

Обоснование параметров и режимов работы косилки для скашивания сидератов в междурядьях многолетних насаждений

В.В. Красовский, ассистент, ФГАОУ ВО Крымский ФУ

Вопросы интенсификации производства стоят перед всеми отраслями сельскохозяйственного производства. Возделывание многолетних насаждений является одним из приоритетных направлений в условиях сельского хозяйства Крыма и юга России. Получают распространение всё новые подходы к совершенствованию механизации технологических процессов, использованию интенсивных форм возделывания, внедрению новых типов многолетних насаждений, усовершенствованных систем содержания почв, совершенствованию технологических процессов в виноградарстве и садоводстве за счёт применения новых средств механизации.

Одним из важнейших моментов в комплексе агротехнических мероприятий в технологии интенсивных садов, а также в технологиях ухода за виноградниками является система содержания

грунта. Сегодня появляются новые методы обработки почвы, свидетельствующие о переходе от истощающих к почвозащитным технологиям ухода за почвенным покровом. Эти технологии должны быть направлены не только на эффективное использование энергии и сохранение почвенного покрова, но и на его восстановление и улучшение качественных показателей [1].

Обобщая результаты исследований, проведённых различными авторами, анализ литературных данных, можно сделать выводы, что интенсивная технология возделывания многолетних насаждений требует реализации достаточно эффективного агротехнического приёма залуження междурядий с мульчированием приствольных полос. Междурядья многолетних насаждений рационально засаживать злаковыми, бобовыми, мятликовыми травами, их смесями и (или) содержать междурядья под сидератами.

Залужение междурядий с мульчированием приствольных полос — наиболее перспективная система содержания почвы в интенсивных многолетних насаждениях. Она способствует не только сохранению, но и улучшению физико-механической характеристики почвы (объёмная масса, удельный вес, скважность и обеспечение воздухом), нормализует её структуру; улучшает водный и воздушный режим почвы, водопроницаемость и оптимизирует её по горизонтам почвы; увеличивает поступление в почву питательных веществ, повышает биологическую активность почвы, повышает плодородность, ускоряет разложение органической массы; положительно сказывается на урожайности многолетних насаждений, товарном качестве и лёжкости плодов. В качестве мульчматериала рационально использовать траву, скошенную в междурядьях [2].

Интенсивная технология содержания грунта в междурядьях многолетних насаждений предусматривает залужение междурядий с многократным скашиванием травостоя за период вегетации и транспортированием измельчённой массы в приствольную (прикустовую) полосу. Скашивание травостоя и мульчирование приствольной полосы рационально объединить в одну операцию, что выдвигает специфические требования к техническим средствам, обеспечивающим технологически их грамотное исполнение.

Внедрение интенсивной технологии в производство замедляется из-за отсутствия средств механизации (в частности, косилки-измельчителя, способной выполнять техпроцесс в соответствии с агротребованиями и перемещать массу в приствольную полосу).

Был проведён литературный анализ существующих конструкций машин и агрегатов для скашивания травостоя, который показал, что косилки с ротационным режущим аппаратом и вертикальной осью вращения рабочих органов, работающие по принципу бесподпорного резания, являются наиболее надёжными, простыми по устройству и наиболее приемлемы для скашивания травостоя в междурядьях многолетних насаждений.

В настоящее время существует необходимость в создании новой машины, с принципиально новым технологическим исполнением, которая будет способна обеспечивать качественное выполнение технологических операций (кошение, измельчение сидератов, их равномерное перемещение в приствольную зону), выполнять работу в соответствии с агротребованиями.

Обоснование основных конструктивных и режимных параметров работы косилки-измельчителя для скашивания сидератов в междурядьях многолетних насаждений, создание опытного образца и внедрение в производство является прикладной задачей в рамках государственной программы «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья

и продовольствия Республики Крым на 2015–2017 годы», подпрограммы «Развитие подотрасли растениеводства, переработки и реализации продукции растениеводства», основанием для которых служит Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, утверждённая указом Президента Российской Федерации от 30.01.2010 № 120, Федеральным законом от 29 декабря 2006 г. N 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства».

Исходя из вышеперечисленного была сформулирована тема исследований: «Обоснование параметров и режимов работы косилки для скашивания травостоя в междурядьях многолетних насаждений».

Рабочий орган косилки-измельчителя должен работать по принципу бесподпорного резания. Отечественные и зарубежные учёные занимались исследованием процесса бесподпорного резания, созданием теории расчёта технологических и конструктивных параметров ротационного режущего аппарата. Основные условия для осуществления бесподпорного среза стеблевых растительных культур, или с так называемой инерционной опорой, были впервые аналитически рассмотрены академиком В.П. Горячкиным [3] относительно отдельного, свободно расположенного стебля, растущего из почвы. В последующем этот вопрос рассматривался Е.М. Гутьяром, А.Ю. Ишлинским, а также был предметом фундаментальных исследований И.Ф. Василенко, Н.Ю. Резника, Е.С. Босого [4–8].

Конструктивный расчёт режущего аппарата косилки-измельчителя требует уточнений с учётом влияния воздушного потока, создаваемого ножами ротора на процесс скашивания сидератов в междурядьях многолетних насаждений.

В нашей работе предлагается конструкция кожуха косилки-измельчителя, выполненная в форме вентиляторной улитки. Расчёт конструктивных параметров кожуха косилки выполняется по аналогии с расчётом кожуха центробежного вентилятора спиральной формы.

Рабочий орган косилки-измельчителя, оснащённый ножами с установленными на них лопатками в виде лопастей вентилятора и кожухом, выполненным в форме спирали, будет работать по принципу центробежного вентилятора.

В рамках научно-исследовательской работы, выполняемой в АБиП КФУ, было проведено обоснование конструктивных параметров рабочих органов косилки-измельчителя, а именно определение оптимальных размеров и формы пластин, установленных на ножах косилки. Теоретическое обоснование велось с определения необходимой минимальной скорости вылета частицы из кожуха косилки. Для расчёта времени падения частицы, вычисления необходимой минимальной скорости частицы на момент вылета из кожуха разработана устойчивая математическая модель с помощью программного пакета Maple 18.

Зная необходимую скорость частицы на вылете из кожуха, мы перешли к определению давления, создаваемого вентилятором, которое обеспечило бы необходимую скорость воздуха. Зависимость скорости воздуха от давления определили из формулы Торричелли [9].

Полное давление, создаваемое рабочим органом, определим как сумму статического и динамического давлений [9].

Статическое давление выражается как потери в долях от динамического давления [9, 10]. Они обусловлены различными сопротивлениями: сопротивлениями на входе в вентилятор и выходе из него, сопротивлениями внутри кожуха, гидравлическими потерями и потерями на удар. В расчётах также учитываются: $\mu_{см}$ – коэффициент весовой концентрации, коэффициент, учитывающий число лопаток – k , коэффициент, учитывающий перекрытие лопастями поверхности прохода

воздуха, – μ_z , коэффициент поджатия струи – μ_s , коэффициент сопротивления, приведённый к потерям, связанным с протеканием потока воздуха между лопастями, – λ_1 , коэффициент потерь во входном отверстии вентилятора – ζ_a , коэффициент сопротивления трения воздуха и др. Коэффициенты определяются из табличных данных [10]. Если опытных данных, учитывающих различные сопротивления, недостаточно, то общее сопротивление в сети рекомендуется оценивать величиной суммарного коэффициента K [10].

После математических преобразований и подстановки зависимостей скорости воздуха от давления, давления от параметров вентилятора (рабочего органа косилки), определяемого уравнением Эйлера, получим математическую модель зависимости дальности вылета скошенной массы от конструктивных параметров рабочего органа:

$$x = \frac{1}{\omega} \sqrt{p u_2^2 \left(1 - \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2\right) - \frac{t g \alpha_1 - t g \alpha_2}{\pi B_k} \cdot \frac{L \cdot h \cdot \frac{u}{2} + \frac{1}{3} (H_k \cdot L \cdot \frac{u}{2})}{u_2 D_2} \cdot \left(1 + \frac{1 - K^2}{K^2}\right) \cdot \frac{(1 - e^{-\omega t})}{15.36}},$$

где x – дальность вылета частицы, м;
 p – плотность воздуха, кг·с²/м⁴;
 ω – коэффициент парусности стеблей;
 K – суммарный коэффициент потерь давления в сети;
 t – время полёта частицы;
 L – длина лопасти, м;
 h – высота лопасти, м;
 n – количество лопастей;
 v – окружная скорость ножей, м/с;
 H_k – высота кожуха над лопастью, м;
 D_1 и D_2 – и внешний и внутренний диаметр «лопастного колеса» (лопастей на ножах рабочего органа) м;
 δ – угол выхода массы из кожуха косилки, град;
 α_2 и α_1 – углы кривизны лопатки, установленной на ноже, град;
 B_k – высота кожуха, м.

На основании проведённого теоретического расчёта конструктивных параметров пластин, установленных на ножах рабочих органов косилки-измельчителя, можно сделать выводы, что при окружной скорости вращения ножей 40 м/с, длине ротора 1,2 м, длине пластины в $l = 0,4$ м, спиральном кожухе с высотой $B_k = 0,25$ м, длиной; $L = 1,59$ м, шириной $M = 1,326$ м, разворотом $A_k = 0,55$ м, радиу-

сами построения $R_1 = 0,86$ м; $R_2 = 0,73$ м; $R_3 = 0,59$ м; поступательной скорости агрегата $V_{ном} = 6$ м/с, для дальности вылета частицы $x = 0,3-0,4$ м оптимальными параметрами пластины, установленной на ноже, будут являться: угол α_1 в пределах от 22,9° до 35°, высота пластины от 0,025 до 0,04 м, соответственно: $\alpha_2 = 5°-9°$; радиус кривизны лопасти $R = 0,703-0,487$ м; радиус окружности центров лопастей $R_0 = 0,704-0,487$ м.

Литература

1. Красноступ С.М. Исследование кинематики режущего аппарата косилок с гидравлическим приводом: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Ростов-на-Дону, 1965. С. 2–6.
2. Хатунцев В.В. Технология и косилка для мульчирования приствольных полос в интенсивных садах: дисс. ... канд. техн. наук. Мичуринск, 2009. 161 с.
3. Горячкин В.П. Собрание сочинений в 7 т. / под ред. Н.Д. Лучинского, В.А. Желиговского и И.Ф. Василенко. М.: Сельхозгиз, 1937. Т. 1. 192 с.; 1937. Т. 2. 259 с.
4. Гутьяр Е.М. К теории срезания стеблей // Сельхозмашина. 1931. № 7. С. 12–13.
5. Ишлинский А.Ю. Задача о скорости косыбы злаков // Сельхозмашина. 1937. № 5–6. С. 8–12.
6. Василенко И.Ф. Теория режущих аппаратов жатвенных машин // Труды ВИСХОМ. 1937. № 5. С. 7–14.
7. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчёта режущих аппаратов. М.: Машиностроение, 1975. 311 с.
8. Босой Е.С. Режущие аппараты уборочных машин. М.: Машиностроение, 1967. 167 с.
9. Турбин Б.Г. Вентиляторы сельскохозяйственных машин. М.: Машиностроение, 1968. 160 с.
10. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. В 2-х томах / ред. А.В. Красниченко. М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1961.