

Заключение. На основании математической модели, описанной выше, была составлена программа для расчета теплового режима гидропривода и технико-экономических показателей одноковшового экскаватора. Программа позволяет рассчитать температуру рабочей жидкости в гидроприводе в любой момент времени после начала работы машины в зависимости от условий нагружения, климатических условий эксплуатации, а также мощности устройства охлаждения. Также она позволяет рассчитать время цикла и производительность одноковшового экскаватора в зависимости от температуры рабочей жидкости в гидроприводе.

Программа составлена для одноковшового экскаватора, но может быть использована и для расчета технико-экономических показателей других самоходных машин, оснащенных гидроприводом после внесения необходимых уточнений, которые учитывают особенности конструкции конкретной машины.

Литература

1. Каверзин С.В., Сорокин Е.А., Лебедев В.П. Обеспечение работоспособности гидравлического привода при низких температурах. – Красноярск, 1998. – 240 с.
2. Многоходовой калорифер: пат. на полезную модель / Е.А. Сорокин, А.А. Мохаммад, В.В. Колосов, Е.А. Мандраков. – 2013. – № 135089.
3. Видин Ю.В., Журавлев В.М., Колосов В.В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен : учеб. пособие. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. – 344 с.
4. Юдин В.Ф., Тохтарова Л.С. Конвективный теплообмен при поперечном обтекании пучков ребристых труб // Энергомашиностроение. – 1974. – № 1. – С. 19–21.



УДК 540:631.4

А.В. Андронов, В.Д. Валяжонков, Ю.А. Добрынин

СНИЖЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАШИН НА ПОЧВОГРУНТ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РУБОК УХОДА

В статье рассмотрено образование негативных факторов, возникающих под воздействием движителей трелевочных машин на лесные почвогрунты. Отмечается, что отрицательное влияние данных факторов вызывает не только нарушение процесса возобновления леса, но и снижение продуктивности вторичных лесов, изменение гидрологического режима территории и структуры лесных ландшафтов. Схематизировано негативное влияние воздействующих факторов на почвогрунт и результаты его последствия.

Ключевые слова: уплотнение почвогрунта, минерализация, колеобразование, корневая система, трелевочные машины.

A.V. Andronov, V.D. Valyazhonkov, Yu.A. Dobrynin

THE REDUCING OF MACHINEIMPACTON THE SOILIN THE CONDUCTING OF THE IMPROVEMENT THINNING

The formation of the negative factors arising under the skidder machine propulsive agentinfluence on the forest soils is considered in the article. It is noted that the negative impact of these factors causes not only the failureof the reforestation processbut also the reduction of the secondary forest productivity, change in the territory hydrological mode and the forest landscapestructure. The negative impact of the influencing factors on the soils and the results of its consequences are schematized.

Key words: soil compaction, mineralization, rut formation, root system, skidder machines.

Введение. Исследователи взаимодействия машин с опорной поверхностью выделяют и определяют скальные грунты, песчано-глинистые грунты и почвы [1]. Почвы обладают плодородием [2], то есть способностью обеспечивать изменяющиеся на протяжении вегетационного периода потребности растений в доступных им формах азота, элементов минерального питания и воды.

При рассмотрении взаимодействия мобильных машин с опорной поверхностью обычно применяют термины «почва» и «почвогрунт» [3]. Совершенно очевидно, что при проходе лесной машины движитель воздействует не только на почвенный слой, но и на грунт. В этой связи под термином «лесной почвогрунт» подразумевается многослойная органическая и минеральная структура, состоящая из слоев неперегившей

и частично перегнившей органики, слоя органики пронизанной корневой системой, перегнившей органики и грунта [4].

Поверхность лесосеки отличается выраженным микро- и мезорельефом, которые вызывают резкие колебания остова трелевочной системы при ее движении. При этом следует отметить, что трелевочные машины и перемещаемая древесина имеют значительные массы. В результате опорная поверхность почвогрунтов воспринимает повышенные уплотняющие и разрушительные нагрузки, распространяющиеся на глубину 0,5 м и более.

Цель исследований. Выявление причин, вызывающих повреждение лесных почвогрунтов при производстве лесосечных работ во время рубок ухода и определение мероприятий по минимизации воздействия на них мобильных лесосечных машин.

Методика и результаты исследований. Последствия повреждений почвогрунта имеют не только сиюминутный, но и долговременный характер, и проявляются на протяжении нескольких десятилетий после проведения рубок. Кроме того, они сказываются на процессе возобновления леса, продуктивности вторичных лесов, изменении гидрологического режима территории и структуре лесных ландшафтов.

Особенностью взаимодействия движителей лесосечных машин с почвогрунтом является то, что опорная поверхность представляет собой сложнейшую биологическую среду, обеспечивающую своим плодородием развитие всего лесного многообразия. Если рассматривать почвогрунт только как основу обеспечения реализации тягово-сцепных свойств лесных машин, то последствиями такого подхода будут переуплотнение, разрушение структуры почвогрунта, эрозия, ухудшение плодородия и снижение возможности создания высококачественных древостоев. Особенно губительно сказывается воздействие ходовых систем лесной техники на влажные и переувлажненные почвогрунты.

К общим физическим свойствам почвогрунта относятся плотность твердой фазы и пористость. Плотность является его основной физической характеристикой, определяющей отношение твердой, жидкой и газообразной фаз. Она влияет на воздушный, водный и тепловой режимы, отражает сочетание и функциональную связь между агрофизическими факторами плодородия. Уплотнение почвогрунта отрицательно влияет на рост корней растений, что является существенной преградой для их развития. В уплотненном почвогрунте имеет место низкая скважность, а это значит, что в почвогрунте содержится мало воды. При выпадении же осадков поры быстро заполняются водой, и почвогрунт содержит мало воздуха, тоже необходимого для роста корней и развития растений. Опасность уплотнения усугубляется тем, что оно носит кумулятивный характер, в связи с чем возможно снижение потенциального плодородия лесных земель.

При взаимодействии с ходовыми системами мобильной техники почвогрунт деформируется. Степень этой деформации зависит от исходного его состояния: плотности и влажности во время прохода техники, величины контактного давления и кратности воздействия.

Степень деформации также зависит от времени года. Установлено, что в зимнее время плотность почвогрунта под движителями машин увеличивается незначительно, а значит, использование трелевочной техники с грузом относительно безопасно в этот период. Вода в жидком состоянии обволакивает поверхность твердых частиц почвогрунта наподобие смазки, снижает трение частиц между собой, а при приложении нагрузки способствует уплотнению. Превратившись в лёд, она уже не снижает силу трения, а оказывает дополнительное сопротивление. Переуплотнение почвогрунта наиболее опасно осенью и весной из-за сильного насыщения водой. Летом степень переуплотнения зависит от выпавшего количества осадков (засушливое или дождливое лето).

Влажность почвогрунта в момент воздействия на нее техники является важнейшим фактором, определяющим степень уплотнения при одной и той же нагрузке. Глубина деформации, определяемая вышеназванными факторами, а также единичной массой техники, выражающейся давлением на ось, варьирует на сельскохозяйственных почвах от 20–30 до 50–60 см. Подобная картина просматривается и на лесных почвогрунтах.

Таким образом, влажность является основным переменным фактором, определяющим несущую способность почвогрунта. Критическая влажность для разработки лесосек трелевочными машинами с давлением на грунт 35–45 кПа, по данным [5], составляет для супесчаных 22 %, легкосуглинистых – 23, среднесуглинистых – 25, тяжелосуглинистых – 26 %.

Экологическая ситуация на лесосеке оказывается удовлетворительной, если применяемые при рубке леса машины передвигаются только по пасечным и магистральным волокам. Однако увеличение многократных проходов по волокам приводит к сильной степени уплотнения почвогрунта, достигающей плотности 1,5–1,8 г/см³ и выше. В процессе ливневых дождей по колеям волока могут вымываться с 1 га сотни кубометров плодородного слоя. Более частое расположение волоков уменьшает вредное воздействие и создаёт благоприятные условия для прорастания семян и роста всходов на средне- и сильноподзолистых, песчаных и супесчаных почвах. Однако в данном случае резко возрастает вероятность минерализации почвы, вызываю-

щая ее эрозию. Считается, что восстановление почвенного покрова и плодородия почвы лесосеки произойдет через несколько десятилетий, а это резко снижает продуктивность лесов.

Образование колеи на волоках под воздействием трелевочных машин представляет собой отрицательное экологическое явление. Глубина колеи отражает деформацию почвогрунта. Она зависит от его типа и состояния, морфологических особенностей опорного массива и количества проходов техники. Из-за неоднородности и различия структуры почвогрунта глубина колеи имеет большую изменчивость. Минимальная глубина наблюдается в местах наличия корней, пней, поваленных деревьев, которые армируют верхний слой. В процессе обхода машиной большого количества единичных препятствий колея приобретает извилистый вид. При этом отмечаются значительные отличия в колебании глубины ее правого и левого следа, достигающих величины 0,4–0,6 м.

При многократных проходах по одному следу решающее значение на глубину колеи оказывает максимальная нагрузка на колесо. Перегрузка задних колес и опорных катков при движении с пачкой древесины вызывает увеличение глубины колеи. Максимальное число проходов будет обеспечиваться, если нагрузка будет равномерно распределена по осям, чего проще добиться при использовании многоколесной машины или машины с резиноармированными гусеницами.

Уплотнение почвы в зоне колеи затрудняет процесс проникновения влаги в глубинные слои, способствует застою воды в углублениях или усиленному поверхностному стоку (рис. 1). Возникает опасность водной эрозии и трудности восстановления леса. Заметно изменяется мезорельеф лесной поверхности. На его нивелирование природой требуются многие годы.



Рис. 1. Застой воды в углублениях колеи, образованной колесным форвардером при трелевке сортиментов

На глубину колеи существенное влияние оказывает буксование движителя трелевочной машины, способствующее разрушению структуры почвогрунта. С увеличением коэффициента буксования глубина колеи увеличивается. При этом возникает опасность обдира корневой поверхности коры в верхнем слое почвогрунта. Для снижения уровня данных воздействий на почвогрунт все большее распространение на трелевке леса применяют машины с гидростатической или гидромеханической трансмиссией, которые обеспечивают реализацию больших тяговых усилий с меньшим буксованием движителей.

Колееобразование отрицательно отражается на проходимости машин. Особенно это касается работы форвардерной техники на почвогрунтах с низкой несущей способностью, где наблюдается повышенный темп роста глубины колеи с увеличением проходов. Часто глубина колеи в данных условиях достигает высоты дорожного просвета машины и становится непреодолимым порогом.

Глубокая колея предполагает разрушения большей части корневой системы, попадающей на волок. Она может служить накопителем излишней влаги, которая нарушает деятельность почвенных микроорганизмов, играющих важную роль в обеспечении корней растений элементами питания.

Прямое повреждение машинами даже небольших участков корневой системы делает обнажившиеся ткани восприимчивыми к заражению грибковыми инфекциями, что отрицательно отражается на развитии

древостоев. Повышенную восприимчивость имеют корни, расположенные в верхнем слое почвогрунта глубиной до 0,20–0,25 м. Здесь расположена основная масса всасывающих корешков и корневых окончаний. Этот слой обладает лучшими физическими свойствами, содержит основное питание и обеспечивает достаточный подвод кислорода к корешкам за счет наличия пор. Особенно это касается еловых древостоев, корневая система которых расположена в данном горизонте (рис. 2).



Рис. 2. Корневая система елового насаждения [6]

На прохождение машин реагируют лишь поверхностные корни, что значительно отражается на росте древостоев. Отмечается снижение их роста под влиянием увеличения проективной площади повреждения корневой системы, попадающей под колеса машин. С помощью данных компании Olofsfors AB [6] установлен характер и степень влияния площади повреждения корневой системы на рост хвойных насаждений (рис. 3). При повышении площади повреждения от 0 до 45 % в насаждениях сосны снижение роста древостоя отмечается более чем на 10 %, а в насаждениях ели – около 30 %. Меньшее в три раза снижение роста древостоя сосны по сравнению с елью объясняется более глубоким залеганием корней.

Процесс трелевки резко ослабляет аэрацию и способность почвы обеспечивать нормальное формирование корневой системы деревьев. Это проявляется не только на волоках, но и на прилегающих к ним участках, так как уплотнение идет не только в вертикальном, но и в горизонтальном от центра следа направлении на 0,4–0,7 м и более. Восстановление корневой системы определяется давностью рубки и интенсивностью уплотнения почвогрунта в технологических коридорах.

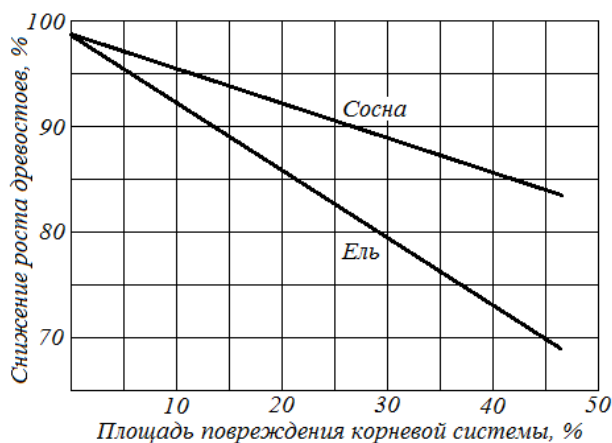


Рис. 3. Снижение роста древостоев под влиянием увеличения площади повреждения их корневой системы

В результате уплотнения почвогрунтов на технологических коридорах отмечается снижение их пористости, что затрудняет циркуляцию воздуха, сокращая тем самым содержание в них кислорода. Положительное развитие кончиков корней возможно только при 5–10 % концентрации кислорода, при менее 1 % вес корней значительно понижается [7].

Схематично негативное влияние воздействующих факторов на почвогрунт представлено на рис. 4. В Швеции при оценке повреждений поверхности лесной почвы их стоимость определена в размере 38 % от всех деревьев, оставшихся на корню, в Германии – 20–25 %.

Сортиментная технология является наиболее перспективной для рубок ухода. Однако более половины таежной зоны Северо-Запада Российской Федерации расположено на лесных площадях с суглинистыми и глинистыми почвогрунтами повышенной влажности [8].



Рис. 4. Схема негативного влияния воздействующих факторов на почву и результаты их последствия

Из-за теплых погодных условий данные почвогрунты в последние годы мало подвержены промерзанию зимой. В данных условиях работа машин на трелевке сортиментов не совсем отвечает экологическим требованиям.

Повышение проходимости и сохранение экологичности первичных транспортных путей является одной из важных проблем лесосечных работ. В настоящее время решение данной проблемы осуществляется следующими способами: применение рациональных технологических схем разработки лесосек; минимизация проходов трелевочных машин; защита транспортных путей слоем порубочных остатков; применение машин с пониженным давлением на почвогрунт.

При выборе рациональных технологических схем разработки лесосек необходимо уделять внимание размерам делянок. При разработке больших площадей делянок следует отдавать предпочтение хлыстовой технологии, а при разработке малых – сортиментной. Применение сортиментной технологии на делянках с малыми площадями снижает вероятность многократного прохода техники по волокам, что в свою очередь уменьшает колееобразование при меньшем уплотнении верхних слоев почвогрунтов. Это очень важно при проведении рубок ухода, которые обычно выполняются на ограниченных по размеру площадях. Такой подход обеспечивает благоприятные условия для развития древостоев, оставляемых на доразращивание.

Положительную роль в процессе снижения образования колеи играют порубочные остатки, которые вдавливаются опорной частью движителей в грунт и тем самым повышают несущую способность опорного массива. Отмечается, что даже незначительная толщина слоя порубочных остатков, примерно около 7 см, позволяет повысить работоспособность волокна на 25–30 %. Однако после многократных проходов по волокам, укрепленным порубочными остатками, последние теряют свои защитные свойства. В определенных условиях это происходит примерно после 15 проходов машины [9].

Для снижения колееобразования и уплотнения почвогрунта в последние годы начали применять трелевочную технику с движителями повышенной опорной поверхностью. Это многоколесные машины на широ-

ких лесных шинах, машины на уширенных гусеницах, 4-гусеничные машины с резиноармированными и подобным им лентами, машины на пневмокатках типа rolligon, машины с гибридными свойствами движителя (колесный вариант – для почвогрунтов с хорошо несущей способностью, гусеничный вариант – для почв с низкой несущей способностью).

В результате выполненного анализа и рекомендаций, приведенных в работах [1–14], следует отметить, что для достижения максимального эффекта от минимизации воздействия мобильных лесосечных машин на лесные почвогрунты при рубках ухода необходимо выполнение следующих мероприятий:

- размещать лесосеки в пространстве и по сезонам года в зависимости от несущей способности почвогрунта;
- выбирать способы лесосечных работ в зависимости от чувствительности несущей способности почвогрунта к применяемым машинам;
- выбирать технологические схемы разработки делянок в зависимости от рельефа местности и мозаичности почвенногрунтовых условий;
- осуществлять мониторинг за состоянием погоды и почвогрунтов во время выполнения работ;
- осуществлять мониторинг за соблюдением соотношения параметров волоков, погрузочных пунктов и пазов;
- устраивать постоянные полосы для прохода машин;
- снижать количество проходов машин по волоку;
- создавать рациональные маршруты перевозок;
- укреплять волоки и погрузочные площадки порубочными остатками;
- внедрять технологические процессы с использованием многооперационных машин;
- применять прямую перегрузку древесины с трелевочных машин на лесовозный транспорт.

Выводы

1. При значительном повреждении лесных почвогрунтов во время лесосечных работ наблюдается не только нарушение процесса возобновления леса, но и снижение продуктивности вторичных лесов, изменение гидрологического режима территории и структуры лесных ландшафтов. Последствия таких нарушений имеют долговременный характер и отражаются на протяжении нескольких десятилетий после проведения рубок.

2. Под воздействием машин почвогрунт на делянках уплотняется и минерализуется. В результате увеличивается его объемный вес, уменьшаются пористость, аэрация, водопроницаемость, микробиологическая активность и развивается колееобразование (полный комплекс негативных факторов приведен на схеме рис. 4). Все эти факторы отрицательно влияют на процессы формирования будущих древостоев, снижают их продуктивность, а также способствуют изменению мезорельефа и снижают проходимость машин.

3. Сформулированы мероприятия для достижения максимального эффекта от минимизации воздействия мобильных лесосечных машин на лесные почвогрунты, перечень которых приведен в конце статьи.

Литература

1. Зеленин А.Н., Баловнев В.И., Керров И.П. Машины для земляных работ. – М.: Машиностроение 1975. – 422 с.
2. Лесная энциклопедия. – М.: Сов. энцикл., 1986. – Т. 1. – 632 с.
3. Русаков В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения. – М., 1998. – 360 с.
4. Язов В.Н. Воздействие лесных машин на многослойный массив почвогрунта: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2013. – 19 с.
5. Рекомендации по защите лесных почв от повреждения при проведении лесозаготовительных работ в Республике Коми. – Сыктывкар, 2004. – 17 с.
6. Gunnar Bygdén. Forest Technician Olofsfors AB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.olofsfors.se.
7. Ревут И.Б. Физика почв. – Л.: Колос, 1972. – 386 с.
8. Система технологий и машин для комплексной механизации лесного хозяйства в условиях рыночных отношений на 2001–2005 годы: проект. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2001. – 133 с.
9. Побединский А.В. Рубки главного пользования. – М.: Лесн. пром-сть, 1964. – 174 с.

10. Анисимов Г.М., Большаков Б.М. Основы минимизации уплотнения почвы трелевочными системами. – СПб., 1998. – 108 с.
11. Бартнев И.М., Родин С.А. Экологизация технологий и машин лесного комплекса. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2001. – 88 с.
12. Герасимов Ю.Ю., Сянев В.С. Экологическая оптимизация технологических процессов и машин для лесозаготовок. – Йоэнсуу, 1998. – 178 с.
13. Григорьев И.В. Снижение отрицательных воздействия на почву трелевочных тракторов обоснованием режимов их движения и технологического оборудования. – СПб., 2006. – 233 с.
14. Наставления по рубкам ухода в равнинных лесах европейской части России. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1994. – 190 с.



УДК 664.9:623.454

О.И. Мяделец

ОЦЕНКА РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ ФРИКЦИОННОГО ДЫМОГЕНЕРАТОРА

В статье рассматриваются результаты исследований по оценке рабочих параметров фрикционного дымогенератора с использованием осины для получения коптильного дыма.

Ключевые слова: фрикционный дымогенератор, осина, коптильный дым, частота вращения, масса груза.

O.I. Myadelets

THE WORKING PARAMETERASSESSMENT OF THE FRICTION SMOKE GENERATOR

The research results on the assessment of the friction smoke generator working parameters with the aspen use for getting smoke are considered in the article.

Key words: friction smoke generator, aspen, smoke, rotation frequency, load mass.

Введение. В последние годы при производстве сельскохозяйственной продукции широкое применение находит использование древесного дыма в различных отраслях агропромышленного комплекса. В агрономии широко распространены дымы пестицидов, применяемые при окулировке растений с целью снижения количества вредителей. Известен способ обработки пчелиных семей дымом при осмотрах ульев, заключающийся в том, что используют дым, полученный из древесных материалов, на специальных установках.

Наибольшее распространение получило использование дыма в пищевой перерабатывающей промышленности при переработке животноводческой и растениеводческой продукции.

По данным О.Я. Мезеновой, Г.И. Касьянова и других ученых [1, 2], для получения коптильного дыма применяют в основном лиственные породы деревьев, такие, как бук, дуб, ольха, орех, клен, ясень, ива, дикая вишня, яблоня. В условиях Сибири данные породы деревьев или вообще не произрастают или распространены в малом количестве. Древесина хвойных пород деревьев (ель, сосна, пихта, кедр) считается неприемлемой для получения коптильного дыма, так как она ухудшает технологические свойства дыма за счет высокого содержания в ней смолистых веществ и карбонильных соединений.

Как показали ранее выполненные исследования [1], в условиях Сибири наиболее перспективно использование для копчения древесины осины, так как она находится на втором месте по занимаемой площади среди лиственных пород и произрастает почти повсеместно, являясь при этом быстрорастущей породой. При горении осина не дает сильно коптящего пламени, что положительно влияет на технологические свойства коптильного дыма.

В настоящее время на пищевых предприятиях генерация коптильного дыма осуществляется в специальных устройствах – дымогенераторах, которые позволяют получать дымовоздушные смеси необходимого состава и температуры.