

органы сельскохозяйственной техники (атлас разработок научной школы «Механика жидких и сыпучих материалов в спирально-винтовых устройствах», рекомендуемых в производство). – Ульяновск, ФГБОУ ВПО «УГСХА», 2012. – 87 с.

7. Артемьев, В.Г. Пружинно-транспортирующие рабочие органы сельскохозяйственной техники (теория и практика) / В.Г. Артемьев, А.А. Артюшин, Е.И. Резник. - Ульяновск, 2005. - 554 с.

8. Исаев, Ю.М. Влияние длины загрузочного окна на параметры пружинного транспортера / Ю.М. Исаев, Х.Х. Губейдуллин, Н.Н. Аксенова // Механизация и элек-

трификация сельского хозяйства. - 2006. № 11.- С. 9 - 10.

9. Исаев, Ю.М. Зависимость длины загрузочного окна от частоты вращения пружины / Ю.М. Исаев, Х.Х. Губейдуллин, В.Г. Артемьев, Н.Н. Аксенова // Фундаментальные исследования. Научно-теоретический журнал. - 2006, № 12. - Москва, «Академия естествознания», - С. 88 - 90.

10. Исаев, Ю.М. Влияние заборной части на транспортировку жидкостей из ёмкости / Ю.М. Исаев, Х.Х. Губейдуллин, О.П. Гришин, Н.Н. Аксенова // Современные проблемы науки и образования. - М.: 2006, № 6. - С.82-84.

УДК 631.532.2+631.331.072.3

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИСКОВОГО ЗАДЕЛЫВАЮЩЕГО ОРГАНА ДЛЯ ЗАДЕЛКИ ЛУКОВИЦ ЛУКА-СЕВКА

Емельянов Павел Александрович, доктор технических наук, профессор кафедры «Основы конструирования механизмов и машин»

Сибирёв Алексей Викторович, аспирант

ФГБОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия»

440014, г. Пенза, ул. Ботаническая д.30, тел. (841-2) 628-517

e – mail:sibirev2011@yandex.ru

Ключевые слова: заделывающие органы, дисковый заделывающий орган, почвонаправители, угол атаки, луковичи, лук-севок, ориентация, равномерность распределения, многофакторный эксперимент.

В статье приведены результаты многофакторного эксперимента по обоснованию оптимальных технологических и конструктивных параметров дискового заделывающего органа для заделки луковичи лука-севка.

Посадка лука-севка в оптимальные сроки и в соответствии с агротехническими требованиями имеет большое значение для повышения урожайности и улучшения качества выращенной продукции. Самым распространенным и наиболее освоенным способом, применяемым в средней полосе России, а также в северной части европейских стран, является выращивание лука – репки из севка [1].

По результатам исследований Курского СХИ, Пензенской ГСХА, известно, что на урожайность лука большое влияние оказы-

вает не только равномерное распределение луковичи вдоль ряда, но и ориентация лука-севка при посадке [2,3].

Исходя из технологического процесса посадки луковичи, известно, что заделывающие органы являются последним рабочим органом, оказывающим воздействие на положение луковичи в борозде при их посадке [4].

На основании проведенного патентно-технического поиска и анализа существующих и предлагаемых заделывающих органов посевного и посадочного материала не

было найдено четкого утверждения о сохранении исходного положения посадочного материала при его заделке в почву [5].

На кафедре «Основы конструирования механизмов и машин» ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА» разработан дисковый заделывающий орган луковой сеялки, позволяющий сохранять исходное положение луковицы лука-севка в борозде и равномерность распределения луковиц вдоль борозды после их заделки почвой.

Дисковый заделывающий орган состоит из сферического диска 1 с режущей кромкой 3 и расположенными на рабочей поверхности диска круглыми отверстиями 2 с почвонаправителями 4.

Технологический процесс заделки луковиц лука-севка происходит следующим образом.

При движении машины нижняя часть каждого диска заглубляется в почву, входит с ней в зацепление, поднимает ее и подает на почвонаправитель 4.

Почвонаправитель 4 поднимает почву и направляет ее сверху на луковицу. За счет изменения характера взаимодействия почвонаправителей с почвой происходит качественная заделка луковиц почвой, дополнительное рыхление почвы.

Для определения оптимальных конструктивных и технологических параметров дискового заделывающего органа были проведены экспериментальные исследования на лабораторной установке (рисунок 2), которая состоит из почвенного канала 1, приводной тележки 2, на которую устанавливается дисковый заделывающий орган 3, электродвигателя 4 и гибкой канатной связи 5.

Лабораторные исследования проводились в следующей последовательности [6].

На почвенном канале в дни проведения исследований создавались условия, необходимые для определения показателей назначения при испытаниях посевных машин согласно СТО АИСТ 5.6-2010 [7], а именно:

- влажность почвы на глубине 0-5 см создавалась равной 25 %;
- твердость почвы в слое 0-5 см состав-

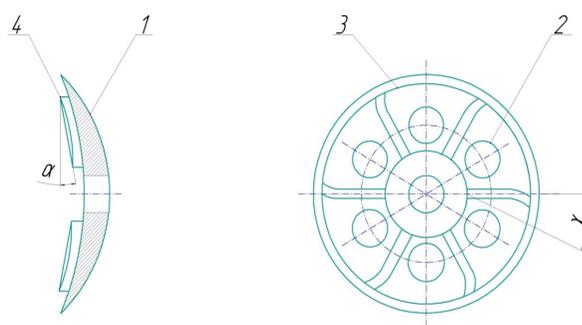


Рис.1 – Устройство диска заделывающего органа: 1-диск сферический; 2-отверстия круглые; 3-кромка режущая; 4-почвонаправители



а)



б)

Рис. 2 – Общий вид: а) лабораторной установки; б) дискового заделывающего органа: 1 – канал почвенный; 2 – тележка приводная; 3 – дисковый заделывающий орган; 4 – электродвигатель; 5 – связь гибкая канатная

ляла 0,05 – 0,15 МПа;

- глубина взрыхленного слоя почвы соответствовала глубине заделки лука-севка;
- крошение взрыхленного слоя соответствовало приведенному выше стандарту.

Таблица 1

Матрица планирования трёхфакторного эксперимента и уровни варьирования факторов

Обозначение	Факторы		
	Скорость движения дискового заделывающего органа, м/с	Угол атаки дискового заделывающего органа, град	Межосевое расстояние между дисками заделывающего органа, м
	V_{Π}	α	S
	X_1	X_2	X_3
1	1	1	0
2	-1	-1	0
3	1	-1	0
4	-1	1	0
5	1	0	1
6	-1	0	1
7	1	0	-1
8	-1	0	1
9	0	1	1
10	0	-1	-1
11	0	1	-1
12	0	-1	1
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0

Перед каждым проходом дискового заделывающего органа происходила нарезка борозды полозовидным сошником и после этого производилась ручная раскладка луковиц донцем вниз с интервалом между соседними луковицами $L=0,1$ м.

После прохождения дисковым заделывающим органом участка, на котором разложен лук-севок, определялось качество заделки лука-севка по таким показателям, как:

- количество заделанных почвой луковиц, расположенных донцем вниз (вверх и боком);
- равномерность распределения заделанных почвой луковиц вдоль рядка.

Определение показателей качества заделки лука-севка производилось раскрытием закрытой борозды вручную.

После каждого прохода заделывающе-

го органа делали следующие замеры:

- угол наклона вешки относительно дна борозды, град;
- расстояние между луковицами в рядке, м.

При исследовании процесса заделки луковиц лука-севка дисковым заделывающим органом были выявлены факторы, общее число которых первоначально равнялось 15, которые охватывали технологические, конструктивные параметры дискового заделывающего органа, а также физико-механические свойства почвы.

Ввиду того, что при исследованиях невозможно охватить влияние всех факторов и их взаимодействия, на основании априорной информации, а также исходя из конкретных задач исследования были выделены наиболее значимые факторы, влияющие на качество заделки лука-севка.

С первоначально выбранными наиболее существенными факторами, влияющими на качество заделки лука-севка, проводился отсеивающий эксперимент, по результатам которого была собрана и обработана информация о значимости каждого параметра, что позволило исключить из дальнейшего рассмотрения малозначимые факторы и сократить объем дальнейших исследований: угол наклона дискового заделывающего органа к вертикали β , количество почвонаправителей Z , длина почвонаправителя L , межосевое расстояние между дисками заделывающего органа S , диаметр диска заделывающего органа D , ширина почвонаправителя B , угол между горизонтальным диаметром диска и направлением движения диска α , поступательная скорость дискового заделывающего органа $V_{\text{п}}$.

Для проведения отсеивающего эксперимента составляли матрицу с учетом первоначально выделенных факторов методом случайного смешивания двух полуреплик типа [8,9].

После проведения отсеивающего эксперимента, малозначимые факторы отсеивались и были установлены три наиболее значимых фактора, влияющие на качество заделки лукович лука-севка, а именно:

- угол между горизонтальным диаметром диска и направлением поступательного движения диска α (в дальнейшем угол атаки), град;
- межосевое расстояние между дисками заделывающего органа S , м;
- поступательная скорость дискового заделывающего органа $V_{\text{п}}$, м/с.

За критерий оптимизации был выбран качественный показатель заделки лукович – количество заделанных почвой лукович, расположенных донцем вниз, и равномерность распределения заделанных почвой лукович вдоль ряда дисковым заделывающим органом.

После обработки результатов на основании теории многофакторного эксперимента, используя компьютерную программу *Statistika 6.0*, были получены значения функции отклика – количество заделанных почвой лукович, расположенных донцем

вниз, при варьировании факторов, в соответствии с планом второго порядка Бокса–Бенкина (таблица 1) и получена адекватная математическая модель, описывающая зависимость качества заделки $K = f(V_{\text{п}}, \alpha, S)$ лукович после их посадки в борозде в закодированном виде от выбранных факторов:

$$Y = 92.53 - 8.13x_1 - 1.78x_2 + 2.37x_3 - 15.12x_1^2 + 2.32x_2^2 - 2.85x_3^2 + 1.97x_1x_2 - 4.75x_1x_3 - 0.000009x_2x_3 \quad (1)$$

где Y критерий оптимизации, %;

x_1 – угол между горизонтальным диаметром диска и направлением поступательного движения диска, град;

x_2 – межосевое расстояние между дисками заделывающими органа, м;

x_3 – поступательная скорость дискового заделывающего органа, м/с.

Уравнение (1) в раскодированном виде имеет следующий вид:

Для получения двумерного сечения поверхности отклика, характеризующего показатель качества заделки лукович, а именно: ориентация лукович донцем вниз после их заделки почвой в борозде, от межосевого расстояния между дисками заделывающего органа (x_2) и поступательной скоростью дискового заделывающего органа (x_3), в уравнение (1) подставляем значение $x_1 =$ и

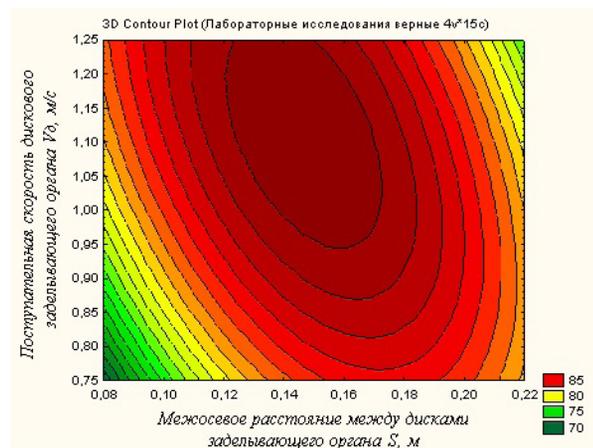


Рис. 3 – Двухмерное сечение поверхности отклика, характеризующее зависимость количества лукович, заделанных почвой донцем вниз, от поступательной скорости дискового заделывающего органа (м/с) и межосевого расстояния между дисками заделывающего органа (м)

получаем уравнение:

$$Y = 92,53 - 1,78x_2 + 2,37x_3 + 2,32x_2^2 - 2,85x_3^2 - 0,00009x_2x_3 \quad (3)$$

Определяем координаты центра поверхности отклика дифференцированием уравнения (3) и решением системы уравнений:

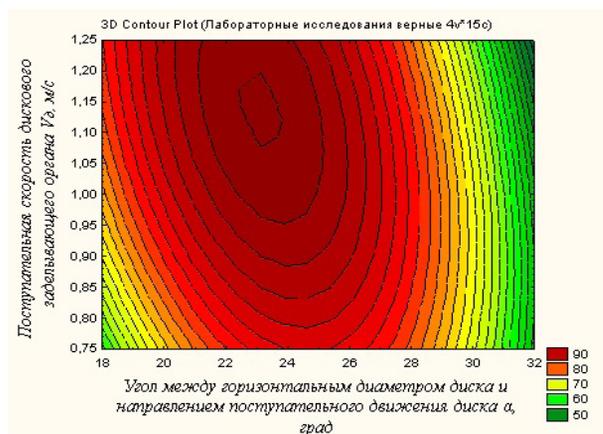


Рис. 4 – Двухмерное сечение поверхности отклика, характеризующее зависимость количества луковиц, высаженных донцем вниз, от угла между горизонтальным диаметром диска и направлением поступательного движения диска (град) и поступательной скоростью дискового заделывающего органа (м/с)

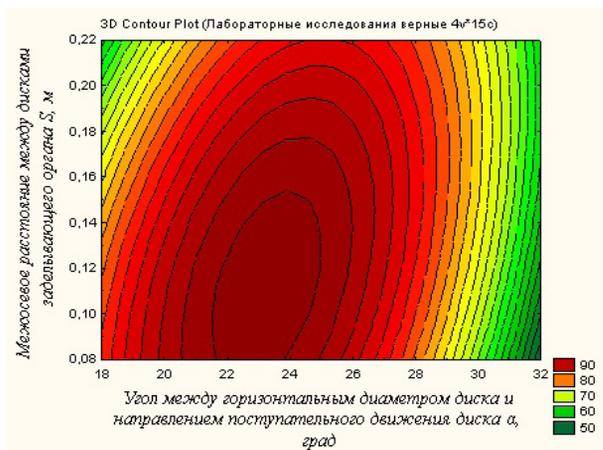


Рис. 5 – Двухмерное сечение поверхности отклика, характеризующее зависимость количества луковиц, высаженных донцем вниз, от межосевого расстояния между дисками заделывающего органа (м) и угла между горизонтальным диаметром диска и направлением поступательного движения диска

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx_2} = -1,78 + 4,64x_2 - 0,00009x_3 = 0 \\ \frac{dy}{dx_3} = 2,37 - 5,7x_3 - 0,00009x_2 = 0 \end{cases} \quad (4)$$

Решая систему уравнений (4), находим координаты центра поверхности функции отклика в закодированном виде: (в раскодированном виде $S=0,158$ м, $V_d=1,15$ м/с).

Подставляя значения X_2 и X_3 в уравнение (3) получаем значение функции отклика в центре поверхности:

$$Y_S = 92,69 \quad (5)$$

Подставляя различные значения функции отклика в уравнение (3) получали уравнения контурных кривых – эллипсов. Результаты расчета представлены на рисунке 3.

Двухмерное сечение поверхности отклика, характеризующее качество заделки луковиц от угла между горизонтальным диаметром диска и направлением поступательного движения диска (X_1) и поступательной скоростью дискового заделывающего органа (X_3) описывается уравнением (1) при $X_2 =$, после чего:

$$Y = 92,53 - 8,13x_1 + 2,37x_3 - 15,12x_1^2 - 2,85x_3^2 - 4,75x_1x_3 \quad (6)$$

При дифференцировании уравнения (6) получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx_1} = -8,13 - 30,24x_1 - 4,75x_3 = 0 \\ \frac{dy}{dx_3} = 2,37 - 5,7x_3 - 4,75x_1 = 0 \end{cases} \quad (7)$$

На основе которых получили координаты центра поверхности отклика $x_3 = 0,721$ (соответственно в раскодированном виде $V_d=1,14$ м/с, $\alpha=23,8$ град).

Подставляя значения X_1 и X_3 в уравнение (6), получаем значение функции отклика в центре поверхности:

$$Y_S = 94,95 \quad (8)$$

На основании полученных данных строилось двумерное сечение (рисунок 4).

Двухмерное сечение поверхности отклика, характеризующее качество заделки

луковиц от угла между горизонтальным диаметром диска и направлением поступательного движения диска (X_1) и межосевым расстоянием между дисками заделывающего органа (X_2) описывается уравнением при $X_3 =$ после чего:

$$Y = 92,53 - 8,13x_1 - 1,78x_2 - 15,12x_1^2 + 2,32x_2^2 + 1,97x_1x_2 \quad (9)$$

Продифференцировав уравнение (9) и решив систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx_1} = -8,13 - 30,24x_1 + 1,97x_2 = 0 \\ \frac{dy}{dx_2} = -1,78 + 4,64x_2 + 1,97x_1 = 0 \end{cases} \quad (10)$$

получим координаты поверхности отклика $x_1 = -0,23$, $x_2 = 0,48$ (соответственно в раскодированном виде $\alpha = 23,8$ град, $S = 0,116$ м).

Подставляя значения x_1 и x_2 в уравнение (9), получаем значение функции отклика в центре поверхности:

$$Y_S = 93,28 \quad (11)$$

На основании полученных данных строилось двумерное сечение (рисунок 5).

Анализируя двухмерные сечения, изображенные на рисунках 3 – 5, можно сделать вывод, что оптимальные значения исследуемых факторов находятся в следующих пределах: угол между горизонтальным диаметром диска и направлением поступательного движения диска $\alpha = 20-25$ град., межосевое расстояние между дисками заделывающего органа $S = 0,1-0,15$ м и поступательная скорость дискового заделывающего органа $V_{\Pi} = 0,95 \dots 1,15$ м/с.

В результате проведения лабораторных исследований дискового заделывающего органа установлено, что количество луковиц, расположенных донцем вниз, после заделки их почвой в борозде на оптимальных режимах составляет 85...90%, что соответствует существующим рекомендациям [2] при посадке луковиц лука-севка.

Библиографический список

1. Кухарев, О.Н. Энергосберегающие технологии ориентированной посадки сельскохозяйственных культур (на примере лука и сахарной свеклы): дис. ... докт. техн. наук / О.Н. Кухарев. – Пенза, 2006. – 414 с.
2. Посявин, А.Т. Технология производства лука / А.Т. Посявин – М.: Россельхозиздат, 1984. – 96 с.
3. Емельянов, П.А. Совершенствование технологии и технических средств ориентированной посадки луковиц: дис. ... докт. техн. наук / П.А. Емельянов. – Пенза, 2002. – 305 с.
4. Емельянов, П.А. Теоретические предпосылки заделки луковиц в борозде / П.А. Емельянов, А.В. Сибирев, А.Г. Аксенов // Нива Поволжья. – 2012. - №3 (24). – С.33 – 36.
5. Емельянов, П.А. Классификация средств механизации заделывающих органов семенного материала посевных и посадочных машин / П.А. Емельянов, А.Г. Аксенов, А.В. Сибирев, // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. №11. – С.28 – 30.
6. Сибирев, А.В. Методика проведения поисковых опытов по заделке луковиц в борозде / А.В. Сибирев, А.Г. Аксенов // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: Сб. мат. Всерос. научно-практ. конф., т.2 – Пенза: РИО ПГСХА, 2012. – С. 112 – 114.
7. СТО АИСТ 5.6-2006. «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины высадкопосадочные. Методы оценки функциональных показателей». – введен 15.04.2011 г. – М.: Изд-во стандартов, 2011. – 22 с.
8. Мельников, С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рошин. – Л.: Колос, Ленингр. отд-ние, 1980. – 168 с.
9. Коновалов, В.В. Практикум по обработке результатов научных исследований с помощью ПЭВМ: Учебное пособие / В.В. Коновалов. – Пенза: ПГСХА, 2003. – 176 с.