УДК 625.144.5

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЗМОВ КОРЧЕВАТЕЛЬНЫХ МАШИН МЕТОДОМ СРАВНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВ СААТИ

Бартенев И. М., Поздняков Е. В., Поздняков А. К., Шовков М. В.
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова»
E-mail: rc@icmail.ru

Лесовосстановление – это сложный, многооперационный технологический процесс, который включает в себя такие операции, как расчистку вырубок от порубочных остатков и пней, подготовку почвы, посадку и уход за лесными культурами. Наиболее энергоемкой и затратной операцией является удаление пней.

Однако, технологический процесс известных корчевателей (КМ-1, ОРВ-1,5, Д-513А и др.) имеет ряд существенных недостатков, к которым относятся высокая энергоемкость, низкая производительность, разрушение структуры и удаление до 60 % плодородного слоя почвы, повышение пожароопасности и создание условий для аккумуляции вредителей леса [1-5].

Это послужило поводом для создания технических средств (МУП-4, МПП-0,75, МДП-1,5 и др.), понижающих пни путем срезания, дробления, высверливания и фрезерования активными рабочими органами, которые снижают вредное воздействие на окружающую среду, более эффективно используют мощность двигателя трактора и производительней по сравнению с рычажными корчевателями. Как показывает имеющийся опыт, и исходя из агротехнически установленных глубин обработки почвы и посадки, пни необходимо удалять ниже поверхности земли на глубину до 15-20 см.

В этом случае значительно снижаются динамические нагрузки на рабочие органы машин, эксплуатируемых на вырубках и гарях, возрастают скорости поступательного движения агрегатов, создаются условия для полной механизации процесса лесовосстановления и повышения качества выполняемых работ. Поэтому для повышения эффективности работы всего комплекса лесокультурных машин на вырубках и гарях целесообразно пни очищать от почвы и удалять ее вокруг каждого пня, образуя площадку-углубление глубиной до 15-20 см и диаметром, достаточным для осуществления технологического процесса, например, дробления рабочим органом типа МУП-4 [1-10].

Обоснование выбора машины исходя из условий ее эксплуатации являет-

ся многокритериальной задачей. Поэтому для решения этой проблемы удобно выбрать три основных критерия: потребляемая мощность, время эксплуатации (длительность исправной работы) и минимизация вреда окружающей среде (экологичность). В качестве рассматриваемых альтернатив были выбраны: КМ-1, МДП-1 и МУП-4.

Для сравнения был использован метод многокритериального сравнения альтернатив Саати (метод аналитической иерархии (МАИ)). В основе метода лежит попарное сравнение критериев по степени важности, которое производиться по шкале словесных определений уровня важности, причем каждому определению ставится в соответствие число (табл. 1).

Таблица 1 – Шкала относительной важности

Уровень важности	Количественное значение
Равная важность	1
Умеренное превосходство	3
Существенное или сильное превосходство	5
Значительное (большое) превосходство	7
Очень большое превосходство	9

Затем подобным способом сравниваются по каждому критерию отдельно альтернативы. Для расчета коэффициентов важности элементов каждого иерархического уровня вычисляются компоненты собственных векторов матриц попарного сравнения по формуле:

$$\omega_i = \sqrt[k]{a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot a_{i3}}, где \quad k - ранг \quad матрицы, \tag{1}$$

a_{ij} – элементы i-ой строки матрицы (таблицы критериев), k = 1/3. Для расчета компонентов собственных векторов матриц попарного сравнения альтернатив по каждому критерию используется соотношение (1), с рангом 1/4 от произведения элементов i-й строки матрицы. Для нормирования обычно используют соотношение:

$$\omega_i^{jн} = \frac{\omega_i^j}{\sum_{j=1}^{k} \omega_i^j}, \tag{2}$$

где i – номер иерархического уровня, j – номер компоненты. Количественные индикаторы по которым осуществляется сравнение рассматриваемых альтернатив вычисляется из соотношения:

$$\omega_{i-вар} = \omega_{затр}^{Н} \cdot \omega_{i-вар}^{Н-затр} + \omega_{безоп}^{Н} \cdot \omega_{i-вар}^{Н-безоп} + \omega_{комф}^{Н} \cdot \omega_{i-вар}^{Н-комф}, \quad (3)$$

При оценке степени важности и сравнения альтернатив учитывались особенности рабочих органов сравниваемых машин. Например, тот факт, что технологический процесс известных корчевателей (КМ-1, ОРВ-1,5, Д-513А и др.) имеет ряд существенных недостатков, к которым относятся высокая энергоемкость, низкая производительность, разрушение структуры и удаление до 60 % плодородного слоя почвы, повышение пожароопасности и создание условий для аккумуляции вредителей леса [1-10].

К недостаткам МДП-1,5 следует отнести малую скорость поступательного движения и низкую производительность; обход пней, высота которых больше клиренса трактора; ширина захвата меньше ширины колеи трактора, что исключает сплошную обработку почвы и создание условий для размещения культур строго параллельными рядами с заданными междурядьями; большие энергетические и материальные затраты. Кроме того удаляемый пень должен иметь идеально круглую форму, иначе в результате контакта с частицами почвы фреза рабочего органа подвергается интенсивному износу [1-10].

Машина МУП-4 разработана с целью исключения трудоемкой операции по корчевке пней, особенно крупных, на свежих вырубках за счет понижения пней до уровня почвы срезанием и дроблением их надземной части. Расчистка вырубок от пней при помощи данного метода обеспечивает хорошую производительность лесокультурных агрегатов на повышенных скоростях и устраняет отдельные недостатки корчевальных машин (не образуются ямы, не удаляется плодородный слой почвы, не перегружается ходовая часть трактора).

Недостаток машины МУП-4 (как и других машин для удаления надземной части пней) заключается в том, что резание и дробление пней производится заподлицо с землей и несколько выше (до 5 см). Оставшаяся подземная часть пней препятствует выполнению всех технологических операций лесовосстановления и снижает их качество.

Основным препятствием понижения пней ниже поверхности почвы режущими элементами рабочих органов является ее интенсивный абразивный износ. Соответственно для уменьшения износа резцов необходимо удалить верхний слой почвы вокруг пня и очистить его от загрязнений.

Кроме того, данная операция позволит добиться увеличения энергетического сырья, получаемого в результате дробления и сбора щепы и являющегося,

в отличие от других традиционных видов топлива, возобновляемым и наиболее безопасным для окружающей среды. Удаление почвы вокруг пня, например, на глубину 15-20 см, в зависимости от породы древесины, будет способствовать увеличению сырья на 40-70 % [9, 10].

С помощью таблиц Microsoft Excel была составлена программа для расчета индикаторов КМ-1, МДП-1 и МУП-4. Результаты сравнения представлены на диаграмме (рис. 1).

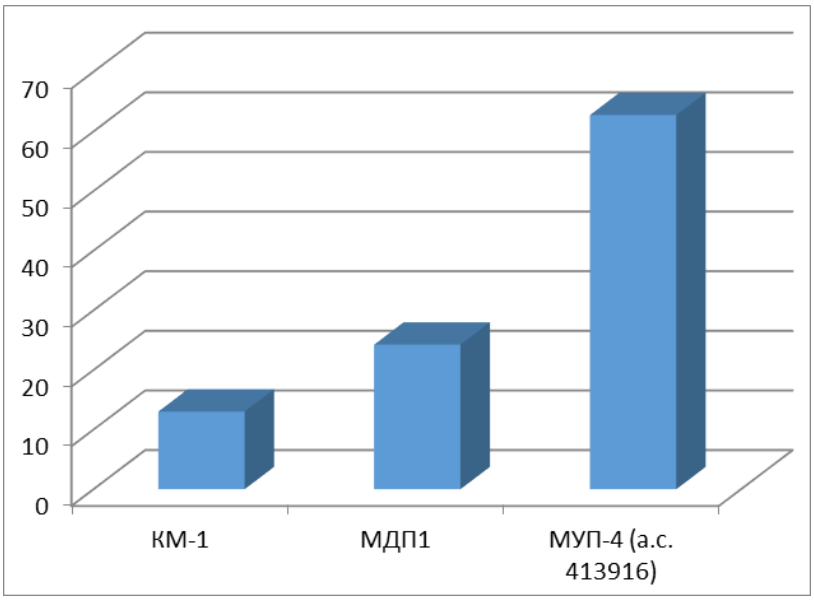

Рисунок 1 – Диаграмма сравнения КМ-1, МДП-1 и МУП-4

Используя метод Саати выяснили, что установка МУП-4 значительно превосходит свои аналоги по показателям экологичности, производительности, скорости выполнения операций. Это доказывает целесообразность существования и использования МУП-4 в операциях по понижению пней при проведении лесовосстановительных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Дегтярев, Ю. И. Методы оптимизации [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. И. Дегтярев. – М. : Сов. радио, 1980. – 272 с.

2 Драпалюк, М. В. Особенности удаления пней на вырубках в дубравах [Текст] / М. В. Драпалюк, И. М. Бартенев // Научный вестник. – ВГЛТА, 2009. – Вып. 2/7. – С. 183-186.

3 Системный анализ [Текст] : метод. указания / Н. С. Камалова, Н. Ю.

Евсикова, Н. Н. Матвеев ; М-во обр. и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2016. – 36 с.

4 Дусенов, М. К. Повышение эффективности сухой очистки корнеклубнеплодов путем обоснования параметров роторно-щеточного устройства [Текст] : дис. … канд. техн. наук / М. К. Дусенов. – Саратов, 2011. – 192 с.

5 Емельянова, И. М. Раундап эффективное средство для уничтожения растительности на мелиоративных объектах [Текст] / И. М. Емельянова, Н. А. Прокопович // Мелиорация и водное хозяйство. – 1999. – № 3. – С. 45-47.

6 Зарубежные машины для обработки почвы с одновременным извлечением древесных включений [Текст] : обз. инф. // Лесное хозяйство за рубежом. – 1984. – №15. – С. 1-6.

7 Застенский, Л. С. Справочник механизатора лесного хозяйства [Текст] / Л. С. Застенский. – Мн. : Ураджай, 1991. – 303 с.

8 Зима, И. М. Механизация лесохозяйственных работ [Текст] / И. М. Зима, Т. Т. Малюгин. – М. : Лесная промышленность, 1976. – 416 с.

9 Золотогоров, В. Г. Экономическое обоснование эффективности капитальных вложений и новой техники в лесной промышленности [Текст] : учеб. пособие / В. Г. Золотогоров. – Минск : Высш. шк., 1980. – 159 с.

10 Инженерные расчеты на ЭВМ [Текст] : справ. пособие / под ред. В. А. Троицкого. – Л. : Машиностроение, 1979. – 288 с.