

## Обоснование и оценка компоновки харвестерных головок для выборочных рубок<sup>1</sup>

В. С. Сюнёв<sup>2</sup>,  
А. А. Селиверстов

*Петрозаводский государственный университет*

### АННОТАЦИЯ

В статье обосновывается компоновка харвестерной головки для выборочных рубок в условиях лесов Северо-Запада России и оценивается компоновка современных харвестерных головок.

**Ключевые слова:** харвестерная головка, захватное устройство, срезающее устройство, компоновка захватных рычагов и пильной шины.

### SUMMARY

This article is about a configuration and estimated of modern harvester heads for cleaning cutting in conditions of woods of Northwest of Russia.

**Keywords:** harvester head, grip device, cutting device, configuration gripping levers and cutting attachment.

Особенностью лесозаготовительной отрасли Северо-Запада Российской Федерации в современных условиях является переход с хлыстовой технологии заготовки древесины на сортиментную механизированную, обеспечивающую полную механизацию всего технологического процесса [7]. Если в начале 90-х годов сортиментная технология базировалась на применении бензиномоторных пил и колесных трелевочных тракторов (форвардеров), то сегодня наибольшее распространение получают машинные комплексы, состоящие из валочно-сучкорезно-раскряжевочных машин (харвестеров) и форвардеров.

Большинство применяемых сегодня машин таких типов – финского и шведского производства. В настоящее время около 10 крупных компаний в этих странах занимаются проектированием и производством харвестеров и рабочих органов к ним – хар-

вестерных головок, работая в условиях жесткой конкуренции.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Современная харвестерная головка должна удовлетворять целому ряду противоречивых требований. С одной стороны, обеспечивать высокую производительность процессов пиления и обрезки сучьев, быть надежной в эксплуатации, а с другой, – обеспечивать высокое качество получаемых сортиментов и низкий уровень повреждаемости оставляемых на доращивание деревьев [2]. Причем последние два требования на сегодняшний день приобретают все большее значение в связи с повышением внимания лесозаготовителей к качественному выполнению рубок леса.

Выполнение указанных требований в значительной степени зависит от компоновки захватных рычагов и ножей сучкорезно-протаскивающего (захватного) устройства и компоновки пильной шины раскряжевочного (срезающего) устройства харвестерной головки [4, 5]. При этом компоновка таких устройств должна учитывать соответствующие природно-производственные условия. Ширина раскрытия захватных рычагов с протаскивающими вальцами должна исключать избыточность их открытия при обработке деревьев наибольшего диаметра. Это позволит получить такие габаритные размеры головки, при которых механические повреждения стволов оставляемых деревьев были бы минимальными.

На компоновку захватного и срезающего устройств головки оказывают влияние эксплуатационные показатели лесных массивов. Решающую роль играют такие параметры дерева, как диаметр на высоте груди и в плоскости срезания, масса, центр тяжести, необходимые для расчета нагрузок на элементы механизмов головки в расчетных режимах работы. Среднее расстояние между деревьями в том или ином лесонасаждении оказывает влияние на габаритные размеры оборудования и ряд других показателей. Также необходимо учитывать, что на территории России встречаются неухоженные и многоярусные леса.

В целом компоновку харвестерной головки можно считать правильной только тогда, когда базовая машина, на которой она установлена, выполняет технологический цикл в течение заданного интервала времени с требуемыми показателями качества. В частности, правильно сконструированное (скомпонованное) захватное устройство относительно заданных размеров деревьев способствует как снижению потерь времени на наведение и захват деревьев, обеспечивая их надежное удержание в процессе обработки, так и как можно меньшему повреждению оставляемых на доращивание деревьев. Рациональное сочетание скорости резания и скорости подачи пильной шины, а также соответствующая компоновка шины позволяют исключить заклинивание ее в пропиле и обеспечить качественный срез.

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках международного проектов ТАСИС «Сравнение методов лесозаготовок – влияние технологий на качество древесины, производительность труда и себестоимость продукции в лесозаготовительных компаниях» (контракт №2006/124-058) и ТЕКЕС «Лесозаготовки и логистика в России – в фокусе возможности деловой и исследовательской деятельности»

<sup>2</sup> Авторы – соответственно д. т. н., профессор, ведущий кафедрой тяговых машин ПетрГУ и к. т. н., преподаватель кафедры тяговых машин.

© Сюнёв В. С., Селиверстов А. А., 2008

## ОБОСНОВАНИЕ КОМПОНОВКИ ХАРВЕСТЕРНОЙ ГОЛОВКИ

Поставленная задача успешно решается на стадии проектирования харвестерной головки за счет использования научно обоснованных методик оптимальной компоновки захватного и срезающего устройств [6], позволяющих добиться компактной конструкции самой головки и обеспечить высокое качество получаемых сортиментов.

Применение разработанных нами методик позволило обосновать компоновку харвестерной головки для выборочных рубок в условиях лесов Северо-Запада России. При этом учитывались соответствующие природно-производственные условия (раздел 1 [3] и [8]).

Оптимальная компоновка захватных рычагов и пильной шины харвестерной головки показана на компоновочных схемах (рис. 1 и 2).

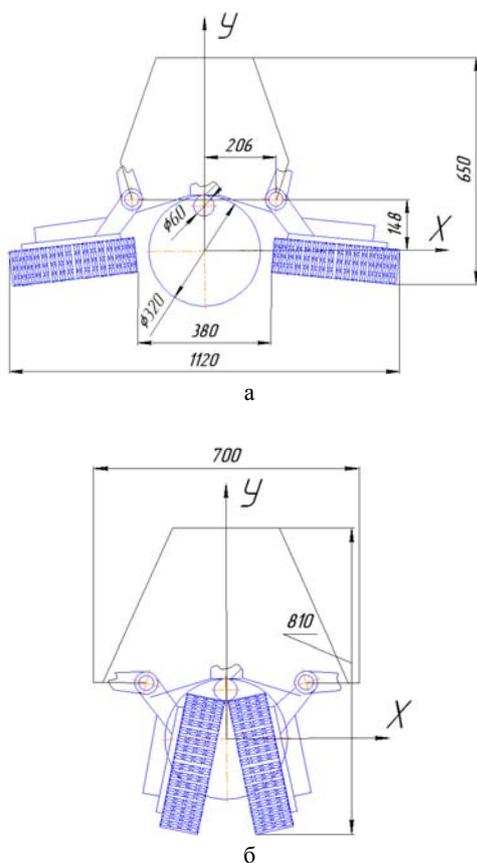


Рис. 1. Схема компоновки захватных рычагов: а – параметры головки при раскрытых захватных рычагах; б – параметры головки при закрытых рычагах

Таким образом, рекомендуемая максимальная ширина харвестерной головки при полностью раскрытых захватных рычагах составляет 1120 мм, закрытых – 700 мм.

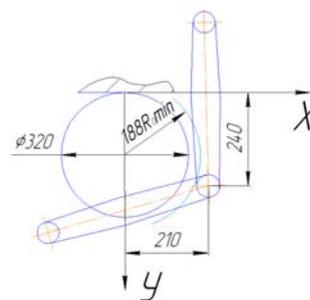


Рис. 2. Схема компоновки пильной шины

Длина головки при раскрытых рычагах составляет 650 мм и закрытых – 810 мм. Открытие рычагов 380 мм. Рекомендуемая длина пильной шины 420 и 480 мм при максимальном диаметре обрабатываемого дерева 320 мм. Харвестерная головка с указанными конструктивными параметрами позволяет работать в загущенном древостое с меньшим повреждением соседних оставляемых на дорастивание деревьев и обеспечивать приемлемое качество получаемых сортиментов.

Полученные результаты были представлены на одно из предприятий лесного машиностроения и использовались при обосновании модельного ряда и основных конструктивных параметров рабочих органов многооперационных машин.

## ОЦЕНКА КОМПОНОВКИ СОВРЕМЕННЫХ ХАРВЕСТЕРНЫХ ГОЛОВОК

В настоящее время на рынке России имеется большое разнообразие зарубежных харвестерных головок – свыше 100 моделей различных размерных классов [1, 9], преимущественно таких фирм-производителей, как John Deere Forestry Oy, Waratah Forestry Attachments, Ponsse Oyj, АО Komatsu Forest (Valmet), SP Maskiner AB, Log Max AB, AFM-Forest Ltd, Lako Forest Oy Ltd, Kesla Oyj, Kone -Ketonen Oy, Silvatec A/S.

Выбор наиболее подходящей харвестерной головки под природно-производственные условия лесосырьевой базы предприятия и соответствующие виды рубок особенно сложен для лесозаготовителя. Тем более что он ориентируется, прежде всего, на цену и массово-мощностные параметры головок. В связи с этим нами были проведены экспериментальные исследования компоновочных решений харвестерных головок, влияющих на качество заготавливаемых сортиментов и оставляемый на дорастивание древостой, которые выполнялись в рамках международных проектов TACIS и TEKES.

Объектом исследования явились финские харвестерные головки John Deere 754HD, Kesla Foresteri 18RH, Valmet 350, AFM 45Corona и 50Corona, применяемые на Северо-Западе России.

Измеренная компоновка основных устройств харвестерных головок сопоставлялась с предложенной оптимальной компоновкой расчетного варианта головки (рис. 1 и 2).

На рисунках 3 и 4 показана компоновка захватных рычагов и пильной шины на основе разработанных методик и харвестерной головки Kesla Foresteri 18RH. Размеры на схемах указаны в миллиметрах.

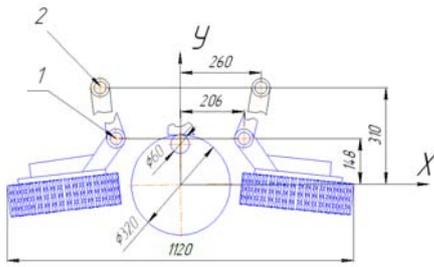


Рис. 3. Схема компоновки захватных рычагов с вальцами: 1 – расположение шарниров «рычаг – корпус» в расчетном варианте; 2 – расположение шарниров головки Kesla Foresteri 18RH

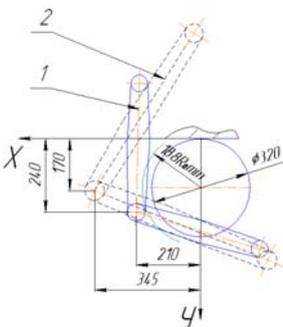


Рис. 4. Схема компоновки пильной шины: 1 – компоновка пильной шины в расчетном варианте; 2 – компоновка пильной шины головки Kesla Foresteri 18RH

Как показали результаты исследований, компоновка головки Kesla Foresteri 18RH является близкой к оптимальной расчетной. Максимальная ширина головки при полностью раскрытых захватах составляет не более 1130 мм, закрытых – не более 870 мм. Максимальный диаметр обрабатываемого ствола сучкорезно-протаскивающим механизмом головки равен 400 мм (табл. 1). Также было установлено, что качество заготавливаемых сортиментов на выборочных рубках с применением данной модели головки было наиболее высоким по сравнению с остальными исследованными головками. Харвестерная головка Kesla Foresteri 18RH может быть рекомендована под природно-производственные условия Северо-Запада России на выборочных рубках.

Дополнительно проведенный анализ конструкций харвестерных головок малого и среднего размерного классов, широко представленных на рынке России, и сопоставление их параметров с расчетной оптимальной компоновкой показали, что для условий Северо-Запада страны на выборочных рубках могут быть также рекомендованы следующие шесть моделей головок: Keto 51, 51LD, 100, John Deere H732, Silvatec 235 MD35 и Maskiner SP 451LF (табл. 1). Указанные модели головок относятся к легкому классу с массой от 390 до 615 кг и максимальным диаметром обрабатываемого ствола сучкорезно-протаскивающим механизмом от 320 до 420 мм.

Таблица 1

Основные технические характеристики харвестерных головок

Технические данные	Модели						
	Kesla Foresteri 18RH	Keto 51	Keto 51LD	Keto 100	Silvatec 235 MD35	John Deere H732	Maskiner SP 451LF
Максимальный диаметр спиливаемого дерева, мм	450	370	370	450	450	400	530
Максимальное открытие рычагов (протяжка), мм	400	320	320	400	350	350	420
Скорость цепи, м/с	40	40	40	40	40	40	40-45
Протаскивающий механизм	2 вальца	гусеницы	гусеницы	гусеницы	2 вальца	2 вальца	2 вальца
Сила протяжки, кН	18	15	15	18	21	15	18
Скорость протяжки, м/с	5	3,8	3,8	3,8	4	4,5	5
Размеры, мм:							
– максимальная ширина	1130	970	1010	1120	1020	1130	1130
– минимальная ширина	870	700	850	780	820	850	850
– высота	1140	1280	1400	1450	1400	1400	1230
Масса, кг	440	390	495	600	615	540	600
Рабочее давление, МПа	21-24	21	21	21	21	24	23-25

## ВЫВОДЫ

1. С применением методик проектирования оптимальной компоновки сучкорезно-протаскивающего и раскряжевочного устройств обоснована компоновка харвестерной головки для выборочных рубок в условиях лесов Северо-Запада России. Рекомендуемая максимальная ширина харвестерной головки при полностью раскрытых хватных рычагах составляет 1120 мм, закрытых – 700 мм. Длина головки при раскрытых рычагах составляет 650 мм, закрытых – 810 мм. Открытие рычагов 380 мм. Рекомендуемая длина пильной шины 420 и 480 мм при максимальном диаметре обрабатываемого дерева 320 мм. Расположение шарнирных соединений приведено на схеме (рис. 1 и 2).
2. Проведенные экспериментальные исследования, анализ конструкций современных харвестерных головок малого и среднего размерного классов и сопоставление их параметров с расчетной оптимальной компоновкой показали, что для природно-производственных условий лесов Северо-Запада России на выборочных рубках могут быть рекомендованы харвестерные головки Kesla Foresteri 18RH, Keto 51, 51LD, 100, John Deere H732, Silvatec 235 MD35 и Maskiner SP 451LF. При этом компоновка головки Kesla Foresteri 18RH является наиболее близкой к оптимальной расчетной.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимов Ю. Ю. Лесосечные машины для рубок ухода: Компьютерная система принятия решений / Ю. Ю. Герасимов, В. С. Сюнёв. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1998. 236 с.
2. Герасимов Ю. Ю. Экологическая оптимизация технологических процессов и машин для лесозаготовок / Ю. Ю. Герасимов, В. С. Сюнёв. Йоэнсуу: Изд-во университета Йоэнсуу, 1998. 178 с.
3. Промежуточное пользование лесом на Северо-Западе России / В. А. Ананьев [и др.]. Йоэнсуу: Изд-во университета Йоэнсуу, 2005. 150 с.
4. Сюнёв В. С. Методика оптимального проектирования хватного устройства харвестерной головки / В. С. Сюнёв, А. А. Селиверстов. // Труды лесоинженерного факультета ПетрГУ. Вып. 5. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2005. С. 110-116.
5. Селиверстов А. А. Оптимизация компоновки рабочих органов харвестеров / А. А. Селиверстов, В. С. Сюнёв. // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Вып. 179. Л.: ЛТА, 2007. С. 69-74.
6. Сюнёв В. С. Рабочие органы харвестеров: проектирование и расчет: учеб. пособие / В. С. Сюнёв, А. А. Селиверстов. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2005. 204 с.
7. Сюнёв В. С. Развитие сортиментной технологии лесозаготовок и использование харвестеров в Республике Карелия / В. С. Сюнёв, А. А. Селиверстов // Лес и бизнес. 2006. № 7. С. 58-61.
8. Типизация природно-производственных условий лесозаготовительных районов: рекомендации / ЦНИИМЭ. Химки, 1986. 23 с.
9. Проспекты зарубежных фирм-производителей харвестерных головок, участников специализированных выставок «Карельский лес. Мебель. Деревообработка» (г. Петрозаводск), «Интерлес» (г. Санкт-Петербург), «Российский Лес» (г. Вологда), «Лес и деревообработка» (г. Архангельск).