

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ БОТВОУДАЛЯЮЩЕЙ МАШИНЫ НА ПОСЕВАХ ЛУКА

Фролов Дмитрий Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые производства»

Курочкин Анатолий Алексеевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Пищевые производства»

Шабурова Галина Васильевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые производства»

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»

440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11; тел.: 8(8412)49-56-99;

e-mail: surr@bk.ru

Ключевые слова: ботвоудаляющая машина, листостебельная масса, лук.

Рассмотрены возможности применения ботвоудаляющей машины на посевах лука-севка и лука-репки. Определены зависимости, характеризующие полноту удаления ботвы лука и сорных растений на посевах лука. Выявлены оптимальные конструктивные и режимные параметры ботвоудаляющей машины при удалении ботвы лука и сорных растений.

Введение

Для механизированной уборки лука применяют машины теребильного типа, качественная работа которых обеспечивается лишь при надлежащей подготовке поля перед уборкой. При этом, как показывает опыт использования таких машин, в период уборки засоренность полей составляет 60...70 %, а высота сорных растений достигает 50 см [1]. Обычно это объясняется тем, что промежуток времени между последней обработкой посевов гербицидами и уборкой может достигать две-три недели, что способствует росту сорных растений.

Поэтому эффективная эксплуатация уборочных машин теребильного типа предполагает предварительную подготовку поля для того, чтобы исключить забивание вращающихся элементов их рабочих органов. Одним из рациональных способов такой подготовки является применение ботвоудаляющих машин [2, 3, 4].

Целью настоящих исследований является подтверждение в реальных условиях возможности применения ботвоудаляющей машины на посевах перед уборкой и определение её оптимальных конструктивных и режимных параметров.

Достижение поставленной цели пред-

усматривает решение следующих задач:

- изучение зависимости полноты удаления ботвы лука и сорных растений от поступательной скорости машины, частоты вращения рабочих органов машины, угла установки ножей и высоты установки рабочего органа относительно поверхности поля;
- определение оптимальных режимных параметров ботвоудаляющей машины, обеспечивающих максимальную полноту удаления ботвы лука и сорных растений.

Объекты и методы исследований

Лабораторно-полевые исследования ботвоудаляющей машины проводили на полях ООО «Агрокомплект» Бессоновского района Пензенской области при уборке лука сорта «Бессоновский местный».

Одновременно с полевыми исследованиями ботвоудаляющей машины проводили исследования по состоянию поля и посевов лука перед уборкой. Все показатели исследовали согласно методическим разработкам по отраслевым стандартам ОСТ 70.8.7–83 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для уборки овощных и бахчевых культур. Программа и методы испытаний», ОСТ 10.8.2–2001 «Испытания сельскохозяйственной техники. Косилки и косилки-плющилки. Методы оценки функ-

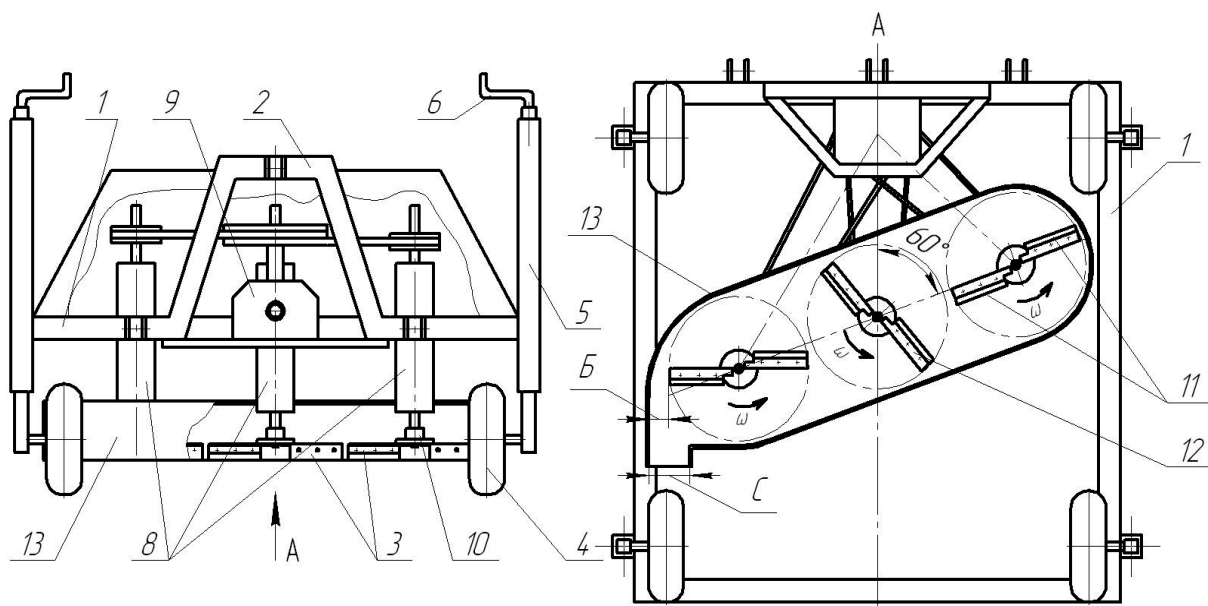


Рис. 1 – Функциональная схема ботвоудаляющей машины (обозначения в тексте)

циональных показателей», ОСТ 10.8.21–2001 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для уборки ботвы корнеплодов. Методы оценки функциональных показателей».

Исследования проводили с использованием ботвоудаляющей машины (рис. 1), состоящей из рамы 1 с устройством для присоединения к трактору 2 и рабочих органов 3 с вертикальной осью вращения, закрытых сверху кожухом 13, имеющим ботвоотводящее окно. Рама имеет четыре стойки 5 с механизмом механического регулирования высоты скашивания 6, опирающиеся на пневматические колеса 4 [5].

Для передачи крутящего момента, с помощью ременных передач 7 на три симметрично расположенных вала 8, на раме 1 установлен конический редуктор 9.

Рабочие органы 3 состоят из двух кронштейнов 12, установленных попарно напротив друг друга на одной горизонтальной оси фланца 10, на которых закреплены ножи 11 под углом 55° к горизонтальной плоскости по ходу их вращения.

Привод рабочих органов 3 осуществляется от вала отбора мощности энергетического средства посредством механизма привода, редуктора 9 и ременных передач 7. Агрегируют ботвоудаляющую машину с тракторами тягового класса 1.4.

Ботвоудаляющая машина работает

следующим образом. При ее движении рельеф поля копируется с помощью четырех пневматических колес 4, установленных на стойках 5. При вращении рабочих органов 3 обрезчика внутри кожуха 13 создается воздушный поток, который поднимает полегшую ботву лука и сорные растения и подводит их в зону резания, где ботва лука и сорные растения срезаются, измельчаются и отводятся через ботвоотводящее окно на междурядье [6].

На протяжении опыта все конструктивные и режимные параметры ботвоудаляющей машины оставались неизменными, за исключением исследуемого. Режим и настройку исследуемого параметра заведомо задавали такими, чтобы по результатам анализа опытных данных можно было установить характер его влияния на объект исследования и определить оптимальное значение этого параметра [7].

Угол установки ножей β регулировали путем установки запасных фланцев с ножами, приваренными под другими углами. Высоту установки рабочего органа относительно поверхности поля h устанавливали винтовым механизмом регулирования опорных колес. Поступательную скорость машины U изменяли переключением передач на тракторе. Частоту вращения рабочих органов n устанавливали изменением диаметра шкивов обрезчика.

Результаты лабораторно–полевых исследований обрабатывали методом корреляционно–регрессионного анализа [8].

Результаты исследований

По результатам обработки опытных данных были построены графики зависимостей величины полноты удаления ботвы лука и сорных растений V , % (на посевах лука–репки и лука–севка) от угла установки ножей β , град. (рис. 2) [9, 10].

Корреляционная связь между показателем полноты удаления ботвы лука и сорных растений V , % ($v_a(\beta)$ – на посевах лука–репки, $v_b(\beta)$ – на посевах лука–севка) и углом установки ножей β , град., выражается уравнением параболы функции

$$v_a(\beta) = -44,6 + 5,2429\beta - 0,0486\beta^2; \quad (1)$$

$$v_b(\beta) = 43,8 + 1,9929\beta - 0,0186\beta^2, \quad (2)$$

при корреляционном отношении $R = 0,99$.

Из анализа зависимостей (1, 2) можно

сделать вывод, что угол установки ножей β оказывает значительное влияние на полноту удаления ботвы лука и сорных растений. Оптимальное значение угла наклона ножей β можно принимать из интервала от 52 до 56 градусов. При уменьшении угла установки ножей ниже 52 градусов относительно горизонтальной плоскости значительная часть срезанной и измельченной ботвы лука и сорных растений не отводится на междурядье, а разбрасывается по полосе. При увеличении угла установки ножей выше 56 градусов рабочие органы не создают разрежения воздуха, достаточного для поднятия ботвы лука и сорных растений, вследствие чего уменьшается полнота удаления ботвы лука и сорных растений.

При определении оптимальной высоты установки рабочих органов относительно поверхности поля h остальные факторы (β , U и n) оставались постоянными – равными оптимальным значениям, полученным при лабораторных исследованиях. Угол установки ножей β приняли равным 54 градусам.

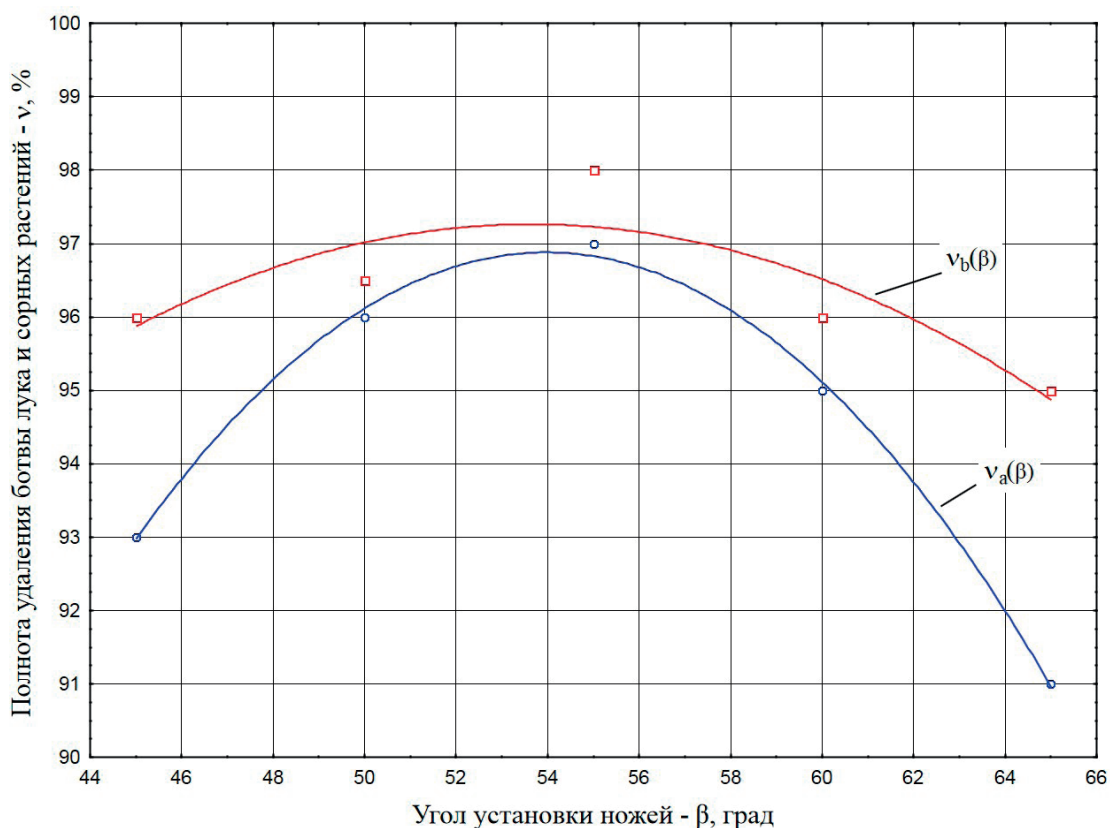


Рис. 2 – Зависимость полноты удаления ботвы лука и сорных растений $v_a : v_b(\beta)$ – на посевах лука–репки, $v_b(\beta)$ – на посевах лука–севка от угла установки ножей β

Корреляционная связь между показателем полноты удаления ботвы лука и сорных растений V , % ($V_a(h)$ – на посевах лука–репки, $V_b(h)$ – на посевах лука–севка) и высотой установки рабочих органов относительно поверхности поля h , м, выражается следующими уравнениями:

$$V_a(h) = 97,2499 - 0,208h - 0,0279h^2; \quad (3)$$

$$V_b(h) = 93,0239 + 1,1864h - 0,0739h^2. \quad (4)$$

После обработки опытных данных построили график зависимостей полноты удаления ботвы лука и сорных растений V , %, на посевах лука–севка и лука–репки от высоты установки рабочих органов относительно поверхности поля h (рис. 3).

Из анализа рисунка 3 можно сделать вывод, что оптимальная высота установки рабочих органов относительно поверхности поля h находится в диапазоне от 15 до 18 см для лука–севка и от 2 до 3 см для лука–репки. Например, при установке рабочих органов на высоту 2 см на уборке лука–репки

полнота удаления составит 97 %, а при установке рабочих органов на высоту 16 см на уборке лука–севка полнота удаления составит 97,7 %.

Снижение h менее 15 см для лука–севка недопустимо, так как технология возделывания лука–севка предусматривает его уборку при влажности листьев 75 %, а созревание луковиц происходит после их укладки на поверхность поля, где они набирают питательные элементы из ботвы.

При определении оптимальной поступательной скорости движения машины U остальные факторы (β , h и n) принимали равными оптимальным значениям, полученным при лабораторных исследованиях.

Зависимость показателя полноты удаления ботвы лука и сорных растений V , % ($V_a(U)$ – на посевах лука–репки, $V_b(U)$ – на посевах лука–севка) от рабочей скоростью движения агрегата (U , м/с) выражена уравнениями:

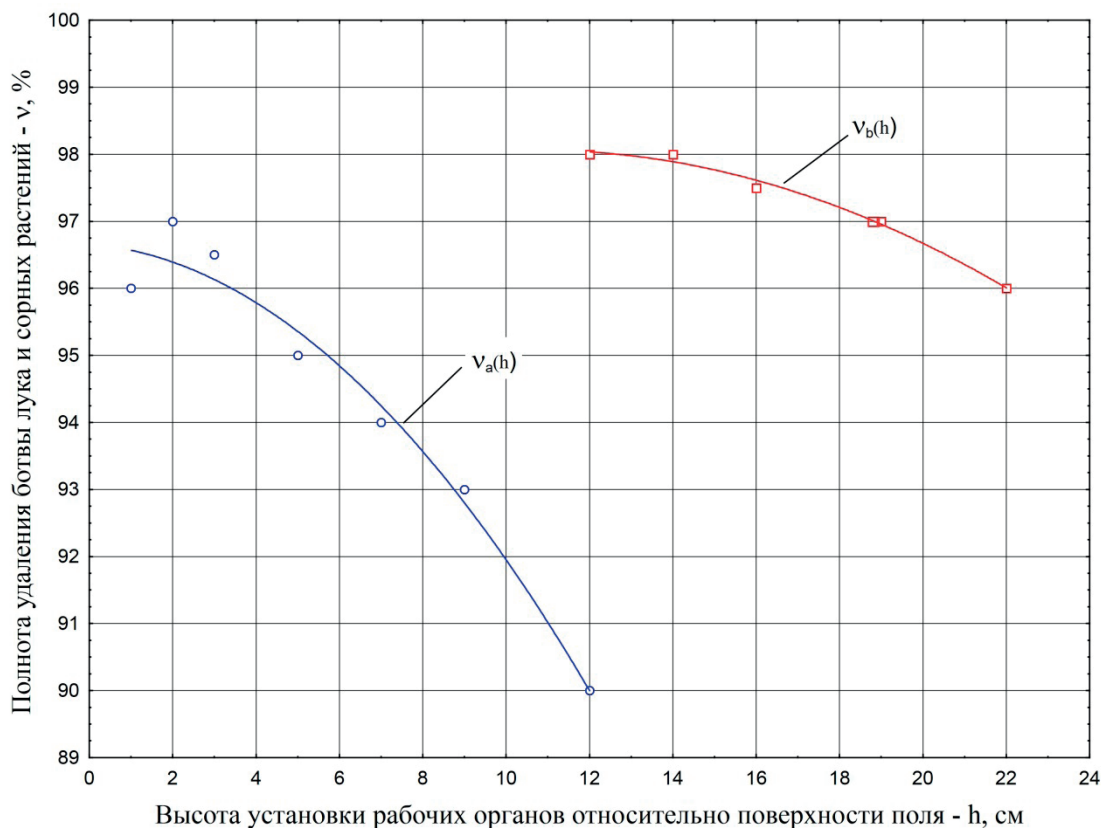


Рис. 3 – Зависимость полноты удаления ботвы лука и сорных растений $V : V_a(h)$ – на посевах лука–репки, $V_b(h)$ – на посевах лука–севка от высоты установки рабочих органов относительно поверхности поля h

$$v_a(v) = 99,6524 + 2,1234v - 6,4425v^2; \quad (5)$$

$$v_b(v) = 100,1021 - 1,2033v - 4,4936v^2, \quad (6)$$

которые иллюстрированы рисунком 4.

Оптимальная рабочая скорость движения обрезчика ботвы лука и сорных растений находится в интервале 0,7...0,9 м/с. При скорости движения обрезчика меньше 0,7 м/с полнота удаления ботвы лука и сорных растений увеличивается, но одновременно увеличиваются и затраты на топливо–смазочные материалы. При скорости движения выше 0,9 м/с появляются пропуски, что уменьшает полноту удаления ботвы лука и сорняков.

При определении оптимальной частоты вращения рабочих органов n остальные факторы (b , h и u) оставались постоянными – равными оптимальным значениям, полученным при лабораторных исследованиях.

Корреляционная связь между полно-

той удаления ботвы лука и сорных растений V , %, ($v_a(n)$ – на посевах лука–репки, $v_b(n)$ – на посевах лука–севка) и частотой вращения рабочих органов n , мин⁻¹, выражается уравнениями второго порядка:

$$v_a(n) = 72,82 + 0,0246n - 6 \cdot 10^{-6} n^2; \quad (7)$$

$$v_b(n) = 80,885 + 0,0157n - 3,5 \cdot 10^{-6} n^2, \quad (8)$$

при корреляционном отношении $R = 0,994$.

Уравнения (7) и (8) иллюстрирует рисунок 5. Его анализ показал, что оптимальная частота вращения рабочих органов обрезчика ботвы лука и сорных растений находится в интервале 1500...2200 мин⁻¹.

При частоте вращения рабочих органов ниже 1200 мин⁻¹ полнота удаления ботвы лука и сорных растений уменьшается за счет увеличения участков с несрезанной ботвой лука и сорными растениями. При частоте вращения рабочих органов выше 2200 мин⁻¹ полнота удаления ботвы лука и сорняков увеличивается, но повышается износ

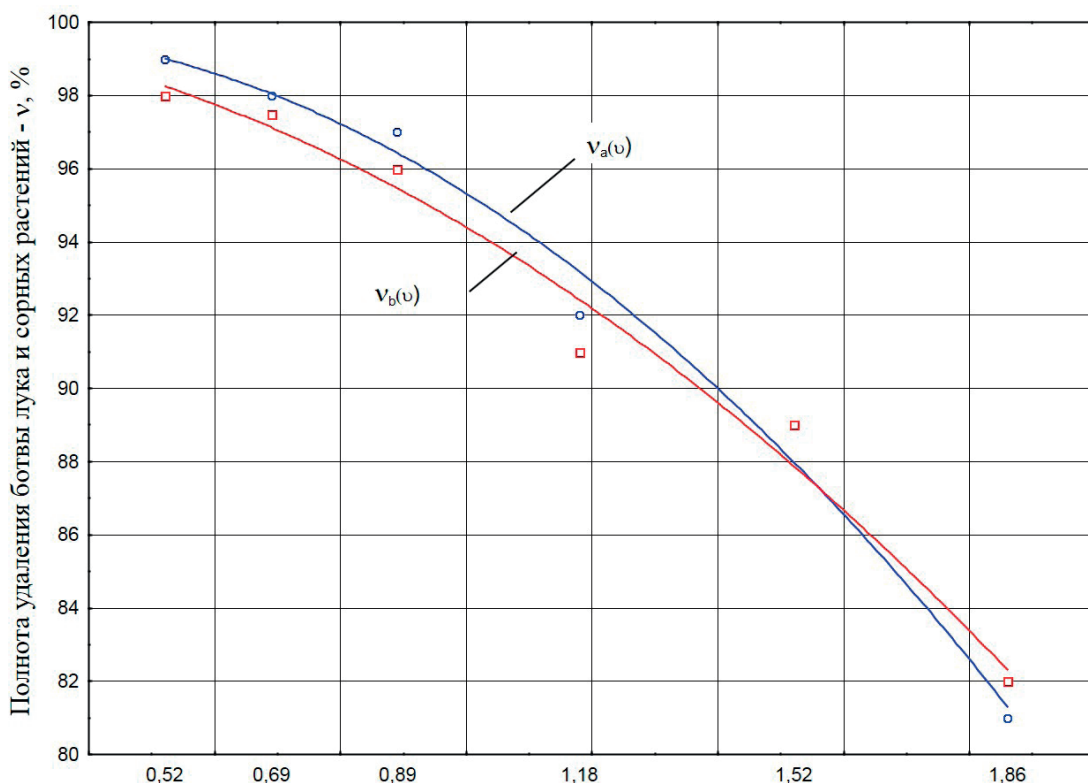


Рис. 4 – Зависимость полноты удаления ботвы лука и сорных растений $V : V_a(U)$ – на посевах лука–репки, $V_b(U)$ – на посевах лука–севка от рабочей скорости движения агрегата U

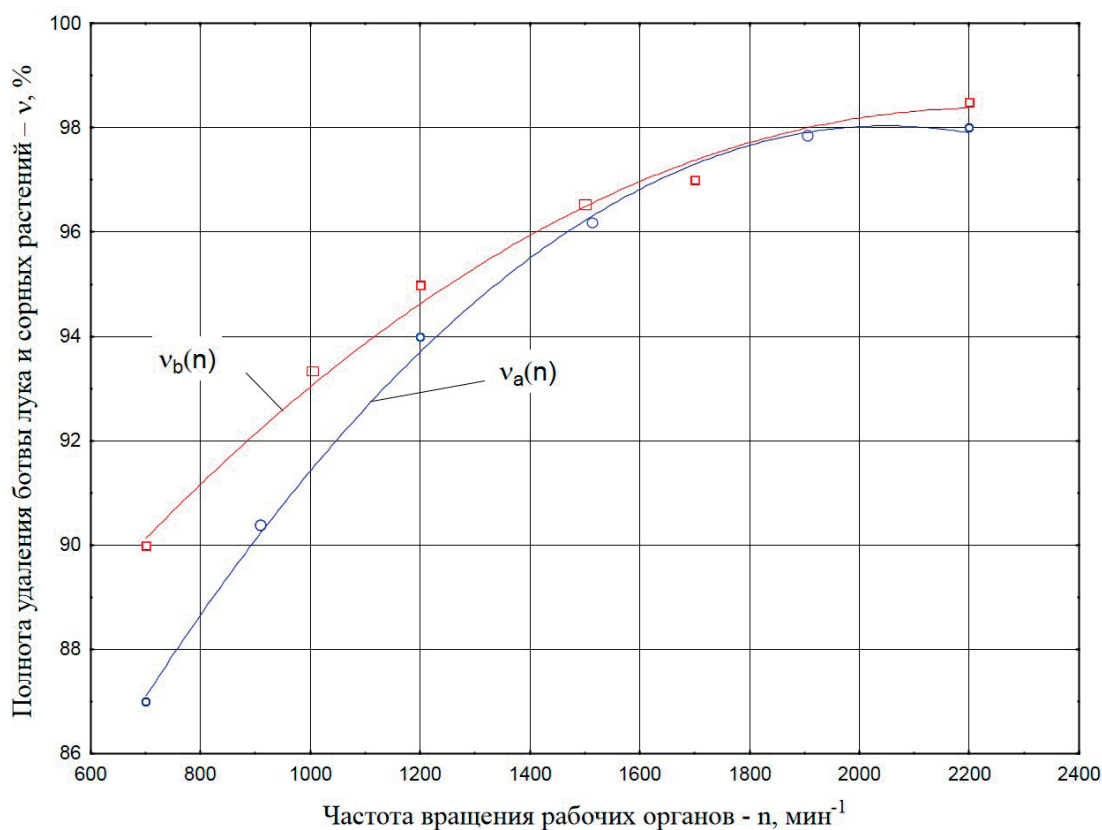


Рис. 5 – Зависимость полноты удаления ботвы лука и сорных растений $v : v_a(n)$ – на посевах лука–репки, $v_b(n)$ – на посевах лука–севка от частоты вращения рабочих органов n

вращающихся элементов обрезчика.

Выводы

Полученные зависимости, характеризующие полноту удаления ботвы лука и сорных растений на посевах лука, позволили получить оптимальные значения конструктивно-кинематических параметров ботвоудаляющей машины: угол установки ножей $b = 52...56$ град.; высота установки рабочего органа относительно поверхности поля $h = 7...9$ см; поступательная скорость ботвоудаляющей машины $U = 0,7...0,9$ м/с; частота вращения рабочих органов $n = 1500...2200$ мин⁻¹. При указанных выше параметрах полнота удаления листостебельной массы и достигает 95...98,2 %.

Библиографический список

1. Ларюшин, Н.П. Оптимальные параметры ботвоудаляющего рабочего органа обрезчика листостебельной массы / Н.П. Ларюшин, А.М. Ларюшин, Д.И. Фролов // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 2. – С. 15-17.

2. Ларюшин, Н.П. Уборка без задержек / Н.П. Ларюшин, А.М. Ларюшин, Д.И. Фролов // Сельский механизатор. – 2007. – № 7. – С. 48-49.

3. Фролов, Д.И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01. – Пенза, 2008. – 153 с.

4. Фролов, Д.И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01. – Пенза, 2008. – 18 с.

5. Пат. 2339208 Российская Федерация, МПК А 01 D 23/02. Ботвоудаляющая машина / Н.П. Ларюшин, С.А. Суцёв, Д.И. Фролов, А.М. Ларюшин. - № 2007109990/12; заявл. 19.03.2007; опубл. 27.11.2008, Бюл. № 33. - 8 с.

6. Фролов, Д.И. Обоснование оптимальной частоты вращения рабочего органа ботвоудаляющей машины / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной

ной академии. – 2013. – № 3. – С. 18-23.

7. Ларюшин, Н.П. Обоснование конструктивно-режимных параметров ботвоудаляющего устройства при лабораторных исследованиях / Н.П. Ларюшин, А.М. Ларюшин, Д.И. Фролов // Нива Поволжья. – 2008. – № 2 (7). – С. 46-51.

8. Фролов, Д.И. Моделирование процесса удаления ботвы лука рабочим органом ботвоудаляющей машины / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова // Известия Самарской ГСХА. – 2014. – № 3. – С. 29-33.

9. Фролов, Д.И. Обоснование рациональных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука / Д.И. Фролов, С.В. Чекайкин // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: Периодическое научное издание. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. ун-та. – 2014. – № 06(22). – С. 159-162.

10. Ларюшин, А.М. Совершенствование технологии уборки лука / А.М. Ларюшин, Н.П. Ларюшин, Д.И. Фролов // Труды международного форума по проблемам науки, техники и образования. – М.: Академия наук о Земле, 2007. – С. 17–18.

УДК 631.316

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДВИЖУЩЕЙ СИЛЫ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИМЕНЕНИЯ ДВИЖИТЕЛЕЙ-РЫХЛИТЕЛЕЙ

Мингалимов Руслан Рустамович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Тракторы и автомобили»

Мусин Рамиль Магданович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Тракторы и автомобили»

ФГБОУ ВПО «Самарская ГСХА»

446442, Самарская обл., п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная. 8а;

тел.: 8(84663)46-3-46, e-mail: e-mail: mrr63@mail.ru

Ключевые слова: агрегат, энергоёмкость, движущая сила, движитель-рыхлитель, конструктивно-технологические и эксплуатационные параметры.

Анализ результатов научных исследований и опыта передовой практики по эксплуатации машинно-тракторных агрегатов (МТА) позволяет заключить, что одной из наиболее важных проблем в механизации сельскохозяйственного производства является снижение энергоёмкости почвообрабатывающих агрегатов.

В статье на основе теоретических исследований разработана функциональная зависимость взаимодействия движителя-рыхлителя с почвой, позволяющая обосновать оптимальные конструктивно-технологические и эксплуатационные параметры предлагаемого технического средства, обеспечивающего снижение энергоёмкости работы культиваторного агрегата. Определены целесообразность и актуальность применения движителей-рыхлителей на культиваторном агрегате.

Введение

Важнейшей задачей сельскохозяйственного производства в современных условиях является обеспечение дальнейшего роста производительности труда при выполнении всех операций по возделыванию

сельскохозяйственных культур с сохранением высокого качества выполнения работ. Задача эта успешно выполняется. Созданы и получили повсеместное распространение скоростные широкозахватные сельскохозяйственные машины, приводимые в дви-