Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

УДК 634.1:631.542

Разработка и исследование садовой пилы с электрическим приводом

Апхудов Т.М., Шекихачев Ю.А.

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова

Аннотация

В статье обоснована конструктивно-технологическая схема садовой пилы с электрическим приводом, приведены результаты теоретического исследования процесса ее работы. Полученные теоретические зависимости позволили обосновать рациональные параметры предложенного устройства.

Ключевые слова: САДОВОДСТВО, ПЛОДОВЫЕ НАСАЖДЕНИЯ, ОБРЕЗКА, ПИЛА, ПРИВОД, ПАРАМЕТРЫ

На современном этапе развития садоводства обрезка – одна из самых трудоемких операций, требующая значительных трудовых и материальных затрат [1, 2]. Для осуществления данной технологической операции промышленностью выпускается набор определенных садовых инструментов. Однако следует отметить, что при применении стандартной номенклатуры садовых инструментов обрезчики вынуждены затрачивать большие мышечные усилия. Кроме того, с большими неудобствами и потерями рабочего времени связано использование лестниц.

Большинство современных садовых инструментов предназначено для срезания ветвей плодовых насаждений диаметром до 50 мм. Вместе с тем при обрезке плодовых деревьев часто требуется удалять крупные ветви, сломанные в результате неблагоприятных погодных явлений, в ходе уборочных работ в результате неосторожных действий плодосборщиков или под тяжестью урожая плодов. Кроме того, проведение омолаживающей глубокой обрезки предполагает удаление толстых скелетных веток диаметром до 100 мм.

Для решения данной проблемы разработана садовая электрическая пила [3] (рис.

1), которая состоит из корпуса электропилы 1, двух электрических двигателей 2, двух режущих элементов 3, двух ручек 4, выключателя 5 и соединительного шнура 6.

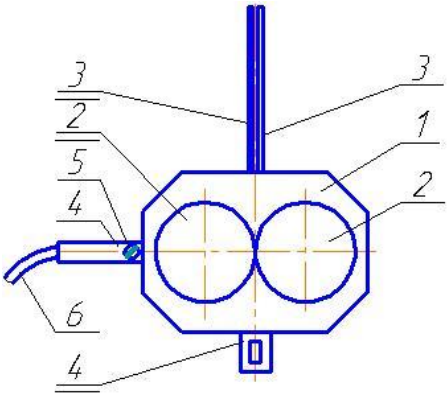

Рис. 1. Конструктивная схема садовой двухножевой электрической пилы

Пила крепится к двум параллельным тягам, закрепленным в корпусе электрической пилы посредством двух направляющих, которые изготовлены из бронзы. Возвратно-поступательное движение пилы обеспечивается посредством кривошипа, который приводится во вращение электрическими двигателями. Для обеспечения синхронности работы электрические двигатели соединены зубчатым колесом. Вращательное движение кривошипы совершают со смещением в 180°, чем гарантируется плавная работа пил без рывков и заеданий.

Включение и выключение электрических двигателей осуществляется посредством выключателя. Одна из ручек электрической пилы вместе с функциональным назначением служит также и для подвода энергии через кабель от блока электроснабжения к электрическим двигателям. Кабель подсоединен к выводным клеммам генератора ГАБ-4-200.

Рама с редуктором и генератором установлена на самоходном шасси Т-25, с вала отбора мощности которого снимается механическая энергия для привода генератора. Предлагаемая система мобильна и позволяет исключить стационарные линии электропередач, что особенно актуально при работе на садовых участках.

Схема электроснабжения электрической пилы представлена на рис. 2. Следует отметить, что имеется возможность ее подключения и к серийному преобразователю частоты тока для работы на приусадебных участках. Применение тока высокой частоты (200 Гц) обеспечивает резкое уменьшение габаритов и массы применяемых инструментов.

Напряжение, подаваемое к электрическим двигателям пилы (42 В), безопасно для обслуживающих рабочих.

Рис. 2. Схема электроснабжения электрической пилы

К форме режущего зуба и углам заточки боковых их граней предъявляются следующие основные требования: работа перерезания волокон должна производиться с минимумом энергетических затрат; зубья должны иметь форму, при которой обеспечивался бы достаточный запас металла на их заточку без значительного уменьшения активной части пилы. Также следует учесть, что при обрезке плодовых насаждений рабочий орган электрической пилы совершает возвратно-поступательное движение, при котором осуществляется поперечно-продольное пиление. При этом направление скорости резания отклонено от направления волокон на 60...90 °.

Основные геометрические параметры зуба ножовочного полотна (рис. 3): передний угол α; контурный угол резания γ; угол резания бокового лезвия φ; угол косой заточки φ_1; задний угол δ; толщина зуба b; развод зуба b_1; высота зуба h; шаг зуба t.

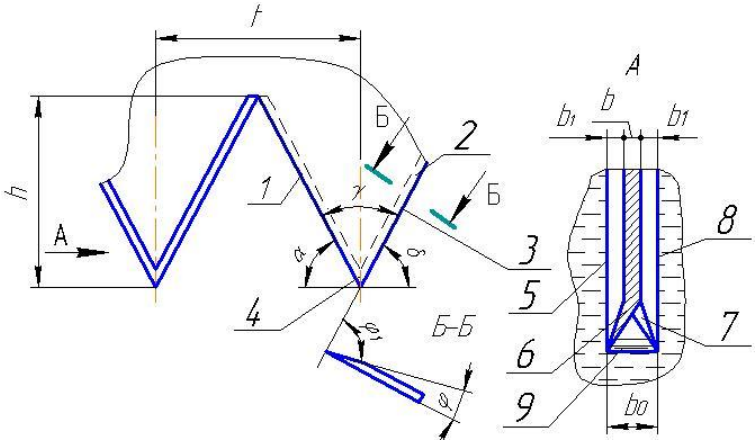

Рис. 3. Геометрические параметры зуба ножовочного полотна

1 – задняя грань; 2 – боковая грань; 3 – боковое лезвие; 4 – короткое лезвие; 5 – левая стенка; 6 – левый зуб; 7 – правый зуб; 8 – правая стенка пропила; 9 – поверхность скалывания элемента стружки

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

Анализ результатов исследований [4-8] свидетельствует о том, что для условий работы ножовочного полотна электрической пилы предпочтителен зуб с контурным углом более 90°. Характерным является то, что с уменьшением контурного угла прижим стружки ко дну пропила уменьшается, что способствует уменьшению силы трения и, соответственно, снижению удельной работы резания. В то же время уменьшение контурного угла, в свою очередь, способствует ослаблению вершинок зубьев. С другой стороны, увеличение контурного угла увеличивает силу резания.

Таким образом, можно заключить, что величина контурного угла должна быть в районе 90°.

Влияние величины угла боковой заточки на процесс резания аналитически установить затруднительно. Здесь следует отметить, что уменьшение угла боковой заточки невыгодно, так как это ведет к возрастанию интенсивности износа зубьев и быстрому их затуплению. Результаты исследований свидетельствуют о том, что величина угла боковой заточки должна находиться в интервале 50...70 °.

Внешнюю боковую режущую кромку рекомендуется наклонить вперед для того, чтобы создать подпор волокон, так как именно эта кромка их и перерезает. Отсутствие указанного наклона сопровождается возникновением деформации поверхности среза, в результате чего снижается качество среза.

Величина заднего угла зуба ножовочного полотна влияет, в основном, на энергетические затраты. Результаты исследований свидетельствуют о том, что увеличение этого угла от 0 до 10 ° ведет к резкому уменьшению удельного сопротивления резанию. При дальнейшем увеличении заднего угла удельное сопротивление резанию существенно не изменяется.

Существенное увеличение заднего угла (до 20° и более) способствует тому, что происходит изгиб и слом кончиков зубьев, в результате чего увеличиваются энергетические затраты, и снижается качество поверхности среза. Таким образом, рекомендуемая величина заднего угла составляет 10°±3°.

Исследованиями [4-8] подтверждено, что увеличение угла боковой заточки задней грани зуба ведет к возрастанию величины удельной работы резания, так как при этом происходит увеличение площади соприкосновения передней и задней граней с древесиной, соответственно, сила трения увеличивается. Рекомендуется, чтобы величина данного угла была в интервале 50...60 °.

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

Увеличение шага зубьев ведет к увеличению и удельной работы резания. Это обстоятельство объясняется тем, что под влиянием осевых усилий, которые действуют на зубья, происходит отклонение вершин зубьев в сторону. Под воздействием упругих свойств материала зуба отогнутый в сторону кончик зуба при снижении осевого усилия вновь возвращается в первоначальное положение. Подобные колебания зуба вызывают увеличение силы трения и, следовательно, увеличение энергетических затрат.

Величину шага пилы не рекомендуется изменять произвольно ввиду того, что такое изменение ограничено рядом факторов, важнейшими из которых являются емкость впадины и полезная мощность.

Шаг пилы рекомендуется устанавливать по зависимости:

$$t = \sqrt{\frac{\alpha_{упл} ch}{\beta\left(\theta - \frac{tg\,\alpha}{2(1 - tg\,\alpha tg\,\delta)}\right)}}, \qquad (1)$$

где: $\alpha_{упл}$ – коэффициент уплотнения стружки;

c – развод зубьев, мм;

h – высота пропила, мм;

β – коэффициент заполнения впадины по ширине пропила;

θ – коэффициент площади впадины.

Из выражения (1) следует, что увеличение развода зубьев ведет к увеличению шага t.

Величину коэффициента уплотнения стружки рассчитывают по зависимости:

$$\beta = \frac{V_c}{f_{вп} b}, \qquad (2)$$

где: $f_{вп}$ – боковая поверхность всей впадины, мм^2;

$f_{вп} b$ – объем впадины, мм^3.

Напряженность работы впадины зуба характеризуется соотношением между коэффициентами уплотнения стружки и заполнения впадины (чем это соотношение меньше, тем работа напряженнее):

$$\frac{\alpha_{упл}}{\beta} = \frac{f_{вп}}{ch}. \qquad (3)$$

Во впадине зуба емкостью $\theta t^2 b$ (где θ – коэффициент площади впадины; θt^2 – боковая поверхность впадины, мм^2; b – ширина пропила, мм) должны разместиться и запрессованные стружки, отделяемые при проходе зуба по высоте пропила h. С уменьшением шага t уменьшается и объем впадины, тогда как увеличение подачи на зуб ведет к увеличению объема стружки. Возможно, что емкость впадины будет недостаточной для того, чтобы вместить стружку. Следовательно, не следует произвольно изменять шаг зубьев. Рекомендуемое значение шага зубьев составляет 5 мм.

Список использованных источников

1. Апхудов Т.М., Шекихачева Л.З. Анализ факторов, лимитирующих применение ручных инструментов в садах / Сборник статей Международной научно-практической конференции «Современные концепции развития науки» (20 февраля 2016 г., г. Кургана), ч.2. – Уфа: АЭТЕРНА. – 2016. – С. 8-9.
2. Апхудов Т.М., Шекихачев Ю.А., Шекихачева Л.З. Место детальной обрезки в технологическом процессе по уходу за садом / В сборнике: Актуальные научные исследования: от теории к практике. Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. Под общей редакцией А.И. Вострецова. – 2017. – С. 32-35.
3. Апхудов Т.М., Шекихачев Ю.А., Шекихачева Л.З., Джолабов Ю.Ш. Применение высокочастотного электропривода в инструментах для детальной обрезки плодовых деревьев / В сборнике: Инновационное развитие современной науки: проблемы и перспективы. Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. Под общей редакцией А.И. Вострецова. – 2017. – С. 13-16.
4. Бершадский А.Л., Цветков Н.И. Резание древесины. – Минск. – 1975. – 326 с.
5. Апхудов Т.М., Шомахов Л.А., Шекихачев Ю.А. Исследование процесса резания ветвей плодовых деревьев ножовочным полотном / Международный научный журнал «Инновационная наука». – 2015, №9. – С. 51-53.
6. Апхудов Т.М., Шекихачева Л.З. Обоснование технологических параметров садовой пилы с электрическим приводом / Международный научный журнал «Символ науки». – 2015, №7, т.1. – С. 16-17.
7. Пижурин А.А., Розенблат М.С. Исследование процессов деревообработки. – М.: Лесная промышленность. – 1984. – 247 с.
8. Любченко В.И. Резание древесины и древесных материалов. – М. – 1986. – 296 с.

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

Цитирование:

Апхудов Т.М., Шекихачев Ю.А. Разработка и исследование садовой пилы с электрическим приводом // АгроЭкоИнфо. – 2020, №1. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/1/st_112.pdf.