

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОНТАКТНОГО НАНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ПОВЕРХНОСТЬ СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД

*Представлены теоретические исследования устройства для контактного нанесения жидких препаратов на поверхность семян хвойных пород. Разработано новое устройство для объемной обработки семян хвойных пород жидкими препаратами. Определено влияние основных параметров устройства на устойчивость колебаний рабочего органа.*

**Ключевые слова:** лесовосстановление, семена, жидкие препараты, оборудование, лесные питомники.

В различных регионах нашей страны от 70 до 100 % лесов восстанавливается естественным путем. Однако в целом ряде случаев такое восстановление происходит через смену пород, то есть на смену вырубленным хвойным породам лесные площади покрываются малоценными лиственными насаждениями (осиной, березой и другими породами). Таким образом, рассчитывать только на естественные силы природы в условиях формирования рыночных отношений не следует. Поэтому оправданным в экологическом, экономическом и лесоводственном аспектах является содействие естественным силам природы в лесообразовательном процессе. Следовательно, для реализации неистощительного природопользования необходим комплексный подход, включающий меры содействия естественному возобновлению лесов и способы искусственного лесовосстановления путем создания лесных культур.

Площади искусственного лесовосстановления в различных регионах страны составляют до 30 % от общих объемов воспроизводства лесов. Преобладающим способом искусственного лесовосстановления является посадка лесных культур, представленных стандартным посадочным материалом. Около 10 % искусственных посадок списывается, так как посадочный материал имеет низкое качество из-за несоблюдения технологий выращивания, снижения уровня механизации технологических процессов в лесных питомниках при уходах за лесными культурами.

В сложившихся хозяйственно-экономических условиях повысить уровень механизации, производительность и качество работ по искусственному лесовосстановлению можно при использовании современного многооперационного оборудования и прогрессивных способов реализации технологических процессов. Применение такого оборудования позволит сократить номенклатуру технических средств для механизации работ в лесном хозяйстве и затраты на его приобретение и эксплуатацию.

Одним из реальных путей повышения качества искусственного лесовосстановления является использование качественного посадочного материала с повышенной конкурентоспособностью, обусловленной комплексным уходом за сеянцами с применением жидких препаратов. Эффектив-

ность всего комплекса мероприятий по обработке и защите семян от вредителей и болезней состоит в нанесении жидкого препарата на всю поверхность семени разбрызгиванием, в виде дисперсного потока или методом контактного нанесения (смачивания) на поверхность семени рабочим органом (контактором). Полное смачивание всей поверхности семени, реализующееся методом разбрызгивания, достигается при увеличении числа проходов техники, что приводит к дополнительным затратам труда и повышению расхода жидких препаратов. Полное смачивание всей поверхности семени, реализующееся методом контактного нанесения, возможно при всестороннем (объемном) взаимодействии контактора со всей поверхностью семени. Такой метод является экологически безопасным, энерго- и ресурсосберегающим в отличие от первого [1, с. 47].

В этой связи автором был проведен литературный и патентный поиск существующего оборудования для нанесения жидких препаратов на семена хвойных пород. В результате было разработано и запатентовано устройство для объемной обработки семян (Патент РФ №2251252).

Устройство для объемной обработки семян хвойных пород жидкими препаратами (рис. 1) состоит из герметичного контейнера, выполненного в виде полого диска 1, подвешенного на центральном шарнире 2. Диск 1 связан с корпусом устройства 3, имеющим квадратную форму, посредством восьми пружин 4. В нижней части диска 1 в несколько рядов по всей окружности через равное расстояние установлены съемные фитили 5 для поддержания многотехнологичности процесса, заливной клапан 6 для регулирования уровня рабочей жидкости в диске 1. К диску 1 подведен трубопровод 7 для подачи жидкости в полость диска 1.

При движении машины со смонтированным на ней устройством для объемной обработки семян диск 1 начинает двигаться посредством колебаний, исходящих от машины. Так как диск 1 связан с корпусом устройства 3 с помощью пружин 4 и корпус устройства 3 жестко присоединен к раме транспортного средства, то они дают возможность диску совершать круговые колебательные движения. Установленные на диске 1 фитили 5 обрабатывают семена. Уменьшение

\* - автор, с которым следует вести переписку

уровня жидкости в диске 1 приводит к срабатыванию заливного клапана 6, который открывает проход жидкости в диск 1, тем самым доводя уровень жидкости в емкости до нужного предела, после чего клапан опять перекрывает проход.

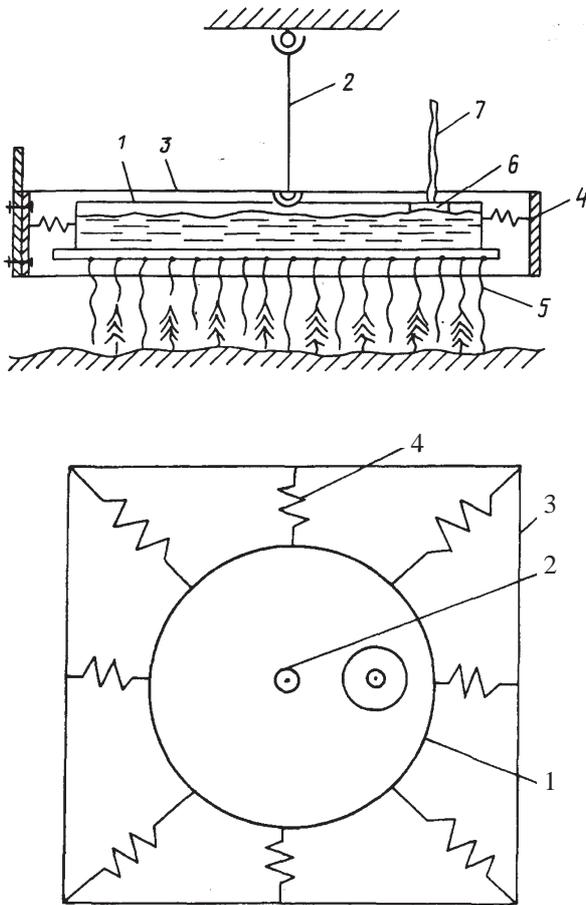


Рис. 1. Принципиальная схема устройства для объемной обработки семян хвойных пород жидкими препаратами

В условиях поступательного движения машины вдоль посадочной гряды, семена обрабатываются при контакте с фитилями 5 сначала ближней стороной рабочего органа, а затем дальней стороной, что улучшает качество обработки семян и уменьшает затраты на проведение технологического процесса за счет увеличения числа операций за один проход.

В соответствии с конструктивным исполнением и характером перемещения рабочего органа была разработана расчетная схема устройства для объемной обработки семян (рис. 2).

Как видно из рис. 2, расчетная схема устройства представляет пружинный маятник с массой  $m$  и жесткостью пружины  $c$ , закрепленный на жестком подвесе  $l$ . Точка подвеса маятника совершает периодическое движение по закону  $y_1 = y_0 \cdot \sin(\omega t)$ . Очевидно, что масса  $m$  включает массу рабочего органа  $m_2$ , заполненного гербицидом, и массу подвеса  $m_1$ .

Для получения дифференциальных уравнений движения рабочего органа устройства воспользуемся методом Даламбера. Спроектируем все силы, действующие на груз, на неподвижные оси  $xOy$ :

$$\begin{cases} m\ddot{x} = -N \cdot \sin \varphi - cl\varphi, \\ m\ddot{y} = N \cdot \cos \varphi - mg. \end{cases} \quad (1)$$

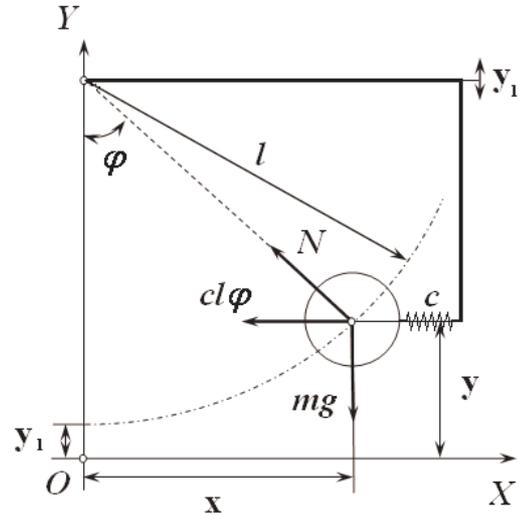


Рис. 2. Расчетная схема устройства для объемной обработки семян хвойных пород жидкими препаратами

Выразим координаты положения груза через угол  $\varphi$  и смещение точки подвеса  $y_1$ :

$$\begin{cases} y = l - l \cdot \cos \varphi + y_1, \\ x = l \cdot \sin \varphi. \end{cases} \quad (2)$$

Подставляя результаты дифференцирования выражения (2) в уравнение (1) и считая угол  $\varphi$  малым, получим

$$\ddot{\varphi} + \left( \frac{c}{m} - \frac{g}{l} + \frac{y_0 \omega^2}{l} \cdot \sin(\omega t) \right) \cdot \varphi = 0. \quad (3)$$

Уравнение (3) является дифференциальным уравнением малых колебаний системы, согласно которому колебания являются параметрическими и описываются уравнением Матье [2, с. 117], имеющим вид

$$\frac{d^2 \varphi}{dt^2} + (a + 2q \cdot \cos 2\tau) \cdot \varphi = 0. \quad (4)$$

Для этого приведем уравнение (3) к форме уравнения (4), получим

$$\begin{cases} a = \frac{2}{\omega} \left( \frac{c}{m} - \frac{g}{l} \right), \\ 2q = \frac{2y_0 \omega}{l}. \end{cases} \quad (5)$$

Движение транспортного средства по дороге, микропрофиль которой состоит из одинаковых по размерам синусоидальных неровностей (волн), вызывает вынужденные колебания машины, циклическая частота которых определяется по формуле

$$\omega_{TP} = \frac{2\pi \cdot V_{TP}}{S}, \quad (6)$$

где  $V_{TP}$  – скорость движения транспортного средства;  $S$  – длина неровностей пути.

Тогда выражение (5) с учетом уравнения (6) примет вид

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{S}{\pi V_{TP}} \left( \frac{c}{m} - \frac{g}{l} \right) \\ q &= \frac{y_0 \pi V_{TP}}{Sl} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Так как при движении транспортного средства со смонтированным устройством последнее испытывает вынужденные параметрические колебания, амплитуда которых либо остается ограни-

ченной, либо возрастает во времени, возникает необходимость в исключении возможности параметрического резонанса. Полученное выражение (7) позволит исследовать влияние параметров устройства и скорости движения машины на устойчивость колебаний рабочего органа.

#### Литература

1. Невзоров, В.Н. Техника и технология выращивания посадочного материала в лесных питомниках Восточной Сибири / В. Н. Невзоров. – Красноярск: КГТА, 1996. – 192 с.
2. Пановко, Я.Г. Введение в теорию механических колебаний / Я. Г. Пановко. – Москва: Наука, 1991. – 256 с.