

634.95
Д-13

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ БССР

V

Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова

На правах рукописи

В. С. ДАВИДЕНКО

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
И РАЗРАБОТКА МАШИНЫ
ДЛЯ ПОСАДКИ ЛЕСА
НА НЕРАСКОРЧЕВАННЫХ
ВЫРУБКАХ**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

БИБЛИОТЕКА БТИ
ИМЕНИ С. М. КИРОВА

Минск, 1966 г.

Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова

На правах рукописи

В. С. ДАВИДЕНКО

1794/3 ар.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
И РАЗРАБОТКА МАШИНЫ
ДЛЯ ПОСАДКИ ЛЕСА
НА НЕРАСКОРЧЕВАННЫХ
ВЫРУБКАХ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Минск, 1966 г.

Работа выполнена в Белорусском научно-исследовательском институте лесного хозяйства в течение 1958—1963 г. г.

Защита диссертации состоится в Белорусском технологическом институте 25 января 1967 года.

Официальными оппонентами выступают:

1. Доктор сельскохозяйственных наук, проф. И. М. Зима.
2. Кандидат технических наук А. М. Комиссаров.

Просим отзывы по автореферату в двух экземплярах с заверенными подписями присылать по адресу: г. Минск, улица Свердлова, 13, Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова, Ученому секретарю.

Автореферат разослан 23.XII.66.
У. секретарь А. М. Комиссаров

Исторические решения, принятые XXIII съездом КПСС, направлены на дальнейшее повышение технического прогресса во всех областях народного хозяйства страны. Повышение эффективности производства за счет совершенствования технологии и внедрения новой техники является важнейшей задачей в области ускорения технического прогресса.

В послевоенные годы перед лесным хозяйством была поставлена задача — обеспечить воспроизводство леса хозяйственно ценными лесными породами на вырубках. Проведение лесовосстановительных работ на обширных площадях потребовало привлечение большого количества рабочих, затрат ручного труда и средств. К 1958 году, когда начинались исследования по данной теме, уровень оснащения лесного хозяйства машинами для производства лесных культур был недостаточен.

Лесные машины приходится эксплуатировать в тяжелых условиях непосредственно после рубки леса, на площадях с неровным рельефом, где имеются пни, порубочные остатки и различный растительный покров. В связи с этим многие исследователи считали, что для внедрения комплексной механизации работ необходима раскорчевка вырубок. Вместе с тем способ создания лесных культур на раскорчеванных площадях не обеспечивает лучшие условия для роста растений, особенно на слабогумусированных песчаных подзолистых почвах. При раскорчевке значительная часть гумуса удаляется с лесосеки вместе с пнями. Образовавшиеся ямы после извлечения пней засыпаются этим же поверхностным слоем почвы при вычесывании корней и планировке участка. Ввиду того, что этот способ требует значительных материально-денежных затрат, наличия большого разнообразия машин и тракторов, в лесном хозяйстве он широкого распространения не получил.

По этой причине в лесхозах производство лесных культур на вырубках осуществляли следующим, наиболее распространенным способом: конным плугом приготавливались борозды шириной около 30 см, в которые осуществлялась посадка сеянцев под меч. Уход за этими культурами производился мотыгами. Этот способ весьма трудоемкий и дорогой, так как базируется на ручном труде, но все же экономически выгоднее механизированного, потому что исключает ряд подготовительных мероприятий. Кроме того, несовершенство конструкций лесопосадочных машин затрудняло применение их даже на раскорчеванных площадях из-за плохого качества производимых ими посадочных работ.

Теория конструирования сошников, посадочных аппаратов и заделывающих рабочих органов лесопосадочных машин, рассчитанных для работы на вырубках, и методы их проектирования разработаны еще недостаточно.

В отечественной технической литературе имеется довольно обширный экспериментальный материал по изучению процесса лобового резания грунтов (В. П. Горячкин, А. Н. Зеленин, А. Д. Далин, Г. Н. Синеоков и др.). Но на вырубке будут действовать на сошник силы сопротивления двоякого рода: сопротивление почвы, как однородной грунтовой среды (P_1), и сопротивление, оказываемое корнями и пнями (P_2).

Если первая составляющая P_1 для данной категории почв при установившемся движении агрегата будет постоянной, то сопротивление P_2 при перерезании корней и преодолении пней на некотором участке пути S будет возрастать от нуля до некоторого предела.

Экспериментальные исследования (Лазарев М. С., Вагин А. Т. и др.) показали, что процесс резания свежесрубленной древесины, хотя и подчиняется этим общим законам, но имеет свои особенности. Установлено, что при торцовом перерезании ножом (клином) образцов древесины усилие перерезания зависит от размеров образца, угла заточки ножа, толщины лезвия и физико-механических свойств древесины. С увеличением ширины ножа возрастает глубина распространения упругих сил, препятствующих растяжению волокон и затрудняющих проникновение ножа в древесину.

Если нож установлен под некоторым углом, возникает вертикальная составляющая силы резания, направленная соответственно вверх или вниз. В связи с этим на нераскорчеван-

ных вырубках могут возникать частичные или полные выглубления сошника из почвы при преодолении корней древесной растительности и пней, что неизбежно приведет к посадкам семян с обнаженной корневой системой. Следовательно, сошник машины должен устойчиво работать в почве, как в сплошной грунтовой среде, и удовлетворительно преодолевать пни, не заклиниваясь в древесине их. Последнее очень важно для работы машины, так как возникающие динамические нагрузки при движении агрегата на вырубке приводят к поломкам рабочих органов и снижают общую эксплуатационную надежность лесопосадочной машины.

В СССР механизация посадок леса началась в годы первой пятилетки, когда была разработана лесопосадочная машина ЛП-1. С этого времени конструирование лесопосадочных машин как у нас в СССР, так и за рубежом, шло в направлении создания конструкций для использования их на чистых от пней участках со вспаханной почвой (СЛЧ-1, СЛН-1, РФ1-3Ф, А-821, Manhardt, Smallford и др.).

Диссертационная работа посвящена исследованию процессов механизированной посадки леса на нераскорчеванных вырубках, обоснованию основных параметров лесопосадочной машины, созданию конструкции лесопосадочной машины ЛМД-1 и разработке технологии посадочных работ в этих условиях.

Диссертация состоит из двух частей: первая — исследовательского характера, имеет семь глав, а вторая — содержит практические результаты исследований, внедренных в производство. Объем первой части диссертации: 120 страниц машинописного текста, 26 таблиц и графиков, 22 схемы и 8 фотографий. Объем второй части — 122 страницы машинописного текста с поясняющими схемами и рисунками.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРОХОДИМОСТИ ЛЕСОПОСАДОЧНОЙ МАШИНЫ НА ВЫРУБКАХ

При лесовосстановлении на площадях, вышедших из-под леса, одним из наиболее трудоемких процессов в общем комплексе работ является посадка лесных культур. Сложность решения технологии производства работ в этих условиях об-

улавливается еще необходимостью наличия людей на лесопосадочной машине, которым должны быть созданы нормальные условия труда.

Для проведения исследований была изготовлена установка, на которой монтировались экспериментальные сошники, выполненные в виде пятигранных клиньев со следующими параметрами.

Т а б л и ц а 1

№№ п. п.	Наименование показателя	Един. изм.	Градации величин
1	2	3	4
1	Угол заточки, β	град.	10, 20, 30, 40
2	Угол вхождения, в почву, α	град.	40, 50, 70, 90, 110, 130, 140, 150
3	Толщина образца, b	мм	8, 10, 12, 14, 16, 30, 50, 70
4	Глубина вхождения образца в почву, h	.	100, 150, 200, 250, 300
5	Вес, действующий на сош- ник, Q	кг	400, 500, 600, 700, 800

Для получения данных экспериментальная установка была оборудована приборами, определяющими тяговое сопротивление лесопосадочной машины, стабильность хода сошника в почве и ее колебания.

Исследования проводились на вырубках в лесорастительных условиях A_1 , A_2 , B_2-3 с песчаными и супесчаными почвами. Количество пней на га колебалось в пределах 520—800. Высота их была не более $\frac{1}{3}$ диаметра. В каждом случае перед постановкой опыта измерялась плотность и определялась влажность почвы. Данные исследований подвергались математической обработке и их средние величины заносились в таблицу. Анализ полученного материала проводился путем сравнения различных величин, характеризующих отдельные параметры испытываемых рабочих органов, а также путем установления определенных графических зависимостей и визуального наблюдения за работой установки.

В результате проведенной работы было установлено, что сошники с острым углом вхождения хорошо заглубляются в почву, но имеют значительные недостатки, которые исключают возможность применения их на вырубках. При встрече с пнями такие сошники вклиниваются в древесину и неизбежно деформируются. Концы корней, разорванные сошником, выворачиваются на поверхность почвы. Корни травянистой растительности и порубочные остатки накапливаются на сошнике, вследствие чего образуется неправильный профиль посадочной щели, в которую производить высадку растений затруднительно.

Сошники с тупым углом вхождения в почву, в отличие от указанных выше, способны преодолевать пни и корни. Чем больше угол вхождения, тем равномернее сопротивление, оказываемое пнями и корнями на агрегат. Но этот тип сошников имеет тот недостаток, что даже при действии значительного балластного груза не обеспечивает стабильность хода, вследствие чего глубина посадочной щели постоянно меняется.

Исследования показали, что на устойчивость хода сошника в почве основное влияние оказывает вертикальная составляющая усилия резания почвы, зависящая от угла вхождения его в почву. Проведенные опыты позволили предложить о целесообразности компенсации реакции почвы путем объединения двух видов сошников (с тупым и острым углом вхождения) в одну конструкцию. Рис. 1.

Особенностью сошника с так называемым двойным углом вхождения в почву (α и α_1) является отсутствие вертикальной составляющей при резании сплошной грунтовой среды и ее наличие при преодолении пней и корней. В первом случае сошник обладает хорошей устойчивостью хода и образует щель, равномерную по глубине, а во втором — сошник обладает способностью преодолевать пни и корни без заклинивания.

Для экспериментальной проверки этого типа сошников были изготовлены различные варианты их и испытаны на экспериментальной установке в условиях вырубок с песчаными, супесчаными и суглинистыми почвами.

На основании экспериментальных данных и расчетов были получены следующие рациональные параметры сошников (таблица 2), схема которых приведена на рисунке 1.

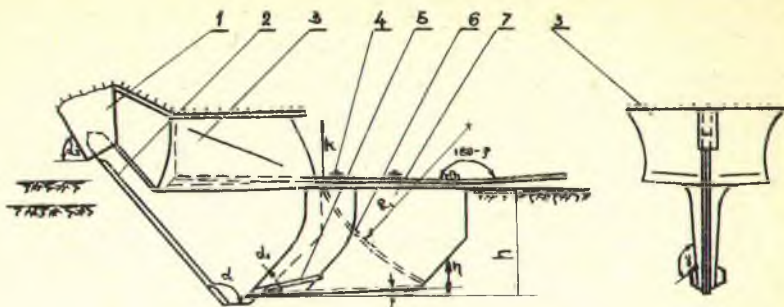


Рис. 1. Сошник.

1—Буферное устройство, 2—Ножевая плоскость, 3—Отвалы, 4—Места крепления сошника к раме, 5—Подрезающие ножи (рыхлители), 6—Распорная планка, 7—Расклинивающая плоскость сошника.

Таблица 2

Наименование параметров сошника	Усл. обозначения	Параметры сошников			
		допустимые	оптимальные	серийный ЛМД-1	универсальный ЛМД-1
1. Глубина вхождения сошника в почву, <i>см</i>	h	$15 \div 30$	$20 \div 25$	22	25
2. Ширина ножевой плоскости, <i>мм</i>	b	$10 \div 16$	$12 - 14$	12	12
3. Ширина сошника, <i>мм</i>	b_1	$40 \div 70$	50 ± 10	50	62
4. Угол вхождения ножевой плоскости, <i>град.</i>	α	$130 \div 150$	140 ± 5	143	137
5. Угол вхождения сошника в почву, <i>град.</i>	α_1	$40 \div 60$	50 ± 10	60	40
6. Угол заточки ножа, <i>град.</i>	β	$30 \div 35$	30	30	30
7. Угол заточки сошника, <i>град.</i>	β_1	$30 \div 60$	40 ± 5	60	36
8. Угол подъема опорной плоскости сошника, <i>град.</i>	ρ_c	0—12	5 ± 1	0	5
9. Угол наклона днища сошника к горизонту, <i>град.</i>	ω	$2 \div 6$	4 ± 1	3	3
10. Угол заднего скоса боковин сошника, <i>град.</i>	η	$45 \div 60$	$45 - 60$	45	45
11. Угол буферной пластины, <i>град.</i>	α_3	$45 \div 70$	$50 \div 60$	60	60
12. Длина сошника, <i>см</i>	l_c	Конструктивная величина		56	56

Продолжение таблицы 2

Наименование параметров сошника	Усл. обо- значения	Параметры сошников			
		допусти- мые	опти- маль- ные	серий- ный ЛМД-1	универ- сальный ЛМД-1
Параметры подрезающих ножей (5)					
1. Угол заострения и заточки но- жей, град.	β_2	20 ÷ 30	30	30	30
2. Ширина ножа, мм	b_2	30 ÷ 60	30—50	30	50
3. Угол наклона ножа к плоскости сошника, град.	γ	120 ÷ 125	125	125	125
4. Угол вхождения, град.	α_2	10 ÷ 15	12 ± 2	10	14
5. Длина ножа, см	l_{II}	$\frac{1}{2} \pm \frac{1}{2}$ длины сошника		26	21

Исследования показали, что сошники с двойным углом вхождения в почву обладают достаточной стабильностью хода в почве и удовлетворительно преодолевают корни и пни. При преодолении сошником толстых корней и пней наблюдается некоторый отрезок посадочного пути в выглубленном состоянии, когда удовлетворительная высадка семян машинной не производится. Этот процесс закономерен и обусловлен наличием препятствий, встречающихся по ходу машины. Если на чистых от пней площадях сошник заглубляется только в начале и конце участка, то на вырубках общая суммарная длина пути в выглубленном состоянии имеет большое значение, так как увеличивается количество невысаженных растений.

АГРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ПОСАДОЧНЫХ РАБОТ НА ВЫРУБКЕ

Характерной особенностью, препятствующей применению посадочных механизмов на вырубках, является наличие в верхнем горизонте почвы (0—25 см) корней разной толщины, а также присутствие пней. Если количество пней на лесосеке невелико, то даже при хаотическом их расположении отдельные пни в принципе можно обойти или принудительно выглубить перед ними машину. В отношении же корней это сделать

невозможно, так как они находятся в почве и скрыты от наблюдения. (Практически же невозможно избежать столкновения машины и с пнями). В связи с этим возникают различные колебания машины, которые существенным образом влияют на качество производимых посадок.

Изучение сопротивлений корней древесных пород на разрыв в зависимости от их толщины показало, что это сопротивление одинаково для всех исследованных условий и имеет примерно прямолинейную зависимость.

При весе лесопосадочной машины около 600 кг и угле вхождения в почву сошника $\alpha = 140^\circ$ корни в диаметре до 4 см преодолеваются без какого-либо выглубления сошника из почвы.

Насыщенность корней в верхнем слое почвы (0—25 см) зависит от многих факторов. Установлено, что с увеличением количества пней на гектаре возрастает также наличие толстых корней в этом слое почвы. В некоторых условиях переплетение корней настолько велико, что заглубление сошника на глубину 25 см достичь невозможно. В этом случае сошник машины может устойчиво работать, если глубину посадочной щели уменьшить до некоторого предела.

Возникает вопрос: каким же образом целесообразно расположить корневую систему в мелкой посадочной щели?

В целях изучения наиболее приемлемых способов размещения корней сеянцев в почве для осуществления механизированной посадки леса на вырубках с большим количеством пней было изучено положение корней у растений (сосны и ели) 1—3-летнего возраста естественного возобновления.

В результате проведенных исследований было обнаружено, что на хорошо разрыхленных почвах корни сеянцев имеют более или менее прямолинейное вертикальное положение. На вырубках, где почва уплотнена и в ней встречаются различные включения, а также на влажных и тяжелых почвах корни имеют различные изгибы. Нашими наблюдениями в течение ряда лет установлено, что растения с изгибом корней не так страдают от выжимания, как без изгибов, так как неоднократно замораживание и оттаивание почвы в течение осенне-зимнего сезона ведет к обрыву корней. Это объясняется тем, что сеянцы с извилистой корневой системой более устойчивы за счет выпрямления изгиба корня. В этом случае напряжения на разрыв корней отсутствуют или незначительны.

Наблюдения показали, что наиболее приемлемой формой изгиба является отклонение окончаний корня от вертикали в горизонтальном направлении под углом не более 90°, что возможно осуществить при помощи механизмов.

С целью определения приемлемой глубины посадки для разных лесорастительных условий приготавливалась посадочная щель глубиной 5, 10, 15, 20 и 25 см. В эту щель производилась посадка семян сосны и ели. В вариантах опыта, где длина корней была более глубины посадочной щели, в одном случае производилась подрезка корней, а в другом — окончания корней изгибались вдоль ее дна. В таблице 3 приведены данные, характеризующие влияние изгиба и подрезки корней на приживаемость и рост однолетних семян сосны за два года.

Таблица 3

Тип лесорастительных условий	Глубина изгиба или подрезки корней, см	Посадки с изгибом корней			Посадки с подрезкой корней		
		сохранность, %	средняя вариационная высота сеянцев за 2 года M ± m	прирост по высоте, %	сохранность, %	средняя вариационная высота сеянцев за 2 года M ± m	прирост по высоте, %
1	2	3	4	5	6	7	8
A ₁	5	61	12,3 ± 0,43	75,7	Растения погибли		
	10	79	17,1 ± 0,48	144,3	10	9,6 ± 0,12	22,8
	15	83	16,7 ± 0,35	138,6	64	15,1 ± 0,45	115,7
	20	84	16,8 ± 0,32	140,0	85	16,3 ± 0,33	147,1
	25	85	16,7 ± 0,33	138,6	85	16,7 ± 0,33	138,6
	(контр)						
A ₂	5	90	20,9 ± 0,88	198,5	16	9,5 ± 0,16	35,7
	10	95	20,1 ± 0,78	187,1	50	11,6 ± 0,31	65,7
	15	95	17,4 ± 0,47	138,5	81	14,1 ± 0,41	101,4
	20	90	15,7 ± 0,46	124,3	87	15,2 ± 0,36	102,8
	25	94	15,7 ± 0,49	124,3	94	15,7 ± 0,49	124,3
	(контр)						
A ₃₋₄	5	92	18,8 ± 1,0	168,5	27	11,0 ± 0,31	57,1
	10	93	16,9 ± 0,69	141,4	58	11,8 ± 0,44	97,1
	15	95	14,4 ± 0,37	105,7	77	12,7 ± 0,37	95,7
	20	83	13,7 ± 0,25	95,7	72	13,9 ± 0,46	98,6
	25	76	13,2 ± 0,42	88,5	76	13,2 ± 0,42	88,5
	(контр)						
C ₃₋₄	5	97	23,6 ± 1,44	237,1	39	12,2 ± 0,27	74,3
	10	98	22,1 ± 1,15	215,7	74	13,4 ± 0,42	105,7
	15	90	19,2 ± 0,6	171,8	81	13,5 ± 0,24	114,3
	20	79	16,5 ± 0,38	135,7	75	15,1 ± 0,36	115,7
	25	62	14,6 ± 0,41	108,6	62	14,6 ± 0,41	108,6
	(контр)						

В итоге проведения опытов было установлено понижение сохранности культур до 61% в условиях бора лишайникового при изгибе корней сеянцев на глубине 5 см от поверхности почвы, что объясняется частичным выдуванием верхнего слоя почвы и резкими колебаниями его влажности. В условиях переувлажненных почв были замечены обрывы корней, которые произошли при выжимании растений морозом.

В результате наблюдений за ростом сеянцев как в естественных условиях, так и в условиях опыта, можно сделать следующие выводы:

1. Сам по себе факт изгиба корней сеянцев в горизонтальной плоскости под углом не свыше 90° не понижает приживаемости и роста культур.

2. При изгибе корней сеянцев на глубине 5 см наблюдается наилучший прирост, так как вся масса корней располагается в перегнойном гумусном горизонте почвы. Но производство машинной посадки с изгибом в этом горизонте нельзя считать приемлемым в связи с большими колебаниями влажности в данном слое почвы. Кроме этого, имеется опасность обнажения корневой системы в результате выдувания верхнего слоя почвы. Неприемлемость расположения изгиба в данном слое почвы обусловлена ещё неизбежными вертикальными колебаниями лесопосадочной машины, в результате которых обеспечить строго заданную глубину посадочной щели не представляется возможным.

3. Отклонение окончаний корней от вертикали у сеянцев можно производить на глубине 10 см и более. Целесообразно, чтобы при заделке корней почвой конструкция лесопосадочной машины обеспечивала бы обогащение гумусом дна посадочной борозды.

4. Изгиб корней на влажных и тяжёлых почвах предохраняет растения от обрыва их окончаний при выжимании сеянцев. Сохранность культур в этих условиях повышается.

5. Культуры сосны, созданные способом посадки с изгибом окончаний корней на глубине 5, 10 и 15 см, имеют лучшие сохранность и рост, чем аналогичные культуры, заложенные сеянцами с подрезанными корнями на такой же глубине. Это объясняется в основном тем, что растения с подрезанными корнями не успевают поглощать из почвы необходимое количество питательных веществ, в то время как растения, высажен-

ные с изгибом, имеют всю массу корней в перегнойном слое почвы.

Из проведенных исследований можно определить оптимальную глубину хода сошника в почве, учитывая стабильность его работы и успешность роста культур в каждом лесорастительных условиях.

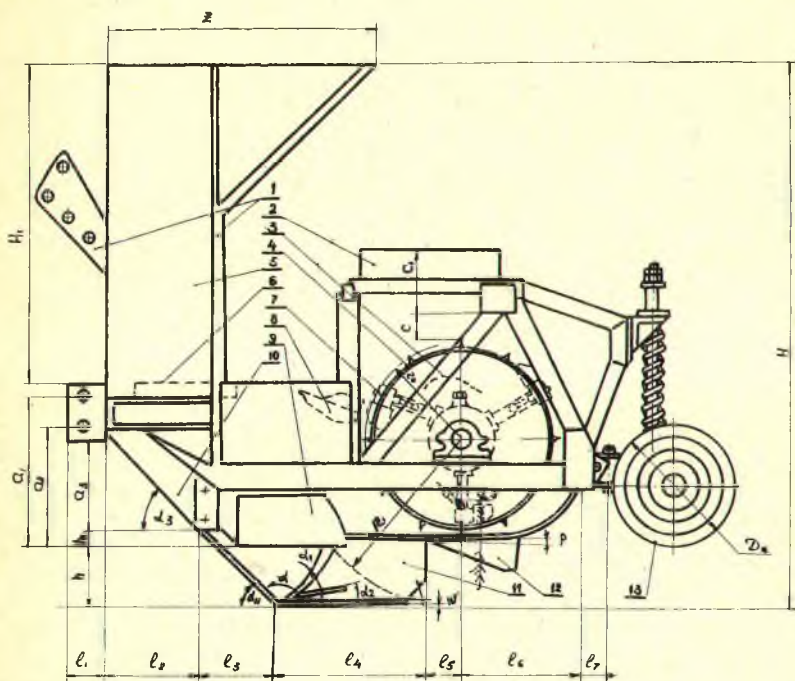


Рис. 2. Схема лесопосадочной машины ЛМД-1.

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| 1. Рама | 8. Приемник |
| 2. Ящики для семян | 9. Отвалы с защитным коробом |
| 3. Раскрыватели захватов | 10. Буферное устройство |
| 4. Приводные колеса | 11. Сошник |
| 5. Ограждение кабины | 12. Задельвающие клинья |
| 6. Сиденья | 13. Уплотняющие катки |
| 7. Посадочный аппарат | |

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЛЕСОПОСАДОЧНОЙ МАШИНЫ

К конструкции лесопосадочной машины, предназначенной для работы на нераскорчеванных вырубках, предъявляются повышенные требования по технике безопасности, ее эксплуатационной надежности и маневренности. При обосновании конструкции лесопосадочной машины решались следующие основные вопросы:

1. Разрешающая способность лобового преодоления машиной пней и других препятствий, встречающихся на вырубках.

2. Обеспечение техники безопасности производства работ.

3. Получение высокого качества посадочных работ (в пределах агротехнических требований).

4. Обеспечение высокой производительности и экономичности применения машины на вырубках.

Установлено, что проходимость лесопосадочной машины на вырубках зависит от правильно выбранной формы сошника и его рациональных параметров. Существенное значение при этом имеет ширина режущей плоскости сошника (b), которая определяется следующей эмпирической зависимостью:

$$b=0,1 \operatorname{htg} \alpha_n Q, \text{ мм}, \quad (1)$$

где Q — вес машины в тоннах.

При эксплуатации лесопосадочных машин на нераскорчеванных вырубках существенное значение приобретают условия труда и техника безопасности. Было установлено, что величина толчка, ощущаемого рабочими, зависит также от расстояния их сидений до места крепления навески к трактору. Чем дальше расположены рабочие от этой точки, тем больше ощущаются толчки. В этой связи расположение сажальщиков сзади посадочного аппарата, как это имеет обычно место на лесопосадочных машинах, оказалось неприемлемым. Кроме этого, расположение посадочного аппарата на подвижной раме прикатывающих катков создает угрозу повреждения рук захватами во время преодоления машиной пней. При расположении рабочих сзади посадочного аппарата наблюдались случаи загиба корней при посадке.

В конечном итоге оформление конструкции можно считать удачным, если машина обеспечивает высокую производитель-

ность и экономичность проводимых работ, что обосновывается рациональными параметрами ее основных элементов. (Рис. 2).

Расчетные габариты конструкции машины по ее длине складываются из всех найденных величин (l) и диаметра прикатывающих катков

$$L = \Sigma l + D_{\text{к}}. \quad (2)$$

Ширина машины ограничивается размером кабины. При ширине кабины 1200 мм достигается достаточное удобство рабочих для обслуживания машины. Для вписывания машины в борозду, подготовленную плугом ПКЛ-70, рама машины в нижней части сужена до 900 мм.

При преодолении машиной корней и пней наблюдаются так называемые «мелкие» посадки, когда корневая шейка приподнята над уровнем почвы, а верхняя часть корней обнажена. Такие колебания нельзя не учитывать при выборе схемы и проектировании посадочного аппарата.

При исследовании работы роторных посадочных аппаратов на вырубках было установлено, что максимальные вертикальные перемещения семян в период высадки их в почву (на отрезке посадочного пути S) имеют значения:

$$\Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 = r_0(1 - \cos \varphi_0) + 2h_2 + \frac{h}{5}, \quad (3)$$

где: h — номинальная глубина вхождения сошника в почву;

Δh_1 — зависит от радиуса посадочного аппарата;

h_2 — расстояние нижней кромки захватов от поверхности почвы. Изменение этой величины при работе машины может быть в пределах $\Delta h_2 = h_2 \pm h_2$.

В случае, когда установочная величина h_2 занижена, захваты попадают в почву и забиваются землей.

При вертикальных колебаниях лесопосадочной машины в условиях вырубок накладывается еще составляющая Δh_3 , значение которой зависит от конструкции сошника машины и системы подвески посадочного аппарата.

Экспериментально установлено, что качественная посадка может быть получена, когда сошник машины работает при номинальном погружении в почву ($\Delta h_3 = 0$) или при некотором выглублении, но не более 20% от первоначального уровня ($\Delta h_3 = \frac{h}{5}$). Эта величина лимитируется агротехни-

ческими условиями, оговаривающими допустимые отклонения по глубине посадки семян.

Если проанализировать формулу (3), можно увидеть, что значение первого члена формулы Δh_1 будет меньше, чем больше радиус посадочного аппарата. Но увеличение радиуса посадочного аппарата r_0 нежелательно, так как это ведет к увеличению габаритов, что в свою очередь увеличивает встречаемость машины с препятствиями, т. е. соответственно увеличится также и величина колебаний h_3 .

Если в схеме конструкции машины ликвидировать промежуточную трансмиссию между посадочным аппаратом и приводными колесами и соединить их на одном валу (рис. 2), то в этом случае диаметр посадочного аппарата должен соответствовать диаметру приводных колес. В производственной практике принят шаг посадки 50, 75, 100 см. При условии исполнения посадочных лап в виде телескопических подпружиненных звеньев диаметр приводных колес можно уменьшить на 70—80 мм по сравнению с диаметром посадочного аппарата.

За счет работы телескопического устройства осуществляется движение семени вдоль горизонта в период заделки корней почвой, причем вертикальная и горизонтальная составляющая скорости движения захвата равна нулю на отрезке пути S , т. е. $\Delta h_1 = 0$.

Второй член формулы Δh_2 — расстояние нижней кромки захватов от уровня почвы зависит от механического состава и влажности почвы и действия на эту почву заделывающих рабочих органов машины. Захваты должны устанавливаться на таком расстоянии от поверхности (h_2), при котором исключается попадание почвы в зажимные створки при наибольшем ее вспучивании.

Для уменьшения значения Δh_2 до 1 см была разработана система уплотнения почвы двумя клиновыми полуотвалами с ограничительными пластинами.

Если подставить полученные значения h_1 , h_2 и h_3 в формулу (3), то для телескопического посадочного аппарата максимальное значение отклонения по глубине посадки семян будет 6 см. По агротехническим же требованиям глубина заделки корневой шейки семян почвой должна быть в пределах 4 см. Практически разницу в этих значениях ком-

пенсируют за счет неполной подачи стебля семян в захваты посадочного аппарата, примерно на 2 см.

Проведенные работы позволили разработать новую принципиальную схему лесопосадочной машины, на которую выдано авторское свидетельство.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ ПОСАДКИ ЛЕСА НА НЕРАСКОРЧЕВАННЫХ ВЫРУБКАХ

Технология производства посадки леса на нераскорчеванных вырубках основывается на передовых методах труда с использованием новейшей техники, имеющейся в распоряжении хозяйства.

Базовой основой технологии производства лесных культур на вырубках с дренированными почвами являются следующие машины: плуг ПКЛ-70, лесопосадочная машина ЛМД-1 или СБН-1 и культиватор КЛБ-1,7.

Высокая производительность посадочных работ зависит от скорости движения агрегата. Оптимальная скорость будет достигнута тогда, когда лесопосадочная машина будет высаживать максимальное количество растений в единицу времени без снижения качества производимых посадок.

Анализ посадочных работ на нераскорчеванных вырубках показывает, что увеличение производительности возможно только:

- а) при дальнейшем увеличении скорости;
- б) за счет правильно выбранной схемы посадки.

Следует учесть, что на вырубках увеличение скорости неизбежно приводит к резким сотрясениям машины, создает ненормальные условия для производства работ и снижает их качество. На вырубках, имеющих более 600 пней на гектаре, увеличение скорости движения агрегата более 3,6 км/час является недопустимым.

Дальнейшее увеличение рабочей скорости возможно лишь только в том случае, когда будет ликвидирована вероятность встречи движущегося агрегата с препятствиями. В связи с этим, очевидно, следует считать целесообразным проведение рубок ухода за лесом таким образом, чтобы к моменту рубки главного пользования на вырубке оставшиеся пни не находились на пути движения агрегата. В этом случае скорость движения агрегата возможно будет увеличить примерно

вдвое, но при условии введения в конструкцию машины автоматических устройств, заменяющих труд рабочих-сажальщиков.

Лесопосадочную машину в работе обслуживают два сажальщика, которые попеременно подают сеянцы непосредственно в посадочный аппарат машины или на специальный столик. При данном шаге посадки (a) скорость движения агрегата (v) должна быть такой, при которой рабочий, подающий сеянец в посадочный аппарат, не ощущает физического перенапряжения. Практикой было установлено, что двое рабочих на машинах типа СЛН-1 могут высаживать сеянцы в количестве не более 50 шт. в одну минуту. Если скорость движения агрегата более допустимой, рабочие не успевают подавать сеянцы в посадочный аппарат.

Исследования процесса подачи сеянцев в аппарат машины показали, что это время можно разделить на два цикла:

а) время подачи сеянца на столик (T_1);

б) время придерживания этого сеянца руками на столике до момента захвата его посадочным аппаратом (T_2).

Соотношение времени T_1 и T_2 для существующих типов машин, по нашим исследованиям, находится в следующей зависимости:

$$T_2 = 0,6T_1 \quad (4)$$

Время придерживания сеянца руками T_2 является нерациональным. Оно может быть исключено только при введении в конструкцию машины специального приспособления, которое способно удерживать сеянец до момента захвата его вращающимся посадочным аппаратом. Если рабочие, работающие на лесопосадочных машинах, не оборудованных приемником, как уже упоминалось, успевают подавать сеянцы в аппарат машины в пределах 50 растений в одну минуту, то за это же время на машинах ЛМД-1, оборудованных приемником, ввиду использования сажальщиками времени T_2 , интансивность высадки растений в почву возрастает на 34—40%. Исходя из этого, оптимальная скорость движения агрегата определяется по формуле:

$$V = 0,06 am, \text{ км/час}, \quad (5)$$

где: a — шаг посадки, m

m — оптимальное количество высаживаемых растений машиной, $шт/мин.$

В связи с тем, что шаг посадки фактически выше устано-

вочного примерно на 10% из-за пробуксовки приводных колес, то целесообразно в шаг посадки ввести поправку — $a=1,1a_y$.

Для исследования рационального режима работы машины в зависимости от размера посадочного материала сеянцы были распределены по величине надземной части на следующие категории: I — от 4 до 8 см, II — от 8 до 12 см, III — от 12 до 16 см, IV — от 16 до 25 см.

Режим работы устанавливался путем практического замера количества высаживаемых растений в одну минуту по секундомеру с соответствующей корректировкой скорости движения путем регулировки подачи топлива двигателю трактора.

Критерием оценки работы машины на разных скоростях служил % пропусков в схеме посадки. Данные опыта выражены графически на рис. 3.

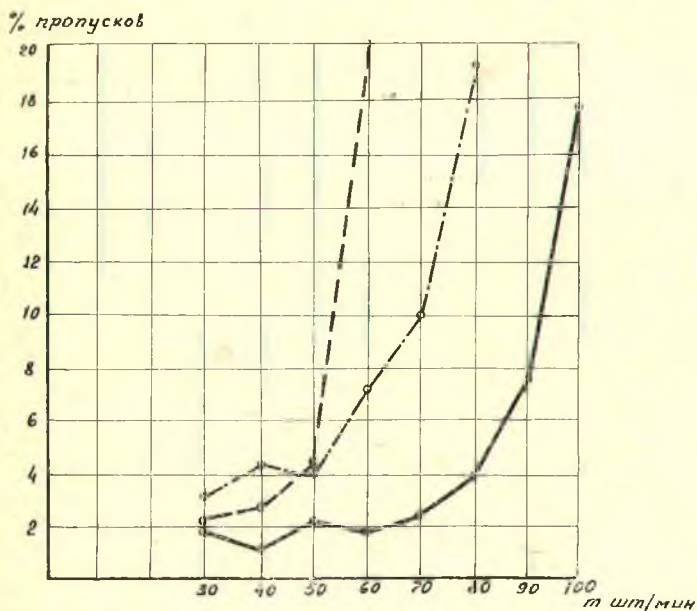


Рис. 3. Зависимость количества пропусков от интенсивности посадки.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- II и III категории величин сеянцев с приемником
- · — I и IV категории величин сеянцев с приемником
- · — II и III категории величин сеянцев без приемника

Как видно из графика, количество пропусков возрастает при увеличении интенсивности высадки семян более 50 (I, IV) — 80 (II, III) штук в одну минуту.

На нераскорчеванных вырубках при преодолении пней лесопосадочная машина неизбежно выглубляется. В этих случаях в схеме посадки также допускаются пропуски. Для сосновых вырубок процент пропусков (ρ_c) можно установить с некоторым приближением следующей эмпирической зависимостью:

$$\rho_c = \frac{n}{70}, \%, \quad (6)$$

где: n —количество пней на гектаре (свыше 12 см в диаметре).

Для еловых вырубок эта формула соответственно будет иметь значение:

$$\rho_e = \frac{n}{50}, \%. \quad (7)$$

Показатель ρ рассчитан для вырубок с небольшой степенью захламленности. Наличие порубочных остатков длиной более 1 метра, запас которых превышает 10—12 м³ на один гектар, увеличивает количество пропусков и не поддается определению расчетным путем.

Производительность лесопосадочной машины для работы на вырубке с учетом пропусков можно рассчитать по эмпирической формуле:

$$P_{см} = \frac{1000 Vtk}{a \left[N + \frac{N(\rho + \sigma)}{100} \right]}, \text{ га.} \quad (8)$$

где: $P_{см}$ — производительность машины за смену в гектарах;

V — оптимальная скорость движения агрегата, км/час;

k — общий коэффициент использования рабочего времени смены;

t — количество рабочих часов в смене;

a — шаг посадки в метрах;

N — расчетное число посадочных мест на га.

Если в формулу (8) подставить значение V (5), то производительность машины определится следующей зависимостью:

$$P_{\text{см}} = \frac{60 \text{ mtk}}{N + \frac{N(\rho + \sigma)}{100}}, \text{ га.} \quad (9)$$

Как видно из формулы, наибольшая производительность машины достигается за счет оптимальной интенсивности высадки семян в единицу времени (≈ 70 шт. в одну минуту). Снижение количества высаживаемых растений неизбежно также снизит производительность машины и уменьшит экономичность производства работ.

Для анализа экономичности производства работ посадочным агрегатом ниже приводим расчет затрат средств на га.

Таблица 4

ЛМД-1 с трактором ТДТ - 40М	Интенсивность высадки растений шт/мин.—п								Ручная по- садка под меч
	10	20	30	40	50	60	70	80	
Сумма затрат на 1 га, руб.	58,08	29,10	19,65	14,90	12,03	10,11	8,77	7,50	23,68

Если данные таблицы 4 выразить графической зависимостью, то можно установить, что при высадке семян в количестве 27 шт. в минуту стоимость механизированных работ и ручных одинакова. При высадке семян меньше этого количества наблюдается резкое увеличение стоимости работ. Так, при уменьшении интенсивности посадки на 50%, т. е. при высадке 12—13 шт. в минуту, механизированные посадки будут убыточны в два раза по сравнению с ручными.

Производительность машины зависит от многих факторов. Так, общий коэффициент использования рабочего времени смены k зависит от организации труда и длины рабочего гона на площади. При правильной организации работ этот коэффициент должен иметь значение от 0,65 до 0,75. Установлено, что наибольшие простои машины наблюдаются при пополнении ящиков посадочным материалом. По этой причине припопку семян следует производить в таких местах, чтобы исключить излишнюю потерю времени на его подноску. Кроме этого, чем длиннее участок, тем меньше расходуется времени на повороты, тем выше этот коэффициент.

Расстояние между рядами выбирается в зависимости от лесорастительных условий и наличия пней. Оно может быть от 2 до 4 метров.

В формуле 8 и 9 приведены показатели пропусков σ , которые зависят от крупности семян. Рабочим наиболее удобно высаживать посадочный материал, длина надземной части которых находится в пределах 8—16 см, так как мелкими сеянцами неудобно оперировать, а для посадки крупных растений рабочим приходится чаще отвлекаться для взятия их из ящиков машины. При скорости высадки семян (m) 50—80 шт. в одну минуту пропуски могут составлять около 2%.

Лесопосадочная машина должна эксплуатироваться в соответствии с агротребованиями. Особое внимание следует обращать на характеристику участков, намечаемых для работы без предварительной подготовки почвы, учитывая, что машина ЛМД-1 может одновременно с посадкой производить на песчаных и супесчаных почвах борозду шириной около 30 см (учитывать степень задернения и возможность последующего нарастания культур).

Посадочный материал должен соответствовать ГОСТу.

В результате работы машины площадь вырубki должна быть закультивирована таким образом, чтобы запланированное число посадочных мест было в пределах расчетных и агротехнических данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из главных вопросов в лесном хозяйстве является посадка леса на нераскорчеванных вырубках. При этом особое внимание заслуживает замена ручного труда механизированным способом. Это позволяет своевременно культивировать площади, вышедшие из-под рубки леса, хозяйственно ценными хвойными породами.

Основным звеном для выполнения посадочных работ на нераскорчеванных вырубках является лесопосадочная машина. В результате создания такой машины возникла новая технология производства посадочных работ при закультивировании нераскорчеванных площадей — технология рассчитанная на максимальную механизацию производственных процессов, на научную организацию труда и высокую эффективность производимых работ.

Теоретические и экспериментальные исследования позволили определить ряд новых положений, которые защищены авторскими свидетельствами как изобретения.

В конечном итоге проделанная работа дала следующие результаты:

а) разработана принципиальная схема лесопосадочной машины для применения ее на нераскорчеванных вырубках (защищена авторским свидетельством);

б) найдены рациональные параметры сошника. Обосновано его конструктивное решение;

в) найдена новая принципиальная схема посадочного аппарата. Обосновано его конструктивное решение;

г) разработан способ заделки корневой системы высаживаемых семян почвой за счет фигурных клиньев и прикатывающих катков машины;

д) разработан новый способ посадки лесных культур на вырубках с большим количеством пней (защищен авторским свидетельством);

е) разработаны агротехнические требования на производство механизированных посадочных работ на вырубках (одобрены Ученым Советом БелНИИЛХ и утверждены);

ж) разработано конструктивное оформление лесопосадочной машины ЛМД-1 (технический проект и рабочие чертежи);

з) изготовлен по рабочим чертежам автора опытный образец, который успешно прошел государственные испытания на Пушкинской МИС весной 1961 г. (протокол 8-61);

и) разработана технология производства посадочных работ лесопосадочной машиной ЛМД-1 на вырубках;

к) выведена формула для исчисления производительности лесопосадочной машины на вырубках с обоснованием неизбежных пропусков, возникающих при преодолении пней;

л) произведен экономический анализ работы лесопосадочной машины в зависимости от эксплуатационных показателей ее и количества высаживаемых растений в единицу времени;

м) разработаны практические рекомендации по налаживанию, эксплуатации и рациональному использованию серийных лесопосадочных машин ЛМД-1 в производственных условиях.

Разработанная конструкция лесопосадочной машины ЛМД-1 внедрена в серийное производство с начала II квартала 1964 года.

Материалы по диссертационной работе докладывались Научно-техническому Совету В/О «Союзсельхозтехника» в январе и апреле 1963 года. Кроме того, данные исследований рассматривались на научно-технических и производственных конференциях в Белорусском научно-исследовательском институте лесного хозяйства (в 1961, 1962, 1963 и 1964 г.г.).

Основные положения диссертации изложены в следующих печатных работах:

1. «Новая машина для посадки леса без подготовки почвы». Сборник научных трудов БелНИИЛХ, XII, 1961.

2. «О механизированной посадке сосны на вырубках». Сельхозгиз, 1962.

3. «Способ посадки семян лесных культур». Бюллетень изобретений № 16, 1961.

4. «Лесопосадочная машина». Бюллетень изобретений № 11, 1962.

5. «Лесопосадочная машина ЛМД-1», Механизация лесохозяйственных работ, издательство «Урожай», 1964.

6. Авторское свидетельство № 140631 от 9 августа 1961 года «Способ посадки семян лесных культур».

7. Авторское свидетельство № 147854 от 30 марта 1962 г. «Лесопосадочная машина».

АЗ 37668 Подписано к печати 13.XII-65 г. Формат 60×84¹/₁₆

Печ. л. 1,5. Зак. 7018 Тираж 300 экз. Бесплатно

Гомельская ф-ка „Полеспечать“ Комитета по печати
при Совете Министров БССР. Гомель, ул. Советская, 1.

1787/1 ар.