

Г. Я. Климчик, доцент; В. А. Симанович, доцент; О. В. Бахур, доцент

## ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ СОСНЯКОВ В СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

In the article questions of using of various logging technical equipment and its influence on processes of soil transformation and restoration are considered. Results of research are shown according to using cabins of leaving of tractors МТЗ-82 with rope equipment, ТТР-401 and forwarders. The received results show, that using forwarders let to decrease of damageability of the staying trees and to condensation of soil on portage in 2 times. Condensation of soil at carrying out of cabins depends on properties of soil, kind of used mechanisms, average volume of a switch or log, portage lengths and distance between them.

**Введение.** Негативное воздействие различных механизмов и технологий при проведении рубки приводят к неоднозначным лесоводственно-экологическим последствиям с изменением географических условий. Происхождение почвообразующих пород, их гранулометрический и химический состав, варьирование водного режима даже в идентичных климатических условиях определяют изменение физических свойств почв или строение почвенного профиля. С этой целью для каждого региона разрабатывается классификация лесных территорий с указанием сезона и технологии проведения рубок, что способствует минимизированию воздействия техники на почву и разнообразие растительности [1].

Как показывают наши исследования [1] и исследования российских ученых [2], сложившаяся при выборе лесной техники тенденция к увеличению единичной мощности машин, совершенствованию их рабочих органов, созданию условий для движения по переувлажненному и слабым грунтам приводит к возрастанию негативных последствий движителей машин на почву и растительный покров.

Лесные почвы подвергаются антропогенному воздействию при проведении различных лесохозяйственных мероприятий (рубки главного пользования и рубки ухода, обработка почвы при создании искусственных насаждений). При проведении лесохозяйственных мероприятий применяются различные механизмы, которые приводят к уплотнению почвы, уничтожению живого напочвенного покрова и лесной подстилки.

На предприятиях Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь механизация процесса перемещения хлыстов и сортиментов связана с системой машин, исключаящей ручной труд на самой энергоемкой операции.

В 2007 г. в лесхозах страны на трелевке древесины работало 150 тракторов ТТР-401, 54 форвардера на базе тракторов МТЗ и Амкор, 450 прицепных тележек, оборудованных манипуляторами, 116 автомобилей-сортиментовозов с полуприцепами и 703 автомобиля разных марок (МАЗ, КАМАЗ, УРАЛ), оборудованных манипулятором.

Основным моторным инструментом на валке деревьев являются бензиномоторные пилы «Штиль» и «Хускварна». Лесосырьевая база предприятий лесной отрасли является основным фактором при определении типа технологического процесса лесозаготовок.

Практически на предприятиях лесного хозяйства отсутствует машинная валка деревьев, в связи с чем обрубка сучьев с поваленных деревьев также проводится бензиномоторными пилами. Такие обстоятельства по техническим возможностям предопределяют вывозку заготовляемой древесины в сортиментах.

**Целью исследования** является изучение трансформации почв в связи с использованием различных машин и механизмов при проведении прореживаний.

Объектами исследования являются участки сосновых лесов, пройденных прореживанием.

**Методика исследований.** Твердость почвы определяли пружинным твердомером с плоским клином длиной 5 см с нанесенными делениями через 1 см. На отметке 5 см поперечное сечение клина составляет 1 см<sup>2</sup>. После вдавливания в почву клина на глубину 5 см на шкале прибора берется отсчет в килограммах на сантиметр квадратный. Для получения достоверной информации перед измерением с поверхности почвы на площадке 25 × 25 см удалялась лесная подстилка и верхний 5-сантиметровый слой минеральной почвы. Таким образом, определялась твердость гумусового горизонта. После снятия показаний для гумусового горизонта каждая площадка углублялась с удалением гумусового горизонта и выравнивалась на глубине 15–20 см. На данной глубине проводился замер твердости подзолистого (А<sub>2</sub>) или подзолисто-иллювиального (А<sub>2</sub>В<sub>1</sub>) горизонтов. Площадки закладывались по волоку и на пасеке с учетом отсутствия валунчиков и корней. На каждой площадке измерения твердости проводилось 3 раза, а затем вычислялось среднее значение. На пробных площадях, заложенных в различных почвенных условиях и отличающихся видами работ, получали по 25–30 средних значений для каждой пробной площади.

Повреждение лесной подстилки и живого напочвенного покрова на волоке определялось путем закладки 10 площадок шириной 1 м через весь волок.

**Результаты исследований.** Анализ технического уровня современных трелевочных тракторов показывает, что использование на трелевке гусеничных машин по своим технико-экономическим показателям практически исчерпали возможности дальнейшего совершенствования их в конструктивном исполнении и не могут рассматриваться как перспективная база многооперационных машин.

Колесные тракторы имеют преимущества в скорости, улучшенное агрегатирование навесных орудий труда, уменьшают повреждаемость поверхностного слоя при единичных проходах по лесосеке. На основании ряда исследований для Республики Беларусь параметры колесных трелевочных машин, используемых на лесозаготовках и в качестве базы для создания форвардеров и харвестеров с учетом развития общего уровня тракторостроения приведены в табл. 1 [3].

В настоящий момент колесные лесные машины создаются на базе сельскохозяйственных тракторов с незначительными изменениями в ходовой части и трансмиссии. Такой путь создания лесных машин является наиболее простым и не требует больших капиталовложений в конструктивные доработки. Создание лесных агрегатных машин по модульному принципу является дорогостоящим мероприятием и сопряжено с рядом трудностей организационно-технического характера.

В лесном хозяйстве страны на трелевке в основном работают тракторы с канатно-чокерной оснасткой. На предприятиях отрасли тракторы МТЗ-80/82 переоборудуются и приспособляются минимально.

На гидравлическую навеску устанавливаются приспособления, позволяющие транспортировать поваленные деревья на более доступные места, где в дальнейшем производится их раскряжевка на сортименты необходимого размера. Такие операции выполняются на всех видах рубок. Такой способ заготовки древесины

имеет существенные недостатки. Поваленные деревья в густых насаждениях невозможно извлечь без повреждения рядом растущих, приходится расчищать отступы к поваленному дереву. Маневренность транспортного средства в таком случае ограничена, повреждаемость кустарниковой растительности и поверхностного слоя максимальна.

При работе трелевочных тракторов ТТР-401 на трелевке заготовленной древесины их использование на рубках различного назначения более расширенное благодаря канату лебедки и специальному трелевочному оборудованию. Заготовка древесины на рубках главного пользования производится по известным технологическим схемам с максимально возможным использованием скоростных факторов базового колесного трактора МТЗ-82. Необходимо учитывать эксплуатационные характеристики трелевочного оборудования и по возможности не производить его перегрузку. При этом трелевка древесины может осуществляться за комель или вершину. Эти способы оказывают различное влияние на сохранность подроста, изменение лесорастительной среды и стокорегулирующей роли леса.

Работа форвардеров на лесосеке связана со сбором сортиментов и их последующей вывозкой или перегрузкой на подвижной состав. Если погрузка сортиментов производится без сортровки, то форвардеры работают по специально подготовленным волокам, которые могут быть укреплены порубочными остатками. Количество проходов при такой схеме заготовки древесины в 2–3 раза меньше, чем в случае применения заготовки древесины с трелевкой ТТР-401. Применение шин низкого давления позволяет снизить удельное давление на грунт до величины 80–120 кПа, что приводит к сохранению растительного покрова и меньшему повреждению кустарниковой растительности.

По нашим данным наибольшие изменения возникают на лесосеках, где лесозаготовительные работы проводятся в бесснежный период. В местах движения трелевочного трактора меняется микрорельеф лесосеки, физические свойства почвы, а также интенсивность протекающих

Таблица 1

**Параметры колесных трелевочных машин в качестве базы для создания форвардеров и харвестеров в перспективе**

Показатели	Колесные массы с классом тяги, кН	
	14–20	30–50
Колесная формула	4 × 4	4 × 4
Масса, кг	4500	8000
Мощность, кВт	58–75	110–132
Номинальное тяговое усилие, кН	14–20	30–50
Диапазон скоростей, км/ч	3–30	3–35

в ней физико-химических и биологических процессов. Глубина и скорость изменения, происходящих на поверхности лесосеки, определяется видом почв и количеством проходов колесного трактора. На подзолистых средних и легкосуглинистых почвах при движении колесного трактора ТТР-401 по трелевочному волоку через 12–16 рейсов образуется новый горизонт, который условно можно назвать смешанным, где создаются благоприятные условия для появления и роста древесных пород. По мере увеличения числа проходов по волоку происходит углубление и волокнистые структуры приобретают корытообразную форму. При 16–20 рейсах трактора ТТР-401 с объемом пачки  $1,2 \text{ м}^3$  волок на этих почвах имеет глубину 6–10 см, а в отдельных местах – до 14 см при общей ширине 2,8–3,4 м. Боковая часть волока в этом случае обычно возвышается на 4–5 см выше уровня лесосеки. На подзолистых супесчаных почвах смешанный горизонт образуется после 8–10 проходов трактора. Через 12–15 рейсов волок имеет глубину 7–10 см и ширину до 3,5 м.

Проход машин вызывает уплотнение на дне колеи, а также механические повреждения поверхностных корневых систем, что приводит к снижению роста деревьев из-за повреждаемости мелких корней. Особенно эти негативные явления проявляются в весенне-летний период, когда начинается интенсивное сокодвижение.

Механизм воздействия различных лесных машин на почву значительно сложнее, чем обычной техники. Как показывают исследования [4], это объясняется сложными условиями работы лесных машин, которые вызывают резкие изменения нагрузок действующих как в узлах технологического оборудования, так и непосредственно на почву. В процессе работы колебания корпуса лесных машин, возникающие при их движении по неровной поверхности лесосеки, приводит к дополнительному увеличению давления на почву и изменению поля напряжения в толще грунта. При этом переуплотнение почвы происходит не только в верхних слоях, но и на глубине.

На территории Бельничского лесхоза нами проанализировано изменение твердости почвы при проведении проходной рубки и прореживания. Прореживание проведено в 2005 г. в сосняке черничном, произрастающем на дерново-подзолистой временно избыточно увлажняемой рыхлосупесчаной почве. Состав насаждения – 10С, возраст – 40 лет. Волоки длиной 100 м расположены через 40 м. Трелевка осуществлялась трактором МТЗ-82 с канатно-чокерной оснасткой в летний период. Через год после проведения рубки твердость почвы на волоке превышала показатели пасеки на 10–14% [1]. На территории Барановичского лесхоза пробные площа-

ди закладывались в сосновых насаждениях в возрасте от 35 до 50 лет, в которых проводились прореживания и проходные рубки.

В первом случае рубки ухода проводились по следующей схеме: валка деревьев проводилась бензопилой «Хускварна»; обрезка сучьев и раскряжевка на сортименты длиной 6 м проводилась на полупасеке бензопилой «Хускварна»; окучивание сортиментов вдоль трелевочного волока вручную; трелевка на верхний склад; вывозка заготовленных сортиментов автомобилем «Урал», оборудованном гидроманипулятором; измельчение и равномерное разбрасывание порубочных остатков на перегнивание проводилось вручную.

Технологические коридоры пробивались через каждые 20 м и выходили на лесную дорогу, по которой вывозились сортименты потребителю.

На пробной площади (рубка 2006 г.) было обследовано 247 деревьев сосны, оставленных для дальнейшего выращивания. На части деревьев отмечены механические повреждения, расположенные в основном на высоте от 30 до 125 см, эти деревья расположены большей частью вблизи волока. В местах складирования сортиментов в кучи, из которых производилась погрузка сортиментов на автомобили «Урал». Обнаружены повреждения на высотах от 116 до 305 см, что вызвано стрелой манипулятора. Повреждения сводятся в основном к обдирам коры, и лишь незначительная часть деревьев имеет повреждения ствола.

На полупасеках, технологических коридорах и в местах расположения погрузочных площадок производилось измерение твердости верхнего гумусового горизонта почвы в 150 точках, равномерно расположенных на пробной площади. Твердость гумусового горизонта почвы на полупасеках составила  $(7 \pm 2) \text{ кгс/см}^2$ , в то время как в контрольном насаждении она составила  $(4 \pm 1) \text{ кгс/см}^2$ . В местах складирования сортиментов твердость гумусового горизонта составила  $(10 \pm 3) \text{ кгс/см}^2$ , на волоках –  $(23 \pm 5) \text{ кгс/см}^2$ . Таким образом, можно отметить, что в процессе проведения рубки ухода происходит механическое уплотнение почвы на выделе (табл. 2).

Изучение повреждения напочвенного покрова показало, что на колеях технологических коридоров, ширина которых составила  $(70 \pm 8) \text{ см}$ , отмечено полное его сдирание. В местах складирования сортиментов покров уничтожен на  $(53 \pm 15)\%$ , на полупасеках отмечено незначительное его повреждение, которое составило 3% от покрова пробной площади.

Процесс восстановления насаждения после проведения рубки изучался нами на заложенной пробной площади в сосняке мшистом, в котором рубка ухода проводилась в 2002 г.

Изменение твердости гумусового горизонта почвы на объектах

Тип леса	Возраст, лет	Год проведения рубки	Твердость гумусового горизонта, кгс/см <sup>2</sup>		
			полупасака	место окучивания сортиментов	волоки
С. мш.	46	2006	7±2	10±3	23±5
С. мш.	35	2002	6±2	7±3	25±3
С. мш.	50	2006	6±3	8±2	14±4

Технологическая схема проведения рубки, последовательность выполнения операций и используемые механизмы были те же, что и в предыдущем случае. Количество поврежденных деревьев составило 6,5% от общего их количества, характер повреждений не изменился.

Твердость гумусового горизонта на полупасаках составила (6±2) кгс/см<sup>2</sup>, в местах, где находились кучи сортиментов, твердость гумусового горизонта – (7±3) кгс/см<sup>2</sup>, на технологических коридорах в колеях твердость гумусового горизонта – (25±3) кгс/см<sup>2</sup>. Центральная часть колеи даже спустя 4 года не была освоена растениями, лишь по краю наметилось зарастание колеи овсяницей овечьей. В местах окучивания сортиментов в напочвенном покрове доминирует овсяница, местами встречается крапива двудомная, малина лесная и сизая, а также иван-чай узколистый. Эти растения являются экологически подвижными, их появление в напочвенном покрове связано с механическим повреждением почвы при окучивании и сборе сортиментов. Центральная часть волока не зарастает, так как твердость почвы очень высокая для проникновения корней растений.

Порубочные остатки после проведения рубки измельчались и равномерно разбрасывались по полупасакам, в настоящий момент сохранились лишь крупные части, которые практически полностью закрыты мхом и травянистыми растениями.

Применение форвардеров привело к тому, что повреждаемость оставшихся деревьев снизилась до 3,3%, твердость почвы на трелевочных волоках составила (14±4) кгс/см<sup>2</sup>, что значительно ниже, чем при использовании на вывозке автомобилей «Урал», оборудованных гидроманипуляторами. Меньшая твердость почвы связана с большей площадью поперечного сечения колес форвардера, а также увеличенным количеством осей.

В связи с наличием верхнего склада сортименты не оставались длительное время на полупасаке, поэтому твердость почвы в местах их складирования ниже, чем на участке, где вывозка сортиментов проводилась автомобилем «Урал».

Удобное рабочее место форвардера способствовало более четкой работе оператора, что в конечном итоге отразилось на снижении повреждения оставшихся деревьев.

**Выводы.** Полученные результаты показывают, что уплотнение почвы при проведении рубок зависит от свойств почв, типа применяемых механизмов, среднего объема хлыста или сортиментов, длины волока и расстояния между ними.

Применение на трелевке тракторов ТТР-401 приводит к образованию корытообразных волоков через 12–15 рейсов. Углубления имеют глубину 7–10 см.

Влажные или слабые лесные почвы деформируются, потому что лесные машины на них образуют глубокую колею, из-за чего корни деревьев и растений разрываются.

Воздействие машин на почву уплотняет ее поверхностные слои, изменяет строение почвы и живого напочвенного покрова, вследствие чего изменяется водно-воздушный режим, нарушается функционирование корневых систем растений (твердость почвы на волоке на 48–70% превышает данные пасаки).

Достичь безопасного для растений и лесной почвы негативного воздействия можно при использовании на лесосеках форвардеров, которые приводят к снижению в 2 раза повреждаемости оставшихся деревьев и уплотнению почвы на волоках.

### Литература

1. Климчик, Г. Я. Трансформация и восстановление почвы сосняков, пройденных рубками / Г. Я. Климчик, И. В. Соколовский // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. – 2007. – Вып. XV. – С. 113–117.
2. Прогнозирование осадки и плотности лесной почвы после прохода гусеничных машин / В. А. Ермичев и др. // Лесной журнал. – Архангельск: АГТУ, 2006. – № 2. – С. 48–52.
3. Жуков, А. В. Теория лесных машин / А. В. Жуков. – Минск: БГТУ, 2001. – 630 с.
4. Лобанов, В. Н. Динамика взаимодействия гусеничных лесных машин со слабым лесным грунтом / В. Н. Лобанов // Лесной журнал. – Архангельск: АГТУ, 2006. – № 2. – С. 55–59.