

РОЗДІЛ 2
ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 630*237.1

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИЗНОС ЛЕМЕХОВ ЛЕСНЫХ ПЛУГОВ

**Поздняков Е.В., аспирант, Малюков С.В., к.т.н., старший преподаватель
(ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия»)**

Проанализированы особенности условий работы лемехов лесных плугов. Выявлены факторы, оказывающие наибольшее воздействие на их долговечность.

Постановка проблемы. Условия работы почвообрабатывающих машин и орудий в лесном хозяйстве отличаются большим разнообразием, которое обуславливается зоной расположения лесохозяйственного предприятия и характером его деятельности.

Лесокультурные площади в большинстве своем характеризуются наличием пней, корней, порубочных остатков и камней в обрабатываемом слое почвы и на ее поверхности. Все это предъявляет повышенные требования к надежности этих машин и, в частности, к остроте лезвия плужных лемехов.

Основная часть. На степень перерезания корневой системы пней влияет характер развития корней и распределение их в обрабатываемом слое почвы, а также давность рубки. Корни сосновых пней перегнивают в течение 7...8 лет, а корни лиственных пород требуют для полного разложения более длительного времени.

В таблицах 1 и 2 приведены данные о распределении корней по диаметрам на различном расстоянии от центра лиственных и сосновых пней.

Таблица 1. Распределение корней по диаметрам на различном расстоянии от центра лиственных пней

Расстояние от пня, м	Количество перерезаемых корней диаметром						
	1,5-4,5 мм	4,5-7,5 мм	7,5-10,5 мм	10,5-13,5 мм	13,5-16,5 мм	16,5-19,5 мм	19,5-22,5 мм
1	253	240	236	149	99	59	36
2	550	329	153	66	20	6	-
3	654	254	85	16	6	-	-
4	370	111	26	2	-	-	-
5	232	23	-	-	-	-	-

Таблица 2. Распределение корней по диаметрам на различном расстоянии от центра сосновых пней

Расстояние от пня, м	Количество перерезаемых корней диаметром									
	1-3 мм	3-5 мм	5-7 мм	7-9 мм	9-11 мм	11-13 мм	13-15 мм	15-17 мм	17-19 мм	19-21 мм
1	122	153	123	84	50	34	26	21	12	4
2	133	139	89	54	27	22	9	6	1	-
3	102	53	22	11	7	4	-	-	-	-
4	25	8	3	-	-	-	-	-	-	-

Как видно из таблиц 1 и 2, с увеличением расстояния от центра пня уменьшается количество перерезаемых корней. Следовательно, с увеличением защитной зоны вокруг пня облегчаются условия работы почвообрабатывающих орудий.

Еще одной существенной особенностью условий эксплуатации почвообрабатывающих машин и орудий в лесном хозяйстве является то, что почвы лесной зоны содержат в своем составе твердые включения, вызывающие поломки деталей и их интенсивный износ [1].

В зависимости от размеров твердые частицы почвы подразделяют на мелкозем и каменистые включения (размеры частиц более 1 мм).

Мелкие частицы (мелкозем) почвы в зависимости от размеров подразделяются на песчаные, пылеватые и иловатые. Различными авторами был предложен ряд классификационных шкал, которые отличаются количеством и наименованием размерных фракций. Наиболее распространенной является классификационная шкала Н.А. Качинского (табл. 3).

Таблица 3. Классификационная шкала Н.А. Качинского

Наименование частиц	Диаметр частиц, мм	
Песок	крупный	3...1
	средний	1,0...0,25
	мелкий	0,25...0,05
Пыль	крупная	0,05...0,01
	средняя	0,01...0,005
	мелкая	0,005...0,001
Ил	меньше 0,001	

Песчаные частицы в большинстве случаев представляют обломки кварца, реже – слюды, полевого шпата и других минералов. В чистом виде эти частицы непластичны и нелипкие, водонепроницаемы, высота капиллярного поднятия воды в них незначительна, в воде не набухают, при высушивании не дают усадки. Форма

зерен может быть округлая и угловатая (горные пески).

Пылеватая фракция состоит из сильно измельченных минералов (обычно кварца и аморфной кремниевой кислоты) с формой частиц, близкой к сферической. Частицы этой фракции имеют незначительную водопроницаемость, большую высоту капиллярного поднятия воды, в воде набухают слабо или не набухают совсем, малопластичны и почти нелипки. В сухом состоянии фракция имеет большую плотность, во влажном обладает малой несущей способностью, легко размывается и сплывает.

Иловатые или глинистые частицы представляют наибольшую степень измельчения горной породы при ее выветривании и почвообразовании, они характеризуются сложностью минералогического состава. Глинистую фракцию образуют мельчайшие частицы, имеющие, главным образом, пластинчатую чешуеобразную форму. Пластинчатая форма и сильная измельченность обуславливают огромную удельную поверхность глинистых частиц и их способность связывать воду. Иловатые частицы практически водонепроницаемы, создаваемое ими капиллярное давление высокое, в воде сильно набухают, при высыхании дают большую усадку и сильно затвердевают, во влажном состоянии пластичны и липки [2].

Установлено, что интенсивность и величина абразивного износа определяются физико-механическими свойствами почв. Чем больше в почве содержится песчаных частиц размером 1,00...0,25 мм, тем больше абразивный износ металла; при этом большую роль играют наиболее твердые минералы – кварц, микротвердость которого выше лемешной стали и достигает 800...1100 кг/мм. Важную роль играет окатанность зерен кварца. Чем круглее зерна, тем меньше абразивный износ, чем неровнее – тем интенсивнее износ металла.

Большое значение имеет степень фиксации (закрепления) песчаных зерен в массе суглинистой или глинистой почвы. При прочной фиксации (в сухой почве), наблюдается наибольший износ металла. При оптимальной влажности почвы, обеспечивающей минимальное удельное сопротивление, износ также минимален в связи со слабой фиксацией песчаных зерен в почве. Увеличение плотности и твердости почвы ведет к увеличению абразивного износа металла, так как фиксация частиц при этом увеличивается [3].

В таблице 4 представлена классификация почв по шкале Н.А. Качинского [2].

Таблица 4. Классификация почв по механическому составу
(по Н.А. Качинскому)

Наименование почвы по механическому составу	Содержание в почве «физической глины», %	
	Подзолистые почвы лесной почвы	Почвы степной и полупустынной зон
Глина: тяжелая средняя и легкая	больше 80 80...50	больше 80 80...60

Суглинок:		
тяжелый	50...40	60...45
средний	40...30	45...30
легкий	30...20	30...20
Супесь	20...10	20...10
Песок		
связный	10...5	10...5
рыхлый	меньше 5	меньше 5

В супесчаных и песчаных почвах, где мало глинистых частиц, основную связующую и фиксирующую роль играет их влажность. Для этих почв имеется «порог» увлажнения, при котором они обладают максимальным абразивным износом. С уменьшением или увеличением влажности за пределами «порога» абразивный износ уменьшается.

Исследованиями установлено, что глинистые и суглинистые почвы обладают наименьшей изнашивающей способностью при 14...18 %-ной абсолютной влажности. С уменьшением влажности от указанного предела изнашивающая способность их увеличивается до определенного значения, после которого она резко уменьшается. Верхний предел влажности составляет 0,4 от значения верхнего предела пластичности. Супесчаные почвы обладают максимальным абразивным износом при абсолютной влажности 14 %. С увеличением или уменьшением влажности от указанного значения абразивный износ этих почв уменьшается. При абсолютной влажности 9...10 % абразивный износ этих почв минимальный [3].

Зависимость интенсивности изнашивания стальных лемехов от давления почвы при влажности, соответствующей максимальному износу в данной почве, определяется по формуле

$$\tau_{max} = kq, \quad (1)$$

где τ_{max} – максимальный износ;

k – коэффициент пропорциональности;

q – давление почвы [1].

Имеется наиболее общий критерий абразивного износа почв по содержанию в них «физического» песка (частицы размером больше 0,01 мм). В соответствии с критерием почвы делятся на три группы.

В первую группу входят почвы с малой изнашивающей способностью, содержащие до 80 % «физического» песка; во вторую – супесчаные и песчаные почвы со средним абразивным износом, содержащие от 80 до 95 % «физического» песка и незначительное количество каменистых включений; в третью включены почвы, содержащие от 95 до 100 % «физического» песка с большим количеством камней и обладающие большим абразивным износом [3].

Каменистые включения почв в зависимости от диаметра разделяют на

крупный песок – Ø 1...3 мм, мелкий хрящ – Ø 3...5 мм, крупный хрящ – Ø 5...10 мм, мелкий щебень – Ø 1...3 см, средний щебень – Ø 3...5 см, крупный щебень – Ø 5...10 см, камни – Ø 10 см и более.

Наличие в почве мелких и средних по величине камней, не способных вызвать поломку лемеха, существенно ускоряет износ и увеличивает степень затупления лезвия.

При наезде на камень возникают усилия, вызывающие местное разрушение (выкрашивание) и пластическую деформацию лезвия. Величина этих усилий возрастает с увеличением связности почвы и, особенно, размера камня, что выражается зависимостью

$$Q = \lambda q D^2, \quad (2)$$

где Q – величина усилий;

λ – коэффициент пропорциональности;

q – сопротивление почвы сжатию;

D – диаметр камня [2].

Максимальный абразивный износ лемехов для первой группы почв колеблется в пределах от 2 до 30 г/га, второй – около 100 г/га, третьей – до 260 г/га (граммов металла на 1 га пашни с 1 лемеха) [3].

Для определения среднего удельного весового износа стандартных лемехов до первого ремонта на почвах первой и второй групп применяется формула

$$U_{\text{ср}} = 2,0 e^{0,04K}, \quad (3)$$

где $U_{\text{ср}}$ – средний удельный износ лемеха, г/га;

e – постоянное число, $e = 2,71828$;

K – содержание в почве «физического» песка, %.

Если известен весовой критерий выбраковки и удельный износ, то необходимое количество лемехов для вспашки определенной площади земли можно рассчитать по формуле

$$N = \frac{U_{\text{ср}} S}{G}, \quad (4)$$

где N – потребное количество лемехов для вспашки площади 5 га почвы, шт.;

S – площадь пахоты, га;

G – весовой критерий выбраковки: для почв первой группы $G = 1500$ г, для почв второй группы $G = 2000$ г [4].

Вместе с тем, на износ рабочих органов лесных почвообрабатывающих машин оказывают воздействие и традиционные факторы, характерные для сельскохозяйственных площадей: скорость движения и форма рабочих органов, свойства материалов, из которых они изготовлены.

Износ лемеха в зависимости от скорости движения выражается уравнением

$$\tau_M = kv^n, \quad (5)$$

где τ_M – интенсивность изнашивания лемеха;

k и n – постоянные коэффициенты, зависящие от физико-механических свойств почвы;

v – скорость движения плуга [1].

Удельным сопротивлением (K_0) почв при пахоте называется сопротивление почвы в кг, приходящееся на 1 см^2 поперечного сечения поднимаемого плугом пласта почвы.

Удельное сопротивление – наиболее важная механическая характеристика почвы, знание которой позволяет определять необходимую прочность плуга. Это основной показатель при составлении норм выработки на тракторные работы, дающий возможность районировать распределение почвообрабатывающих машин и тракторов в зависимости от величины удельного сопротивления почв в различных почвенных зонах. Максимальные величины удельного сопротивления необходимы для расчета предохранителей плугов.

Удельное сопротивление почв определяется путем динамометрирования, когда между тракторным прицепом и плугом ставится динамограф с самописцем.

Рассчитывается удельное сопротивление с помощью формулы академика В.П. Горячкина

$$P = fG + K_1 ab + \varepsilon abV^2, \quad (6)$$

где fG – вредное сопротивление плуга;

f – коэффициент трения или коэффициент протаскивания плуга в расчищенной борозде;

G – вес плуга, кг;

$K_1 ab$ – полезное сопротивление резания и деформации пласта;

K_1 – коэффициент сопротивления почвы, $\text{кг}/\text{см}^2$;

a – глубина пахоты, см;

b – ширина захвата плуга, см;

εabV^2 – сопротивление отбрасыванию пласта в сторону;

ε – коэффициент пропорциональности;

ab – поперечное сечение пласта, см^2 ;

V – скорость движения плуга, м/с [4].

Выводы. Проведенный анализ особенностей работы лесных плугов выявил множество факторов, оказывающих значительное влияние на долговечность их основных узлов и деталей, особенно на ресурс рабочих органов (лемехов) и, следовательно, на срок службы машин в целом (фактический срок службы большинства лесохозяйственных машин – 2...4 года, при плановом 8 лет [1]). Поэтому необходимы дополнительные исследования и поиск решений, позволивших бы снизить воздействие этих факторов.

Список литературы

1. Винокуров, В.Н. Исследование, разработка и внедрение в производство замозатачивающихся рабочих органов почвообрабатывающих машин и орудий [Текст]: монография / В.Н. Винокуров. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. – 311 с.
2. Синеоков, Г.Н. Проектирование почвообрабатывающих машин [Текст] / Г.Н. Синеоков. – М.: Машиностроение, 1965. – 310 с.
3. Бартенев, И.М. изнашивающая способность почв и ее влияние на долговечность рабочих органов почвообрабатывающих машин [Текст] / И.М. Бартенев, Е.В. Поздняков // Лесотехнический журнал. – 2013. – №3. – С.114-123.
4. Бахтин, П.У. Физико-механические и технологические свойства почв [Текст] / П.У. Бахтин. – М.: «Знание», 1971. – 64 с.

Анотація

ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЗНОС ЛЕМЕШІВ ЛІСОВИХ ПЛУГІВ

Поздняков Є.В., Малуков С.В.

Проаналізовано особливості умов роботи лемешів лісових плугів. Виявлено фактори, що мають найбільший вплив на їх довговічність.

Abstract

FACTORS EFFECTING ON WEAR-OUT OF FOREST PLOUGHS SHARES

Pozdnyakov E.V., Malyukov S.V.

Specifics of working conditions of forest ploughs shares have been analyzed. Factors providing most effects on their durability are revealed.

Рецензент: д.т.н., професор Драпалюк М.В.