

Э. И. Махлин

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЭКСТРАКЦИИ ДРЕВЕСНЫХ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ

Изучение процессов экстракции древесных корневых систем, протекающих при взаимодействии рабочих органов корчевальных агрегатов с двухкомпонентной средой (почва, древесная корневая система), сопряжено с большой и сложной экспериментальной работой, которая тем не менее крайне необходима для создания прогрессивных конструкций рабочих органов различного типа — активных и пассивных.

Создание таких рабочих органов, а также корчевальных агрегатов в целом, работающих на принципах разрушения обрабатываемой среды, требует решения вопросов, связанных с разработкой методики определения сил сопротивления экстракции древесных корневых систем.

Эти данные необходимы для определения оптимальных параметров и режимов работы корчевального агрегата. В литературе вопрос методики определения сопротивления экстракции древесной корневой системы освещен недостаточно, что является пробелом в теории и практике корчевки при выполнении подготовительных работ на трассах мелиоративных систем и лесных дорог и нуждается в дальнейшем изучении.

Решение основной части этого трудного вопроса и предлагается в данной работе, в частности в ней рассматривается определение составляющих сил сопротивления экстракции древесной корневой системы, размеров древесных пней, а также их перемещение во времени экстракции.

Силы сопротивления экстракции древесной корневой системы являются функцией от большой совокупности факторов (породы и возраста древостоя, времени рубки, глубины и способа распространения корневой системы, диаметра главного корня, физико-механических свойств и типа почвы, ее влажности, степени задерновости, внутренних напряжений древесины древостоя и др.), влияющих на характер проведения исследований и требующих

дифференцированного подхода в каждом отдельном случае при выборе главных и второстепенных факторов.

Для определения составляющих сил сопротивления экстракции (методом тензометрирования) необходимо выразить условия равновесия навесной корчевальной машины в продольно-вертикальной плоскости через уравнения проекций

$$\sum x = 0 \quad \text{и} \quad \sum z = 0,$$

где $\sum x$ — сумма проекций сил, действующих на навесную машину в горизонтальном направлении; $\sum z$ — сумма проекций сил, действующих в вертикальном направлении.

$$\sum x = S_x - F_{TP} - v_x - x_{сд} = 0; \quad (1)$$

$$\sum z = -S_z + N_H - v_z - G_H = 0. \quad (2)$$

Учитывая, что сила сопротивления сдвигу незначительна по величине (порядка 0,6—0,3 кн), пренебрегаем ею.

Переписываем составленные уравнения соответственно в следующем виде:

$$S_x = F_{TP} + v_x; \quad (3)$$

$$-S_z = v_z - N_H + G_H. \quad (4)$$

Прежде чем перейти к дальнейшему анализу, необходимо для ясности рассмотреть действие всех сил (реакций) в процессе экстракции древесной корневой системы.

При выполнении корчевальных работ на горизонтальном участке на фронтально-навесную корчевальную машину (рис. 1) действуют в продольно-вертикальной плоскости силы и реакции со стороны трактора в присоединительных шарнирах навесной машины корчевателя: вес навесной корчевальной машины G_H ; результирующая реакция $S_{рез}$ экстракции древесной корневой системы на рабочие органы и ее составляющие вдоль соответствующих осей координат; горизонтальная S_x и вертикальная S_z ; реакция N_H , нормальная к дневной поверхности почвы (она является результирующей всех нормальных реакций почвы) на опорном устройстве; сила трения опорной платформы

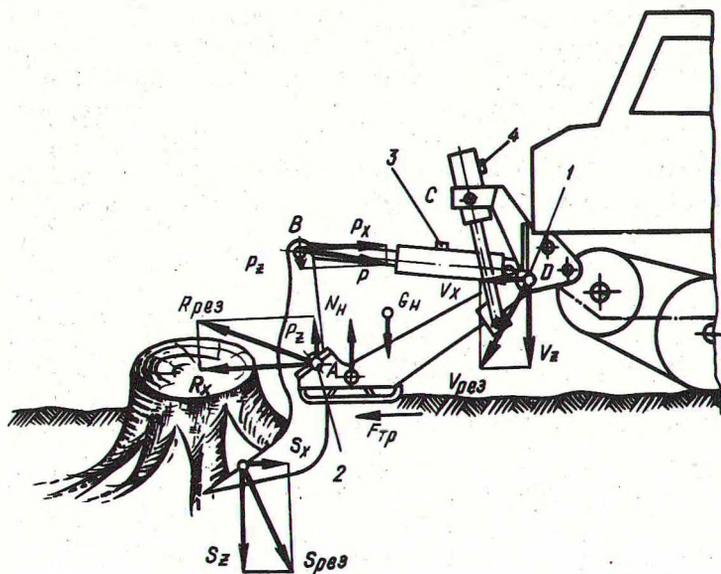


Рис. 1. Схема сил, действующих при экстракции древесной корневой системы, и расположение тензометрических балок и тензоманометров: 1, 2 — тензометрические балки; 3, 4 — тензоманометры.

о почву $F_{\text{тр}}$; силы сопротивления почвы сдвигу $\chi_{\text{сд}}$; реакция V в шарнире поворота рабочих органов и ее составляющие — горизонтальная V_x и вертикальная V_z ; реакция в нижних присоединительных шарнирах навесной машины со стороны трактора и ее составляющие — горизонтальная P_x и вертикальная P_z ; усилие P (на штоке), развиваемое гидроцилиндром поворота рабочего органа, и его составляющие — горизонтальная P_x и вертикальная P_z . Точки приложения упомянутых сил и реакций показаны на силовой схеме. Фронтально-навесная корчевальная машина шарнирно соединена с оловом трактора и снабжена опорной платформой (с гидравлическим приводом), на которой находится ось поворота рабочих органов. Продолжим анализ выведенных уравнений. В уравнении (3) неизвестные причины — силы S_x и $F_{\text{тр}}$.

Реакцию $S_{\text{рез}}$ экстракции древесной корневой системы на рабочие органы и ее составляющие определяем графо-аналитическим путем, если нам будут известны величины и направле-

ния усилия (на штоке), развиваемого гидроцилиндром рабочего органа, и реакция R в шарнире поворота рабочего органа.

Величины упомянутых сил и реакций определяются тензометрированием. Силу трения для данных лесных условий определяем исходя из условий равновесия силы трения алгебраической суммой горизонтальных составляющих сил экстракции и реакции в нижних присоединительных шарнирах навесной машины — уравнение (3)

$$F_{\text{тр}} = S_x - v_x \quad (5)$$

В уравнении (4) неизвестна реакция почвы N_H . Ее величину можно определить двумя способами:

1) переписывая уравнение (4) в следующем виде, получим

$$N_H = v_z + S_z + G_H \quad ; \quad (6)$$

2) определяем реакцию по условиям изменения плотности почвы под действием нагрузок по формуле

$$N_H = (\delta_2 - \delta_1) ab \quad , \quad (7)$$

где a — ширина нижней поверхности опорной платформы; b — длина нижней поверхности опорной платформы; δ_1 — средняя плотность почвы до приложения нагрузки; δ_2 — средняя плотность почвы после приложения нагрузки.

Плотность почвы определяем специальными тензометрическими мездозами.

Из полученных уравнений следует, что значения величин могут быть определены путем тензометрирования горизонтальных и вертикальных их составляющих, действующих в соответствующих шарнирах (А, Б, С, Д) навесной машины; усилие на штоке, развиваемое гидроцилиндрами, замеряем тензометрами, встроенными в гидроцилиндры.

Упомянутые тензометрические узлы представляют в основном двухопорную балку, работающую на изгиб. С ее помощью определяется результирующая сила, действующая перпендикулярно к плоскости, проходящей через ось в заданном направлении. Двухопорная балка имеет вид шарнирного пальца, в котором выфрезерованы равномерно расположенные по окружности 4 канавки для наклейки проволочных тензодатчиков сопротивления для измерения отдельных и суммарных нагрузок на пальцы в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Поперечное сечение главного корня не является правильным кругом, поэтому его диаметр определяем как среднюю арифметическую величину из двух измерений — наибольшего и наименьшего во взаимно перпендикулярных направлениях. Причем плоскость, проходящая через мерную скобу, должна быть перпендикулярна оси ствола пня.

Для измерения применяли мерную скобу. Предварительно место измерения очистили от мха и лишайника. Подпневые ямы измеряли мерной линейкой.

Действительные перемещения во времени древесной корневой системы при изучении процесса ее экстракции определяли при помощи универсального отметчика больших линейных перемещений.

Принцип работы отметчика следующий. При движении агрегата, или, что то же самое, древесного пня посредством специальных тяг перемещается ползун, а вместе с ним пружина-прерыватель через каждые 2 мм (шаг витка) касается (чувствительного элемента) очередного витка провода на текстолитовой трубке и замыкает электрическую цепь, в которую включен осциллограф Н102. Источником питания служит аккумулятор. Таким образом, отсчитывая на осциллограмме количество импульсов, подаваемых через каждые 2 мм, мы легко можем установить, какое расстояние прошел агрегат или перемещение пня в функции времени. Вместе с отметкой пути с помощью отметчика времени П104, фиксирующего на пленке синусоидальные кривые с заданным периодом, записывается время.

Одновременно определяется и скорость, которая нам нужна для определения производительности агрегата.

Значение скорости устанавливается по отметкам на осциллографической пленке пути S (пройденного агрегатом или древесным пнем) и времени t , отмеченными на пленке.

По их значениям для любого заданного участка определяется средняя скорость передвижения агрегата или перемещения пня

$$v = \frac{S}{t} \quad \text{м/с.}$$

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Разработанная методика определения составляющих (а также результирующих) сил сопротивления экстракции древесных корневых систем с помощью тензометрирования дает воз-

возможность изучать процесс экстракции во времени, а также устанавливать зависимость сопротивления экстракции от вышеупомянутых факторов. Следует отметить, что это произведено без нарушения кинематики и динамики механизмов. При замене тензоузлов на обычные узлы (детали) не требуется никакой конструктивной или технологической доработки.

2. Примененный метод регистрации во времени перемещения древесной корневой системы дает возможность одновременно определять ее скорость, изучать динамику процесса экстракции.

3. Примененная методика может быть использована при исследовании процессов взаимодействия рабочих органов машин других типов с обрабатываемой средой (как одно, так и многокомпонентной) при иных способах приложения нагрузки, а также в других отраслях народного хозяйства.

Л и т е р а т у р а

1. Албянов М.П. Механизация работ по возобновлению леса. М., 1966.
2. Будыка С.Х., Тихонов А.Ф. Лесопромышленный справочник. Минск, 1962.
3. Туричин А.М. Электрические измерения неэлектрических величин. М., 1959.