учёте аспектов безопасности уменьшается примерно на 12 градусов. Конечно, при помощи различных технических решений мы можем эту откосную доступность увеличить, но обратной стороной монеты является потом повышенный ущерб, наносимый окружающей среде, угроза безопасности труда, и т. д.

Мы считаем, что роботизация лесохозяйственной деятельности является неизбежной тенденцией. Её преимущества появятся не только в области окружающей среды, но и в других аспектах:

– Психология. Современная харвестерная техника избавила человека от тяжелой физической работы в лесозаготовочной деятельности. Освободила его от шума, вибраций и создала ему в многих отношениях даже комфортные условия труда, но все же операторам харвестеров приходится вращаться примерно через 2 часа работы. Это вызвано большой умственной нагрузкой из-за обработки больших объемов информации и необходимого постоянного внимания к работе. Результатом является усталость, истощение, стресс, проблемы со здоровьем. Наконец, приходит притупление внимания с возможными фатальными последствиями;

– Безопасность труда и технического оснащения. Работа людей и машин в сложных условиях местности опасна с точки зрения возможного опрокидывания, падения или разрушения компонентов вследствие высоких механических нагрузок;

Исходя из нашего анализа ущерба окружающей среды, около 40% идёт за счет технологий и 60% возникает в результате несоблюдения технологической дисциплины. Роботы устраняют этот фактор. Они работают точно по указанному технологическому процессу днем и ночью. Они не знают усталости, они не ищут причин, почему что-нибудь невозможно сделать. Можно сказать, что они являются средством будущего, так называемого прецизионного лесного хозяйства.

Проникновение роботов в лесное хозяйство можно ожидать в следующих областях:

- А) на нижних лесных складах для производства лесоматериалов;
- Б) в лесных питомниках для посадки семян и саженцев;
- В) для заготовки древесины.

Лесоводственная деятельность в лесных питомниках и лесоматериалы на нижних складах представляет подходящие условия для применения роботов. Они обусловлены:

- А) характером массового производства;
- Б) детерминированной рабочей средой;
- В) наличием электричества.

Это позволяет принять принципы проектирования, известные из области промышленных роботов. Ситуация намного сложнее в случае лесозаготовительных роботов. Ключевые вопросы, которые необходимо решить в этом случае, являются:

- А) сложная и неоднородная лесная среда;
- Б) суровые климатические условия;
- Г) крупногабаритные и тяжёлые грузы.

Для решения этих ключевых вопросов в Техническом университете в городе Зволен были разработаны аэростатические роботизированные системы, так называемые «deltastaty» [1]. Дельтастаты, в сущности, летающие роботизированные установки. Их основными конструктивными составляющими являются:

- аэростатическая система;

– роботизированная единица.

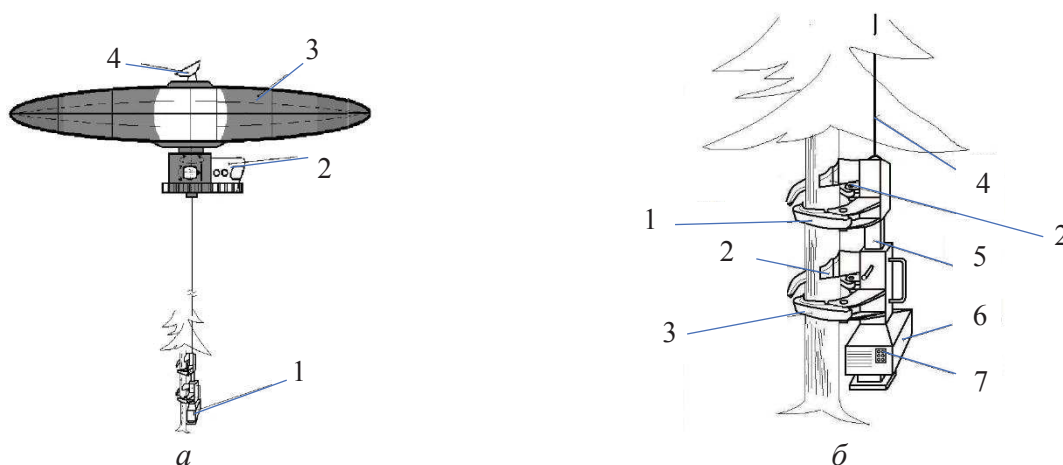
Аэростатическая система легче воздуха и представляет платформу для фиксации самостоятельной лесозаготовительной единицы. Её задачей является обеспечить прежде всего:

- компенсацию веса лесозаготовительной единицы;
- представляют локомоцию – систему движения для навигации дельтастата.

Аэростатические системы спроектированы как неармированные или полуармированные конструкции аэростатов типа термопланов и центропланов, полученные в результате аэрокосмических исследований Российской Федерации. Аэростаты имеют форму диска, чтобы уменьшить боковое сопротивление ветра и обеспечить движение во всех направлениях. Аэростатические системы созданы как дистанционно управляемые, чтобы была возможность их навигация как в целях лесозаготовки, так и для транспортировки заготовленной древесины.

Лесозаготовительная единица может быть спроектирована с различной степенью механизации и автоматизации. В принципе, она не должна быть только роботического типа. В качестве промежуточного этапа могут использоваться лесозаготовительные единицы процессорного или харвестерного типа.

**Результаты.** Возможным вариантом для начала роботизации лесозаготовительного процесса может стать применение лесозаготовительной единицы процессорного типа, использующей процессорную рабочую головку 1, которая укреплена на стальном канате (рисунок 2, а). Установка была названа аэростатическим процессором. Пиление дерева осуществляется рабочим при помощи мотопилы. Перспективное решение для головки процессорного типа показано на рисунке 2, б. Рабочий процесс с использованием данного оборудования начинается с того, что оператор включает двигатель и вручную помещает рабочую головку на комель дерева. При помощи дистанционного управления в автоматическом режиме начинается подъем рабочей головки вверх в направлении кроны дерева при одновременном обрезании ветвей ствола. Процесс обрезки сучьев выполняется циклично. Во время данного хода сначала нижние ножи 3 крепко схватывают ствол дерева, верхние 1 остаются свободными, телескоп 5 начинает выдвигаться и при данном движении верхние ножи 1 вместе с обрезочным ножом 2 обрезают ветви и сучья дерева. При завершении этой операции ствол схватывают верхние ножи 1, а нижние открываются и телескоп 5 поднимается вверх. Весь процесс циклически повторяется, рабочая головка поднимается в крону дерева и одновременно обрезает ветви и сучья ствола. Этот процесс автоматически останавливается на основании данных датчика диаметра ствола дерева. По окончании процесса дерево крепко захватывается верхними и нижними ножами 1 и 3 и вальщик выполняет раскряжевочный рез при помощи мотопилы.

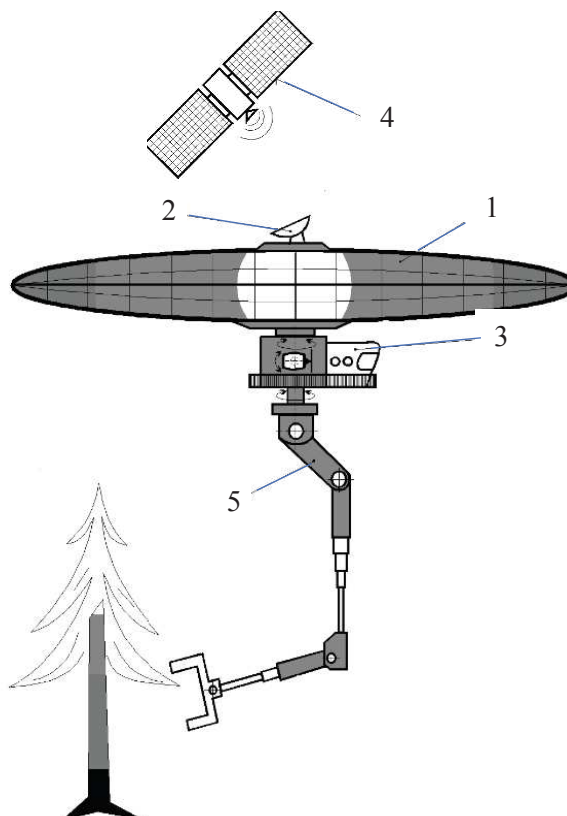


а – общий вид: 1 – процессорная рабочая головка; 2 – гондола; 3 – аэростат; 4 – приемник системы GPS; б – рабочая головка процессорного типа: 1 – верхний сучкорезный нож; 2 – сучкорезный нож; 3 – нижний сучкорезный нож; 4 – подъемный канат; 5 – телескопически выдвигаемая часть; 6 – силовая установка; 7 – панель управления

**Рисунок 2 – Аэростатическая лесозаготовительная единица процессорного типа:**

По похожему принципу работает аэростатический харвестер, который использует прикреплённую на канате головку харвестероного типа. Пиление деревьев в данном случае автоматизировано.

Наивысшая степень автоматизации достигается при использовании роботической лесозаготовительной единицы (рисунок 3). Аэростат и роботическая лесозаготовительная единица вместе образуют аэростатический робот. где: 6 -аэростат, 10 - приемник системы GPS, 11 - спутниковая антенна GPS, 7- гондола, 8 - канатная установка "Дельта", 9 - механическая часть робота.



1 – аэростат; 2 – приемник системы GPS; 3 – гондола; 4 – спутниковая антенна GPS; 5 – механическая часть робота

**Рисунок 3 – Аэростатический робот**

Заготовленное древесное сырьё может в первой фазе укладываться на грузовой контейнер (рисунок 4). Укладка сырья должна быть равномерной, чтобы центр тяжести приходился на середину платформы. После заполнения грузового контейнера транспортировка контейнера на нижний склад происходит воздушным путём при помощи аэростатического робота. Аэростатический робот может таким образом одновременно выполнять и транспортную функцию. В таком случае необходимо обеспечить грузоподъёмность приблизительно на 600 т.



**Рисунок 4 – Грузовой контейнер**

В случае реализации данной технологии можно говорить о большом прорыве в логистике производства древесины, потому что:

- сводятся к минимуму требования к прокладке лесных дорог;
- в комплексе решается проблема защиты окружающей среды;
- характеризуется точным соблюдением технологических процессов, это позволяет реализовать прецизионное хозяйствование в лесах;
- позволяет автоматизацию и роботизацию лесозаготовительной и транспортной деятельности.

**Обсуждение и заключение.** До реализации предложенной системы может пройти не одно десятилетие, с учетом развития и применения новых технологий и конструкций в лесозаготовительной отрасли. Однако со временем предложенная система и другие ей подобные, несомненно, выйдут на первый план по сравнению с существующими системами, так технический прогресс должен в первую очередь стремиться к неистощительному и средоохраняющему антропогенному воздействию.

Совершенствование лесного хозяйства и общества в целом возможно достичь только через технологии, которые не наносят вреда природе, а также с помощью образованного и квалифицированного персонала. Развитие техники направляется от бензиновых пил через тракторы, харвестеры и интегрированные канатные системы к лесозаготовительным роботам. Однако, помимо готовности, необходима и профессиональная компетентность. Робототехника больше не может работать таким образом как, например, бензопилы. Профессиональная подготовка персонала является ключевой задачей, и поэтому необходимо укреплять преподавание технических наук на всех уровнях лесных школ. Времени остается уже немного. Исходя из нашего анализа, начало роботизации лесного хозяйства – это вопрос 10–15 лет.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Úrad priemyselného vlastníctva Slovenskej Republiky: *Lanové ťažbovodopravné zariadenie*. Изобретатель: Vladimír Štollmann, Katarína Belanová, Jozef Suchomel.: Int. Cl.: B66D 3/00, B66C 21/00, A01G 23/00, B64B 1/00. Патент № SK 287204, введен в 08. 03. 2010. На словацком языке.

Примечание. Статья создана при финансовой поддержке Министерства образования, науки, исследований и спорта Словацкой республики в рамках проекта KEGA, No. 007TU Z-4/2019.