DOI: 10.58168/CouForCom2026_117-123
УДК 630.308

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИМЕНИМОГО К БЕСПИЛОТНЫМ ТРЕЛЕВОЧНЫМ МАШИНАМ

**Клубничкин В.Е., Клубничкин Е.Е., Васильев Я.С.**
*Мытищинский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана, Мытищи, Россия*

# DETERMINATION OF THE TECHNOLOGICAL EQUIPMENT APPLICABLE TO UNMANNED SKIDDER MACHINES

**Klubnichkin V.E., Klubnichkin E.E., Vasiliev Y.S.**
Mytishchi Branch of Bauman Moscow State Technical University, Mytishchi, Russia

*Аннотация:* Рассмотрено навесное технологическое оборудование для колёсных и гусеничных трелёвочных машин при хлыстовой заготовке. Приведены параметры и даны особенности чокерного и бесчокерного оборудования. Выполнен сравнительный анализ применимости различных типов оборудования для беспилотных трелёвочных машин (БПТМ).

Abstract: The mounted technological equipment for wheeled and tracked skidders used in stem harvesting has been examined. The parameters and features of hook-based and hook-free equipment are presented. A comparative analysis of the applicability of various types of equipment for unmanned skidders (US) has been carried out.

*Ключевые слова:* автоматизированное управление, беспилотная трелевочная машина, технологическое оборудование.

Keywords: automated control, unmanned skidding machine, technological equipment.

Тип и конструкция навесного технологического оборудования, монтируемого на колёсные и гусеничные трелёвочные машины, обуславливается его целевым назначением и спецификой выполняемых операций.

Технологическое оборудование, устанавливаемое на колёсные и гусеничные машины, обеспечивает выполнение сбора и трелёвки пачки деревьев (хлыстов), погрузочно-разгрузочных работ с сортиментами и деревьями, обрезки сучьев, раскряжёвки, а также ряда иных лесозаготовительных технологических операций.

В условиях хлыстовой технологии лесозаготовок на трелёвочной машине может применятся пачковый захват, тросочокерное оборудование, а также манипулятор в паре с самозажимным коником.

В работах [1, 2] представлен анализ с особенностями пачковых захватов трелевочных машин. В работах по отдельным элементам технологического

© Клубничкин В. Е., Клубничкин Е. Е., Васильев Я. С., 2026

оборудования описываются временные показатели срабатывания, что позволяет облегчить этап проектирования.

Для зарубежных колесных машин в табл. 1 – 3 приведены отдельные характеристики трелевочного оборудования в виде пачковых захватов.

Таблица 1 – Параметры пачковых захватов скиддеров John Deere серии L

| **Модель** | **Тип стрелы** | **Раскрытие захвата (мм)** | **Площадь захвата ($м^2$)** |
|---|---|---|---|
| 640L | Одинарная стрела | 3075 | 1,00 |
| 648L | Двойная стрела | 3285 | 1,24 |
| 748L | | 3365 | 1,48 |
| 848L | | 3780 | 1,77 |
| 948L | | 3780 | 2,00 |

Таблица 2 – Параметры пачковых захватов 4-колесных скиддеров Tigercat

| **Модель** | **Тип захвата** | **Площадь захвата ($м^2$)** | **Максимальное раскрытие (мм)** | **Дополнительные опции (площадь ($м^2$) / раскрытие (мм))** |
|---|---|---|---|---|
| 610E | 2-цилиндровые, плоские или коробчатые | 1,21 | 3250 | 1,39 / 3505 |
| 620E | | 1,39 | 3505 | 1,58 / 3630 |
| 630E | | 1,58 | 3630 | 1,76 / 3710 |
| 632E | | 1,76 | 3710 | 1,95 / 3835; 2,14 / 3861 |

Как правило технологическое оборудование проектируется или подбирается с учетом особенностей и ключевых параметров базовой машины на котором будет монтироваться.

Таблица 3 – Параметры пачковых захватов 6-колесных скиддеров Tigercat

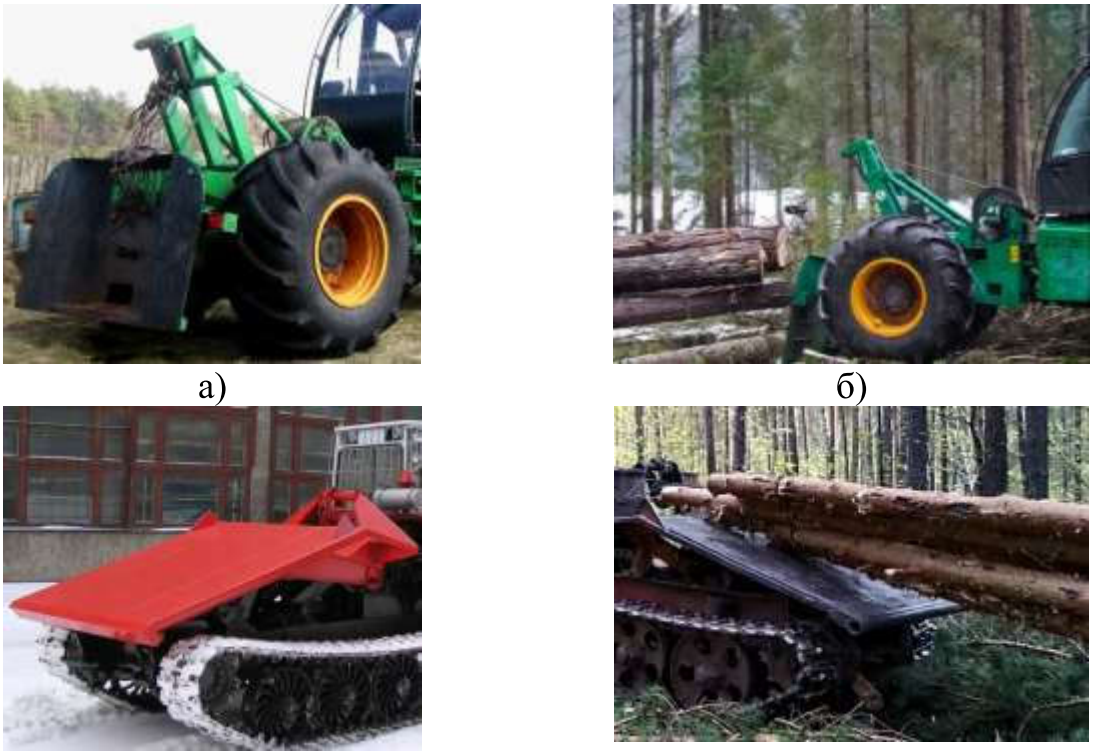
| **Модель** | **Тип захвата** | **Площадь захвата ($м^2$)** | **Максимальное раскрытие (мм)** | **Дополнительные опции (площадь ($м^2$) / раскрытие (мм))** |
|---|---|---|---|---|
| 615E | 2-цилиндровые, плоские или коробчатые | 1,58 | 3630 | 1,76 / 3710 |
| 625E | | 1,58 | 3630 | 1,76 / 3710; 1,95 / 3835 |
| 635G | | 1,95 | 3810 | 2,32 / 3835 |

Эффективная эксплуатация колесных и гусеничных трелевочных машин достигается за счет грамотного подбора характеристик навесного оборудования и его оптимального расположения. Это обеспечивает высокую производительность, удобство в управлении и обслуживании, а также сохраняет маневренность и устойчивость машины. Оборудование может быть как встроенным (ин-

дивидуальным), так и съемным (универсальным), устанавливаемым на время выполнения конкретных операций (задач). Разнообразие условий работы и требований к лесозаготовке обуславливает применение различных видов техники – как колесной, так и гусеничной, – включая гидроманипуляторы.

Место установки гидроманипулятора на базовой машине определяется видом выполняемых работ и особенностями его конструкции. Чаще всего его монтируют в средней части рамы, однако возможны также фронтальный, боковой, задний и надкабинный варианты (в том числе надкапотный – для беспилотных машин) [3, 4]. Гидроманипулятор может быть как неотъемлемым элементом машины, так и съемным оборудованием, устанавливаемым только на время погрузочно-разгрузочных операций. По типу технологического оснащения трелевочные машины делятся на чокерные и бесчокерные. В процессе работы на лесосеке машину разворачивают и позиционируют так, чтобы формирование пачки требовало минимальных затрат времени и труда. Чокерные машины подают задним ходом на 2-4 м от щита до первого дерева или хлыста. При трелевке вершиной вперед продольная ось машины должна совпадать с направлением движения троса лебедки – это упрощает формирование пачки и помогает сохранить подрост [5]. Если же деревья трелюют комлем вперед, машину ставят под углом 50-60° к направлению подтаскивания, чтобы комли не упирались в пни. После установки оператор опускает щит.

На рис. 1 представлены колесные и гусеничные трелевочные машины с тросочокерным оборудованием.



а) б)

в) г)

а, в – порожнее состояние; б, г – при трелевке

Рисунок 1 – Колесные и гусеничные машины с тросочокерным оборудованием

Процесс формирования пачки с помощью чокерного оборудования состоит из трех последовательных операций: оттаскивания каната, чокеровки хлыстов или деревьев и их подтягивания лебедкой. Для облегчения оттаскивания каната, его разматывают с барабана путем кратковременного (3 секунды) включения лебедки. При трелевке вершиной вперед чокеры закрепляют на расстоянии 0,7…1,2 м от среза, а при движении комлем вперед – на 0,5…0,7 м от комля. Ввиду низкой производительности и значительных затрат тяжелого ручного труда применение чокерного оборудования на БПТМ признается нецелесообразным.

Бесчокерные машины оснащаются гидроманипуляторами либо пачковыми захватами. В состав их технологического оборудования входят стреловой гидроманипулятор, шарнирный захват, зажимной коник с канатной обвязкой и бульдозерный отвал. Манипулятор обеспечивает поштучный сбор деревьев и формирование пачки в самозажимном конике.

На рис. 2 показаны бесчокерные трелевочные машины на колесном и гусеничном ходу, оборудованные гидроманипулятором и самозажимным коником.

При бесчокерной трелевке машину устанавливают так, чтобы за одну стоянку захватить как можно больше деревьев. При перемещении машины поваленные деревья раздвигают отвалом или манипулятором. После сбора хлыстов или деревьев на первой стоянке коник закрывают, и машина переезжает к следующей стоянке. Сортировку деревьев по породам, размерам и качеству можно выполнять непосредственно в процессе трелевки.



а)



б)



в)



г)

а, в –порожнее состояние; б, г – при трелевке

Рисунок 2 – Колесные и гусеничные машины с бесчокерным оборудованием

Бесчокерное оборудование (гидроманипулятор с захватом и самозажимным коником) применимо на БПТМ, однако дистанционное управление им включает множество операций, что чрезмерно нагружает удаленного оператора и не позволяет ему одновременно работать на нескольких БПТМ.

В качестве альтернативы выступают машины с пачковыми захватами (рис. 3), подхватывающие заранее сформированные пачки деревьев за один прием. Пачка при этом удерживается прямо в захвате, а не в конике. В состав такого оборудования входят стрела с вылетом порядка 1,72 м, пачковый (клещевой) захват грузоподъемностью около 9 т, лебедка и толкатель. Масса гусеничной машины – порядка 15 т, максимальный объем пачки – 10 м$^3$.

Для БПТМ наиболее приемлемо бесчокерное оборудование с пачковым захватом. Дистанционное управление им сводится к минимуму операций: сбор заранее сформированной пачки деревьев выполняется за одну операцию, трелевка идет в автономном режиме, а разгрузка пачки с последующим окучиванием толкателем – также за одну операцию [6, 7].



а)



б)



в)



г)

а, в – порожнее состояние; б, г – при трелевке

Рисунок 3 – Колесные и гусеничные машины с пачковым захватом

Минимальное количество операций дает удаленному оператору возможность параллельно работать на других БПТМ, что повышает производительность труда и сокращает финансовые затраты на дополнительный персонал.

**Вывод**

Анализ применяемого технологического трелевочного оборудования для хлыстовой заготовки древесины приводит к следующим выводам:

Чокерное оборудование непригодно для БПТМ из-за низкой производительности и тяжелого ручного труда чокеровщиков на делянке.

Бесчокерное оборудование (гидроманипулятор с захватом и самозажимным коником) применимо на БПТМ, но дистанционное управление включает множество операций, что перегружает удаленного оператора и не позволяет ему параллельно работать на другой БПТМ.

Наиболее подходящим для БПТМ является бесчокерное оборудование с пачковым захватом: дистанционное управление сводится к минимуму операций – сбор заранее сформированной пачки деревьев (хлыстов) за одну операцию, трелевка в автономном режиме и разгрузка пачки с окучиванием толкателем также за одну операцию. Минимум операций дает оператору возможность параллельно обслуживать другие машины, что повышает производительность труда и сокращает затраты на дополнительный персонал.

## Список литературы

1. Миронов Е.И. Машины и оборудование лесозаготовок. / Е.И. Миронов [и др.]. М.: Лесная промышленность, 1985. 320 с.

2. Котиков В.М. Теория и конструкция машин и оборудования отрасли (колесные и гусеничные машины) / В.М. Котиков. М.: МГУЛ, 2007. 353 с.

3. Клубничкин В.Е. Краткий анализ тенденций развития лесозаготовительных машин / В.Е. Клубничкин, Е.Е. Клубничкин, А.Б. Карташов // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2020. № 3 (130). С. 93-102.

4. Клубничкин В.Е. Автоматизация технологических процессов лесозаготовительной машины / В.Е. Клубничкин, Е.Е. Клубничкин, Д.И. Рогачев // Научно-технический вестник Поволжья. – 2021. – № 12. – С. 114-117.

5. Аблонский Е.И. Трелевочные тракторы / Е.И. Аблонский [и др.]. М: Лесная промышленность, 1972. 224 с.

6. Клубничкин В.Е. Коллаборативная технология трелевки древесины // В сборнике: Современный лесной комплекс страны: проблемы и тренды развития. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Отв. редактор А.А. Платонов. Воронеж, 2022. С. 26-31.

7. Клубничкин В.Е. Формирование облика гусеничных беспилотных трелевочных машин. // Материалы XX Международной научно-технической конференции. «Актуальные проблемы развития лесного комплекса» Вологда: ВГУ, 2022. С. 287-291.

## References

1. Mironov E.I. Logging Machinery and Equipment / E.I. Mironov [et al.]. Moscow: Lesnaya Promyshlennost, 1985. 320 p.

2. Kotikov V.M. Theory and Design of Industry Machinery and Equipment (Wheeled and Tracked Vehicles) / V.M. Kotikov. Moscow: MGUL, 2007. 353 p.

3. Klubnichkin V.E. A brief analysis of trends in the development of logging machines / V.E. Klubnichkin, E.E. Klubnichkin, A.B. Kartashov // Proceedings of the R.E. Alekseev NSTU. 2020. № 3 (130). pp. 93-102.

4. Klubnichkin V.E. Automation of technological processes of a logging machine / V.E. Klubnichkin, E.E. Klubnichkin, D.I. Rogachev // Scientific and Technical Bulletin of the Volga region. – 2021. – № 12. – pp. 114-117.

5. Ablonsky E.I. Skidding Tractors / E.I. Ablonsky [et al.]. Moscow: Lesnaya Promyshlennost, 1972. 224 p.

6. Klubnichkin V.E. Collaborative technology of wood skidding // In the collection: The modern forest complex of the country: problems and development trends. Materials of the All-Russian scientific and practical conference. Editor-in-chief A.A. Platonov. Voronezh, 2022. pp. 26-31.

7. Klubnichkin V.E. Formation of the appearance of tracked unmanned skidding machines. // Proceedings of the XX International Scientific and Technical Conference. «Actual problems of the development of the forest complex» Vologda: VSU, 2022. pp. 287-291.