

П.А. Протас, аспирант

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН НА ЛЕСНЫЕ ПОЧВОГРУНТЫ

The results of theoretical and experimental researches of logging machines influence on forest ground are showed. The estimation of a degree of machines negative influence on ground is given.

Воздействуя на почвенную часть лесного биогеоценоза, уплотняя почву в колее, колесные и гусеничные движители вызывают напряженно-деформированное состояние лесных почвогрунтов, изменяют их физико-механические и биологические свойства, что, в свою очередь, увеличивает срок естественного лесовозобновления, а также отрицательно сказывается на продуктивности древостоя и устойчивости леса.

Степень негативного влияния лесозаготовительных машин зависит от их конструкций и систем машин, применяемых технологий заготовки древесины, климатических, лесорастительных и других факторов.

Многочисленные проходы лесотранспортных машин по волоку вызывают накопление в грунте деформаций. Значительные деформации наблюдаются при использовании машин с колесными движителями, которые имеют большее давление на опорную поверхность, чем гусеничные. Исследованиями установлено, что на грунтах III типа местности (грунты со слабой несущей способностью, суглинистые и глинистые) после 10...15 проходов колесных лесотранспортных машин Valmet-862, МТЗ-82Л и МЛ-126 глубина колеи достигла соответственно 37, 30 и 45 см. При такой колее перемешиваются не только верхние гумусовые горизонты почвы, но и затрагивается материнская порода, плодородие почвы резко снижается, а водная и ветровая эрозия увеличиваются в сотни раз. На грунтах с низкой несущей способностью вследствие интенсивного колееобразования работоспособность волока в некоторых случаях теряется уже после 2...3 рейсов трактора с грузом. В такой ситуации приходится объезжать образовавшуюся колею, что приводит к уширению волока и, следовательно, увеличению поврежденной площади лесосеки.

При оценке взаимодействия движителей с опорной поверхностью необходимо учитывать демпфирующие свойства грунтов, которые, прежде всего, характеризуются несущей способностью, модулями деформации и упругости. Зависимость несущей способности грунтов от числа проходов трелевочной машины МЛ-126 показана на рис. 1. После 20...30 проходов машины данный показатель увеличивается в 5 раз, причем наиболее интенсивно он возрастает при первых 10 проходах.

Как показали исследования, в случае преобладания в грунтах деформаций уплотнения значения модулей деформации (E_0) и упругости (E_y), а также и несущей способности грунтов резко возрастают на участках с наиболее интенсивным движением техники (лесовозная дорога, погрузочные площадки, магистральный волок). По результатам эксперимента построена диаграмма (рис. 2). После разработки лесосеки наибольшие значения показателей E_0 , E_y зарегистрированы на лесовозной дороге и равны соответственно 15,5 МПа и 50,38 МПа. Несущая способность грунта лесовозной дороги $p = 0,136$ МПа. На магистральном волоке и погрузочных площадках эти величины практически одинаковы, что говорит о примерно равной интенсивности движения лесозаготовительных машин.

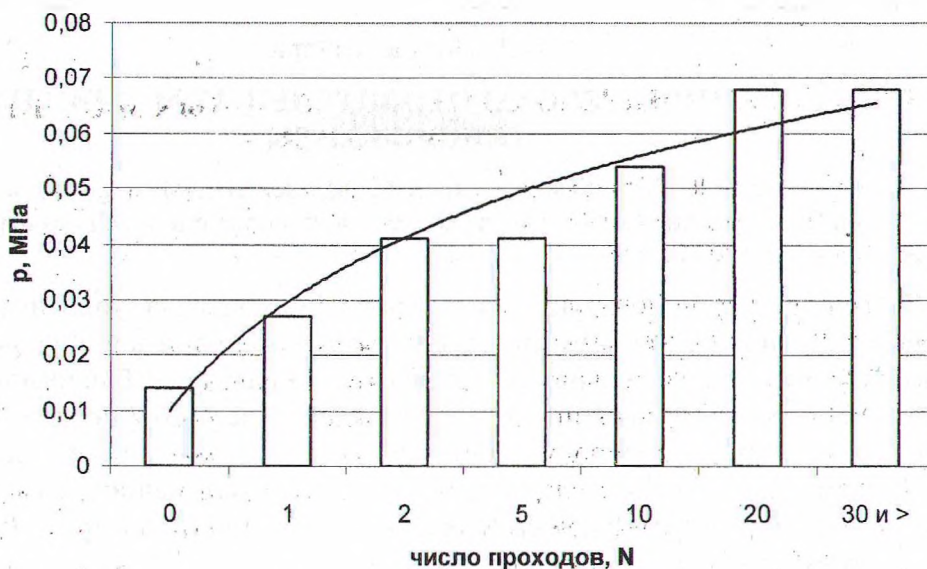


Рис. 1. Зависимость несущей способности грунтов от числа проходов машины МЛ-126



Рис. 2. Модули деформации и упругости на различных элементах лесосеки: 1 – погрузочная площадка; 2 – магистральный волок; 3 – лесовозная дорога; 4 – пасечный волок (возраст вырубki 5...6 лет); 5 – лесовозная дорога (возраст вырубki 5...6 лет)

Анализируя диаграмму (рис. 2), также можно сделать вывод, что восстановление почвы после вырубki происходит за длительный период. Так, на участке леса, где вырубka производилась 5...6 лет назад, модуль деформации почвы на пасечном волоке составил 6,2 МПа, а на лесовозной дороге – 10,85 МПа, что соответственно в 3,9 и 6,8 раз больше, чем на контрольном участке (1,6 МПа). Следовательно, данный эксперимент подтверждает исследования [1], что на полное восстановление почвы на участках с наибольшим ее повреждением необходимо до 40 лет и более.

Важнейшим показателем, характеризующим степень воздействия машин на почву, является ее уплотнение. При сильном уплотнении изменяются физические и биологические свойства почв, кроме того, могут быть повреждены или уничтожены корни растущих деревьев. Так, например, пороговое значение плотности почвы для возобновления ели составляет $1,65 \dots 1,70 \text{ г/см}^3$, березы – $1,80 \text{ г/см}^3$ [1]. Однако проведенные исследования показали, что после 5 проходов машины МЛ-126 почва уплотняется до $1,4 \text{ г/см}^3$ при ее начальной плотности $0,89 \dots 1,19 \text{ г/см}^3$, а после 10 – до $2,12 \text{ г/см}^3$, т. е. достигает порогового значения. Наибольшие уплотнения почвы зарегистрированы на погрузочных площадках и лесовозной дороге (рис. 3). На данной диаграмме показано, что плотность почвы на погрузочной площадке достигает $2,2 \text{ г/см}^3$, а на лесовозной дороге – $2,602 \text{ г/см}^3$ и равна практически наибольшей плотности упаковки частиц (суглинки $2,71 \text{ г/см}^3$).

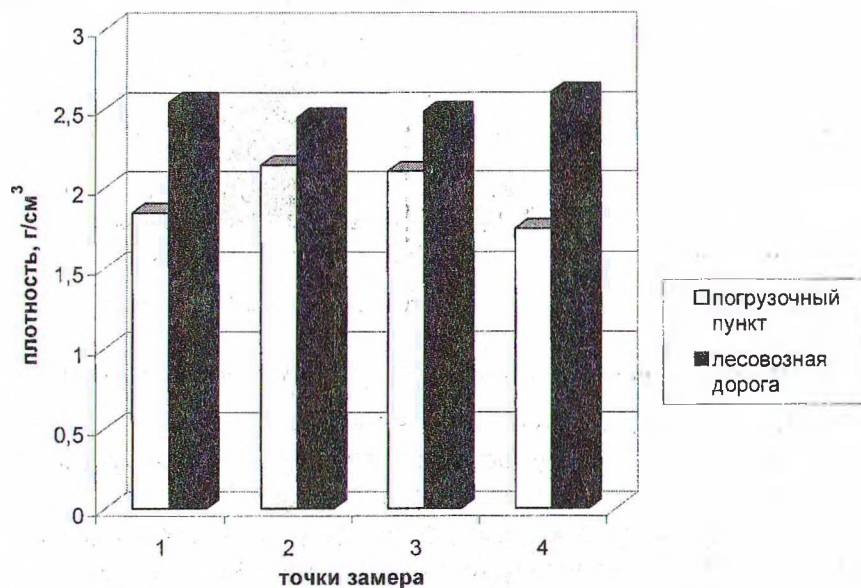


Рис. 3. Плотность грунта на погрузочной площадке и лесовозной дороге после разработки лесосеки

По нашим исследованиям, после 10 проходов форвардера Valmet-862 на дерново-подзолистых заболоченных грунтах плотность почвы на пасечном волоке увеличилась в 2,1 раза и составила $1,82 \text{ г/см}^3$, а на магистральном волоке – в среднем $1,9 \text{ г/см}^3$ [2], что обусловлено большим количеством проходов форвардера.

Число проходов трелевочного трактора по одному следу будет возрастать начиная с дальнего конца пасеки (рис. 4), следовательно, степень повреждения почвы в дальнем конце пасеки будет существенно меньше, чем в ближнем.

Количество проходов трактора по одному следу в определенной точке волока можно рассчитать по формуле

$$n = \frac{M}{V_n} \cdot \frac{(a - b_3 - x)}{(a - b_3)}$$

где M – запас леса на пасеке, м^3 ; $V_{\text{п}}$ – объем трелеваемой пачки, м^3 ; a – ширина лесосеки, м ; b_3 – ширина зоны безопасности, м ; x – расстояние от зоны безопасности до точки волока, в которой определяется количество проходов трактора, м .

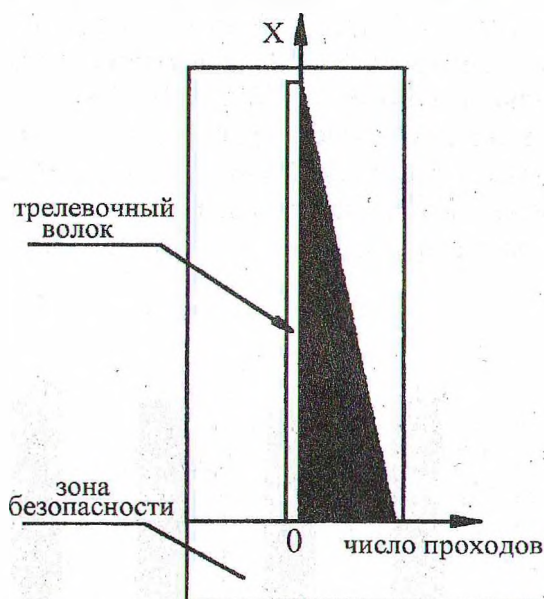


Рис. 4. График зависимости числа проходов трелевочного трактора от длины волока

Так, после работы трелевочной машины МЛ-126 глубина колеи в конце пасечного волока достигала 20 см, а плотность почвы – $1,4 \text{ г/см}^3$ по сравнению с его участком вблизи зоны безопасности (соответственно 35 см и $1,75 \text{ г/см}^3$).

Результаты проведенных нами исследований, а также исследования других ученых показывают, что на концентрированных вырубках с применением колесных и гусеничных лесозаготовительных машин резко ухудшаются водно-физические свойства почвы. Так, на минерализованных уплотненных горизонтах суглинистой почвы плотность возрастает в 1,6...2,1 раза, а скважность снижается в 1,2...1,4 раза по сравнению с участком, не затронутым трелевкой. Снижение же скважности вызывает уменьшение водопроницаемости в среднем в 192 раза, в результате чего ухудшаются экологические условия вырубок как для естественного, так и искусственного возобновления, утрачивается водоохранно-защитное значение лесных площадей. На влажных супесчаных почвах плотность также возрастает, но всего в 1,2 раза, скважность снижается в 1,1...1,2 раза, а водопроницаемость уменьшается в 11...26 раз, или почти в 7...17 раз меньше, чем на суглинках. Коэффициент поверхностного стока на вырубленных лесосеках значительно возрастает (в 250 раз), внутрипочвенный сток полностью отсутствует, а интенсивность процессов водной эрозии увеличивается в 75...600 раз [3].

Уже после нескольких рейсов с пачками деревьев общая пористость и полная влагоемкость снижаются на 10...15%, абсолютный запас влаги на волоках увеличивается в 1,5...2 раза. Объем пор, занятых водой, с глубиной почвенных слоев, горизонтов (до 30 см) уменьшается в среднем на 10%. С уплотнением волоков до $1,8 \text{ г/см}^3$ пористость аэрации почвы снижается вдвое и составляет 10...25% в зависимости от типа леса [4].

Наибольшие изменения водно-физических свойств почвы отмечены в верхнем горизонте (0...10 см), где снижается пористость (после одного прохода трактора ТДТ-55

– на 12%, после 10 – на 24,2%) и аэрация (соответственно на 29,1 и 67,5%). Инфильтрация воды после пяти рейсов трактора уменьшается в 3,5 раза (0,333 против 1,150 мм/мин), а после пятнадцати рейсов практически отсутствует. Из-за того, что рядом с волоком образуются «бортики» высотой 5...7 см, которые препятствуют стоку воды, создается реальная опасность либо застоя ее на волоке, либо (даже при небольшом уклоне местности) размыва волока после дождей или во время весенних паводков [5].

Существенно повысить проходимость лесозаготовительных машин и снизить их отрицательные воздействия на почвогрунты возможно за счет применения отходов лесозаготовок в качестве укрепляющего слоя для лесных транспортных путей. Особенно это актуально на труднодоступных заболоченных лесосеках, удельный вес которых составляет около 30% от отводимого в рубку лесфонда. На волоке, укрепленном отходами лесозаготовок, образование колеи после 15...20 проходов уменьшается в 1,5...2 раза, а при 3...5 проходах колея практически не образовывается [6]. Эффективность укрепления волока порубочными остатками исследовалась на примере машины Valmet-862, для чего правая колея по ходу машины в грузовом направлении выстилалась сучьями и ветвями толщиной 5...8 см перпендикулярно волоку, а левая оставалась неукрепленной. После 5 проходов машины в месте укрепления волока колея не превышала 4 см, а по левым колесам (неукрепленный волок) глубина колеи достигла 25...27 см.

Укрепление волока порубочными остатками практически исключает пробуксовку колес, которая зачастую приводит к образованию критической колеи в определенных местах волока. На волоке, не укрепленном порубочными остатками, в местах буксования машины Valmet-862 глубина колеи достигала 40 см, плотность почвы на дне колеи 1,806 г/см³. Максимальная глубина колеи в заболоченных местах после 15...20 проходов достигала 44 см.

Выполненная оценка влияния лесозаготовительных машин на почвогрунты поможет в принятии правильных решений при инженерно-организационной подготовке и разработке лесосек различными типами машин в конкретных природно-производственных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Котиков В.М. Воздействие лесозаготовительных машин на лесные почвы: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. 05.21.01. – М., 1995. – 37 с.
2. Федоренчик А.С., Протас П.А., Бычек А.Н. Взаимодействие движителей колесных трелевочных машин с волоком // Современные технологии, материалы, машины и оборудование: Материалы МНТК. – Могилев: МГТУ, 2002. – С. 357–358.
3. Данилик В.Н. Влияние техники и технологии лесозаготовок на водоохранно-защитную роль леса // Лесное хозяйство. – 1979. – № 1. – С. 24–26.
4. Яковлев Г.В., Увакин М.И. Влияние лесозаготовительной техники на водно-физические свойства почвы // Лесное хозяйство. – 1985. – № 2. – С. 30–33.
5. Шакунас З., Бистрицкас В. Изменение водно-физических свойств почвы на волоке при разработке лесосек агрегатными машинами // Лесное хозяйство. – 1985. – № 2. – С. 33–35.
6. Протас П.А., Завойских Г.И., Макаревич С.С., Федоренчик А.С. Использование отходов лесозаготовок для укрепления волоков – элемент ресурсосберегающей технологии // Леса Европейского региона – устойчивое управление и развитие: Материалы МНПК. – Мн.: БГТУ, 2002. – Ч. 2. – С. 252–255.