

Исследование взаимосвязи технологической проходимости лесозаготовительных машин с параметрами лесной среды

О. Н. Галактионов, А. В. Кузнецов

ПетрГУ, г. Петрозаводск

Серьезную проблему для лесозаготовителей представляют лесосеки с грунтами 3 и 4-ой категории, на которых существенно снижается эффективность применения колесных и гусеничных тракторов. Повысить производительность лесотранспортных машин можно путем активного повышения проходимости за счет управления несущей способностью путей первичного транспорта леса. В свою очередь, ресурсы для повышения несущей способности путей ограничиваются возможностями древостоя, биологическая продуктивность которого определяется режимом увлажнения и рельефом местности, то есть категорией местности. Проходимость рассматриваем, как способность лесозаготовительной машины совершать технологическую работу без нарушения (в допустимых пределах) плодородия лесной почвы и возможностью преодоления различных препятствий (пней, валунов, валежника) [1, 2, 3].

В работах Г. М. Анисимова, В. Ф. Бабкова, В. Н. Шитова и других специалистов [1-3], [7-9] приведены зависимости проходимости гусеничных и колесных машин в меняющихся грунтовых условиях. Здесь проходимость машин первичного транспорта леса определяется коэффициентами: сопротивления качению, сопротивления от уклона, сцепления и буксования, а также удельным давлением на грунт и несущей способностью грунта. В основном исследователи уделяли внимание технической проходимости, т. е. способности лесозаготовительных и лесотранспортных машин передвигаться по лесосеке с определенной силой тяги [10]. Однако эти зависимости не позволяют оценить влияние на производительность лесных машин.

Таким образом, необходимо выбрать и обосновать критерий, позволяющий связать техническую проходимость с производительностью лесных машин. Для

этого предлагаем ввести показатель, характеризующий соотношение производительностей лесотранспортных машин в идеальных и реальных природно-производственных условиях – коэффициент технологической проходимости ($K_{тп}$) $K_{тп} = f(P_{см}; g)$ [6, 10]. Предлагаемый коэффициент технологической проходимости включает в себя как чисто техническую сторону процесса, так и технолого-экономическую – производительность и себестоимость производства. Математическое представление коэффициента технологической проходимости:

$$K_{тп} = \frac{P_{см}^T g_э}{P_{см}^э g_T}, \quad (1)$$

где $P_{см}^m$ и $P_{см}^э$ – сменные производительности машин при движении по реальному и идеальному участку пути соответственно, $m^3/смену$; g_m и $g_э$ – расход топлива при движении по тем же участкам, $л(т)/км$ (m^3 или $ч$).

В работе [10] отмечается, что в идеальных условиях эксплуатации трелевка осуществляется по кратчайшему пути. Среднее расстояние трелевки в трудных условиях эксплуатации, как правило, больше расстояния трелевки в благоприятных условиях. Это связано с необходимостью объезда заболоченных участков, участков с низкой несущей способностью грунтов и сильно пересеченным рельефом. В реальных условиях эксплуатации лесотранспортная машина движется по местности с различными типами почво-грунтов. На тяжелых участках эксплуатации возникает буксование движителя и застревание машины – техническая проходимость машины снижается, для ее восстановления необходимо снизить нагрузку на рейс, соответственно меняется и значение коэффициента технологической проходимости. При этом в идеальных условиях объем транспортируемой пачки ограничен вместимостью накопительного устройства – коника, пачкового захвата, объемом кузова, а также количеством чокеров.

Анализ работы форвардера John Deere 1110 D в условиях ЗАО «Шуялес» (Республика Карелия) [10] показал изменение величины коэффициента технологической проходимости в зависимости от степени осложнения движения.

Соответственно, при работе трелевочного трактора в эталонных, осложненных и трудных условиях наблюдалось уменьшение величины коэффициента технологической проходимости, что дает возможность анализа эффективности лесотранспортных машин с помощью этого параметра. В перспективе это позволит на основе прогнозирования коэффициента технологической проходимости выбрать оптимальный комплект лесотранспортных машин, отвечающий локальным требованиям природно-производственных условий работы.

Во избежание снижения производительности лесотранспортных машин из-за потери проходимости и увеличения затрат времени на буксование и вытаскивание застрявших лесных машин, возникает необходимость укрепления путей первичного транспорта леса древесными материалами, образующимися на лесосеке в ходе лесозаготовок. Укрепление волоков целесообразно при работе в условиях заболоченной местности (на участках с грунтами 3 и 4-ой категории) и при необходимости сохранить подрост (выборочные рубки и рубки ухода). Использование лесосечных отходов в качестве дорожной одежды позволит более рационально использовать биомассу дерева и снизить затраты на обустройство путей первичного транспорта леса.

Таким образом, необходимо исследовать процесс взаимодействия хворостяной подушки и почво-грунта при эксплуатации транспортных путей лесосеки, определить объем лесосечных отходов, необходимый для строительства волоков, с учетом имеющегося их объема, ограничиваемого типом леса и условиями его произрастания. При расчетах необходимо учитывать характеристики места лесопроизрастания (тип почвы, ее увлажнение), которые задают потребительские параметры древостоя – объем древесины и кроны, численность древостоя и т.д.

Задача исследования состоит в следующем: определении взаимосвязи между параметрами древостоя, условиями его местопроизрастания и характеристиками транспортной сети лесосеки.

На основе анализа данных, полученных в результате исследований [4, 5], построен ряд зависимостей концентрации лесосечных отходов на волоке в

зависимости от коэффициента возврата несущей способности волока. Эти зависимости позволяют выработать рекомендации по поддержанию несущей способности волока, связанной с количеством проходов транспортного агрегата.

Коэффициент возврата несущей способности волока определен следующим образом: исходный уровень несущей способности принят за 1, после 10 проходов (установлено в результате экспериментов [4, 5]) – 0. Для возврата к уровню 0,2 (коэффициент снижения несущей способности составит 0,8) на волок необходимо уложить лесосечные отходы с концентрацией $0,02 \text{ м}^3/\text{м}^2$, чтобы повысить уровень несущей способности до 0,8 (коэффициент снижения несущей способности составит 0,2) необходима концентрация $0,06 \text{ м}^3/\text{м}^2$. Таким образом, мы получили зависимость несущей способности волока от необходимой концентрации лесосечных отходов на нем.

Используя найденную зависимость несущей способности от необходимых объемов лесосечных отходов, определенных в работе [4], рассчитаем площадь лесосеки, которая обеспечит расчетный объем лесосечных отходов с учетом типа леса и условий его произрастания и уровня возврата несущей способности.

Для 1-го типа местности (супесь) с относительной влажностью грунта менее 0,75 для стабильного движения гусеничных машин необходима концентрация лесосечных отходов – $0,0325 \text{ м}^3/\text{м}^2$ [4]. Потенциальная средняя концентрация лесосечных отходов, в условиях соснового древостоя (сосняк-кисличник), возрастом 90 лет, составит $0,0015 \text{ м}^3/\text{м}^2$. Таким образом, для покрытия одного квадратного метра площади волока требуется $21,67 \text{ м}^2$ площади исходного древостоя, что соответствует ширине пасаки 20 метров и требуемой длине сбора лесосечных отходов – 1,1 метра. При размерах волока $100 \times 4 \text{ м}$, их полное укрепление возможно на протяжении 25 м, следовательно, усилены будут только наиболее влажные или нагруженные участки. Для колесных машин необходимая концентрация лесосечных отходов составит $0,0775 \text{ м}^3/\text{м}^2$, лесосечных отходов хватит на 12,5 % протяженности волока.

Графики, позволяющие оценить протяженность волока, на которой возможно его укрепление лесосечными отходами, приведены на рис. 1.

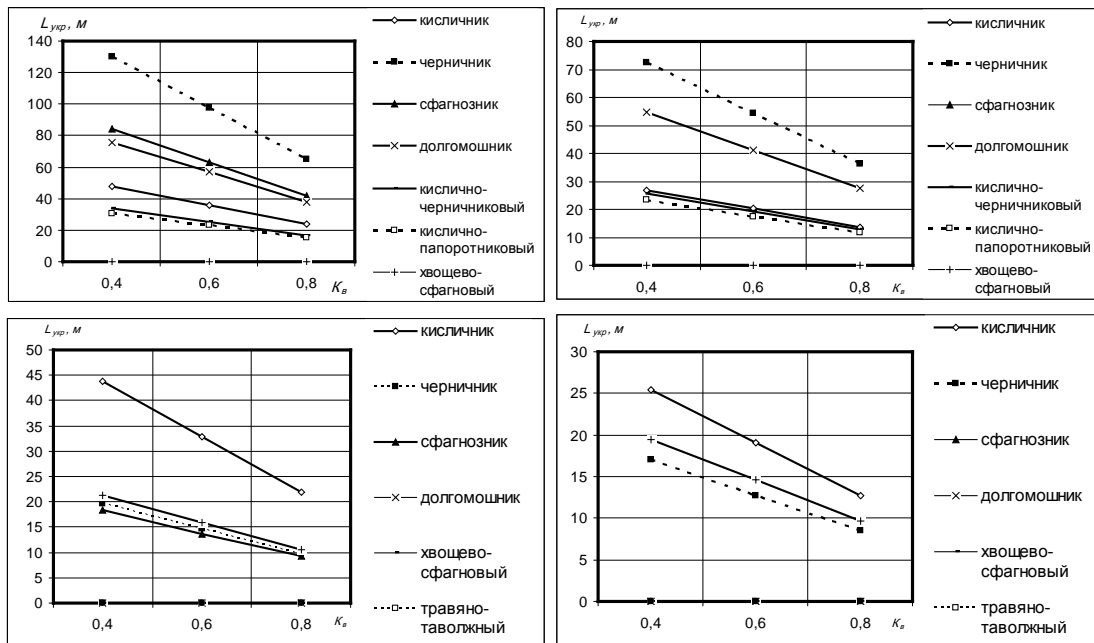


Рис. 1 Концентрация лесосечных отходов на волокнах в зависимости от несущей способности волокна и типа леса

Из графиков видно, что практически ни в одном из древостоев не будет обеспечено исходное состояние несущей способности на всем протяжении лесотранспортных путей лесосеки. Только в сосняках-черничниках укрепление волокна возможно на длине 97-130 м (гусеничные машины). Колесные машины оказывают более сильное влияние на волокно и при числе проходов более 10, исходная несущая способность не будет достигнута никогда.

Полученные результаты позволяют разделять лесосеку на зоны летней и зимней разработки или оценивать потери производительности из-за разрушения волокон. Результаты исследования рекомендуются для проектирования транспортной сети лесосеки на лесотипологической основе. Параметры определенной количественной взаимосвязи между несущей способностью волокна, типом леса и нагрузкой лесозаготовительной машины, позволяют формировать системы пазов и волокон, с минимальным воздействием на экологическую среду лесозаготовительной техники.

Литература

1. Анисимов Г. М. Основы минимизации уплотнения почвы трелевочными системами: Научное издание / Г. М. Анисимов, Б. М. Большаков. СПб.: ЛТА, 1998. 108 с.

2. Бабков В. Ф. Проходимость колесных машин по грунту / Бабков В. Ф., Бируля А. К., Сиденко В. М. М.: Автотрансиздат, 1959. 208 с.
3. Виногоров Г. К. Некоторые лесозаготовительные характеристики почвенно-грунтовых условий и рельефа / Вопросы технологии и механизации лесосечных работ. Труды ЦНИИМЭ. Химки: ЦНИИМЭ, 1982. С. 5-7.
4. Галактионов О. Н., Кузнецов А. В. Формирование структуры лесотранспортных путей лесосеки на лесотипологической основе / ISSN 1998-1643. Ученые записки Петрозаводского государственного университета. № 8 (121). Петрозаводск: ПетрГУ, 2011. С. 81-84.
5. Галактионов, О. Н. Обоснование рационального технологического процесса лесозаготовок с минимальными потерями древесной зелени: дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. 05.21.01 / О. Н. Галактионов. СПб., 2001. 184 с.
6. Кузнецов А. В. Обоснование технологических решений, повышающих эффективность операции первичного транспорта леса: дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. 05.21.01 / А. В. Кузнецов. Петрозаводск. 2003. С. 31 – 36.
7. Прохоров В. Б. Эксплуатация машин в лесозаготовительной промышленности / В. Б. Прохоров. М.: Лесная промышленность, 1978. 304 с.
8. Шитов В. Н. Экспериментальная проверка проходимости трелевочно-транспортных систем / Вопросы механизации лесосечных работ. Труды ЦНИИМЭ. Химки: ЦНИИМЭ, 1966. С. 123-139.
9. Шеховцов Д. И. Оценка проходимости трелевочных тракторов / Исследования лесопромышленных тракторов. Труды ЦНИИМЭ. Химки: ЦНИИМЭ, 1982. С. 14-15.
10. Шегельман И. Р., Скрыпник В. И., Кузнецов А. В. Анализ показателей работы и оценка эффективности лесозаготовительных машин в различных природно-производственных условиях / ISSN 1998-1643. Ученые записки Петрозаводского государственного университета. № 4. Петрозаводск: ПетрГУ, 2010. С. 66-75.