



УДК 631.31.02:004

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-231-1-96-102

С.Ф. Сороченко, Н.И. Раззамазов
S.F. Sorochenko, N.I. Razzamazov

К ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ МАШИНЫ С АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ПЛОДОПИТОМНИКАХ

TO SUBSTANTIATION OF MACHINE PARAMETERS WITH AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF WORKING BODIES FOR TILLAGE IN FRUIT NURSERIES

Ключевые слова: почва, плодopитомник, обработка почвы, ось рядка, саженец, отклонение саженца, модуль, ротационный рабочий орган, автоматизированная система управления, щелеобразователь, активный рабочий орган.

Достичь более высокого качества выполнения обработки почвы и качества возделываемых культур в плодopитомниках предлагается применением группы машин, состоящей из почвенной фрезы, щелеобразователя с активными рабочими органами (роторами) и машины с автоматизированной системой управления рабочими органами (АСУ). Цель исследования – обоснование параметров машины с АСУ для обработки почвы на основе анализа проведённых измерений параметров посадок в плодopитомниках. Измерения проведены в 3 плодopитомниках Алтайского края, причём в плодopитомнике № 1 щели образованы при помощи щелеобразователя с пассивным рабочим органом, а в плодopитомниках № 2 и 3 – при помощи роторного щелеобразователя. Отклонение саженца от оси рядка определено как разница между средним значением расстояния от саженца до базовой линии и измерением; средние значения данного параметра составили 19,2; 9,9 и 9,1 см для каждого плодopитомника соответственно. Расстояние между соседними саженцами поперёк рядка определено как разница между соседними измерениями; средние значения данного параметра составили 4,1; 1,6 и 1,6 см для каждого плодopитомника соответственно. Максимальное расстояние между соседними саженцами поперёк рядка установлено как сумма математического ожидания и тройного среднеквадратического отклонения данного параметра; значения данного параметра составили 13,7; 5,5 и 5,2 см для каждого плодopитомника соответственно. По результатам исследования установлено следующее: расстояние между соседними саженцами поперёк рядка при подготовке щелей роторным щелеобразователем не превышает ширины щели; рабочий диапазон машины с АСУ для обработки

почвы – не менее 19,8 см; поперечная скорость модуля машины – не менее 0,40 от рабочей скорости машины. При подготовке поля для посадки саженцев щелеобразователем с пассивными рабочими органами нижние границы указанных параметров имеют большие значения. Полученные результаты предлагается использовать при разработке машины для обработки почвы в плодopитомниках.

Keywords: soil, fruit nursery, tillage, row line, nursery transplants, transplant deviation, module, rotary working body, automated control system, para-plow, active working body.

To achieve higher tillage quality and crop quality in fruit nurseries, it is proposed to use a group of machines consisting of a rotary tiller, a para-plow with active working bodies (rotors) and a machine with an automated control system for working bodies (ACS). The research goal was the substantiation of the parameters of a machine with ACS for tillage based on analysis of the measurements of planting parameters in fruit nurseries. The measurements were taken in three fruit nurseries in the Altai Region; and in fruit nursery No. 1, soil slots were formed by using a para-plow with a passive working body, and in fruit nurseries No. 2 and No. 3 - by using a rotary para-plow. The deviation of a nursery transplant from the row line was defined as the difference between the average value of the distance from the transplant to the baseline and the measurement; the average values of this parameter were 19.2, 9.9 and 9.1 cm for each fruit nursery, respectively. The distance between adjacent transplants across a row was defined as the difference between adjacent measurements; the average values of this parameter were 4.1, 1.6 and 1.6 cm for each fruit nursery, respectively. The maximum distance between adjacent transplants across a row was determined as the sum of the expected values and the triple standard deviation of this parameter; values of this parameter were 13.7, 5.5 and 5.2 cm for each fruit nursery, respectively. Based on the results of the study, the following was determined: the dis-

tance between adjacent transplants across the row when making slots with a rotary para-plow did not exceed the width of the slot; the working range of a machine with ACS for tillage was at least 19.8 cm; the lateral speed of the machine module was at least 0.40 of the operating speed of the machine.

When preparing a field for transplanting with a para-plow with passive working bodies, the lower limits of the specified parameters had higher values. The research findings are proposed for application in the development of a tillage machine for fruit nurseries.

Сороченко Сергей Федорович, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: sorochenkosf@list.ru.

Раззамазов Никита Иванович, аспирант, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: Nyk0810@mail.ru.

Sorochenko Sergey Fedorovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: sorochenkosf@list.ru.

Razzamazov Nikita Ivanovich, post-graduate student, Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: Nyk0810@mail.ru.

Введение

Для производства саженцев в плодopитомниках применяются машины для подготовки почвы под закладку нового плодopитомника и машины для содержания и обработки почвы в междурядьях [1]. Достижение более высокого качества выполнения обработки почвы в плодopитомниках и, как следствие, качества возделываемых культур предлагается путём применения группы машин, состоящей из почвенной фрезы, щелеобразователя с активными рабочими органами и машины с автоматизированной системой управления рабочими органами (далее – машины с АСУ). Данный результат при этом обуславливается, как увидим далее, образованием щелей, обеспечивающих меньшее расстояние между соседними саженцами поперёк рядка (в сравнении с существующим вариантом щелеобразования), и использованием АСУ. Обоснование параметров машины с АСУ для обработки почвы возможно на основе анализа проведённых измерений параметров посадок в плодopитомниках.

Цель исследования – обоснование параметров машины с АСУ для обработки почвы на основе анализа проведённых измерений параметров посадок в плодopитомниках.

Задачи исследования:

- провести измерения параметров посадок в плодopитомниках;
- выполнить анализ проведённых измерений;
- выполнить расчёт параметров предлагаемой машины.

Объект исследования

Схема машины с АСУ для обработки почвы по патенту № 2767791 РФ представлена на рисунке 1. Управление положением рабочих орга-

нов относительно культурных растений, в отличие от аналогов [2, 3], осуществляется в автоматическом режиме. Перемещение штока гидроцилиндра приводит к сведению (разведению) рабочих органов, а вращение выходного вала шагового двигателя – к поперечному перемещению модуля рабочих органов (далее – модуль). Вращаясь, рабочие органы пальцами рыхлят почву и вычёсывают сорняки. Также управление возможно в ручном режиме.

Способы посадки культур. Существует два варианта образования щелей для посадки саженцев в плодopитомниках при предварительной обработке поля почвенной фрезой:

- при помощи щелеобразователя с пассивным рабочим органом;
- при помощи щелеобразователя с активным рабочим органом (ротором).

В качестве машины по второму варианту выступает, например, разработанный в Студенческом конструкторском бюро АлтГТУ четырёхрядный роторный щелеобразователь по патенту № 187417 РФ, представленный на рисунке 2 и подробно описанный в работе [4]. Г-образная форма лопаток роторов позволяет получать щели для посадки саженцев с ровными боковыми стенками и дном, присыпанным рыхлой почвой. Ширина щели – 7 см, глубина – от 2 до 24 см.

Методика и результаты измерений параметров посадок. Параметры посадок определяли в трёх плодopитомниках Алтайского края (обозначены номерами – 1, 2 и 3). В плодopитомнике № 1 измерения проводили на посадках вишни, выполненных вручную в щели, образованной щелеобразователем с пассивными рабочими органами; в плодopитомниках № 2 и 3 – на посадках чёрной смородины и жимолости соответственно. Для образования щелей в этих плодopитомниках использовали четырёхрядный

роторный щелеобразователь, а посадку саженцев, как и в плодопитомнике № 1, выполняли

вручную. Ширина междурядий во всех посадках равна 70 см.

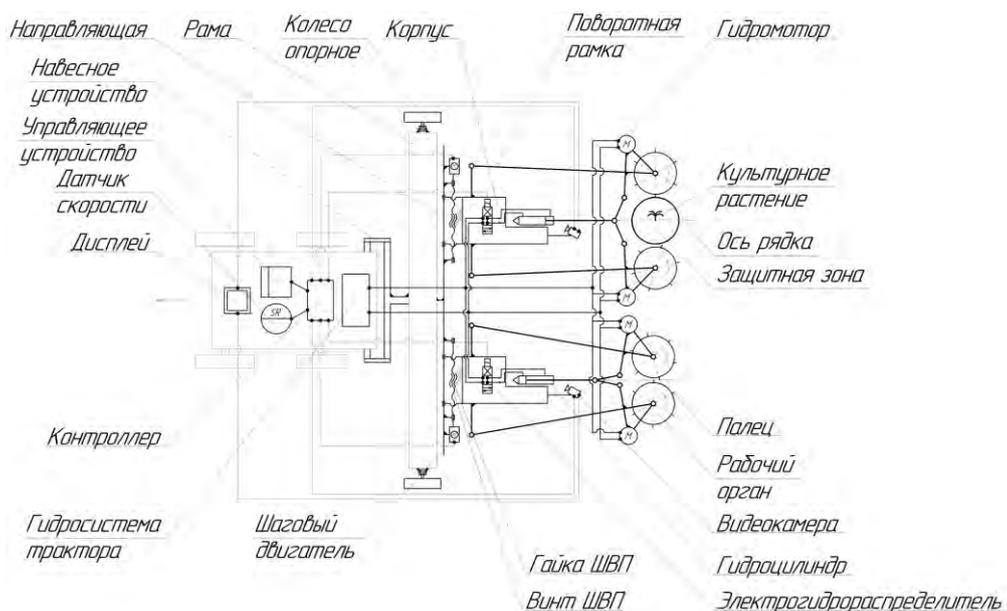


Рис. 1. Схема предлагаемой машины



а



б

Рис. 2. Четырехрядный роторный щелеобразователь:
а – общий вид; б – в рабочем положении

В соответствии с ГОСТ Р 54778-2011 [5] отклонение саженцев от оси рядка определяли на длине 25 м. Для этого посередине междурядья (на расстоянии 35 см от саженцев в начале и в конце измеряемого участка) устанавливали колышки и натягивали шнур (базовая линия), а затем измеряли расстояние от базовой линии до каждого саженца с точностью 0,5 см. Отклонение саженца от оси рядка определено как разница между средним значением расстояния от саженца до базовой линии и измерением. Расстояние между соседними саженцами поперёк рядка определено как разница между соседними

измерениями, максимальное расстояние между соседними саженцами поперёк рядка – как сумма математического ожидания и тройного среднеквадратического отклонения данного параметра. Среднее расстояние между соседними саженцами по рядку установлено как отношение длины измеряемого участка к количеству саженцев, находящихся в нём.

Исключение брака и пересчёт параметров выполнены по работе [6].

Графики отклонений саженцев от оси рядка представлены на рисунках 3-5.

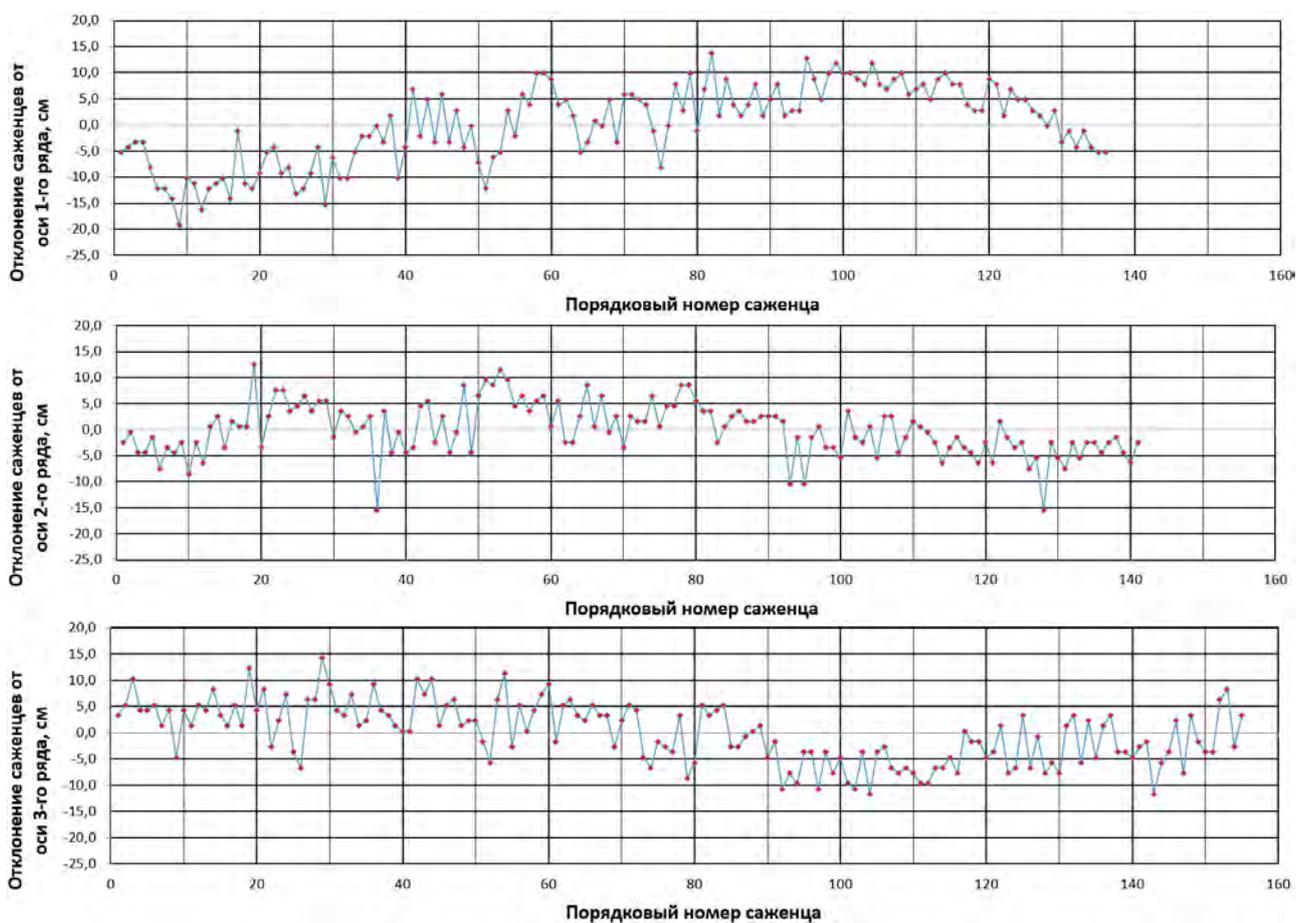


Рис. 3. Графики отклонений саженцев от оси ряда в плодпитомнике № 1

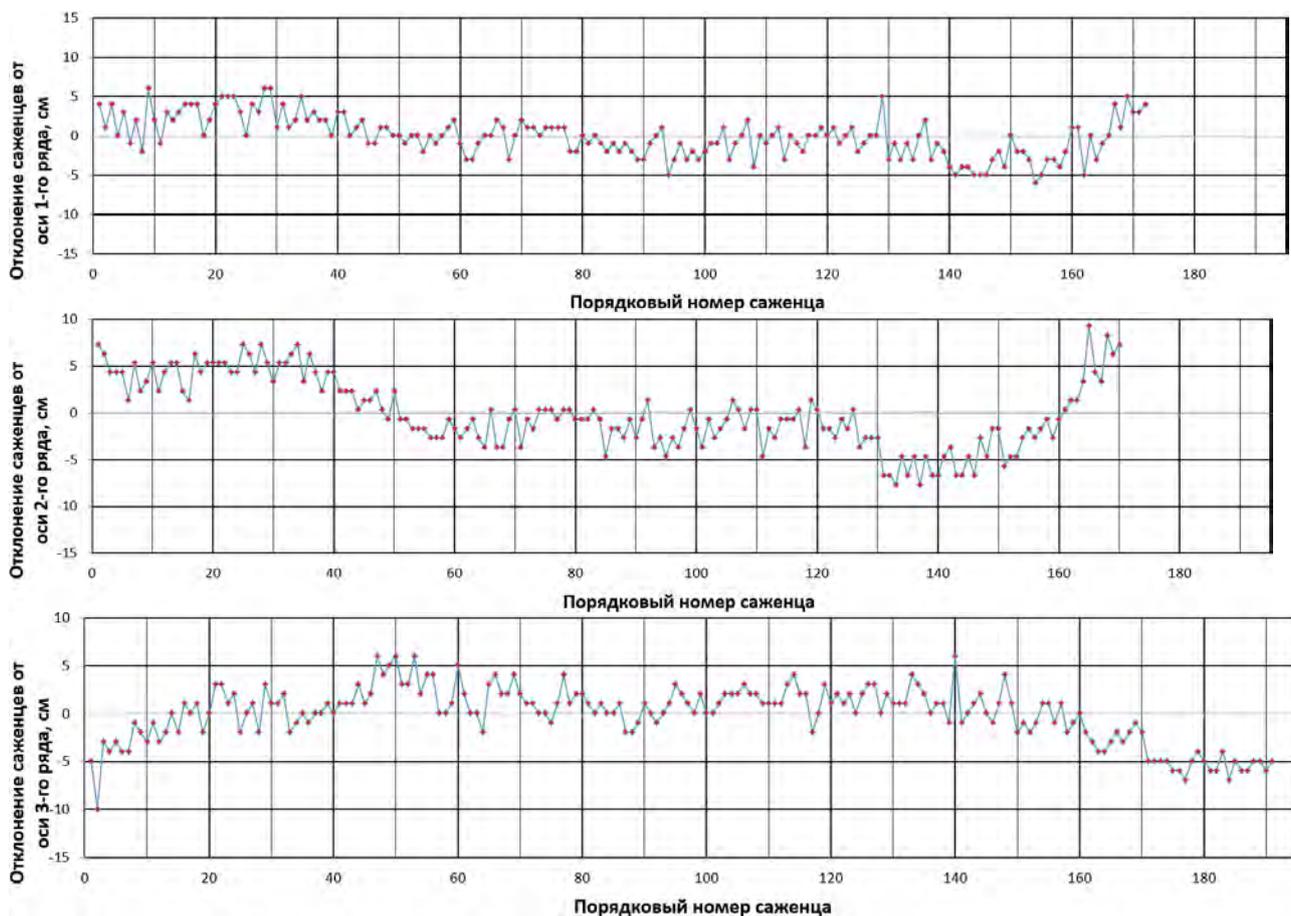


Рис. 4. Графики отклонений саженцев от оси ряда в плодпитомнике № 2

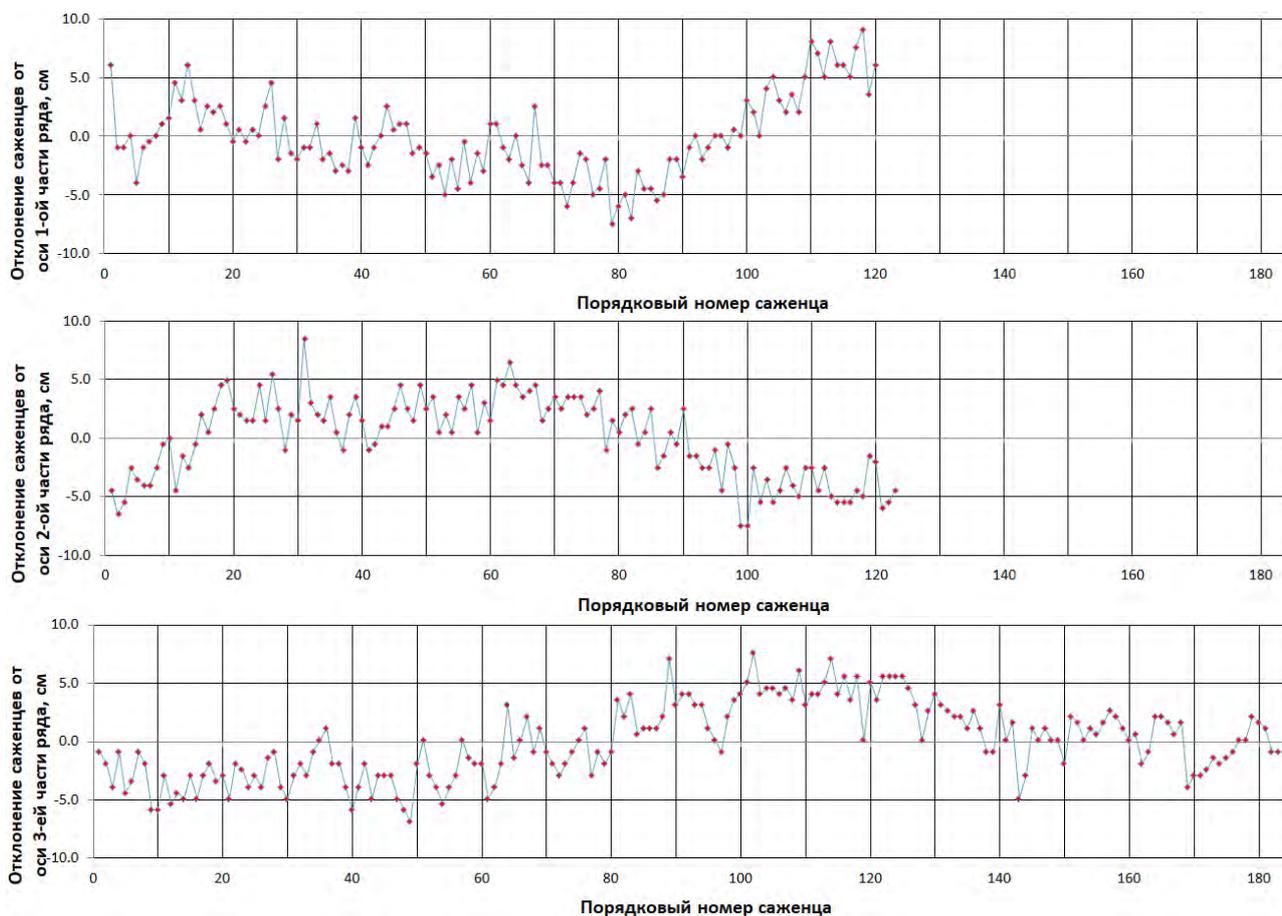


Рис. 5. Графики отклонений саженцев от оси ряда в плодпитомнике № 3

Результаты проведённых измерений представлены в таблице 1. Расстояние между соседними саженцами поперёк ряда при подго-

товке щелей роторным щелеобразователем не превышает ширины щели.

Таблица 1

Результаты измерений параметров посадок, см

Параметр	Плодпитомник		
	№ 1	№ 2	№ 3
Максимальное по абсолютному значению отклонение саженца от оси ряда	19,2	9,9	9,1
Среднее расстояние между соседними саженцами поперёк ряда (среднеквадратическое отклонение расстояния)	4,1 (3,2)	1,6 (1,3)	1,6 (1,2)
Максимальное расстояние между соседними саженцами поперёк ряда	13,7	5,5	5,2
Среднее расстояние между соседними саженцами по ряду	15,0	13,6	13,7

Анализ полученных данных. Для предотвращения повреждения культурных растений в плодпитомниках предлагаемой машиной следует обеспечить выполнение двух условий:

1) наличие необходимого диапазона значений перемещения модуля в поперечном направлении (далее – рабочий диапазон Y_p);

2) наличие необходимой поперечной скорости модуля V_{My} .

Выполнение первого условия характеризуется удвоенным максимальным по абсолютному значению отклонением саженца от оси ряда (что позволяет обеспечить симметричное положение модуля относительно оси ряда), выполнение второго условия – расстоянием между соседними саженцами поперёк ряда ΔY , расстоянием между соседними саженцами по ряду ΔX и рабочей скоростью машины V_x .

Согласно работе [7], время движения рабочих органов в сведённом состоянии t_{somk} определяется по формуле:

$$t_{somk} = \frac{X_{somk}}{V_x}, \quad (1)$$

где X_{somk} – путь, проходимый рабочими органами в сведённом состоянии.

При этом параметр t_{somk} также можно определить по формуле:

$$t_{somk} = \frac{\Delta Y}{V_{M_Y}}. \quad (2)$$

Таким образом, поперечную скорость модуля можно определить из выражения:

$$V_{M_Y} = V_x \cdot \frac{\Delta Y}{X_{somk}}. \quad (3)$$

В работе [7] представлено выражение для определения параметра X_{somk} :

$$X_{somk} = \Delta X - 2\sqrt{R_z(2R + R_z)}, \quad (4)$$

где R – радиус ротационного рабочего органа машины;

R_z – радиус защитной зоны саженца.

Данное выражение справедливо при $X_{somk} \geq 0$. При $X_{somk} < 0$ рабочие органы сводятся не полностью, и поперечная скорость модуля определяется по формуле:

$$V_{M_Y} = V_x \cdot \frac{\Delta Y}{\Delta X}. \quad (5)$$

При расчётах примем $R_z = 0,075$ м, $R = 0,12$ м (согласно работе [7]), в качестве параметра ΔX – среднее расстояние между соседними саженцами по рядку. При данных значениях указанных параметров рабочие органы сводятся не полностью. Результаты расчёта представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметр	Плодопитомник		
	№ 1	№ 2	№ 3
Рабочий диапазон, см	28,8	19,8	18,2
Поперечная скорость модуля V_{M_Y}	$0,91V_x$	$0,40V_x$	$0,38V_x$

Таким образом, предпочтительным вариантом подготовки поля к посадке саженцев является вариант с использованием роторного щелеобразователя. При этом рабочий диапазон машины с АСУ должен быть не менее 19,8 см, а поперечная скорость должна определяться из соотношения $V_{M_Y} \geq 0,40V_x$.

Заключение

1. Расстояние между соседними саженцами поперёк рядка при подготовке щелей роторным щелеобразователем не превышает ширины щели.

2. Для варианта подготовки поля к посадке саженцев, заключающегося в использовании роторного щелеобразователя, определен необходимый рабочий диапазон машины с автоматизированной системой управления рабочими органами для обработки почвы $Y_p \geq 19,8$ см. Установлено, что необходимая поперечная скорость модуля машины определяется зависимостью $V_{M_Y} \geq 0,40V_x$. При подготовке поля для посадки саженцев щелеобразователем с пассивными рабочими органами нижние границы указанных параметров имеют большие значения вследствие наличия более высоких значений отклонений саженцев от оси рядка и расстояний между соседними саженцами поперёк рядка.

3. Предложено использовать результаты исследования при разработке машины для обработки почвы в плодопитомниках, входящей в группу машин по возделыванию саженцев плодовых культур.

Библиографический список

1. Технология и средства механизации для плодопитомников горной и предгорной зон Северного Кавказа / С. М. Джибилов, Л. Р. Гулуева, С. Г. Бестаев, З. С. Бадтиева. – Текст: непосредственный // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 51, № 2. – С. 146-152. – ISSN 2070-1047.
2. Weeder Eco II // UNIVERCO: [website] / Univerco. – 2019. – URL: <https://univerco.com/en/product/weeder-eco-ii/> (дата обращения: 25.09.2023).
3. Машина для приствольной обработки почвы МПП-2. – Текст: электронный // Ваш трактор: [сайт] / Торгово-производственная компания «Ваш трактор». – Барнаул, 2011. – URL: <https://ваштрактор.рф/mashina-dlya-pristvolnoj-obrabotki-pochvyi-mpp-2> (дата обращения: 25.09.2023).
4. Проектирование роторного щелеобразователя для посадки саженцев / Н. М. Чуклин, В. А. Угаров, О. А. Харченко, С. Ф. Сороченко. – Текст: непосредственный // Ползуновский альманах. – 2018. – № 3. – С. 64-67.
5. ГОСТ Р 54778-2011. Машины для уборки плодов и ягод. Методы испытаний – Москва:

Изд-во стандартов, 2020. – 32 с. – Текст: непосредственный.

6. Веденяпин, Г. В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г. В. Веденяпин. – Москва: Колос, 1973. – 199 с. – Текст: непосредственный.

7. Сороченко, С. Ф. Определение функциональных зависимостей выходных параметров движения рабочих органов машины для приствольной обработки почвы в плодopитомниках и садах / С. Ф. Сороченко, Н. И. Раззамазов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4. – С. 109-116.

References

1. Tekhnologiya i sredstva mekhanizatsii dlia plodopitomnikov gornoj i predgornoj zon Severnogo Kavkaza / S. M. Dzhibilov, L. R. Gulueva, S. G. Bestaev, Z. S. Badtieva // Izvestiia Gorskogo GAU. – 2014. – T. 51, No. 2. – S. 146-152. – ISSN 2070-1047.

2. Weeder Eco II // UNIVERCO: [website] / Univerco. – 2019. – URL: <https://univerco.com/en/product/weeder-eco-ii/> (data obrashcheniia 25.09.2023).

3. Mashina dlia pristvolnoi obrabotki pochvy MPP-2 // Vash traktor: [sait] / torgovo-proizvodstvennaia kompaniia “Vash traktor”. – Barnaul, 2011. – URL: <https://vashtraktor.rf/mashina-dlya-pristvolnoj-obrabotki-pochvyi-mpp-2> (data obrashcheniia 25.09.2023).

4. Chuklin, N.M. Proektirovanie rotnogo shcheleobrazovatel'ia dlia posadki sazhentsev / N.M. Chuklin, V.A. Ugarov, O.A. Kharchenko, S.F. Sorochenko / Polzunovskii almanakh. – 2018. – No. 3. – S.64–67.

5. GOST R 54778-2011. Mashiny dlia uborki plodov i iagod. Metody ispytaniia – Moskva: Izd-vo standartov, 2020. – 32 s.

6. Vedeniapin, G. V. Obshchaia metodika eksperimental'nogo issledovaniia i obrabotki opytnykh dannykh / G. V. Vedeniapin. – Moskva: Kolos, 1973. – 199 s.

7. Sorochenko, S.F. Opredelenie funktsionalnykh zavisimostei vykhodnykh parametrov dvizheniia rabochikh organov mashiny dlia pristvolnoi obrabotki pochvy v plodopitomnikakh i sadakh // S.F. Sorochenko, N.I. Razzamazov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021– No. 4 (198). – S. 109-116.



УДК 631.55

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-231-1-102-106

С.А. Белокурeнко

S.A. Belokurenko

ВЛАГООБМЕН В СВЕЖЕУБРАННОЙ ЗЕРНОВОЙ МАССЕ

MOISTURE EXCHANGE IN FRESHLY HARVESTED GRAIN MASS

Ключевые слова: влажность зерна и зерновой массы, явления сорбции и десорбции, влагообмен, способы уборки.

Применение новых технологий, а также развитие научно-технического прогресса требует новых представлений о процессах сорбции и десорбции. Для получения качественной продукции при уборке зерновых культур необходимо иметь более полное представление о процессах, происходящих в свежeубранной зерновой массе и в дальнейшем влияющих на обработку и хранение зерна. Для этого необходимы знания изменения влажности зернового материала и передачи влаги от сорных примесей в конкретный момент времени суток при уборке зерновых культур. Особенно этот момент важен при уборке зерна на семена. При уборке зерновая масса, поступающая на дальнейшую обработку, неоднородна по составу и влаж-

ности. В зависимости от многих факторов влажность отдельных зерен колеблется в очень широких пределах. На увеличение влажности свежeубранного зерна большое влияние оказывает количество сорной примеси. При отсутствии осадков они достигают максимума или минимума к началу второй половины дня. Исследования проводились в нескольких фермерских хозяйствах Алтайского края в течение ряда лет. Проведен литературный анализ передачи влаги от сорняков зерну пшеницы в свежeубранной зерновой массе, а также анализ и наблюдения изменения равновесной влажности зерна и семян в уборочный период в разное время суток. На основании математической обработки полученных данных получены эмпирические зависимости влажности зерновой массы и основного зерна при различных способах уборки от содержания примесей и исходной влажности зерновой массы. Полученные данные – важный шаг, способствующий