

Машинизация заготовки леса в Финляндии (состояние и перспективы)

Х. Аланне¹
В. С. Сюнев

*Хельсинкский университет
Петрозаводский государственный университет*

Проявляемый в России интерес к современной финской лесозаготовительной технологии и машинам не обеспечивается достаточной русскоязычной информацией. Это приводит к некоторой путанице в терминологии и применению в научной литературе ссылок на давно устаревшие финские технологии и машины как на новые. Материал, представленный в данной статье, призван ликвидировать создавшийся информационный пробел и дать представление о современном уровне машинизации лесозаготовок в Финляндии.

Ключевые слова: лесозаготовки, сортиментная технология, харвестер, форвардер, технологическое оборудование.

Сформировавшаяся в Финляндии система рубок леса основана на проведении двух-трехкратных рубок ухода (thinning) с последующей сплошной рубкой (clearcutting) и лесовозобновлением (regeneration).

Другие виды рубок: постепенные (shelterwood), выборочные (selection) и их разновидности - получили меньшее распространение.

Сегодня основной технологией заготовки леса в Финляндии на всех видах рубок является сортиментная технология (log-length system or short-wood).

Суть ее, в отличие от технологии заготовки леса хлыстами (tree-length system) или целыми деревьями (whole-tree system), заключается в том, что обрезка сучьев и раскряжевка на сортименты - пиловочник и балансы - производится у пня после валки дерева. Валка, обрезка сучьев и раскряжевка могут осуществляться одним из следующих способов:

- все операции проводятся вручную бензопилой (manual felling, delimiting and bucking by chainsaw);
- валка проводится вручную бензопилой, обрезка сучьев и раскряжевка - передвижной сучкорезно-раскряжевной машиной (*процессором-processor*);
- валка, обрезка сучьев и раскряжевка проводятся одной машиной - валочно-сучкорезно-

раскряжевной (*харвестером*). При этом могут применяться харвестеры двух типов: *Тип I* (single or one-grip harvester - однозахватный харвестер) и *Тип II* (two-grip harvester - двухзахватный харвестер).

Харвестер Типа I имеет один рабочий орган, осуществляющий захват растущего дерева, его срезание и валку, протаскивание через сучкорезное устройство этого же рабочего органа для обрезки сучьев, отмер длин и раскряжевку на сортименты. Раскряжевка производится тем же срезающим механизмом, которым дерево отделяется от пня. Этот сложный рабочий орган - харвестерная головка - агрегируется на конце гидроманипулятора, который осуществляет его наводку на дерево и воспринимает нагрузки, возникающие при валке и обработке дерева с передачей их базовой машине.

Харвестер Типа II имеет два отдельных рабочих органа. Первый - захватно-срезающее устройство - служит для захвата растущего дерева, его срезания и валки и последующего переноса ко второму рабочему органу - сучкорезно-раскряжевной установке. В этой конструкции харвестера захватно-срезающее устройство агрегируется на манипуляторе, а сучкорезно-раскряжевная установка - на базовом шасси. В сучкорезно-раскряжевной установке дерево захватывается повторно и с помощью протаскивающего механизма протягивается относительно сучкорезных элементов (ножей) для обрезки сучьев с одновременным отмером длин. Разделка на сортименты осуществляется срезающим механизмом сучкорезно-раскряжевного устройства.

Процессор выполнен по схеме харвестера Типа II. Главное отличие от харвестера - отсутствие захватно-срезающего устройства для валки. Вместо него на манипулятор навешивается захват для сбора предварительно поваленных деревьев и их подачи в сучкорезно-раскряжевное устройство.

Динамика развития и процентного соотношения ручных и машинных способов валки при осуществлении сортиментной технологии в Финляндии, где эта технология получила наибольшее распространение и достигла самого высокого уровня, показана на рис. 1 [1].

При этом опыт Скандинавских стран показывает, что среди машинных способов заготовки леса на современном этапе наибольшее распространение получает способ сортиментной заготовки леса харвестерами Типа I, поскольку они оказались эффективнее процессоров и харвестеров Типа II, удачно применяемых в основном в крупных древостоях и при проведении сплошных рубок леса.

Харвестер Типа I оказался более универсальным, т. к. может успешно применяться как на рубках промежуточного пользования, так и на сплошных рубках.

¹ Авторы - соответственно ассистент кафедры лесотехнологий Хельсинкского университета и доцент кафедры тяговых машин ПетрГУ

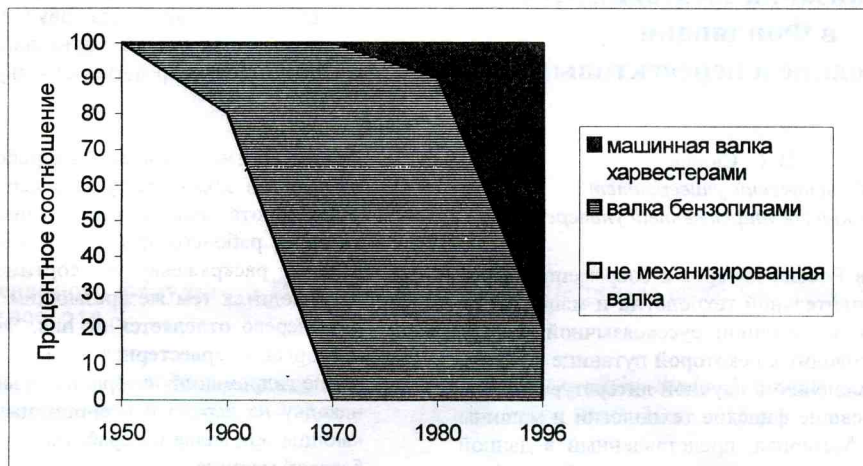


Рис. 1. Соотношение способов валки леса при осуществлении сортиментной технологии на примере Финляндии

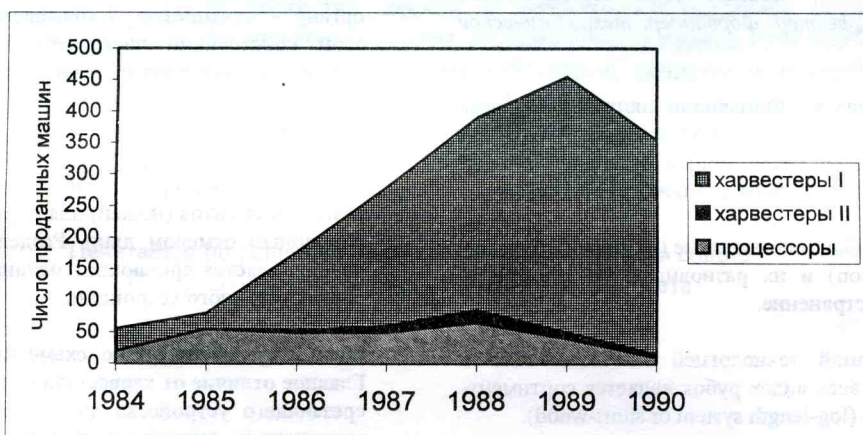


Рис. 2. Динамика числа продаваемых многооперационных машин в Финляндии

Таким образом, можно сказать, что на современном этапе развития сортиментной технологии основным средством механизации процесса валки является харвестер Типа I. Об этом также свидетельствует соотношение объема продаж техники для выполнения первой фазы лесосечных работ (рис. 2) [2].

С 1994 года все харвестеры (за исключением небольшого числа на базе сельскохозяйственных тракторов), производимые в Финляндии, выполняются по Типу I (однозахватные).

Для подвозки (трелевки) заготовленных сортиментов к лесной дороге используются специализированные самозагружающиеся машины манипуляторного типа - *форвардеры (forwarders)*. Форвардеры представляют собой 6-8 колесные машины с грузовой платформой для размещения сортиментов. Для погрузки и разгрузки используется грейферный захват, агрегати-

руемый на конце манипулятора. Грузовая платформа имеет ограждение и стойки для удержания груза сортиментов от смещения при транспортировке.

Сегодня в Финляндии практически весь объем древесины, заготавливаемой по сортиментной технологии, трелюется форвардерами (рис. 3). Небольшое количество древесины трелюется и сегодня сельскохозяйственными тракторами, имеющими специальное оборудование. Кратковременный опыт применения специальных тракторов для трелевки хлыстов или целых деревьев (скиддеров) в 70-е годы оказался для Финляндии неудачным.

Преимущества форвардеров перед другими трелевочными средствами заключаются в следующем:

- Производительность форвардера меньше зависит от объемов вырубаемых деревьев. Поэтому при

трелевке деревьев малых объемов, заготавливаемых на рубках ухода и увеличенном расстоянии трелевки, форвардеры оказываются эффективнее скиддеров. Сельхозтрактора и тем более лошади не могут сравниться в эффективности с форвардерами.

- Из-за меньших габаритов и осуществлении трелевки в полностью погруженном положении форвардеры меньше повреждают стоящие деревья при проведении рубок ухода и выборочных рубок. По данным финских исследователей [1], при работе форвардера вслед за вальщиком с бензопилой уровень повреждаемости оставляемых деревьев не превышает 2% в более чем 80% обследованных участках, включая поверхностное повреждение корней. При работе форвардера вслед за харвестером Типа I в 55% всех обследованных участков уровень повреждаемости деревьев не превысил 3%.
- Поскольку скиддер должен обеспечивать большую силу тяги, чем форвардер, а, кроме того, число и ширина колес современных форвардеров больше, чем у скиддеров, то использование форвардеров обеспечивает меньшее уплотнение и повреждение лесных почв по ходу движения машины [4]. За счет наличия манипулятора с большим вылетом (до 10 метров) форвардеру не требуется подъезд к лежащим на земле сортиментам на близкое расстояние, что также в сравнении со скиддером или сельскохозяйственным трактором снижает степень повреждаемости почв.
- Форвардер передвигается с большой загрузкой и меньшей скоростью, чем скиддер. Это снижает уровень колебаний и вибраций, действующих на оператора, повышая комфортность работы.
- В соответствии с современной сортиментной технологией форвардеры при разгрузке древесины у лесовозных дорог формируют довольно компактные по площади штабеля древесины высотой 3-4 метра, существенно снижая тем самым пространства, отводимые под придорожные склады. В других рассматриваемых техпроцессах эти склады имеют значительно большие размеры
- Форвардеры могут производить сортировку древесины при погрузке и разгрузке, что положительно влияет на дальнейшее распределение леса между потребителями при вывозке автомобильным транспортом.
- При использовании скиддеров и сельскохозяйственных тракторов для трелевки волочением деревья могут повреждаться и загрязняться. Это негативно сказывается на качестве конечного продукта, снижает сроки службы лесопильного оборудо-

вания. Форвардеры обеспечивают трелевку чистой древесины.

- Форвардеры одинаково эффективно могут использоваться на выборочных рубках, рубках ухода и сплошных рубках главного пользования.
- Форвардеры при необходимости могут эффективно использоваться для сбора и перевозки порубочных остатков.

Развитие сортиментной технологии и средств ее осуществления привело к тому, что сегодня значимыми в Финляндии оказались две разновидности этого техпроцесса: с использованием бензопил и форвардеров и с использованием харвестеров Типа I и форвардеров.

Как было отмечено выше, наибольший удельный вес - более 80% - и уровень перспективности имеет полностью механизированная реализация техпроцесса сортиментной заготовки древесины (*харвестер Типа I и форвардер*).

В ближайшие годы эта технологическая схема и система машин обеспечит уже 90% всего объема лесозаготовок в Финляндии. На это ориентирована и вся лесная машиностроительная промышленность.

Средняя производительность харвестеров Типа I на промежуточных рубках сегодня составляет 9,6 км/ч, а на сплошных - 14,6 км/ч. Производительность форвардеров при работе вслед за харвестером - 12,5 и 17,2 км/ч соответственно.

Согласно исследованиям [3], проведенным в Хельсинском университете с участием одного из авторов данной статьи, число харвестеров Типа I будет устойчиво расти и в дальнейшем (рис. 4) и достигнет в Финляндии к 2010 году 1300 единиц. По данному прогнозу возрастет и число операторов, обслуживающих эти машины, до 2600 человек в 2010 году.

Число форвардеров уменьшится с 2200, работавших в Финляндии в 1990 году, до 1300 единиц к 2010 году. Уменьшится и число операторов. Однако интенсивность использования машин данного типа возрастет.

Вывозка заготовленной и складированной у дорог древесины производится в Финляндии в основном лесовозными автопоездами с манипуляторами для автономной загрузки и разгрузки.

Современные лесовозные поезда имеют массу до 60 тонн, длину до 22 метров, ширину и высоту 2,6 и 4 метра соответственно. Средняя грузоподъемность автопоезда составляет 39,5 тонн (около 47 кубометров).

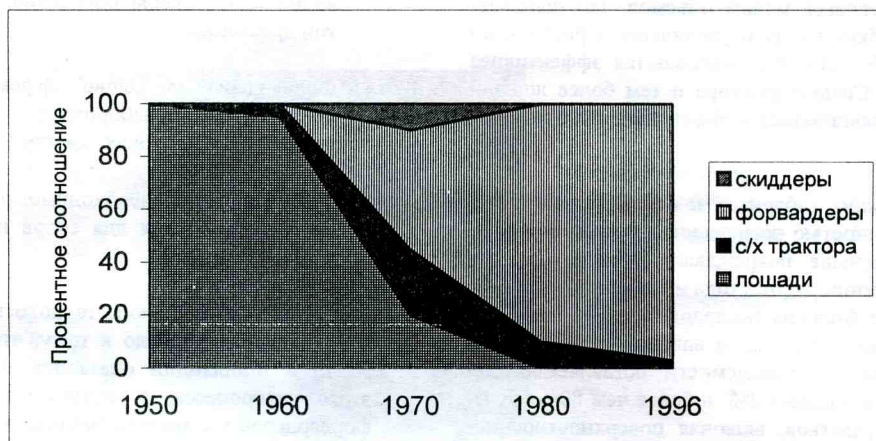


Рис. 3. Динамика развития способов трелевки древесины

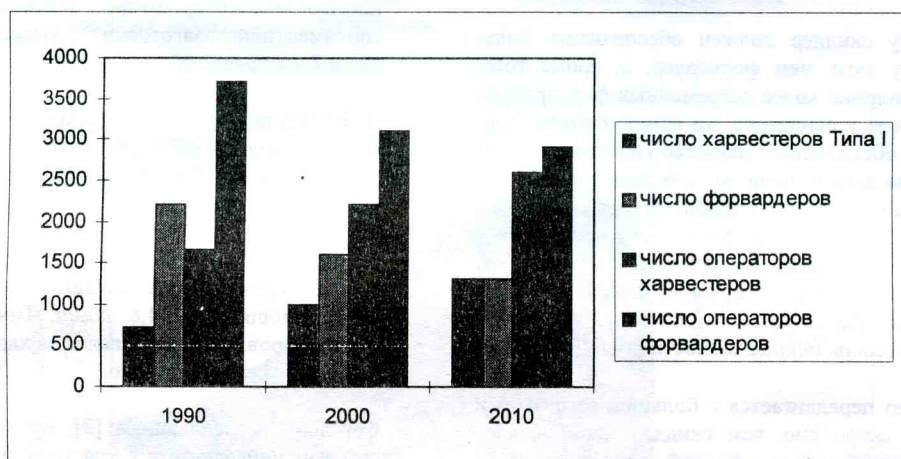


Рис. 4. Прогноз количества техники и числа операторов к 2010 году

Основными производителями лесозаготовительных машин и оборудования в Финляндии являются:

- **The Timberjack Group** - крупнейший производитель лесозаготовительных машин в мире, имеющий заводы в Швеции и Америке. Для механизации сортиментной технологии производит харвестеры Типа I, форвардеры и все типы оборудования к ним (кроме пил и оборудования к легким сельскохозяйственным тракторам). Годовой оборот фирмы - 2,4 млрд. финских марок. 22% всей выпускаемой для механизации сортиментной заготовки леса продукции реализуется в Финляндии.
- **The Sisu Group** специализируется на производстве колесной лесной техники, грузовиков, сельскохозяйственных тракторов и двигателей. Для механизации сортиментной технологии выпускает широкий спектр техники: форвардеры, харвестеры и оборудование к ним (манипуляторы, харвестерные головки, измерительные системы). Производимое оборудование, кроме мощных лесных гру-

зовиков Sisu, имеет торговые марки Valmet и Stanab. Годовой оборот фирмы - 682 млн. финских марок.

- **Ponsse Oy** - производитель однозахватных харвестеров (Тип I), форвардеров, харвестерных головок и собственных манипуляторов. Годовой оборот фирмы - 236 млн. финских марок.
- **Nokka-Tume/Tume Oy** имеет оборот 97 млн. марок. Половина этого оборота приходится на продажи прицепов и манипуляторов для сельскохозяйственных тракторов для механизации лесозаготовительных работ, а также легких колесных или гусеничных харвестеров и форвардеров для рубок ухода за лесом.
- **S. Pinomaki Ky** производит форвардеры, харвестеры Типа I, манипуляторы и харвестерные головки с торговой маркой PIKA. Годовой оборот - 25 млн. финских марок.

- *Oy Logset Ab* выпускает легкие форвардеры и харвестеры, харвестерные головки, мобильные машины для заготовки щепы. Годовой объем продаж - 32 млн. марок.
- *Loglift Oy Ab* - крупнейший производитель манипуляторов, в том числе для форвардеров, харвестеров и лесовозов. Годовой оборот компании - 250 млн. марок.
- *Kesla Oy* имеет оборот 80 млн. марок. Производит прицепы и манипуляторы к сельскохозяйственным тракторам для применения в лесу, манипуляторы и харвестерные головки, навесные процессоры к сельскохозяйственным тракторам, а также гидравлические манипуляторы к форвардерам, харвестерам и лесовозам. Продукция фирмы имеет торговые марки *Patu* и *Foresteri*.
- *Kone-Ketonen Oy* - лидирующий производитель однозахватных харвестерных головок с гусеничным подающим механизмом.
- *Lako Forest Oy Ltd.* также производит харвестерные головки, в том числе агрегируемые на базу экскаваторов, превращая их в мощные гусеничные харвестеры Типа I.
- *Jyky Peravaunuteollisuus Oy* производит большинство мощных прицепов для грузовиков-лесовозов.

Крупный торговый оборот финских компаний-производителей лесной техники подтверждает лидирующие позиции финского лесного машиностроения в мире.

Более широкое распространение в мире современной сортиментной технологии, обусловленное увеличением объемов проведения несплошных рубок и рубок ухода за лесом, а также постоянное давление общест-венности, направленное на снижение уровня сплош-ных рубок и увеличение внимания к экологическим последствиям проведения лесозаготовок, способствуют распространению финского опыта лесозагото-вок и машин по всему миру, в том числе в России.

Ежегодно производимое оборудование совершенст-вуется и модернизируется, появляются новые маши-ны. Основные направления совершенствования ма-шин на ближайшие годы, по мнению финских иссле-дователей, следующие [4]:

- повышение надежности машин и технологическо-го оборудования (манипуляторов и харвестерных головок) путем улучшения качества материалов и комплектовующих частей; применение методов оп-тимизации при проектировании, внедрение уста-ловленного анализа при расчетах;
- совершенствование систем измерения объема древесины и обработки, передачи и анализа ин-

формации в технологической цепи "харвестер - потребитель";

- дальнейшее улучшение условий труда операторов лесных машин, в первую очередь за счет сниже-ния интенсивности информационных потоков и совершенствования органов управления;
- улучшение взаимодействия ходовых систем ма-шин с почвой с точки зрения их экологичности.

В свете решения указанных задач следует отметить успехи фирм *Sisu*, *Ponsse* в разработке измерительно-го оборудования, компании *Timberjack* в разработке новых кабин и систем управления, и особо - в созда-нии первого (совместно с фирмой *Plustech*) шагающе-го харвестера.

ВЫВОДЫ

1. Современная полностью механизированная сор-тиментная технология заготовки леса базируется на использовании двух машин: однозахватного харвестера (Тип I) и форвардера. Технологиче-ским оборудованием, определяющим специфику этих машин, являются манипулятор и харвестер-ная головка для харвестера, манипулятор с грей-ферным захватом и грузовая платформа со стой-ками для форвардера.
2. Снижение запасов древесины в промышленно развитых регионах и влияние общественного мнения на способы ведения лесозаготовок при-водят к увеличению доли несплошных рубок и рубок ухода за лесом, а соответственно и к более подходящей для их проведения сортиментной технологии и машин.
3. Производство, типаж и уровень распространения харвестеров, форвардеров и соответствующего технологического оборудования увеличиваются. Постоянно ведется работа по модернизации су-ществующих и разработке новых конструкций машин. Это вызывает необходимость системати-зации информации о выпускаемых и применяе-мых в настоящее время машинах и технологиче-ском оборудовании. Наиболее рациональный путь решения этой проблемы - создание электронных компьютерных баз данных по типам и маркам производимых машин и оборудования. Наличие таких баз данных позволит проводить оптималь-ный подбор оборудования и машин для конкрет-ных природных и производственных условий и определять основные конструктивные параметры вновь проектируемых машин в соответствии с бу-дущими условиями эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hakkila P. Procurement of timber for the Finnish forest industries / The Finnish Forest Research Institute. Vantaa Research Center. Vantaa, 1995. 73 p.
2. Hakkila P., Malinovski J. and Siren M. Feasibility of logging mechanization in Brazilian forest plantations. A comparison between Brazil and Finland / The Finnish Forest Research Institute. Research Papers 404. Helsinki, 1992.
3. Rummukainen A., Alanne H. and Mikkonen E. Wood Procurement in the Pressure of Change - Resource Evaluation Model till Year 2010 / The Finnish Forest Research Institute. Helsinki, 1995. 98 p.
4. Peltola A. Designers of forest machinery challenged by changing attitudes // Applied ecology in action. Portland (Oregon, USA), 1994. P. 217-222.