

УДК 7.05

Дизайн-исследование лесозаготовительной техники

Иванова Полина Владимировна	ivanovapv1@student.bmstu.ru
Ртищев Денис Игоревич	rtishchev.d.i@bmstu.ru
Терехова Наталия Юрьевна	terehova@bmstu.ru SPIN-код: 4321-9582
Спасская Дарья Дмитриевна	spasskaydd@bmstu.ru SPIN-код: 7515-9615

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Стремительное развитие технологий в области машиностроения и дизайна предлагает новые возможности для создания современных и привлекательных форм лесозаготовительной техники. Харвестер и форвардер — машины которые не только напрямую участвуют в заготовке древесины, но и играют ключевую роль в обеспечении устойчивого использования лесных ресурсов. Визуальное восприятие спецтехники становится важным элементом, который влияет на выбор потребителя. Эстетически привлекательная и функциональная, она способны повысить конкурентоспособность, привлечь внимание к бренду, к инновациям, а комфорт и безопасность являются основополагающими при разработке новых моделей. Важным аспектом дизайн-проектирования харвестеров и форвардеров является интеграция традиционных конструкторско-технологических решений с современными дизайнерскими тенденциями.

Ключевые слова: харвестер, форвардер, дизайн-исследование, эргономика, машиностроение, лесозаготовительная техника

Design research of logging equipment

Ivanova Polina Vladimirovna	ivanovapv1@student.bmstu.ru
Rtishchev Denis Igorevich	rtishchev.d.i@bmstu.ru
Terekhova Natalia Yurievna	terehova@bmstu.ru SPIN-code: 4321-9582
Spasskaya Darya Dmitrievna	spasskaydd@bmstu.ru SPIN-code: 7515-9615

BMSTU, Moscow, Russia

Abstract. The rapid development of technology in the fields of mechanical engineering and design offers new opportunities for creating modern and attractive forms of logging equipment. Harvesters and forwarders are machines that not only directly participate in timber harvesting but also play a key role in ensuring the sustainable use of forest resources. The visual perception of special equipment becomes an important element that influences consumer choice. Aesthetically appealing and functional, such equipment can enhance competitiveness, attract attention to the brand and innovations, while comfort and safety are fundamental considerations in developing new models. An important aspect of design development

for harvesters and forwarders is the integration of traditional engineering solutions with modern design trends.

Keywords: *harvester, forwarder, design research, ergonomics, mechanical engineering, logging equipment*

Введение. Современные условия эксплуатации лесозаготовительной техники предъявляют все более строгие требования к ее проектированию и производству. Лесозаготовительная отрасль сталкивается с необходимостью повышения эффективности и безопасности работы, заключающейся как в конечных производственных показателях, так и в эргономике и удобстве использования машин. Лесозаготовительная техника — это широкий спектр машин, которые делят на следующие основные виды: валочные машины (харвестеры, валочно-пакетирующие машины, машины для трелевки (форвардеры, трелевочные тракторы), сортиментовозы и лесовозы, машины для обрезки и раскряжевки, погрузчики леса.

Основные категории техники, необходимых для реализации лесозаготовительных процессов, включают харвестеры и форвардеры. Актуальность данного проекта по разработке парной концепции харвестер-форвардер обусловлена рядом факторов, среди которых особое значение приобретает растущее внимание к вопросам экологической устойчивости и развития. Современные тенденции в области лесозаготовительной техники требуют создания решений, сочетающих высокую эффективность, минимальные эксплуатационные затраты и минимальное негативное воздействие на окружающую среду. В связи с этим возникает необходимость модернизации существующих моделей и разработки новых машин, способных выполнять свои функции с учетом требований экологической безопасности. Динамичное развитие технологий в области машиностроения и дизайна предоставляет новые возможности для формирования более современных и эстетически привлекательных форм-факторов таких машин. Визуальная эстетика становится ключевым фактором, оказывающим влияние на потребительский выбор и восприятие продукции. Эстетически привлекательная лесозаготовительная техника способна повысить конкурентоспособность продукции на международном рынке, укрепляя имидж бренда и подчеркивая инновационный аспект разработки. При проектировании операторского пространства и экстерьера харвестеров и форвардеров особое значение приобретает интеграция традиционных инженерных решений с современными дизайнерскими тенденциями. Процесс проектирования требует комплексного анализа не только технических характеристик, но и визуальных аспектов, таких как формы, цветовые решения и материалы, что способствует гармоничному сочетанию функциональности и эстетики. Важной задачей является создание стилистического решения, которое учитывает современные требования к функциональности, безопасности эксплуатации и эстетическим предпочтениям целевой аудитории. Таким образом, основная цель проекта заключается в разработке концептуального стилистического решения для харвестеров и форвардеров, которое обеспечит

баланс между техническими инновациями, эргономикой, безопасностью эксплуатации и эстетическими критериями, отвечая современным требованиям рынка лесозаготовительной техники.

Предложенные решения являются вкладом в создание более высококлассной и конкурентоспособной техники, соответствующей современным вызовам и ожиданиям рынка. Для достижения этой цели проводятся исследования, которые включают в себя анализ существующих образцов техники, изучение потребностей пользователей и ознакомление с актуальными трендами в области промышленного дизайна.

В последние годы рынок лесозаготовительной техники, такой как харвестеры и форвардеры, активно развивается, что связано с возрастающим спросом на эффективные и современные методы лесозаготовки и транспортировки древесины. Эти специализированные машины, оснащенные мощными двигателями и передовыми системами управления, позволяют значительно повысить производительность труда, обеспечить безопасность и снизить издержки при выполнении лесохозяйственных операций. Рост интереса к этим машинам привлекает внимание производителей и потребителей, создавая благоприятные условия для внедрения инновационных технологий и улучшения технических характеристик [2].

Анализ текущей ситуации на рынке лесохозяйственной техники показывает, что он насыщен множеством моделей с различными параметрами и ценами. Основные производители активно внедряют новые технологии, включая более мощные двигатели, автоматизированные системы управления, улучшенные системы безопасности и экологичные решения, что позволяет значительно повысить эффективность и комфортность работы. Исследования свидетельствуют о том, что при выборе харвестера или форвардера потребители учитывают такие важные параметры, как мощность, грузоподъемность, уровень автоматизации, надежность и стоимость. Успешный выход продукции на рынок требует не только технического совершенства, но и глубокого понимания потребностей конечных пользователей, что является важнейшей частью разработки эффективной дизайн-концепции и функциональных решений.

Харвестеры представляют собой относительно простое в эксплуатации оборудование, несмотря на выполнение сложных технологических задач. Процесс работы включает подгонку харвестера к дереву с последующим использованием стрелы-манипулятора для приближения головки к стволу. Захват дерева осуществляется с помощью сучкорезных ножей и вальцов, при этом датчики определяют диаметр ствола и по команде оператора выполняется срез. Для этого требуется один или два пропила. После среза рабочий блок автоматически отсоединяется от дерева и поворачивается, что предотвращает его повреждение при падении спиленного материала. Далее дерево продвигается вперед вальцами, при этом удаляются сучки и ветки. Датчики сигнализируют о достижении заданной толщины ствола, после чего осуществляется окончательная обрезка. Обработанный материал укладывается по партиям для последующей погрузки на транспортные средства. Управление всеми

операциями осуществляется оператором из кабины харвестера с помощью системы автоматизированного управления, позволяющей перемещать машину по участку, регулировать скорость манипулятора и темп выполнения операций.

Современные форвардеры обладают возможностью сбора, сортировки, загрузки и транспортировки древесины. Они оснащены гидроманипулятором, который способен вращаться и работать по всей поверхности машины. Кран захватывает бревно, поднимает его и аккуратно перемещает в целевую зону для дальнейшей обработки или погрузки. Большинство моделей форвардеров имеют шесть или восемь колес с мощными трансмиссиями, обеспечивающими их мобильность по сложной местности. Управление краном осуществляется из кабины оператора, оборудованной поворотным креслом и рычагами с кнопками на подлокотнике. Освещение обеспечивается мощными галогеновыми фарами, что позволяет выполнять работы в ночное время. Процесс транспортировки древесины называется трелевкой; для этого часто используют тракторы или форвардеры, последние превосходят тракторы по мощности и скорости выполнения операций, что способствует снижению затрат на лесозаготовку. Максимальная производительность достигается при совместной работе харвестера и форвардера — при этом деревья сразу после среза перемещаются на место погрузки. В летний период заготовленная древесина должна храниться не более двух дней на участке для предотвращения заражения вредителями, зимой важно быстро убирать деревья для предотвращения засыпания снегом и метелью.

Целевая аудитория харвестеров включает несколько ключевых групп пользователей и заинтересованных сторон: лесозаготовительные компании, занимающиеся вырубкой и переработкой древесины, сельскохозяйственные производители, использующие харвестеры для обработки лесных участков на своих землях; государственные и муниципальные организации, лесные хозяйства, отвечающие за управление лесами и природными ресурсами, а также экологические организации, заинтересованные в устойчивом управлении лесными ресурсами. Пользователи харвестеров часто ориентируются на такие факторы, как эффективность работы машины, надежность и долговечность оборудования. Они предпочитают модели с низким уровнем потребления топлива и минимальными эксплуатационными затратами. Важным аспектом является также наличие современных технологий, таких как системы GPS и автоматизированные функции, которые повышают точность и скорость работы. Клиенты также ценят возможность легкого обслуживания и доступность запчастей. Сервисное обслуживание и поддержка со стороны производителя играют значительную роль в принятии решения о покупке. В целом, потребительские предпочтения в области харвестеров направлены на сочетание высокой производительности, экономичности и технологической оснащенности оборудования, а также положительных эффектов от зрительного восприятия.

При разработке и использовании харвестеров и форвардеров важно учитывать требования к габаритам, регулируемые ГОСТ Р 50597–93 и ГОСТ

58338–2019. Максимальная ширина техники не должна превышать 2,55 м, что позволяет двигаться по дорогам общего пользования без дополнительных разрешений. Высота конструкции не должна превышать 4 метров, что критически важно для проезда под мостами и проводами в лесной зоне. Длина транспортируемой модели не может превышать 12 метров в соответствии с правилами прицепного устройства, что обеспечивает безопасность при маневрировании. Лестницы, используемые в харвестерах и форвардерах, должны соответствовать ГОСТ Р 51047–2018. Основные требования заключаются в наличии нескользящих покрытий и достаточном угле наклона для обеспечения безопасности работы в любых условиях, особенно при высокой влажности или наличии снега. Толщина и прочность ступеней должны обеспечивать нагрузку до 200 кг, учитывая возможность нахождения на лестнице нескольких человек во время обслуживания. Конструкция лестниц должна обеспечивать легкий доступ к техническим элементам машины для упрощения процесса технического обслуживания и ремонта.

Подножки на харвестерах и форвардерах должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 53446–2009 и ГОСТ Р 51488–2019. Они должны иметь противоскользящие поверхности для уменьшения риска падений при входе и выходе из кабины, особенно в условиях плохой погоды. Высота и угол наклона подножек должны обеспечивать безопасный и удобный доступ ко всем управляющим системам машины. Конструкция подножек должна быть прочной и способной выдерживать значительные нагрузки, что гарантирует долговечность и безопасность в эксплуатации. Угол поворота кабины является важным параметром эргономики оператора лесозаготовительной техники типа харвестера (рис. 1).

Оптимальная величина угла обеспечивает удобство обзора рабочей зоны (рис. 2), снижает утомляемость оператора и повышает безопасность труда. Современные модели машин предусматривают поворот кабины на угол около 360°, что позволяет оператору эффективно контролировать процесс валки деревьев и обрезки ветвей независимо от направления движения шасси. Важность правильного выбора угла поворота обусловлена необходимостью минимизировать риски травмирования персонала и повреждения оборудования. При проектировании рекомендуется учитывать антропометрические особенности операторов различных регионов эксплуатации, поскольку индивидуальные характеристики тела влияют на восприятие рабочего пространства внутри кабины. Соблюдение этих общих требований и стандартов при проектировании и эксплуатации харвестеров и форвардеров обеспечивает высокую степень безопасности, улучшает работу экипажа и снижает риск несчастных случаев.

Исследование аналогов направлено на изучение моделей, существующих на рынке лесохозяйственной техники, в частности харвестеров и форвардеров, которые оснащены системами и элементами, облегчающими выполнение лесозаготовительных и транспортных операций.

В ходе дизайн исследований был проведен анализ аналогов, они рассматривались с точки зрения характеристик схожей функциональности, а также

с точки зрения стилистических решений [2]. Проведен сравнительный анализ прямых аналогов харвестеров — брендов КАМАЗ-1010, Ponsse, John Deere и САТ по ключевым эксплуатационным параметрам: работоспособности, мощности, обзорности и удобства входа в кабину.

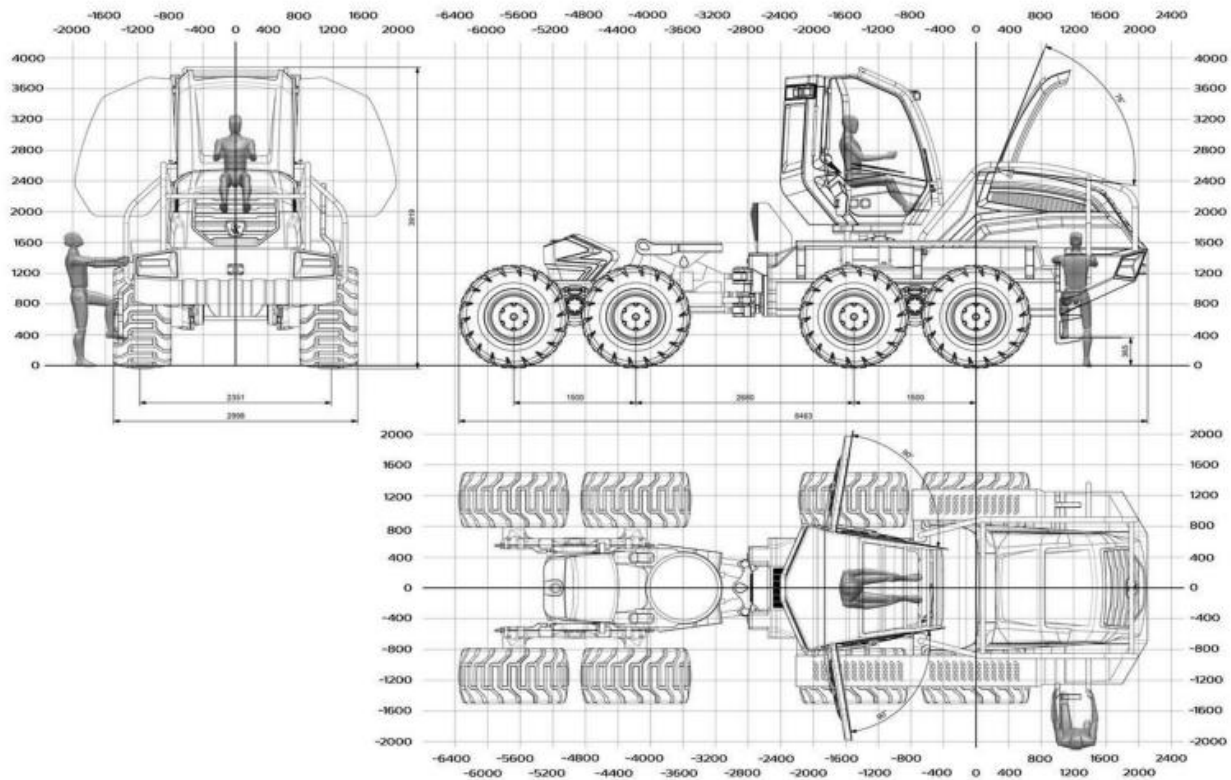


Рис. 1. Эргономики оператора лесозаготовительной техники типа харвестер

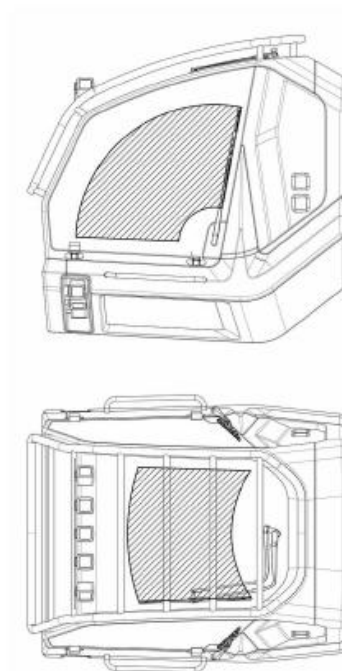


Рис. 2. Обзор рабочей зоны

КАМАЗ-1010 представляет собой универсальную машину, предназначенную для эксплуатации в российских условиях. Ponsse является специализированным производителем лесной техники, отличающимся высокой надежностью и долговечностью [3]. Оснащен современными системами автоматизации и управления, что существенно повышает его работоспособность и эффективность в условиях лесозаготовки. John Deere также предлагает широкий ассортимент лесозаготовительной техники, характеризующихся высокой надежностью и высокой производительностью. Использование современных технологий позволяет моделям адаптироваться под различные условия работы, обеспечивая стабильную деятельность и высокую эффективность [4]. CAT в основном известен своей тяжелой строительной техникой, однако его спецтехника для лесозаготовки демонстрирует высокую надежность, мощность и устойчивость к тяжелым условиям эксплуатации, что делает их конкурентоспособными в сегменте тяжелого лесозаготовительного оборудования.

В современной индустрии лесозаготовительной техники дизайн и эстетика оборудования играют важную роль в формировании имиджа бренда, восприятии продукции пользователями и окружающими, а также в определении конкурентных преимуществ. Цветовая палитра является одним из ключевых элементов визуальной идентичности техники. Она не только влияет на эстетическое восприятие, но и выполняет практические функции — повышает заметность, создает ассоциации с определенными качествами и ценностями. Основные цвета — черный и красный — формируют строгий и практичный образ. Черный символизирует надежность и устойчивость, а красный — динамичность и энергию. Такой цветовой ансамбль подчеркивает прагматизм и ориентированность на отечественный рынок. Яркие элементы обеспечивают повышенную заметность в лесной среде, что важно для безопасности эксплуатации [5]. Для бренда Ponsse характерна яркая и насыщенная цветовая гамма — зеленый, оранжевый и желтый. Эти цвета помогают технике выделяться на фоне лесной среды, создавая ощущение современности, динамичности и технологичности. Они часто сочетаются с фирменными элементами, что усиливает узнаваемость бренда и ассоциации с инновациями. Бренд John Deere использует традиционную цветовую гамму — ярко-зеленый с желтыми акцентами. Эти цвета являются узнаваемой «визитной карточкой» компании, вызывая ассоциации с природой, экологией, стабильностью и надежностью. Такой подход способствует формированию доверия у потребителей и подчеркивает статус техники как экологически ориентированной и долговечной. Компания Caterpillar (CAT) предпочитает классические желтый и черный цвета. Желтый символизирует мощь, заметность и технологическую продвинутость, а черные элементы создают контраст и акцентируют индустриальный стиль техники. Такой цветовой выбор подчеркивает мощь и индустриальную направленность оборудования.

Анализ визуальных решений харвестеров различных брендов позволяет выявить ключевые особенности, формирующие их уникальный имидж и восприятие целевыми аудиториями. Так, например, модель КАМАЗ-1010 харак-

теризуется динамичностью и строгостью, демонстрируя практичный и минималистичный стиль, ориентированный на функциональность. Такой дизайн отражает российские инженерные традиции и акцентирует внимание на надежности и устойчивости техники, избегая излишних декоративных элементов и создавая ассоциации с надежностью и стабильностью. В противоположность этому, техника бренда Ponsse отличается современным, динамичным стилем с плавными линиями и ярким дизайном, что подчеркивает инновационность и технологический прогресс. Использование современных форм и элементов создает ощущение прогрессивности и привлекательности для современной аудитории, ориентированной на передовые технологии. Бренд John Deere придерживается классического, природного стиля, вызывающего ассоциации с экологией, надежностью и долговечностью. Простые формы в сочетании с узнаваемой цветовой гаммой способствуют укреплению доверия потребителей и подчеркивают долгосрочную репутацию бренда. Такой дизайн отражает традиционные ценности компании и ассоциируется с природой и экологической ответственностью. Компания Caterpillar (CAT) использует мощный индустриальный стиль, подчеркивающий силу, технологичность и статус лидера в сегменте тяжелой техники для экстремальных условий эксплуатации. Внешний вид характеризуется четкими линиями и контрастными цветами (желтым и черным), что вызывает ощущение мощи, профессионализма и технологической продвинутости. Такой дизайн соответствует имиджу производителя тяжелой техники высокого класса, способного работать в сложных условиях [6].

В результате проведенного дизайн-исследования можно отметить, что каждое из представленных решений отражает стратегию позиционирования бренда и его ценностные ориентиры.

Современные зарубежные харвестеры демонстрируют высокие показатели по эксплуатационным параметрам и эргономике, что делает их конкурентоспособными и привлекательными для условий интенсивной лесозаготовительной деятельности. Отечественные модели, такие как КАМАЗ-1010, сохраняют свои преимущества в аспекте практичности и надежности, что важно для определенных сегментов рынка и условий эксплуатации. Данные дизайн-исследования позволяют сделать вывод о необходимости дальнейшего развития отечественной лесозаготовительной техники с учетом современных технологических требований, а также подчеркнуть значимость дизайна и визуальных решений как факторов, формирующих имидж и конкурентоспособность техники на рынке.

Список источников

- [1] Константинов П.Г. Влияние дизайна на эксплуатационные характеристики харвестеров. *Транспорт и логистика*, 2019, № 6, с. 44–50.
- [2] Лазарев С.В. Эргономика и безопасность кабины харвестера. *Техника и безопасность*, 2022, № 1, с. 27–34.

- [3] Резников В.А. Современные материалы для наружных элементов харвестера. *Материаловедение*, 2021, № 8, с. 60–66.
- [4] Чернов А.В. Проектирование экстерьера лесных машин с учетом эргономики и эстетики. *Конструкторское бюро*, 2022, № 2, с. 10–17.
- [5] Климов А.В. Влияние дизайна на надежность и эксплуатационные показатели харвестеров. *Транспорт и инженерия*, 2019, № 7, с. 25–33.
- [6] Воронцов Ю.М. Разработка концепции экстерьера для лесных харвестеров. *Индустриальный дизайн*, 2020, № 3, с. 12–19.