

УДК 631.331

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ ПОСЕВА ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

В.В. ДОЛЖИКОВ

(Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия)

Обоснованы конструкция и параметры работы пневматических дисковых высевальных аппаратов, позволяющих повысить эффективность возделывания сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: вакуумный высевальный аппарат, скорость сеялки, высевальный диск, качество дозирования семян.

Введение. Одной из основных целей сельского хозяйства является производство сельскохозяйственной продукции со снижением себестоимости и увеличением рентабельности. Сев – один из наиболее важных факторов, влияющих на урожайность. Особенно важно проведение посевной в кратчайшие сроки при оптимальных климатических условиях для пропашных культур (подсолнечника и кукурузы как наиболее распространенных культур в нашем регионе), поскольку скорость посева влияет на общий расход топлива, оплату труда и т.д.

Постановка задачи. По результатам исследований Института зернового хозяйства им. А.И. Бараева, проведенных в 70-80-е годы прошлого века, было установлено, что пропашные сеялки качественно осуществляли посев на скоростях до 9 км/ч. При увеличении скорости посева происходило интенсивное перемешивание и отбрасывание почвы. Следствием этого, как правило, являются неравномерные всходы. Скорость движения сеялки считается идеальной, если борозда открывается и закрывается без значительного перемещения почвы, а также обеспечивается постоянная ширина рядков и глубина борозд. Современное сельскохозяйственное машиностроение позволяет обеспечить выполнение этих условий за счет применения анкерных сошников и прикатывающих катков на каждой высевальной секции. При этом передвижение посевного агрегата по полю может происходить со скоростью до 15 км/ч.

Увеличение скорости вызывает изменение динамики взаимодействия тел в высевальном аппарате, а поскольку их конструкции не претерпели каких-либо значительных изменений за последние несколько десятилетий, то задачей данной работы является модернизация пневматического высевального аппарата с целью повышения рабочей скорости пропашной сеялки при сохранении качества посева.

Методы испытаний. В процессе работы серийного высевального аппарата, выполненного по типу аппарата сеялки СУПН-8-01, на присосавшееся к дозирующему отверстию семя действует ряд сил: полезная, способствующая выносу семени из семенной камеры, и силы сопротивления выносу семени.

Гарантированный вынос семени будет обеспечиваться, если выполнено условие:

$$\frac{\overline{F_{\text{тр}}}}{\sum R} \geq 1, \quad (1)$$

где $\overline{F_{\text{тр}}}$ – сила трения поверхности высевального диска о присосанное семя (полезная сила), Н;

$\sum R$ – сумма сил сопротивления выносу, Н.

Проведенные по известной методике теоретические расчеты [1] показывают, что для серийного высевального аппарата при высевае кукурузы отношение сил (1) лежит в диапазоне от 0,65 до 1,35, т.е. процесс выноса семян из семенной камеры происходит в неустойчивом режиме. В основном это связано с тем, что по мере выноса семян из полости семенной камеры, в зоне их активного захвата из-за отсутствия семенного материала на траектории движения дозирующего

элемента, а также из-за того, что семена имеют неправильную форму, они не всегда полностью перекрывают присасывающее отверстие (рис.1, а).

При этом сила присасывания каждого семени будет определяться по формуле:

$$\overline{F_{\text{пр}}} = k \cdot S_c \cdot H, \quad (2)$$

где k – коэффициент просасывания воздуха, $k=0,9...1,5$; S_c – площадь семени, перекрывающая присасывающее отверстие, м^2 ; H – разрежение в вакуумной камере, Па.

Небольшие значения S_c ухудшают работу аппарата. Таким образом, присасывающие отверстия круглой формы не являются наиболее оптимальными с точки зрения процесса дозирования семян. В связи с этим предлагается изготавливать дозирующие элементы в виде радиальных прорезей, что позволит обеспечить гарантированное попадание хотя бы одного семени на траекторию движения дозирующего элемента (рис.1, б).

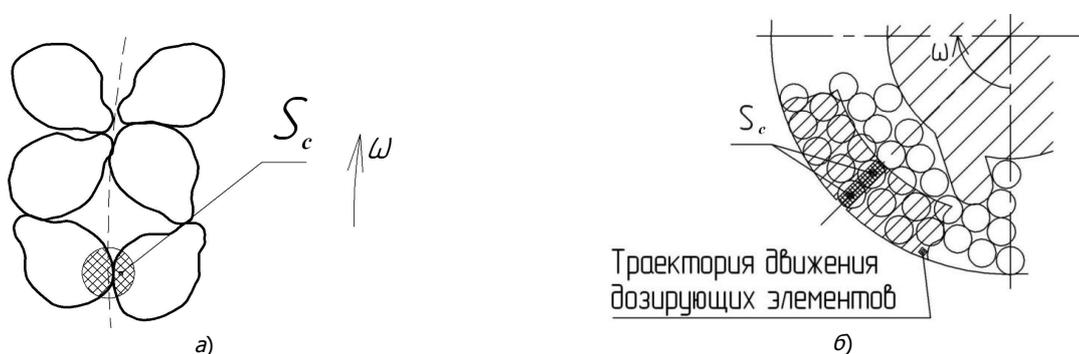


Рис.1. Схемы расположения семян относительно дозирующего элемента

Для увеличения ширины траектории движения дозирующего элемента, ее длина должна быть максимальной и приниматься, исходя из расстояния от кромки высевающего диска до стенки семенной камеры, с учетом максимального захвата семян в семенной камере.

Ширина радиально расположенных отверстий определяется, исходя из выражения [2]:

$$t = (0,5 - 0,7) \cdot c, \quad (3)$$

где c – минимальная толщина высеваемых семян, м.

Условие (3) позволяет предотвратить забивание семян в прорези дозирующих элементов.

Расчеты показывают, что в модернизированном высевающем аппарате достигается устойчивое значение отношения $\overline{F_{\text{тр}}} / \Sigma R \approx 1,34$, что обеспечивает гарантированное присасывание семян к дозирующим элементам.

Недостатком предложенного дозирующего элемента является то, что он способствует образованию большого количества двойных и даже тройных подач. Это приведет к ухудшению условий работы сбрасывателя лишних семян и, в конечном итоге, снизит равномерность семенного потока. В связи с этим предлагается изменить форму вакуумной камеры, контактирующей с дозирующим элементом. Она должна уменьшаться по ходу вращения диска до начала воздействия на посевной материал сбрасывателя лишних семян (рис.2). Это позволит «облегчить» работу сбрасывателя лишних семян за счет сужения зоны присасывания семян (часть лишних семян падает в семенную камеру). После сбрасывателя лишних семян ширина вакуумной камеры остается постоянной. В этом случае на семя действуют силы, представленные на рис.3. Из рисунка видно, что основными силами, действующими на семя после зоны действия сбрасывателя лишних семян, являются сила трения поверхности высевающего диска о присосанное семя $\overline{F_{\text{тр}}}$ и сила тяжести семени \overline{mg} . Сила тяжести семени \overline{mg} направлена вертикально вниз и стремится оторвать семя от дози-

рующего элемента, но это не позволяет сделать сила трения семени о высевающий диск $\overline{F_{\text{тр}}}$, которая направлена в противоположную сторону.



Рис.2. Схема прокладки вакуумной камеры

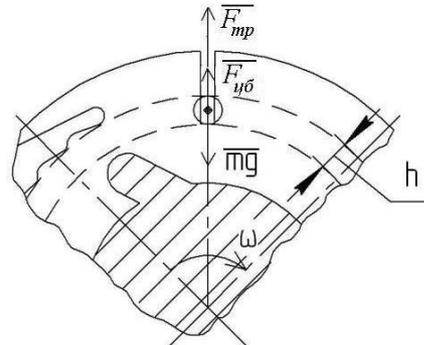


Рис.3. Силы, действующие на семя после сбрасывателя лишнего семени

Центробежная сила $\overline{F_{\text{цб}}}$ определяется по формуле:

$$\overline{F_{\text{цб}}} = m \cdot \omega^2 \cdot R, \quad (4)$$

где m – масса семени, кг; ω^2 – угловая скорость семени, с^{-1} ; R – радиус окружности, по которой перемещается семя, м.

Расчеты показывают, что центробежная сила $\overline{F_{\text{цб}}}$ во много раз меньше силы тяжести семени \overline{mg} . Поэтому в дальнейших расчетах центробежную силу $\overline{F_{\text{цб}}}$ не учитываем.

С учетом условия (2)

$$\overline{F_{\text{тр}}} = k \cdot S_c \cdot H \cdot f, \quad (5)$$

где f – коэффициент трения семени о поверхность высевающего диска, $f=0,3-0,5$.

Тогда с учетом вышеизложенного на семя действуют сила тяжести \overline{mg} и сила трения поверхности высевающего диска о присосанное семя $\overline{F_{\text{тр}}}$

$$m \cdot g = k \cdot S_c \cdot H \cdot f, \quad (6)$$

Из (6) выразим S_c :

$$S_c = \frac{m \cdot g}{k \cdot H \cdot f}, \quad (7)$$

Исходя из того, что дозирующий элемент имеет прямоугольную форму (рис.2, б), то ширину щели вакуумной камеры после сбрасывателя лишнего семени определяем по формуле:

$$h = \frac{S_c}{t}. \quad (8)$$

Для того чтобы обеспечить гарантированное удержание семени с учетом просасывания воздуха, принимаем коэффициент запаса $k_3=4$. Тогда ширина щели $h=3,2$ мм.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Для проверки качества работы модернизированного аппарата были проведены сравнительные лабораторные испытания серийного вакуумного аппарата сеялки СПБ-8К со стандартными высевающим диском и прокладкой этого же аппарата с измененной конструкцией прокладки и высевающего диска.

Эксперименты проводились на семенах подсолнечника «Лакомка» и кукурузы «РифМВ». Высевающий аппарат настраивался по эксплуатационным рекомендациям. Количество повторностей каждого опыта – 3, число подач семян в каждой повторности – 300 шт. Работа аппарата проверялась на повышенных режимах работы: при частотах вращения высегающе-

го диска $n=60, 72$ и 84 об/мин, что примерно соответствовало рабочим скоростям сеялки $V_p=13, 15$ и 17 км/ч.

Анализ результатов экспериментов показал (таблица), что за счет изменения формы и площади дозирующих элементов у модернизированного аппарата наблюдается более высокая вероятность подачи семян. У серийного высевающего аппарата на рабочей скорости 17 км/ч количество пропусков увеличилось практически на 50% от оптимального высева (100%) при дозировании кукурузы, а у модернизированного только на 24% .

Результаты экспериментальных исследований серийного и модернизированного высевающих аппаратов

Тип аппарата	Культура	n , об/мин	M_i	\bar{M}	σ_M	V_M	a_M	m_M
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Серийный аппарат	Подсолнечник	60	275	274,33	2,37	0,01	0,14	0,000
			279					
			269					
		72	270	263,0	2,87	0,01	0,17	0,001
			259					
			260					
	84	229	224,33	4,23	0,02	0,24	0,001	
		230						
		214						
	Кукуруза	60	254	250,0	1,70	0,01	0,10	0,000
			249					
			247					
72		220	212,0	3,27	0,02	0,19	0,001	
		208						
		208						
84	175	153,67	9,16	0,06	0,53	0,003		
	149							
	137							
Модернизированный аппарат	Подсолнечник	60	288	285,67	4,96	0,02	0,29	0,001
			286					
			283					
		72	282	271,33	4,67	0,02	0,27	0,001
			264					
			268					
	84	238	228,67	19,64	0,09	1,13	0,005	
		233						
		215						
	Кукуруза	60	283	283,0	1,94	0,01	0,11	0,000
			273					
			293					
72		280	278,67	6,15	0,02	0,35	0,001	
		282						
		274						
84	261	262,67	20,44	0,08	1,18	0,004		
	263							
	264							

Примечание. M_i – подача семян одним дозирующим элементом за повторность, шт; \bar{M} – средняя подача семян одним дозирующим элементом, шт; σ_M – среднее квадратичное отклонение подачи семян по повторностям; V_M – коэффициент вариации; a_M – абсолютная ошибка опыта; m_M – относительная ошибка опыта.

Опыты показывают, что на повышенных скоростях (15 км/ч) отклонение от допустимой агротребованиями частости пропусков модернизированным высевающим аппаратом составляет 8% для кукурузы и 5% для подсолнечника, что меньше в 3 и в 2 раза по сравнению с серийным аппаратом.

Заключение. Сравнительные испытания серийного и модернизированного высевающего аппарата сеялки СПБ-8К позволяют сделать вывод о перспективности предложенной конструкции для проведения посева на повышенных скоростях. Кроме того, ширина радиально расположенных отверстий позволяет использовать при посеве и кукурузы и подсолнечника один универсальный высевающий диск с шириной дозирующих элементов 2,5 мм, в результате чего снижается трудоемкость настройки сеялки на высев другой культуры и уменьшаются затраты на комплектование агрегата.

Библиографический список

1. Лобачевская Н.П. Совершенствование процесса высева семян клещевины аппаратом пневматической сеялки : дис. ... канд. техн. наук. – Зерноград, 2001.
2. Бузенков Г.М. Машины для посева сельскохозяйственных культур / Г.М. Бузенков, С.М. Ма. – М.: Машиностроение, 1976. – 272 с.

Материал поступил в редакцию 10.05.2011.

References

1. Lobachevskaya N.P. Sovershenstvovanie processa vy`seva semyan kleshheviny` apparatom pnevmaticheskoy seyalki : dis. ... kand. texn. nauk. – Zernograd, 2001. – In Russian.
2. Buzenkov G.M. Mashiny` dlya poseva sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur / G.M. Buzenkov, S.M. Ma. – M.: Mashinostroenie, 1976. – 272 s. – In Russian.

UPDATING OF PNEUMATIC FEED AS FACTOR OF SEED RATE INCREASE

V.V. DOLZHIKOV

(Azov-Chernomorsk State Academy of Agricultural Engineering)

The design and working conditions of the pneumatic disk feeds which permit to improve the cropping efficiency are proved.

Keywords: *vacuum feed, seeder speed, seed disk, seed dispensing quality.*