



УДК 631.3:634.1

Борисенко Михаил Николаевич, д.с.-х.н., профессор, вр.и.о. директора, borisenco_mn@mail.ru;

Скориков Николай Андреевич, к.т.н., с.н.с., в.н.с. отдела технологического оборудования и механизации сельского хозяйства, n11091945@mail.ru, тел.: (3654) 23-05-90;

Горобей Василий Петрович, к.т.н., с.н.с. отдела технологического оборудования и механизации сельского хозяйства, trial-237@autorumbler.ru, тел.: (3654) 23-05-90;

Мишунова Людмила Алексеевна, вед. инженер отдела технологического оборудования и механизации сельского хозяйства, тел.: (3654) 23-05-90

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», Россия, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31;

Сафонов Алексей Филиппович, к.т.н., заместитель директора, af_3@mail.ru, (3652) 54-74-84,

Общество с ограниченной ответственностью «Крона-С», Россия, Республика Крым, 295013, г. Симферополь, ул. Трубоченко, 23

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНФИГУРАЦИИ ЛЕЗВИЙНОЙ ПАРЫ СЕКАТОРА ДЛЯ ОБРЕЗКИ ВИНОГРАДНЫХ КУСТОВ

Статья посвящена анализу конструкций секаторов, используемых для подрезки кустов винограда. Изложены основные агротехнологические и производственные требования к секаторам и особенности их устройства. Приведен краткий обзор лучших зарубежных фирм, выпускающих высококачественный ручной инструмент, в том числе секаторы. Рассмотрены основные направления совершенствования ручных секаторов, обоснована перспективная конфигурация лезвийной пары секатора, позволяющая расширить функциональные возможности секатора, снизить усилие на перерезание лозы, повысить производительность труда обрезчиков. Приведена конструктивная схема лезвийной пары секатора, предлагаемая для разработки и внедрения в производство.

Ключевые слова: секатор; лезвийная пара; эксцентрическая окружность; радиус; диаметр растения; угол скольжения; усилие резания.

Borisenko Mikhail Nikolaevich, Dr. Agric. Sci., Professor, Acting Director;

Skorikov Nikolai Andreevich, Cand. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Leading Researcher at Technological Equipment and Agricultural Mechanization Department;

Gorobey Vasily Petrovich, Cand. Tech. Sci., Senior Staff Scientist, Technological Equipment and Agricultural Mechanization Department;

Mishunova Lyudmila Alekseevna, Leading Engineer, Technological Equipment and Agricultural Mechanization Department *Federal State Budget Scientific Institution «All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking «Magarach» of RAS», Russia, Republic of Crimea, 298600, Yalta, 31, Kirova Str.;*

Safonov Alexey Filippovich, Cand. Tech. Sci., Deputy Director

LLC Krona-C, 23 Trubachenko Str., 295013 Simferopol, Republic of Crimea, Russia

IMPROVEMENT OF A BLADE SET CONFIGURATION OF A SECATEUR FOR VINE CUTTING

The paper analyses designs of secateurs used for pruning vine. The basic agrotechnological and production requirements for secateurs are described, along with specific features of their configuration. A brief review of the best foreign producers of high-quality hand tools, including secateurs, is given. The main areas for improvement of manual secateurs have been considered. Justification was given for a promising blade set configuration of secateurs that makes it possible to extend their functional capabilities, reduce the effort required for vine cutting, and increase the productivity of the cutters. Structural design of a blade set of a secateur suggested for the development and introduction into production was provided.

Key words: secateurs; blade pair; an eccentric circle; radius; diameter of the stem of the plant; slip angle; blade load.

Введение. Одним из важнейших агротехнических приемов выращивания винограда является подрезка виноградных кустов, который во всех технологических картах возделывания винограда, рекомендациях и прочих источниках приводится как обрезка кустов (нормированная, правочная, осенняя, весенняя и т.п.) [1].

Основным инструментом для выполнения данной операции является ручной секатор. От конструкции секатора и качества его изготовления зависят факторы производственного и агротехнического характера. Основное требование к секаторам агротехнического характера при обрезке любых растений и, в частности винограда, является чистота среза. Срезы должны быть ровными и гладкими, только при этом условии раны, наносимые растениям, будут наименьшими [2]. Чистота среза зависит, в первую очередь, от остроты лезвия; во-вторую очередь, немаловажную, – от технического выполнения данного приема.

Как известно, секатор состоит из двух основных частей, образующих лезвийную пару, – ножа и противореза, которые должны обеспечивать главное агрономическое требование – получение чистого среза.

Многолетней практикой использования секаторов установлено, что чистота среза зависит от остроты лезвия режущего ножа, противорез обеспечивает подпор и удержание перерезаемого материала в наиболее рациональном месте среза.

Второе агротехническое требование, предъявляемое к секаторам для подрезки виноградных кустов, – обеспечение среза вызревшей однолетней лозы и двухлетних рукавов с диаметром от 10–12 до 16–22 мм, реже – 25–30 мм, которые складываются в валок посреди междурядий с целью дальнейшей утилизации [3].

И третье требование – производственного характера – обеспечение как можно меньших усилий и затрат энергии на про-

цесс одного перерезания, от которого в итоге зависит производительность обрезчика.

При работе секатором обрезчик должен постоянно следить за тем, чтобы его острое широкое лезвие всегда находилось со стороны остающейся на кусте части побега или рукава, а узкое тупое лезвие (обушок) – со стороны удаляемой части [2].

С учетом изложенных требований, в мировой практике разработано большое многообразие типов, различных моделей и форм исполнения секаторов, которые с каждым годом совершенствуются с целью расширения их функциональных возможностей, долговечности использования и облегчения условий труда обрезчиков. При производстве современных секаторов все больше используются новые технические достижения. Это применение высокопрочных сталей для лезвийных пар, лазерная заточка лезвий, тефлоновое покрытие трущихся частей лезвийной пары, совре-

менные материалы и покрытия для ручек секатора и пр.

Состояние вопроса. Многие зарубежные фирмы выпускают различные типы и модели секаторов. Например, немецкая фирма LOWE, которая специализируется на выпуске рубящих секаторов, предлагает более 15 моделей, при этом каждая модель представлена тремя и более вариантами исполнения [4].

Характерной особенностью рубящих секаторов является то, что противорезущая часть секатора играет роль подпора (наковальни) и не участвует в процессе резания, так как не образует лезвийной пары. Преимущества такого типа секаторов заключается в отсутствии боковых усилий на лезвие в процессе перерезания, что позволяет выполнить его более тонким, с хорошей острой заточкой. Площадь сечения среза при этом всегда перпендикулярна продольной плоскости расположения побега без смещения в сторону, при этом не происходит защемление побега, что наблюдается в секаторах с лезвийной парой, при затуплении лезвия и наличия зазора в режущей паре.

В целом рубящие секаторы хорошо зарекомендовали себя на подрезке однолетней вызревшей лозы с диаметром 8–12 мм, когда сечение среза приходится не далее середины лезвия. При подрезке более толстых побегов и рукавов плоскость среза смещается в зону резания к концу ножа, где усилие на перерезание значительно возрастает.

Высококачественный садовый инструмент выпускается многими фирмами в Германии, Италии, США, Финляндии, Израиле, Японии и других странах, включая традиционные ручные секаторы с лезвийной парой [5, 6]. Усилие, которое требуется на один срез побега среднего диаметра (до 15 мм), находится в пределах 15–20 кг (150–200 Н). При дневной норме обрезки 250–350 кустов на одного обрезчика и проведение не менее 7–8 срезов на один куст, он выполняет работу равную $\approx 35,6$ кДж, приходящуюся на сжимательные движения кисти одной руки. Это очень большая нагрузка, особенно когда эту работу выполняют женщины. Поэтому вопрос усовершенствования конструкций существующих секаторов остается актуальным в настоящее время.

Хорошо заточенный секатор должен обеспечивать гладкий, чистый срез, без заметного сжимания древесины. Поэтому конструкции секаторов постоянно совершенствуются: известно, что зарубежные фирмы CARDENA, RACO, LOWE (Германия), KUKER (Италия), FISKARS (Финляндия) и др., выпускающие секаторы различного назначения, уточняют геометрию рабочих органов, для ножа применяют все более прочный металл, а для ручек – более легкий материал с удобной конфигурацией и современным утепляющим покрытием.

Для качественной и эффективной обрезки ветвей различных диаметров в Рос-

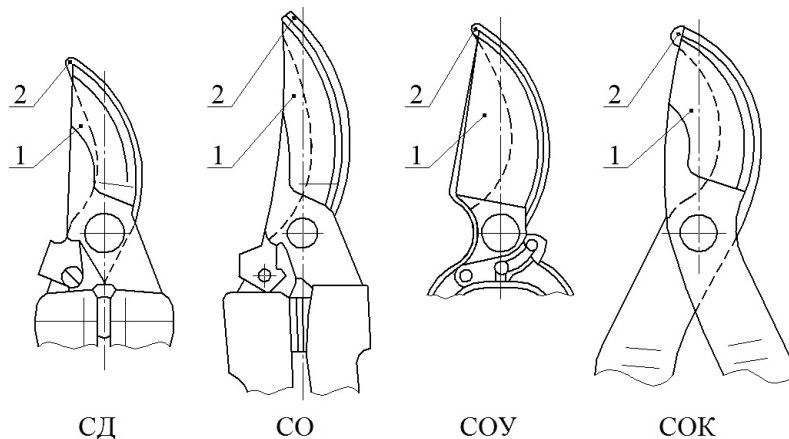


Рис. 1. Схемы основных типов секаторов: СД – секаторы двустороннего резания, максимальный диаметр среза 10 мм; СО – секаторы одностороннего резания, максимальный диаметр среза 15 мм; СОУ – секаторы одностороннего резания усиленные, максимальный диаметр среза 20 мм; СОК – секаторы одностороннего резания кустарниковые, максимальный диаметр среза 30 мм с ножами: 1 – режущим и 2 – противорезущим

сийской Федерации используются секаторы с различными конструктивными особенностями лезвийной пары. Геометрия ножей и значения диаметров перерезаемых веток до 30 мм предусматриваются типажом секаторов по стандарту [7]. Согласно ГОСТ 4153-93, установлены следующие типы секаторов, представленные на рис. 1.

К основным параметрам, определяющим технологические возможности секатора, относятся радиус эксцентрической окружности, описывающей кромку ножа, эксцентриситет оси вращения ножа по отношению к центру окружности и радиус-вектор, проведенный от оси вращения к режущему лезвию секатора. Недостатком стандартных секаторов является то, что первые три типа, которые должны изготавливаться и использоваться виноградарями, предназначены для перерезания веток диаметром, находящимся в узком диапазоне (10–20 мм). Секатор СОК требует больших усилий на перерезание веток диаметром до 30 мм и предназначен для работы двумя руками.

Исследованиями по изучению процесса резания лезвием установлено, что снижение усилия резания должно идти за счет усовершенствования геометрических параметров лезвийной пары и получения при этом возможности осуществлять резание с оптимальным скольжением [8]. В исследованиях [9] выводится оптимальная зависимость между радиусом-вектором r для режущего лезвия и диаметром d перерезаемой ветви:

$$r = 1,14d.$$

Эксцентриситет выбран путем варьирования его в пределах $17 \leq e \leq 30$ мм и установлен предел для угла раствора секатора:

$$\gamma \leq 2\varphi,$$

где φ – угол трения, принятый в пределах 0,35 – 0,45 рад.

При поисках геометрических размеров ножа в качестве исходного условия допущено, что коэффициент скольжения резания ε , по всей дуге лезвия секатора

не может быть меньше единицы, а условие $\varepsilon > 1$ является достаточным для получения оптимальных параметров секатора с наилучшими показателями по усилию резания. В то же время имеются данные, которые свидетельствуют, что оптимальное значение коэффициента скольжения резания ε , при котором затрачивается минимальная работа на перерезание древесины, находится в пределах $1,54 \leq \varepsilon \leq 1,62$ [10].

Теоретически обоснована и успешно испытана в хозяйственных условиях конструкция секатора для резания растений с диаметром до 20 мм с минимальными затратами мускульной энергии, что отмечено в работах [11, 12].

Недостатком отмеченных конструкций секаторов является то, что при повороте рабочего ножа вокруг оси, совпадающей с осью шарнирного соединения, с увеличением диаметра срезаемой ветки до 30 мм, точка её контакта с опорным противорезом смещается в сторону, противоположную от оси вращения, что увеличивает длину плеча рычага до точки касания лезвия режущего ножа со срезаемой веткой и требует дополнительных затрат усилия обрезчика на срезание.

Целью исследований является расширение технологических возможностей секатора, снижение энергетических затрат и увеличение производительности труда обрезчика при обрезке виноградных кустов.

Результаты и обсуждения. Для решения поставленных задач предлагается конструкция секатора, который содержит режущий нож с лезвием выпуклой формы, противорезущий нож с рабочей поверхностью вогнутой формы, соединённые между собой шарниром, две рукоятки, пружину и замок. Лезвие режущего ножа выполнено в виде сегмента эксцентрической окружности с геометрическими параметрами $R = 2,35d$, $r_{\max} = 2,75d$, $e = R \cos(\tau)$, $\tau = 51-57^\circ$ определенными согласно [13], а рабочая поверхность противорезущего ножа выполнена с вырезом.

На рис. 2 приведена конструктивная

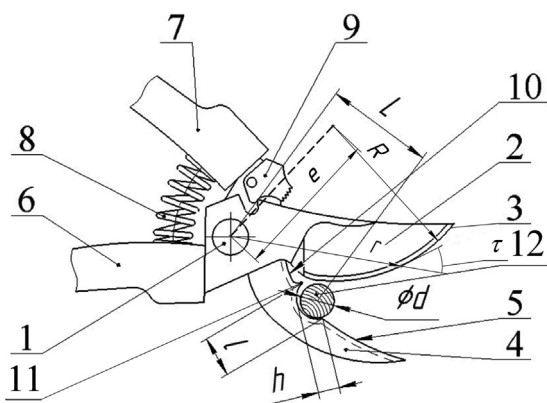


Рис. 2. Конструктивная схема лезвийной пары секатора: 1 – шарнир; 2 – режущий нож; 3 – лезвие режущего ножа; 4 – противорежущий нож; 5 – рабочая поверхность противорежущего ножа; 6, 7 – рукоятки; 8 – пружина; 9 – замок; 10 – барьерное возвышение; 11 – начало выреза; 12 – срезаемая лоза; d – диаметр перерезаемой лозы; l – длина выреза на противорезном ноже; h – глубина выреза на противорежущем ноже; L – расстояние от выреза до оси шарнира; R – радиус эксцентрической окружности; r – радиус-вектор сегмента режущего ножа; e – эксцентриситет; τ – угол резания

схема лезвийной пары секатора, геометрические размеры которой связаны следующими зависимостями:

$$R = 2,35d, \quad r_{\max} = 2,75d, \quad e = R \cos(\tau), \quad \tau = 51 - 57^\circ.$$

Противорежущий нож 4 выполнен с вырезом 11 длиной l , глубиной h , расположенным на рабочей поверхности 5 за ограничительным барьерным возвышением 10 на минимальном расстоянии L от оси шарнира 1. При этом параметры выреза находятся в зависимости с диаметром d перерезаемой лозы. При значениях d в пределах 10...30 мм справедливы равенства: $l = 0,3d$, $h = 0,2d$.

Для срезания более тонких лоз диаметром до 10 мм используется поверхность

лезвия режущего ножа 2 и противорежущего ножа 4 с оптимальным углом скольжения, обеспечивающим минимальные затраты энергии обрезчика. Для срезания толстых лоз диаметром 10–30 мм используется часть лезвия режущего ножа 2 и поверхность противорежущего ножа 4 с вырезом 11. При этом вырез 11 противорежущего ножа 4 с ограничительным барьерным возвышением 10 со стороны расположения шарнира препятствует смещению срезаемой лозы 12 от оси шарнира 1, обеспечивая её срез с уменьшенным усилием резания.

Заключение. Использование предложенной конфигурации лезвийной пары секатора для обрезки виноградных кустов расширяет технологические возможности секатора при обрезке как тонких, так и толстых лоз диаметром до 30 мм. Оптимальное сочетание выбранных параметров ножа и

противореза обеспечивает резание древесины в оптимальном по углу скольжения режиме, что обуславливает повышение чистоты поверхности среза, уменьшение усилий резания на выполнение технологического процесса, позволяет облегчить труд обрезчиков за счёт снижения затрат мускульной энергии на срезание лоз, и, в итоге, повысить производительность труда. В целом, приведенные технические решения по усовершенствованию лезвийной пары секатора направлены на повышение производительности труда и сокращение трудозатрат при обрезке виноградных кустов, нарезке черенков, формировании кроны и обрезке плодовых деревьев и кустарников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авидзба, А. М. Проблемные вопросы механики виноградарства в Республике Крым / А.М. Авидзба, М.Н. Борисенко, Н.А. Скоринов, М.Р. Бейбулатов, Л.А. Мишунова // Магарач. Виноградарство и виноделие. – 2015. – № 4. – С. 25 – 26.
2. Хилькевич, Н. И. Подрезка и формирование кустов винограда / Н.И. Хилькевич. – Симферополь: Крымиздат, 1958. – 63 с.
3. Авидзба, А. М. Инновационная технология утилизации обрезков лоз / А.М. Авидзба, М.Н. Борисенко, Н.А. Скоринов, М.Р. Бейбулатов, Л.А. Мишунова // Сб. научн. тр. «Виноградарство и виноделие». – Т. 46. – 2016. – С. 23 – 25.
4. Проспект фирмы LOWE (Германия). – Для садоводов и виноградарей России. – С. 10.
5. Рекламный проспект фирмы KUKER (Италия). – Инструмент для профессионалов. – С. 2.
6. Каталог продукции KAPRO 2016. – Центр инструмент. – С. 122.
7. ГОСТ 4153-93. Секаторы. Технические условия. – Минск. – Издательство стандартов. – 1995. – 13 с.
8. Желиговский, В. А. Экспериментальная теория резания лезвием / В.А. Желиговский // Труды МИМЭСХ. – М., 1940. – Вып. 9. – 65 с.
9. Бурмистров, А. А. Исследование ручных секаторов с оптимальными режущими кромками / А.А. Бурмистров // Научные труды ВИСХОМ. – М., 1987. – № 10. – С.86 – 91.
10. Кукушкин, Н. М. Экспериментальное исследование процесса резания древесины лезвием / Н.М. Кукушкин // Механизация трудоемких процессов в садоводстве. – М., 1983. – С. 76 – 82.
11. Сафонов, А. Ф. К обоснованию параметров ручных секаторов / А.Ф. Сафонов // Виноградарство и виноделие. – 1995. – № 2. – С. 11 – 15.
12. Сафонов, А. Ф. Результаты испытания ручных секаторов / А.Ф. Сафонов // Виноградарство и виноделие. – 1997. – № 2. – С. 10 – 12.
13. Заявка о выдаче патента РФ на полезную модель №2017139021/13(068038). Секатор садовый. МПК А 01G00(2006/01) / В.П. Горобей / Заявл. 09.11.2017, Уведомл. о полож. результ. форм.эксп. 25.12.2017.

Поступила 01.03.2018
©М.Н.Борисенко, 2018
©Н.А.Скоринов, 2018
©В.П.Горобей, 2018
©Л.А.Мишунова, 2018
©А.Ф.Сафонов, 2018