

А.М. Комиссаров, Е.С. Ковальчук,
В.И. Немцова

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОСАДОЧНОГО АППАРАТА ЛЕСНОЙ САЖАЛКИ МЛ-1

Сажалка МЛ-1 оборудована новым типом посадочного аппарата — рычажно-маятниковым. В отличие от других типов указанный аппарат является универсальным, он обеспечивает посадку хвойных пород с высотой надземной части до 60 см и лиственных — до 140 см [1].

Аппарат состоит (рис. 1) из кривошипа 1, шатуна 2, двухплечего рычага-коромысла 3, захвата 6 в виде двух створок.

Привод аппарата осуществляется от опорно-приводного катка 4, через цепь 5 и сменные звездочки $Z_1 - Z_4$.

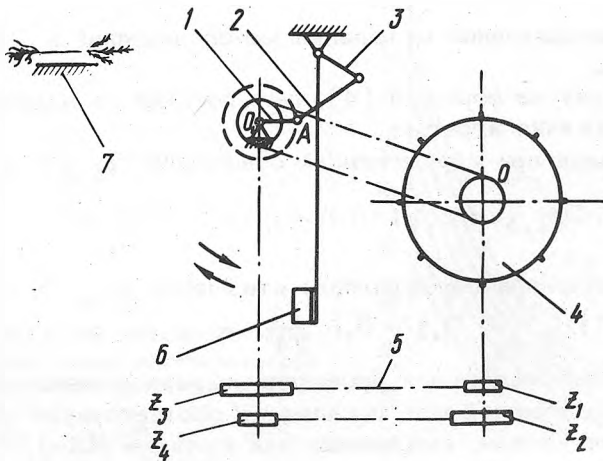


Рис. 1. Схема посадочного аппарата и его привода: 1 — кривошип; 2 — шатун; 3 — рычаг-коромысло; 4 — приводной каток; 5 — цепь; 6 — захват; 7 — приемный столик; $Z_1 - Z_4$ — звездочки привода ($Z_1 = 18$; $Z_2 = 24$; $Z_3 = 17$; $Z_4 = 11$ зубьев).

В процессе работы рычаг 3 с захватом совершает колебательное движение аналогично маятнику от приемного столика 7 к посадочной щели и обратно.

По технической характеристике сажалки [2] посадочный аппарат должен обеспечивать шаг посадки в 1 и 2 м.

Шаг посадки определится как путь, пройденный центром катка 0 за один оборот кривошипа O_1A ,

$$H = vT, \quad (1)$$

где H — шаг посадки, м; v — скорость центра катка, м/мин; T — время одного оборота кривошипа, мин.

$$T = 60/n, \quad (2)$$

где n — число оборотов кривошипа, об/мин.

Число оборотов прикатывающего катка определится по формуле

$$n_1 = 60v/\pi D, \quad (3)$$

где D — диаметр прикатывающего катка, м.

Используя формулы (2) и (3), находим шаг посадки

$$H = \frac{\pi D n_1}{60} \cdot \frac{60}{n} = \pi D \frac{n_1}{n} = \pi D i, \quad (4)$$

где i — передаточное отношение между ведущей и ведомой звездочками.

Как следует из формулы (4), шаг посадки не зависит от скорости движения агрегата.

Шаг посадки при передаточном отношении $i_{1,3} = Z_3/Z_1$

$$H_1 = \pi D i_{1,3} = 3,14 \cdot 0,6 \frac{17}{18} = 1,78 \text{ м.}$$

Шаг посадки при передаточном отношении $i_{2,4} = Z_4/Z_2$

$$H_2 = \pi D i_{2,4} = 3,14 \cdot 0,6 \frac{11}{24} = 0,86 \text{ м.}$$

Выполненные расчеты и проведенные эксперименты показывают, что фактический шаг посадки не соответствует конструктивным значениям, выбранным для сажалки МЛ-1.

Чтобы обеспечить шаг посадки в 1 и 2 м, следует в приводе посадочного аппарата установить сменные звездочки, которые обеспечили бы следующие передаточные отношения:

при шаге посадки $H_1 = 1 \text{ м}$

$$i_{1,3} = \frac{H_1}{\pi D} = \frac{1,0}{3,14 \cdot 0,8} = 0,524;$$

при шаге посадки $H_2 = 2$ м

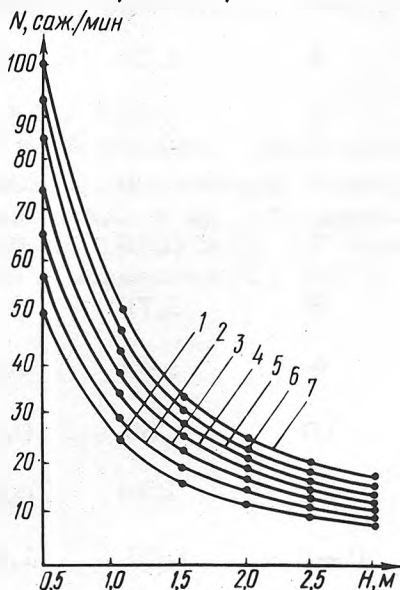
$$i_{2,4} = \frac{H_2}{\pi D} = \frac{2,0}{3,14 \cdot 0,6} = 1,06$$

Передаточному отношению $i_{1,3}$ и $i_{2,4}$ могут соответствовать звездочки с числом зубьев $i_{1,3} = \frac{11}{21} = \frac{12}{23} = \frac{13}{25}$ и т.д., $i_{2,4} = \frac{18}{17} = \frac{19}{18} = \frac{20}{19}$ и т.д.

Производительность лесной сажалки, обслуживаемой сажальщиками, зависит от интенсивности (частоты) подачи саженцев в захват. В свою очередь частота подачи зависит от скорости движения посадочного агрегата, шага посадки и производственного опыта сажальщиков. Чем выше скорость и меньше шаг посадки, тем выше частота подачи.

Опытным путем установлено, что интенсивность подачи саженцев сажальщиками не превышает 25–30 саж/мин. Для сажалки МЛ-1 интенсивность подачи в 30 саж/мин при шаге посадки в 1 м соответствует скорости движения лесопосадочного агрегата до 2 км/ч; при шаге в 2 м — 3,0 — 3,5 км/ч.

Рис. 2. Интенсивность посадки (саж/мин) в зависимости от скорости движения и шага посадки (H) :
 1 - $v_1 = 1,5$; 2 - $v_2 = 1,75$; 3 - $v_3 = 2,0$;
 4 - $v_4 = 2,25$; 5 - $v_5 = 2,5$;
 6 - $v_6 = 2,75$; 7 - $v_7 = 3,0$.



На рис. 2 приведена номограмма, по которой можно установить интенсивность подачи (саж/мин) в зависимости от скорости движения агрегата и шага посадки.

В процессе посадки крупномерных саженцев сажалкой МЛ-1 выявлено, что примерно 12% из них высаживается наклонно

Таблица 1. Значения относительных скоростей и ускорений захвата посадочного аппарата при различных положениях механизма

Положение механизма посадочного аппарата	Передаточное отношение $i_1 = \frac{Z_1}{Z_3} = \frac{24}{11}$		Передаточное отношение ние $i_2 = \frac{Z_2}{Z_4} = \frac{18}{17}$	
	Относительная скорость захвата, м/с	Относительное ускорение захвата, м/с ²	Относительная скорость захвата, м/с	Относительное ускорение захвата, м/с ²
0 (12)	0,00	1,44	0,00	0,34
1	2,34	1,34	1,13	0,32
2	2,38	0,91	1,16	0,22
3	1,70	0,68	0,82	0,16
4	1,06	0,43	0,51	0,10
5	0,59	0,39	0,29	0,09
6	0,00	0,61	0,00	0,14
7	0,95	0,80	0,46	0,19
8	1,76	0,55	0,85	0,13
9	1,94	0,53	0,94	0,12
10	1,89	0,49	0,92	0,11
11	1,34	0,68	0,65	0,16
0—1	1,00	1,82	0,49	0,43
1—2	2,45	-	1,20	-
11—12	0,15	-	0,36	-

по ходу движения. В целях определения причин, вызывающих это явление, изучен скоростной режим посадочного аппарата за один цикл.

На основе методов теории машин и механизмов [3] было построено 12 положений механизма, планы и годографы скоростей и ускорений за один оборот (цикл) кривошипа (рис.1). Значения указанных величин приведены в табл. 1.

Установлено, что абсолютная скорость движения захвата в момент приема саженца и выброса его в посадочную щель близка к нулю, а ускорения в этих положениях достигают максимальных значений. Уменьшение шага посадки вдвое приводит к росту ускорений более чем в 4 раза. Чрезмерный рост ускорений при движении захвата с саженцем, как показали опыты, вызывает наклонную посадку культур. Этот недостаток в работе посадочного аппарата может быть устранен соответствующей его регулировкой.

Вывод. Рычажно-маятниковый посадочный аппарат пригоден для посадки крупномерных саженцев.

Производительность сажалки МЛ-1 в зависимости от скорости движения и шага посадки следует выбирать по номограмме, представленной в работе.

Л и т е р а т у р а

1. Кейзер Г.И. Исследование и обоснование параметров посадочных аппаратов лесопосадочных машин. Автореф. канд. дис. Гомель, 1974.
2. Митрофанов А.С. и др. Лесопосадочная машина МЛ-1. — Лесн. хоз-во, 1975, №11.
3. Артоболевский И.И. Теория машин и механизмов. М., 1975.