

Егожев А. М., Полищук Е. А., Егожев А. А.

Egozhev A. M., Polishchuk E. A., Egozhev A. A.

## ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОВОРОТНОЙ СЕКЦИИ КОСИЛКИ ДЛЯ ТЕРРАСНОГО САДОВОДСТВА

### JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE ROTARY SECTION OF THE MOWER FOR TERRACED GARDENING

*Среди многообразия различных способов содержания почвы в садах, в условиях террасного садоводства, с целью минимизации эрозионных процессов почвы, а также обеспечения растений влагой и требуемыми питательными элементами, применяется дерново-перегнойная система, предусматривающая скашивание произрастающей в междурядье и приствольной полосе растительности на мульчу.*

*Конструктивные особенности террас накладывают ограничения на условия работы сельскохозяйственных агрегатов, среди множества которых, необходимо особо выделить возможность подхода к линии ряда для обработки растений только с одной стороны.*

*Применяемым в настоящее время в промышленном садоводстве конструкциям косилок для полного удаления растительности с приствольной полосы требуется проход агрегата вдоль каждой из сторон линии ряда, что невозможно обеспечить в условиях террасного садоводства.*

*Разработана новая конструкция косилки, технический результат которой заключен в выполнении качественного процесса скашивания растительности в зоне приствольного круга за счет обеспечения полного обхода режущих рабочих органов вокруг штамба дерева, без его повреждения, за один проход агрегата вдоль линии ряда, а также снижении (в сравнении с аналогом) энергоемкости процесса, путем уменьшения числа требуемых режущих рабочих органов.*

*Теоретически и экспериментально установлены закономерности влияния конструктивных параметров на качество выполнения технологического процесса скашивания растительности в зоне приствольного круга.*

**Ключевые слова:** обработка приствольных полос, косилка, штамп дерева, терраса.

*Among the variety of different methods of soil maintenance in gardens, in terms of terraced gardening, in order to minimize soil erosion processes, as well as to provide plants with moisture and the required nutrients, a sod-humus system is used, which provides for mowing vegetation growing in the inter-row and near-trunk strip on mulch.*

*The design features of terraces impose restrictions on the working conditions of agricultural aggregates, among many of which, it is necessary to emphasize the possibility of approaching the row line for processing plants from only one side.*

*Currently used in industrial gardening mower designs, to remove completely vegetation from the trunk strip requires the passage of the unit along each side of the row line, which is impossible to ensure in the conditions of terraced gardening.*

*A new design of the mower has been developed, the technical result of which is to perform a high-quality process of mowing vegetation in the zone of the free circle by providing a complete bypass of the cutting working bodies around the tree stem, without damaging it, in one pass of the unit along the row line, as well as reducing (in comparison with the analog) the energy intensity of the process by reducing the number of required cutting working bodies.*

*Theoretically and experimentally, the regularities of the influence of structural parameters on the quality of the technological process of mowing vegetation in the zone of the trunk circle were established.*

**Егожев Артур Мухамедович** – доктор технических наук, профессор кафедры технической механики и физики, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик  
Тел.: 8 903 492 03 45  
E-mail: [artyr-egozhev@yandex.ru](mailto:artyr-egozhev@yandex.ru)

**Полищук Евгений Александрович** – старший преподаватель кафедры технической механики и физики, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик  
Тел.: 8 928 080 90 06  
E-mail: [polishuk.kbr@mail.ru](mailto:polishuk.kbr@mail.ru)

**Егожев Аскер Артурович** – магистрант 2-го года обучения, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

---

**Egorzhev Arthur Mukhamedovich** – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik  
Tel.: 8 903 492 03 45  
E-mail: [artyr-egozhev@yandex.ru](mailto:artyr-egozhev@yandex.ru)

**Polishchuk Evgeny Aleksandrovich** – Senior Lecturer, Department of Technical Mechanics and Physics, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik  
Tel.: 8 928 080 90 06  
E-mail: [polishuk.kbr@mail.ru](mailto:polishuk.kbr@mail.ru)

**Egorzhev Asker Arturovich** – graduate student of the 2nd year of study, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

---

**Введение.** В Северо-Кавказском регионе перспективным направлением является возделывание плодовых культур на склоновых землях, характеризующихся благоприятными почвенно-климатическими условиями. При этом, наиболее эффективным методом освоения склоновых земель является террасирование.

С целью минимизации эрозионных процессов почвы, а также обеспечения растений влагой применяется дерново-перегнойная система, предусматривающая скашивание произрастающей в междурядье и приствольной полосе растительности на мульчу.

Применяемым в настоящее время в промышленном садоводстве конструкциям косилок, для полного удаления растительности с приствольной полосы требуется проход агрегата вдоль каждой из сторон линии ряда, что невозможно обеспечить в условиях террасного садоводства [1].

Следовательно, разработка новой конструкции косилки для скашивания растительности в приствольной полосе, а также в зоне приствольного круга, позволяющая обеспечить сохранение и повышение плодородия почв на склоновых землях является актуальной в условиях

горного и предгорного садоводства Центральной части Северного Кавказа.

**Результаты исследования.** Разработана новая конструкция косилки для полного окашивания штамбов плодовых деревьев интенсивного сада за один проход агрегата.

Новизна технического решения подтверждена патентами РФ на полезные модели [2, 3].

Принцип работы данной косилки основан на том, что поступательное перемещение транспортного средства, при контакте со штаблом дерева, вызывает изменение положения основных элементов конструкции выносной поворотной секции, что вынуждает отбойные колеса совместно с режущими рабочими органами, имеющими общую ось вращения, перекачиваться по поверхности штамба дерева, тем самым, копируя его рельеф.

Стабильность выполнения технологического процесса скашивания растительности в зоне приствольного круга будет обеспечиваться только при условии неотрывности отбойных колес от поверхности штамба дерева, и как следствие, значение нормальной реакции штамба дерева в течение всего времени выполнения технологического процесса должно быть больше нуля ( $N > 0$ ). При этом, в качестве основных показателей, характеризующих

работу косилки для скашивания растительности в зоне приствольного круга, рассматриваются два основных показателя: степень уничтожения сорной растительности в зоне приствольного круга и степень повреждения штамба дерева. Последний показатель напрямую зависит от значения давления передаваемого со стороны выносной поворотной секции на штамп дерева [4].

Исходя из необходимости обеспечения перечисленных выше условий, значение нормальной реакции штамба дерева должно лежать в пределах

$$N_{min} \leq N \leq N_{max},$$

где:

$N_{min}$  – минимальное значение нормальной реакции штамба дерева, необходимое для обеспечения перекатывания отбойных колес по штамбу дерева, Н;

$N_{max}$  – максимальное значение нормальной реакции штамба дерева, не приводящее к повреждениям коры штамба дерева, Н.

В конструкции выносной поворотной секции основными элементами являются возвратные пружины, жесткость которых оказывает существенное влияние на силы давления, передаваемых со стороны каждого из отбойных колес на штамп дерева в процессе выполнения технологического процесса.

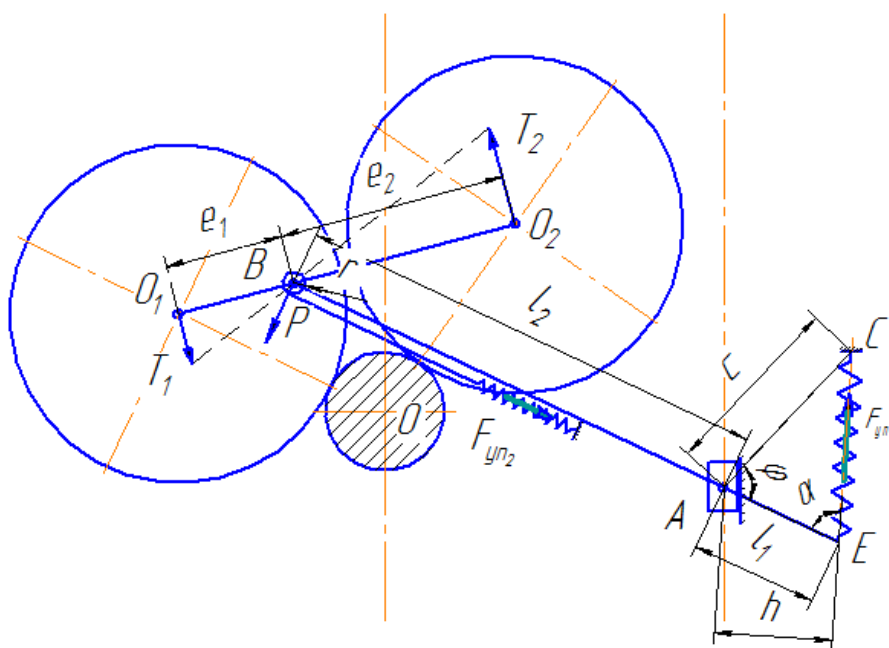


Рисунок 1 – Расчетная схема к определению сил, действующих со стороны выносной поворотной секции на штамп дерева

В процессе перемещения отбойных колес по штамбу дерева сила давления  $R_i$  каждого из них на штамп дерева изменяется в зависимости от положения механизма и будет определяться по выражению [5]:

$$R_i = \sqrt{P + T_i}, \quad (1)$$

где:

$P$  – сила, действующая со стороны упругого элемента поворотного рычага, Н;

$T_i$  – сила, действующая со стороны упругого элемента поворотной планки, Н.

Сила давления  $P$ , действующая со стороны упругого элемента поворотного рычага  $BE$ , может быть определена из уравнения равновесия моментов сил относительно точки  $A$ .

$$P = \frac{F_{упр1} \cdot l_1 \sin \alpha}{l_2}, \quad (2)$$

где:

$l_1$  – длина звена  $AE$ , отрезка, ограниченного шарниром крепления поворотного рычага на раме и точкой приложения силы  $F_{упр1}$ , м;

$\alpha$  – угол между осями рычага  $AE$  и пружины, град;

$l_2$  – длина звена  $AB$ , отрезка, ограниченного шарниром крепления поворотного рычага на раме и точкой приложения силы  $P$ , м;

Сила упругости пружины  $F_{упр1}$  будет определяться по формуле:

$$F_{упр1} = C_1 \cdot \Delta l, \quad (3)$$

где:

$C_1$  – жесткость пружины, Н/м;

$\Delta l$  – удельное растяжение пружины, м.

$$\Delta l = l_{p1} - l_{01}, \quad (4)$$

где:

$l_{p1}$ ,  $l_{01}$  – длина пружины в деформированном и свободном состоянии, соответственно, м.

Длина пружины в деформированном состоянии  $l_{p1}$  определяется по выражению:

$$l_{p1} = \sqrt{c^2 + l_2^2 - 2cl_2 \cos \varphi}, \quad (5)$$

где:

$c$  – длина отрезка  $AC$ , ограниченного шарниром крепления поворотного рычага на раме и точкой крепления пружины к раме, м;

$\varphi$  – угол, характеризующий текущее положение поворотного рычага относительно рамы косилки, рад.

Механизм возврата поворотной планки представляет собой упругий элемент, один конец которого прикреплен к корпусу поворотной секции, а второй к тросу, наматываемому на барабан, установленный на оси вращения последней. При наматывании троса на барабан сила упругости  $F_{упр2}$  создает вращающий момент  $M_2$ , который пытается вернуть поворотную планку в исходное положение.

$$M_2 = F_{упр2} \cdot r, \quad (6)$$

где:

$r$  – радиус барабана возвратного механизма, м;

Сила упругости пружины 2 определяется по формуле:

$$F_{упр2} = C_2 \cdot h, \quad (7)$$

где:

$C_2$  – коэффициент жесткости пружины, Н/м;

$h$  – удельное растяжение пружины, м.

$$h = \frac{\pi r}{180} \cdot \beta, \quad (8)$$

где:

$\beta$  – угол поворота поворотной планки, град;

$$\beta = \beta_i - \beta_0, \quad (9)$$

где:

$\beta_i$  – угол между поворотной планкой и поворотным рычагом в  $i$  – том положении, град;

$\beta_0$  – начальный угол между поворотной планкой и поворотным рычагом, град.

$$\beta_0 = 180 - \alpha_0, \quad (10)$$

$\alpha_0$  – начальный угол установки выносной поворотной планки.

Силы, действующие на каждое из отбойных колес со стороны силы упругости пружины  $F_{упр2}$ , будут определяться из условия подобия:

$$T_2 = \frac{2F_{упр2}e_2}{d}, \quad (11)$$

$$T_1 = \frac{2F_{упр2}e_1}{d}, \quad (12)$$

где:

$e_1$  и  $e_2$  – длина звеньев  $O_1B$  и  $O_2B$ , отрезков, ограниченных шарниром крепления поворотной планки и точками приложения сил  $T_1$  и  $T_2$  соответственно, м;

Тогда результирующая сила, действующая со стороны каждого из отбойных колес выносной поворотной секции на штабб дерева:

$$R_1 = \sqrt{P^2 + T_1^2} \quad (13)$$

$$R_2 = \sqrt{P^2 + T_2^2} \quad (14)$$

На штабб дерева действуют следующие силы: силы давления  $R_1$ ,  $R_2$ , нормальные реакции  $N_1$ ,  $N_2$ , силы сцепления  $F_{сц1}$ ,  $F_{сц2}$ .

Далее подбирается жесткость пружин для оптимальной работы механизма поворота без повреждения штаббов деревьев интенсивного сада.

**Вывод.** Обоснована конструктивно-технологическая схема косилки для ухода за приствольными полосами плодовых насаждений интенсивного сада. Теоретически установлены закономерности влияния конструктивных параметров (жесткость упругих элементов выносной поворотной секции) на качество выполнения технологического процесса скашивания растительности в зоне приствольного круга.

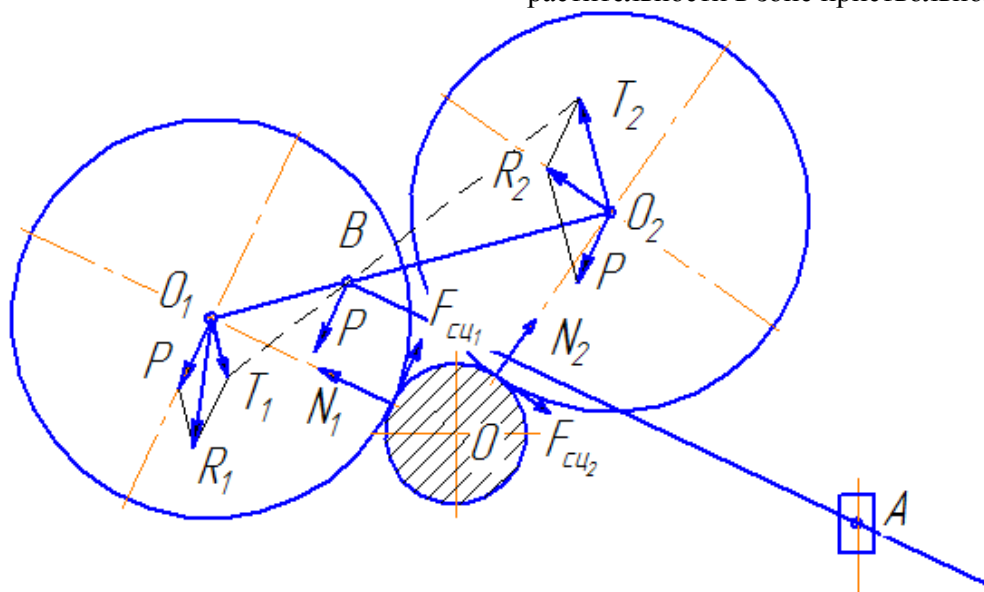


Рисунок 2 – Силы, действующие на систему при взаимодействии отбойных колес со штаббом дерева

### Литература

1. Садовая косилка / Л.А. Шомахов и др. // Сельский механизатор. – 2017. – № 2. – С. 10-11.
2. Пат. 170119 Российская Федерация А01D34/84. Косилка окашивающая / Л.А. Шомахов, Е.А. Полищук, А.К. Апажев, А.М. Егожев, Ю.А. Шекихачев, А.А. Егожев // ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова». – Заявл. 17.01.2017. Опубл. 14.04.2017. Бюлл. № 11.
3. Патент на полезную модель №192794 «Окашивающая косилка» / А.М. Егожев, А.К. Апажев, Е.А. Полищук, А.А. Егожев. – ФГОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова». – Заявл. 17.06.2019, опубл. 01.10.2019, Бюлл. № 28.

4. Варламов Г.П. Машины для уборки фруктов. – М.: «Машиностроение», 1978. – 216 с.
5. Яблонский А.А., Никифорова В.М. Курс теоретической механики: учебное пособие для ВТУЗов. – М.: «Высшая школа», 1976.

### References

1. Sadovaya kosilka / L.A. Shomahov i dr. // Sel'skij mekhanizator. – 2017. – № 2. – S. 10-11.
2. Pat. 170119 Rossijskaya Federaciya A01D34/84. Kosilka okashivayushchaya / L.A. Shomahov, E.A. Polishchuk, A.K. Apazhev, A.M. Egozhev, YU.A. Shekihachev, A.A. Egozhev // FGBOU VO «Kabardino-Balkarskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. V.M. Kokova». – Zayavl. 17.01.2017. Opubl. 14.04.2017. Byull. № 11.
3. Patent na poleznuyu model' №192794 «Okashivayushchaya kosilka» / A.M. Egozhev,

A.K. Apazhev, E.A. Polishchuk, A.A. Egozhev.  
– FGOU VO «Kabardino-Balkarskij  
gosudarstven-nyj agrarnyj universitet imeni V.M.  
Kokova». – Zayavl. 17.06.2019, opubl.  
01.10.2019, Byul. № 28.

4. *Varlamov G.P.* Mashiny dlya uborki fruk-  
tov. – M.: «Mashinostroenie», 1978. – 216 s.

5. *Yablonskij A.A., Nikiforova V.M.* Kurs teo-  
reticheskoy mekhaniki: uchebnoe posobie dlya  
VTUZov. – M.«Vysshaya shkola», 1976.

