

ОБОСНОВАНИЕ КОНФИГУРАЦИИ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ КОЛЕСНОГО ХАРВЕТЕРА

А.В. Лаптев, А.В. Матросов

МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская область, г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

laptev@mgul.ac.ru

Изложены теоретические и экспериментальные исследования по обоснованию рабочей зоны харвестера. По разработанной методике и компьютерной программе выполнены расчеты влияния технических параметров технологического оборудования и лесотаксационных параметров обрабатываемых деревьев при заготовке сортиментов на рабочую зону харвестера. Приведенная методика определения рабочей зоны манипулятора исходя из устойчивости машины позволяет наиболее эффективно подобрать комплект технологического оборудования харвестера для различных природно-производственных условий лесосек.

Ключевые слова: многооперационные лесозаготовительные машины, харвестерная головка, рабочая зона харвестера, вылет манипулятора

Ссылка для цитирования: Лаптев А.В., Матросов А.В. Обоснование конфигурации и геометрических размеров рабочей зоны колесного харвестера // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2018. Т. 22. № 5. С. 77–85. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-5-77-85

В последние годы (с 2010 г.) отмечается существенный рост объемов лесозаготовок в России по сортиментной технологии. В значительной степени это обусловлено широким применением комплекта машин, преимущественно на колесной базе, — харвестера и форвардера. Если учесть, что харвестер выпускается в различных комплектациях, перед лесозаготовителями стоит многоуровневая задача выбора харвестера из модельного ряда предпочтительного производителя с оптимальной комплектацией технологического оборудования для своих природно-производственных условий и видов рубок.

Цель работы

Цель исследования — обосновать выбор такого технологического оборудования харвестера, которое обеспечило бы наиболее оптимальную по геометрическим размерам и конфигурации рабочую зону [1, 2]. Оптимальность рабочей зоны харвестера определяется по диаграмме, где учитываются устойчивость харвестера при повороте манипулятора, изменения вылета и грузоподъемности манипулятора на различных его вылетах.

Объект исследования

При выборе многооперационных машин для проведения лесозаготовительных работ следует уделять внимание: таксационным параметрам обрабатываемого древостоя; типу базовой машины, ее геометрическим и весовым характеристикам; компоновке технологического оборудования и его технические характеристики; технологии работ в лесонасаждениях; порядку выполнения операций по заготовке и обработке единичного деревьев. Это обеспечит последующий выбор ба-

зового шасси и технологического оборудования с оптимальными параметрами, необходимыми для эффективной работы харвестера [1–4].

Технологии, реализованные при машинной заготовке сортиментов, оцениваются не только с точки зрения их стоимости и эффективности, но и с точки зрения опасности, которую они представляют для лесной среды, включая потенциальный ущерб древостою и почвам, нанесенный лесозаготовительными машинами и транспортными средствами [3, 5, 6]. В случае многофункциональных лесозаготовительных машин такие повреждения связаны также с большой массой машины и харвестерной головки.

Результаты и обсуждение

В практике отечественного машиностроения для оценки устойчивости машин широко используют коэффициенты устойчивости, величина которых определяется различными соотношениями между восстанавливающими и опрокидывающими моментами [7–12].

В зависимости от направления опрокидывания различают оси бокового и продольного опрокидывания, которые совместно образуют опорный контур машины. Конфигурации опорных контуров машин зависят от типа и конструктивных особенностей ходовых систем. Различают схемы опорных контуров машин с постоянной и переменной структурами опорных контуров. К машинам с постоянной структурой опорных контуров можно условно отнести колесные машины с жесткой рамой и жестким креплением небалансирных мостов и гусеничные машины с индивидуальной подвеской. Постоянные опорные контуры колесных машин образуются осями продольного и

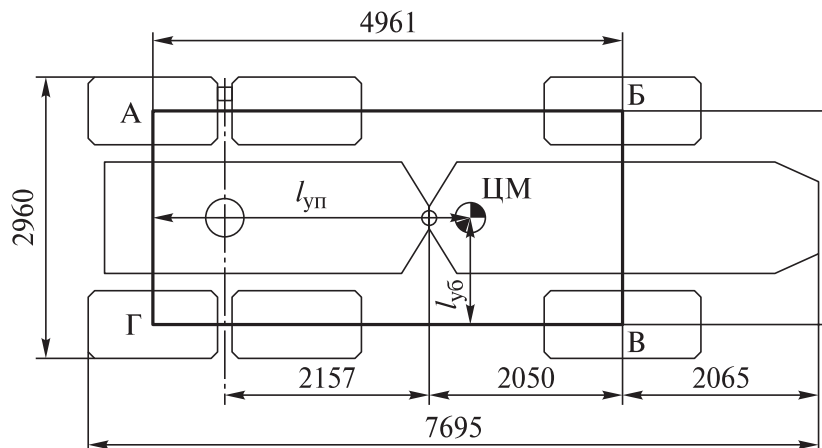


Рис. 1. Опорный контур харвестера John Deere 1470E (6×6)
Fig. 1. Supporting contours of harvesters John Deere 1470E (6×6)

поперечного опрокидывания, проходящими через центры отпечатков на грунте колес, а у гусеничных машин — линиями опорных кромок гусениц.

Переменные структуры опорных контуров характерны для колесных машин с шарнирно-сочлененной рамой, колесных машин с жесткой рамой и балансирной подвеской мостов, гусеничных машин с балансирной подвеской опорных катков. Современные колесные харвестеры состоят из двух секций, соединенных между собой центральным универсальным шарниром. Центральный шарнир позволяет осуществлять поворот полурам друг относительно друга в горизонтальной плоскости на угол складывания. Кроме того, универсальный шарнир позволяет осуществлять независимое вращение полурам в вертикальной плоскости.

В шарнирно-сочлененных машинах, к которым относится харвестер, условно различают: балансирную часть — несущую ось горизонтального шарнира и небалансирную часть — несущий корпус этого шарнира. Балансирной частью обычно является грузовая часть, на которой установлено рабочее оборудование, а небалансирной — моторная часть, на которой установлен двигатель машины и кабина оператора. Такое различие важно потому, что каждая из названных частей харвестера имеет свой опорный контур, от конфигурации и размеров которого зависит устойчивость балансирной и небалансирной частей машины. После замыкания балансира обе части такой машины имеют общий опорный контур [4, 13].

Необходимым требованием при работе харвестера является блокировка центрального шарнира, поэтому при выполнении технологических операций передняя и задняя полурамы блокируются друг относительно друга. Перемещение харвестера по волоку при выполнении основных технологических операций можно считать пря-

молинейным. В этом случае полурамы машины располагаются в одну линию и опорный контур принимает вид прямоугольника, стороны которого проходят через центры площадок контакта колес с основанием и являются осями продольного и бокового опрокидывания.

В качестве примера приведем опорный контур шестиколесного харвестера John Deere 1470E (рис. 1). Контур представляет собой прямоугольник АБВГ. Боковые стороны АБ и ВГ соответствуют осям бокового опрокидывания харвестера, а стороны АГ и БВ являются осями продольного опрокидывания. Расстояние $l_{уп}$ от центра масс (ЦМ) харвестера до продольной оси опрокидывания АГ и расстояние $l_{об}$ от ЦМ до оси бокового опрокидывания ВГ (или АБ) являются плечами удерживающего момента, действующего внутри опорного контура.

Предельные возможности харвестера по устойчивости против опрокидывания оцениваются удерживающим моментом горизонтально установленной машины $M_{уд}$ и опрокидывающим моментом $M_{опр}$ [7, 14]. Удерживающий момент $M_{уд}$ относительно боковой продольной оси опорного контура, создаваемый вертикальными силами, действующими внутри опорного контура, определяется с учетом уклона местности по формуле

$$M_{уд} = G_m (l_y \cos \gamma \pm h_m \sin \gamma) + G_k (l_y \cos \gamma \pm h_k \sin \gamma), \quad (1)$$

где G_m — вес машины, Н;
 l_y — расстояние от центра масс до оси опрокидывания, м;
 γ — угол наклона местности, град;
 h_m, h_k — высота центра масс машины и поворотной колонны соответственно, м;
 G_k — вес поворотной колонны манипулятора, Н.

Опрокидывающий момент $M_{\text{опр}}$ определяется как сумма опрокидывающих моментов, создаваемых вне опорного контура стрелой манипулятором M_c , рукоятью манипулятора M_p , харвестерной головкой $M_{\text{хг}}$ и обрабатываемым деревом M_d относительно одной из осей опрокидывания опорного контура:

$$\begin{aligned} M_{\text{опр}} &= M_c + M_p + M_{\text{хг}} + M_d = \\ &= G_c (l_c \cos \gamma \pm h_c \sin \gamma) + \\ &+ G_p (l_p \cos \gamma \pm h_p \sin \gamma) + \\ &+ G_{\text{хг}} (l_{\text{хг}} \cos \gamma \pm h_{\text{хг}} \sin \gamma) + \\ &+ G_d (l_d \cos \gamma \pm h_d \sin \gamma), \end{aligned} \quad (2)$$

где G_c , G_p , $G_{\text{хг}}$, G_d — вес стрелы манипулятора, рукояти манипулятора, харвестерной головки и дерева соответственно, Н;

l_c , l_p , $l_{\text{хг}}$, l_d — расстояние от центра масс стрелы, рукояти, харвестерной головки и дерева до оси опрокидывания, м;

h_c , h_p , $h_{\text{хг}}$, h_d — высота центра масс стрелы, рукояти, харвестерной головки и дерева, м.

Поскольку продольная устойчивость лесозаготовительной машины манипуляторного типа, как правило, выше поперечной, можно ограничиться расчетом только поперечной устойчивости.

Для оценки устойчивости харвестера применяют коэффициент устойчивости $k_{\text{уст}}$ — отношение стабилизирующего момента к опрокидывающему моменту. В расчетах опрокидывающего и удерживающего моментов учитываются все статические и динамические нагрузки, что на практике осуществить сложно, коэффициент устойчивости принимают $k_{\text{уст}} = 1,15$. Для случая, когда расчеты основываются только на значениях сил тяжести, принимают $k_{\text{уст}} = 1,4$ [15]. Тогда зависимость между опрокидывающим и удерживающим моментами определяется формулой

$$M_{\text{опр}} \leq \frac{M_{\text{уд}}}{1,4}. \quad (3)$$

Преобразовав формулы (1)–(3), можно определить грузовые моменты M_d и определить значение максимального веса G_d дерева, который может поднять манипулятор в координатах рабочей зоны. Расчет грузоподъемности харвестера проводится для различных углов поворота манипулятора и на различных его вылетах относительно продольных и поперечных осей опрокидывания [16].

По результатам расчета в полярной системе координат строится общая диаграмма грузоподъемности в зависимости от устойчивости харвестера. Полярная сетка образуется двумя полярными

координатами: радиальной и угловой. Началом координат является проекция вертикальной оси вращения манипулятора. Радиальная координата соответствует различным вылетам манипулятора и принимает значения от минимального до максимального. Угловая координата может изменяться в пределах от 0 до 360°. На диаграмме угловая координата находится в диапазоне угла поворота манипулятора в горизонтальной плоскости. На полярную сетку после компьютерного расчета наносится линия, ограничивающая зону, внутри которой могут быть обработаны все деревья заданного веса исходя из устойчивости.

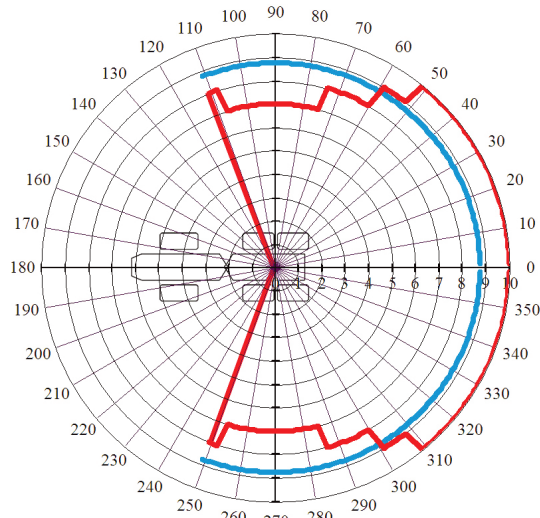


Рис. 2. Диаграмма рабочей зоны многооперационной машины с учетом ее устойчивости и грузоподъемности манипуляторного оборудования

Fig. 2. General view of the working area of a multi-operational machine, taking into account its stability and carrying capacity of manipulator equipment

Возможны случаи, когда харвестер, подняв груз на определенном вылете манипулятора, не опрокидывался, но грузовой момент выводит манипулятор из строя. Поэтому на диаграмму наносится линия, ограничивающая зону, определяемую грузовым моментом манипулятора.

На рис. 2 дан общий вид диаграммы рабочей зоны колесного (6×6) харвестера массой 21 т и оснащенного манипулятором с максимальным вылетом 10 м, грузовым моментом 210 кН·м и харвестерной головкой массой 1280 кг. Расчет проведен для работы в лесонасаждении с весом деревьев до 5000 Н (объем хлыста до 0,5 м³). Внутри сектора, ограниченного синей линией, харвестер обработает все деревья заданного веса исходя из грузоподъемности манипулятора, а в зоне, ограниченной красной линией, — исходя из ограничений накладываемых устойчивостью машины. Пересечение этих контуров является рабочей зоной данного харвестера для лесонасаждений с объемом хлыста до 0,5 м³.

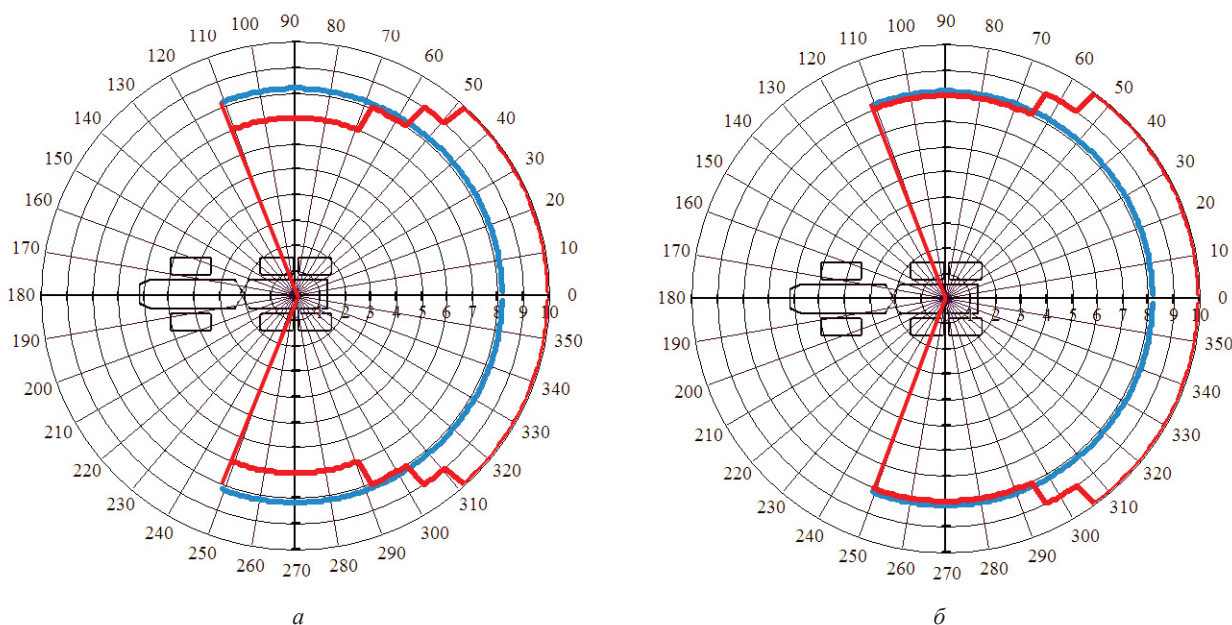


Рис. 3. Изменение рабочей зоны харвестера при изменении массы базовой машины: *a* — харвестер с колесной формулой 6×6, массой 20 500 кг; *б* — харвестер с колесной формулой 8×8, массой 22 800 кг
Fig. 3. The working zone of the harvester when you change the weight of the basic machine: *a* — the harvester with the wheel formula 6×6, weight 20 500 kg; *b* — the harvester with the wheel formula 8×8, weight 22 800 kg

Результаты компьютерного моделирования показали, что на размеры и конфигурацию обеих зон оказывают влияние такие параметры, как вылет и грузовой момент манипулятора, вес харвестерной головки, габаритные размеры и вес харвестера, весовые характеристики древостоя [17–20].

В качестве примера приведем результаты компьютерного моделирования рабочих зон харвестера при разных вариантах комплектации его технологическим оборудованием и для различных древостоев (рис. 3). Для сравнения в качестве базовой машины рассмотрим харвестер с колесной формулой 6×6 (масса 20 500 кг, габаритные размеры 7695×2960 мм). Комплект базового технологического оборудования состоит из манипулятора марки СН7 (с общим грузовым моментом 197 кН и углом поворота в горизонтальной плоскости 220°) и харвестерной головки Н480 массой 1240 кг. Расчет проводится для работы в лесонасаждении с максимальным весом деревьев 5000 Н (0,5 м³).

Сравним рабочие зоны базового харвестера (рис. 3, *a*) и харвестера с колесной формулой 8×8 (масса 22 800 кг, габаритные размеры 7927×2960 мм), оснащенного аналогичным технологическим оборудованием (рис. 3, *б*). Из диаграмм можно сделать вывод, что в данном древостое более тяжелый харвестер обрабатывает зону с радиусом, равным 80 % максимального вылета манипулятора. У харвестера с колесной формулой 6×6, массой 20 500 кг и таким же технологи-

ческим оборудованием процент использования манипулятора снизится до 70 % в секторах слева и справа от харвестера (угол 40...45°).

На рис. 4 приведены рабочие зоны харвестера при использовании модификаций манипулятора СН7 с различными вылетами.

Анализируя данные диаграммы, можно сделать вывод: для древостоя (средний вес дерева 500 кг) манипулятор СН7 с грузовым моментом 197 кН и вылетом 8,6 м обрабатывает всю зону в секторе 220° с радиусом, равным вылету манипулятора. Манипулятор с такими же техническими характеристиками, но вылетом 11,8 м обрабатывает на полный вылет только сектор с угловым размером 90° впереди себя. Для обработки боковых секторов слева и справа в секторе с угловым размером 60...65° этот манипулятор может работать только на вылете 7 м.

Важной характеристикой манипулятора является общий грузовой момент. На рис. 5 приведены диаграммы рабочих зон харвестера с разными грузовыми моментами манипулятора. Анализ диаграмм показывает, что наибольшая (с точки зрения устойчивости машины) рабочая зона у харвестера с манипулятором, имеющим наименьший грузовой момент (130 кН·м). Это связано с тем, что манипулятор с меньшим моментом и сам по массе меньше и, соответственно, его опрокидывающий момент уменьшается. Однако данный манипулятор вследствие маленького грузового момента не может поднять груз на больших вылетах, что вызывает необходимость введения

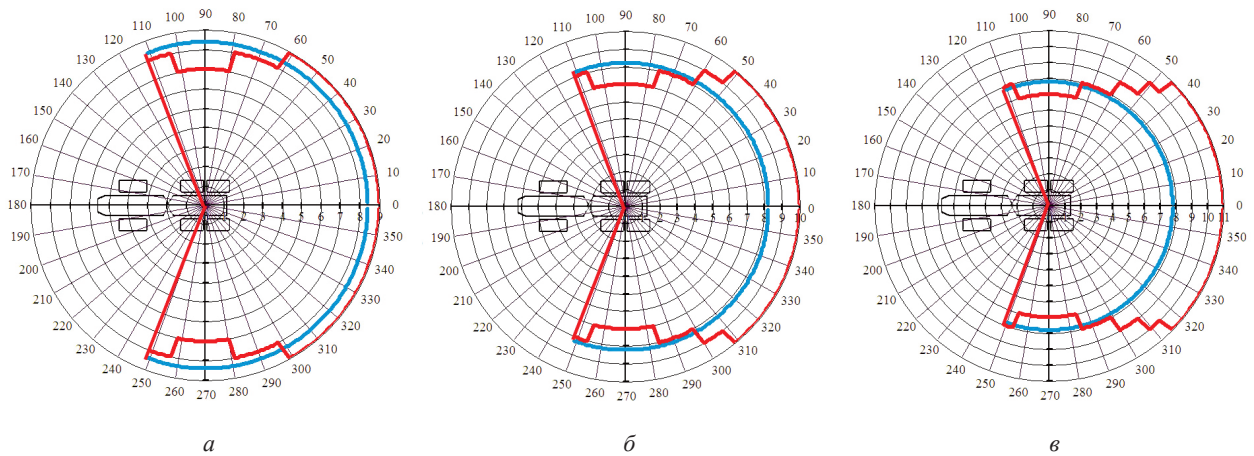


Рис. 4. Рабочие зоны харвестера при использовании манипулятора CH7 с максимальным вылетом:
a — 8,6 м; *б* — 10 м; *в* — 11 м

Fig. 4. Working zones of the harvester when using a manipulator CH7 with maximum outrigger:
a — 8,6 m; *b* — 10 m; *c* — 11 m

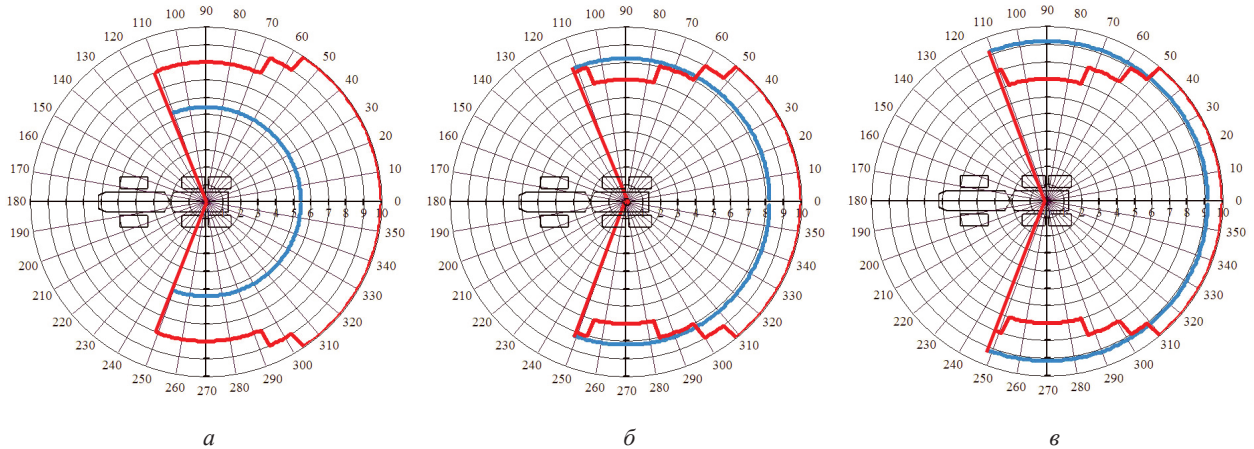


Рис. 5. Рабочие зоны харвестера при использовании манипулятора с вылетом 10 м при грузовом моменте, равном: *a* — 130 кН · м; *б* — 197 кН · м; *в* — 220 кН · м

Fig. 5. Working areas of the harvester when using a manipulator with an outrigger of 10 m with cargo moments:
a — 130 kNm; *b* — 197 kNm; *c* — 220 kNm

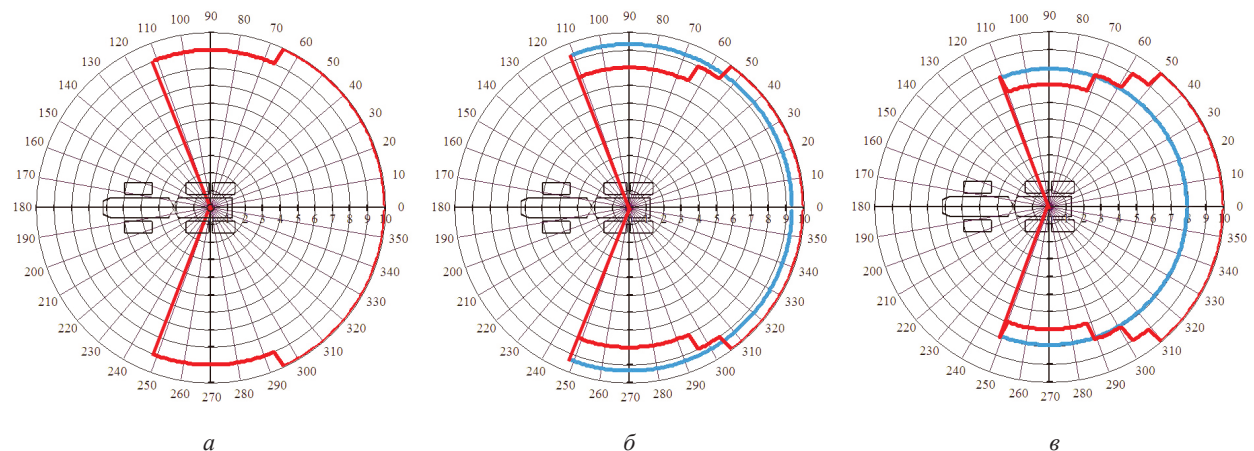


Рис. 6. Рабочие зоны харвестера при использовании различных по массе харвестерных головок: *a* — H754 (масса 820 кг); *б* — H414 (масса 1030 кг); *в* — H480C (масса 1280 кг)

Fig. 6. The working areas of the harvester while using different mass harvesting heads: *a* — H754 (weight 820 kg); *b* — H414 (weight 1030 kg); *c* — H480C (weight 1280 kg)

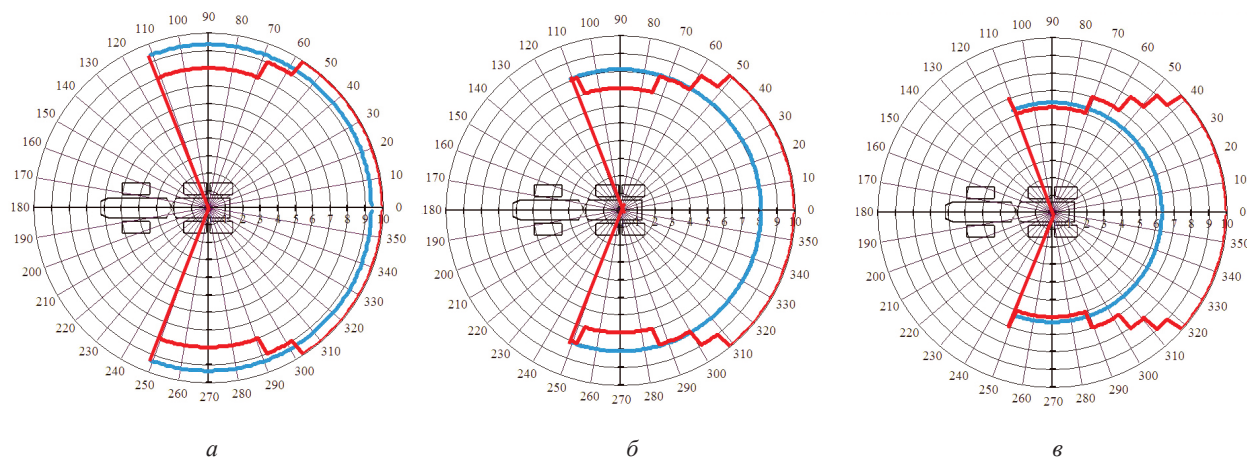


Рис. 7. Рабочие зоны харвестера при обработке деревьев, различающихся по весу и размеру: *a* — вес дерева 258 кг, объем хлыста 0,25 м³; *б* — вес дерева 500 кг, объем хлыста 0,5 м³; *в* — вес дерева 1000 кг, объем хлыста 0,97 м³

Fig. 7. Working areas of the harvester while processing trees of different sizes: *a* — the weight of the tree is 258 kg, the volume of the tree length is 0.25 m³; *b* — weight of tree 500 kg, volume of tree length 0.5 m³, *c* — weight of tree 1000 kg, volume of tree length 0.97 m³

ограничения по грузоподъемности манипулятора (соответственно, изменится и рабочая зона харвестера). На рис. 5 красным цветом показаны рабочие зоны, определяемые устойчивостью машины. Синим цветом показаны рабочие зоны, формируемые ограничениями грузоподъемности манипулятора.

В настоящее время за рубежом выпускается множество моделей харвестерных головок, которые различаются по максимальному диаметру валки, скорости протяжки дерева, максимальному диаметру обрезки сучьев, количеству и расположению протяжных валцов и т. д. Существующие головки харвестеров подразделяют на три класса в зависимости от их диаметра и массы: 1) легкие (масса 300...600 кг), головки харвестеров наименьшего диаметра (5...40 см); 2) средние (700...1000 кг), многоцелевая головка харвестера (5...50 см); 3) тяжелые (1000...1200 кг), харвестерные головки для окончательной резки (10...60 см). Существуют и головки харвестеров весом свыше 3500 кг — они предназначены для обработки деревьев диаметром 1 м [21, 22].

Рассмотрим варианты рабочей зоны харвестера со следующими головками: Н754 (масса 820 кг), Н414 (масса 1030 кг), Н480С (масса 1280 кг) (рис. 6).

Диаметр спиливания, диаметр реза, сила протаскивания зависят от массы головки харвестера. Поэтому при выборе головки необходимо обратить внимание на условия заготовки сортиментов. Деревья как предмет обработки лесосечными машинами отличаются большим разнообразием размеров. Более тяжелая головка обычно срезает деревья с большим диаметром. При этом ей требуется и более тяжелый носитель для обеспече-

ния стабильности всей работы [21, 22]. Из рис. 6 видно, как изменяется рабочая зона харвестера в зависимости от массы харвестерной головки.

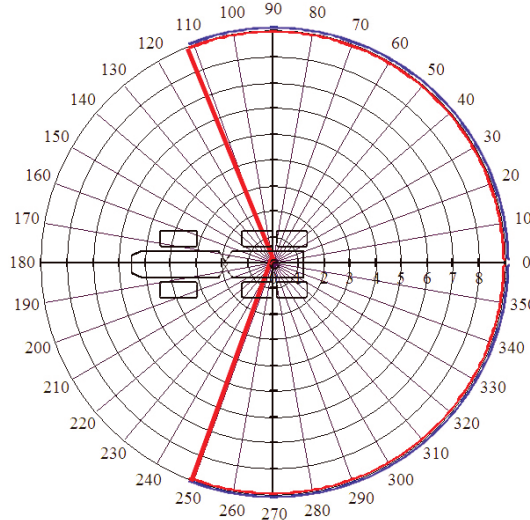


Рис. 8. Диаграмма оптимальной рабочей зоны многооперационной машины

Fig. 8. The diagram of the optimal working area of a multi-operation machine

Изменения конфигурации рабочей зоны харвестера при работе в древостоях с разным объемом хлыста показаны на рис. 7.

При оптимальном подборе технологического оборудования в зависимости от веса и геометрических параметров базовой машины и характеристик древостоя на диаграмме наблюдается максимальное совпадение зон, определенных ограничением по грузоподъемности манипулятора и по устойчивости машины. При этом геометрические размеры зон максимальны и их

конфигурация представляет собой сектор, образуемый дугой с радиусом, равным максимальному вылету манипулятора, и с углом, соответствующим максимальному углу поворота манипулятора. Пример такого подбора приведен на рис. 8. На диаграмме показана рабочая зона харвестера массой 22 800 кг, оснащенного манипулятором с максимальным вылетом 8,6 м и грузовым моментом 197 кН · м, с харвестерной головкой массой 930 кг и характеристикой лесонасаждений с весом деревьев до 5000 Н (0,5 м³).

Выводы

1. Предложенная методика определения рабочей зоны манипулятора позволяет наиболее эффективно подобрать комплект технологического оборудования харвестера для различных природно-производственных условий.

2. Полученные данные о конфигурации и геометрических размерах рабочей зоны дают возможность с большей точностью определять производительность харвестера и с большей степенью достоверности моделировать его работу в различных природно-производственных условиях.

3. Компьютерная программа по подбору технологического оборудования с заданными техническими характеристиками позволяет повысить точность расчетов благодаря наглядной визуализации результатов.

Список литературы

- [1] Laptev A., Makarenko A., Bykovskiy M. Determining of work efficiency zones for a multiprocessor harvesting machine with grapple // *Forest engineering: Making a positive contribution*. 48th Symposium on Forest Mechanization. Linz (Austria), 2015. Pp. 447–449.
- [2] Лаптев А.В., Макаренко А.В., Быковский М.А. Определение зоны эффективной работы многооперационной лесозаготовительной машины манипуляторного типа // *Научно-технический вестник Поволжья*, 2015. № 6. С. 70–72.
- [3] Дербин В.М., Дербин М.В. Технология работы харвестера при выборочных рубках // *Лесотехнический журнал*, 2016. № 2. С. 69–75. DOI: 10.12737/19956
- [4] The Use of Harvester Technology in Production Forests / J. Dvořák, R. Bystrický, P. Hošková, M. Hřib, M. Jarkovská, J. Kováč, J. Krilek, P. Natov, L. Natovová. *Kostelec nad Černými lesy: Folia Forestalia Bohemica*, 2011. 156 p.
- [5] Матросов А.В., Лаптев А.В. Технологии малообъемных рубок леса в лесах защитной категории // *Матер. Международной научно-технической конференции «Лесозаготовительное производство: проблемы и решения»*. Минск, БГТУ, 26–28 апреля 2017 г. Минск: БГТУ, 2017. С. 191–196.
- [6] Макаренко А.В., Быковский М.А. Многооперационные машины для лесозаготовок и лесохозяйственного производства. М.: Вектор ТиС, 2009. 372 с.
- [7] Методические указания «Надежность в технике. Оценка параметров безопасности колесных и гусеничных машин по опрокидыванию. Характеристики динамической и статистической устойчивости. РД 50-223–81». М.: Изд-во стандартов, 1981. 64 с.
- [8] Добрачев А.А., Раевская Л.Т., Швец А.В. Кинематические схемы, структуры и расчет параметров лесопромышленных манипуляторных машин. Екатеринбург: УГЛТУ, 2014. 128 с.
- [9] Полетайкин В.Ф. Комбинированные манипуляторы лесосечных и лесотранспортных машин. Динамика элементов конструкции. Красноярск: СибГТУ, 2014. 167 с.
- [10] Артамонов Ю.Г. Проектирование технологического оборудования манипуляторных лесных машин. Л.: ЛТА, 1985. 84 с.
- [11] Емтыль З.К., Бартенев И.М., Драпалюк М.В., Попиков П.И., Татаренко А.П., Бухояров Л.Д. Гидроманипуляторы и лесное технологическое оборудование / под ред. И.М. Бартенева. М.: Флинта; Наука, 2011. 408 с.
- [12] Сюнев В.С., Селиверстов А.А., Герасимов Ю.Ю., Соколов А.П. Лесосечные машины в фокусе биоэнергетики: конструкции, проектирование, расчет. Йёнссу: НИИ леса Финляндии «Metla», 2011. 143 с.
- [13] Анисимов Г.М., Кочнев А.М. Лесотранспортные машины. СПб.: Лань, 2009. 448 с.
- [14] Шимкович Д.Г. О соотношениях для оценки силовых и конструктивных параметров грузоподъемных манипуляторов на начальных стадиях // *Лесной журнал*, 2001. № 1. С. 56–62.
- [15] Люманов Р.М. Машинная валка леса. М.: Лесная промышленность, 1990. 280 с.
- [16] Александров В.А. Моделирование технологических процессов лесных машин. М.: Экология, 1995. 256 с.
- [17] Арико С.Е. Влияние вылета манипулятора на эффективность работы харвестера // *Тр. БГТУ. Лесная и деревообрабатывающая промышленность: Лесопромышленный комплекс. Транспортно-технологические вопросы*, 2011. № 2. С. 117–121.
- [18] Чайка О.Р. Методика оценки доступности деревьев для захвата при моделировании работы харвестера // *Лесной журнал*, 2011. № 2. С. 91–93.
- [19] Ovaskainen H. Työmallit koneellisessa puunkorjuussa. *Work models in mechanical tree harvesting*. Helsinki: Metsäteho Oy, 2012. 46 p.
- [20] Якимович С.Б., Тетерина М.А. Синхронизация обрабатывающе-транспортных систем заготовки и первичной обработки древесины. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. 201 с.
- [21] Sowa J.M., Gielarowicz K., Gaj-Gielarowicz D. Charakterystyka i rozwój konstrukcji głowic harwesterowych do pozyskiwania drew // *Forestry Letters, Rocznik*, 2013, v. 105, pp. 57–76.
- [22] Aniszewska M., Brzózko J., Skarżyski J. Harwestery do pozyskiwania drewna stosowane w polskich lasach. Część 2. Głowice harwesterowe // *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, Poznań*, 2011, no. 2, pp. 4–7.

Сведения об авторах

Лаптев Александр Валентинович — старший преподаватель МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), laptev@mgul.ac.ru

Матросов Алексей Васильевич — канд. техн. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), matrosov@mgul.ac.ru

Поступила в редакцию 12.04.2018.

Принята к публикации 20.08.2018.

RATIONALE FOR CONFIGURATION AND GEOMETRIC DIMENSIONS OF WHEELED HARVESTER WORKING ZONE

A.V. Laptev, A.V. Matrosov

BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

laptev@mgul.ac.ru

Theoretical and experimental studies on the basis of the harvester working area are presented. By the developed technique and the computer program there were performed the calculations on the influence of technological parameters of process equipment and forest mensuration parameters of the applied trees when harvesting logs on the working zone of the harvester. The given technique of definition of a working zone of the manipulator proceeding from stability of the machine allows to choose most effectively a set of the processing equipment of the harvester for various natural and production conditions of logging areas.

Keywords: multioperational forest harvesting machines, harvester head, harvester working area, manipulator landing

Suggested citation: Laptev A.V., Matrosov A.V. *Obosnovanie konfiguratsii i geometricheskikh razmerov rabochey zony kolesnogo kharvestera* [Rationale for configuration and geometric dimensions of wheeled harvester working zone]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2018, vol. 22, no. 5, pp. 77–85. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-5-77-85

References

- [1] Laptev A., Makarenko A., Bykovskiy M. Determining of work efficiency zones for a multiprocessor harvesting machine with grapple. *Forest engineering: Making a positive contribution. 48th Symposium on Forest Mechanization. Linz, Austria, 2015*, pp. 447–449.
- [2] Laptev A.V., Makarenko A.V., Bykovskiy M.A. *Opreделение зоны эффективной работы многооперационной лесозаготовительной машины манипуляторного типа* [Definition of a zone of effective work of a multipurpose logging machine of a manipulator type]. *Nauchno-tehnicheskii vestnik Povolzh'ya* [Scientific and Technical Herald of the Volga Region], 2015, no. 6, pp. 70–72.
- [3] Derbin V.M., Derbin M.V. *Tekhnologiya raboty kharvestera pri vyborochnykh rubkakh* [The technology of the harvester's work in selective felling]. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forest Engineering Journal], 2016, no. 2, pp. 69–75. DOI: 10.12737/19956
- [4] Dvořák J., Bystrický R., Hošková P., Hrib M., Jarčovská M., Kováč J., Krilek J., Natov P., Natovová L. *The Use of Harvester Technology in Production Forests. Kostelec nad Černými lesy: Folia Forestalia Bohemica*, 2011, 156 p.
- [5] Matrosov A.V., Laptev A.V. *Tekhnologii maloob'emykh rubok lesa v lesakh zashchitnoy kategorii* [Technology of small volume of logging in forests of the protective category]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Lesozagotovitel'noe proizvodstvo: problemy i resheniya»*. Minsk, BGTU, 26–28 April 2017. [«Lesozagotovitel'noe production: problems and solutions»: Materials of the International Scientific and Technical Conference]. Minsk, BGTU, 2017. pp. 191–196.
- [6] Makarenko A.V., Bykovskiy M.A. *Mногооперационные машины для лесозаготовок и лесокhoзяйственного производства* [Multioperational machines for logging and forestry production]. Moscow: Vector TiS, 2009, 372 p.
- [7] *Metodicheskie ukazaniya «Nadezhnost' v tekhnike. Otsenka parametrov bezopasnosti kolesnykh i gusenichnykh mashin po oprokidyvaniyu. Kharakteristiki dinamicheskoy i statisticheskoy ustoychivosti. RD 50-223-81»* [Methodical instructions «Reliability in technology. Estimation of safety parameters of wheeled and tracked vehicles by rollover. Characteristics of dynamic and statistical stability. RD 50-223-81»]. Moscow: Izd-vo standartov [Standards Publ.], 1981, 64 p.
- [8] Dobrachev A.A., Raevskaya L.T., Shvets A.V. *Kinematicheskie skhemy, struktury i raschet parametrov lesopromyshlennykh manipulyatornykh mashin* [Kinematic schemes, structures and calculation of parameters of forestry manipulators]. Ekaterinburg: UGLTU, 2014, 128 p.
- [9] Poletaykin V.F. *Kombinirovannyye manipulyatory lesosechnykh i lesotransportnykh mashin. Dinamika elementov konstruktsii* [Combined manipulators of logging and forest vehicles. Dynamics of structural elements]. Krasnoyarsk: SibGTU, 2014, 167 p.
- [10] Artamonov Yu.G. *Proektirovanie tekhnologicheskogo oborudovaniya manipulyatornykh lesnykh mashin* [Designing of technological equipment of manipulative forest machines]. Saint Petersburg: LTA, 1985, 84 p.
- [11] Emtyl' Z.K., Bartenev I.M., Drapalyuk M.V., Popikov P.I., Tatarenko A.P., Bukhtoyarov L.D. *Gidromanipulyatory i lesnoe tekhnologicheskoe oborudovanie* [Hydromanipulators and forestry technological equipment]. Moscow: Flinta; Nauka, 2011, 408 p.

- [12] Syuney V.S., Seliverstov A.A., Gerasimov Yu.Yu., Sokolov A.P. *Lesosechnye mashiny v fokuse bioenergetiki: konstruktсии, proektirovanie, raschet* [Logging machines in the focus of bioenergy: structure, design, calculation]. Yoensuu: NII lesa Finlyandii «Metla», 2011, 143 p.
- [13] Anisimov G.M., Kochnev A.M. *Lesotransportnye mashiny* [Lesotransportnye machines]. Saint Petersburg: Lan', 2009, 448 p.
- [14] Shimkovich D.G. *O sootnosheniyakh dlya ocenki silovykh i konstruktivnykh parametrov gruzopod"emnykh manipulyatorov na nachal'nykh stadiyakh* [On the relations of power and to assess design parameters of lifting manipulators in the initial stages]. Lesnoy zhurnal [Forestry Journal], 2001, no. 1, pp. 56–62.
- [15] Lyumanov R.M. *Mashinnaya valka lesa* [Machine felling of the forest]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest Industry], 1990, 280 p.
- [16] Aleksandrov V.A. *Modelirovanie tekhnologicheskikh protsessov lesnykh mashin* [Modeling of technological processes of forest machines]. Moscow: Ekologiya [Ecology], 1995, 256 p.
- [17] Ariko S.E. *Vliyaniye vyleta manipulyatora na effektivnost' raboty harvestera* [Effect of the manipulator's departure on the efficiency of the harvester]. Trudy BGTU. Lesnaya i derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost': Lesopromyshlenniy kompleks. Transportno-tekhnologicheskie voprosy, 2011, no. 2, pp. 117–121.
- [18] Chayka O.R. *Metodika otsenki dostupnosti derev'ev dlya zakhvata pri modelirovanii raboty kharvestera* [Technique of tree availability assessment for gripping at harvester operation simulation]. Lesnoy zhurnal [Forestry Journal], 2011, no. 2, pp. 91–93.
- [19] Ovaskainen H. Työmallit koneellisessa puunkorjuussa. Helsinki: Metsäteho Oy, 2012, 46 p.
- [20] Yakimovich C.B., Teterina M.A. *Sinkhronizatsiya obrabatyvayushche-transportnykh sistem zagotovki i pervichnoy obrabotki drevesiny* [Synchronization of processing and transport systems of harvesting and primary wood processing]. Yoshkar-Ola: MarGTU, 2011, 201 p.
- [21] Sowa J.M., Gielarowiec K., Gaj-Gielarowiec D. Charakterystyka i rozwój konstrukcji głowic harvesterowych do pozyskiwania drew [Characteristics and development of harvester heads for logging]. Forestry Letters, Rocznik, 2013, v. 105, pp. 57–76.
- [22] Aniszewska M., Brzózko J., Skarżyski J. Harwestery do pozyskiwania drewna stosowane w polskich lasach [Harvesters for logging used in Polish forests]. Część 2. Głowice harvesterowe. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna. Poznań, 2011, no. 2, pp. 4–7.

Authors' information

Laptev Aleksandr Valentinovich — Senior Lecturer of the BMSTU (Mytishchi branch), laptev@mgul.ac.ru

Matrosov Aleksey Vasil'evich — Cand. Sci. (Tech.), Associated Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), matrosov@mgul.ac.ru

Received 12.04.2018.

Accepted for publication 20.08.2018.