

УДК 631.331

Технические науки

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАХВАТА СЕМЯН ДОЗИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА СЕЯЛКИ ТОЧНОГО ВЫСЕВА

Несмиян Андрей Юрьевич

к.т.н., доцент

РИНЦ SPIN-код = 7736-8806

РИНЦ Author ID = 394567

Телефон: 8-904-34-68-354

Электронная почта: nesmiyan.andrei@yandex.ru

Должиков Валерий Викторович

к.т.н.

РИНЦ SPIN-код = 9641-2250

РИНЦ Author ID = 717821

Телефон: 8-908-51-29-727

Электронная почта: vv7713vv@bk.ru

Черемисин Юрий Михайлович

к.т.н., доцент

РИНЦ SPIN-код = 6437-3175

РИНЦ Author ID = 472026

Телефон: 8-903-40-57-879

Электронная почта: zernogradplus@yandex.ru

Асатурян Сергей Варганович

к.т.н., доцент

РИНЦ SPIN-код = 5225-8043

РИНЦ Author ID = 544145

Телефон: 8-918-53-40-224

Электронная почта: asaturyan-serg@mail.ru

*Азово-Черноморский инженерный институт
ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный
университет», г. Зерноград Ростовской области,
Россия*

К посеву пропашных культур предъявляют особые требования. В отличие от зерновых, они высеваются в рядок с определенным шагом, позволяющим обеспечить рациональное размещение растений по площадям питания. За счет этого создаются необходимые условия для их дальнейшего роста и получения высоких урожаев. Во всем мире для посева пропашных культур чаще всего применяют пневматические сеялки точного посева, оборудованные вакуумными высевальными аппаратами, от работы которых во многом зависит качество выполнения операции. В работе вакуумного высевального аппарата можно выделить несколько основных этапов, среди которых одним из наиболее ответственных является процесс захвата единичного семени и выноса его из слоя других семян присасывающим отверстием высевального диска. Проведенный анализ работ позволил сделать вывод, что воздействие ворошителя на слой семян в зоне их захвата присасывающими отверстиями значительно повышает

UDC 631.331

Technical sciences

IMPROVEMENT OF THE EFFECTIVENESS OF CATCHING SEEDS WITH DOSING ELEMENTS OF THE SOWING MACHINE OF A PRECISION DRILL

Nesmiyan Andrey Yurievich

Cand.Tech.Sci., assistant professor

RSCI SPIN-code = 7736-8806

RSCI Author ID = 394567

Phone: 8-904-34-68-354

E-mail: nesmiyan.andrei@yandex.ru

Doljnikov Valeriy Victorovich

cand. techn. sci.

RSCI SPIN-code = 9641-2250

RSCI Author ID = 717821

Phone: 8-908-51-29-727

E-mail: vv7713vv@bk.ru

Cheremisin Yuriy Mikhailovich

cand. techn. sci., assistant professor

RSCI SPIN-code = 6437-3175

RSCI Author ID = 472026

Phone: 8-903-40-57-879

E-mail: zernogradplus@yandex.ru

Asaturyan Sergey Vartanovich

cand. techn. sci., assistant professor

RSCI SPIN-code = 5225-8043

RSCI Author ID = 544145

Phone: 8-918-53-40-224

E-mail: asaturyan-serg@mail.ru

*Azov-Black Sea engineering institute of the Don
state agrarian university, Zernograd, Rostov region,
Russian Federation*

We have special demands to the planting of the tilled crops. Unlike grain crops, the tilled crops are sowed in a line with the certain step, which permits to provide the rational placing of the plants on the feeding areas. Due to this, the necessary conditions were made for their further growth and getting of big crops. For planting of the tilled crops all over the world people apply pneumatic precision drills with vacuum seed-sowing mechanisms and the quality of realization of the operation depends on their work greatly. The process of work of the vacuum seed-sowing mechanism can be divided on basic stage, the process of catching a single seed and carrying it out of the layer of the others with the drawing hole is the most responsible among them. The analyses of the work which has been done let conclude that the influence of the agitator on the layer of the seeds in the zone of their catching with the drawing holes increases the efficiency of this process. With

ет эффективность этого процесса. С целью активизации рабочего процесса центрального ворошителя авторы предлагают изготавливать его лопасти таким образом, чтобы их рабочие грани были обращены в направлении вращения ворошителя и к плоскости высевающего диска. Это позволит использовать ворошитель не только для активизации слоя семян, но и для поддавливания их к присасывающим отверстиям высевающего диска. В статье представлено обоснование предложенной конструкции ворошителя, приведены результаты сравнительных экспериментальных исследований серийного и модернизированного вакуумных высевающих аппаратов и анализ полученных данных, сформулированы выводы

Ключевые слова: СЕЯЛКА ТОЧНОГО ВЫСЕВА; ВАКУУМНЫЙ ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ; МОДЕРНИЗАЦИЯ, ВОРОШИТЕЛЬ СЕМЯН, ДОЗИРУЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТ; ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ДОЗИРОВАНИЯ СЕМЯН; ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

an aim of the activation of the working process of the central agitator the authors offer to make its blades in such a way that their working sides would be turned in the direction of rotation of the agitator and the plane of the feed disk. All this let use the agitator not only for activation of the layer of seeds but for their push to the drawing holes of the feed disk. The proof of the offered construction is presented in the article, the results of the comparative experimental researches of the serial and the modernized vacuum seed-sowing mechanisms and the analyses of obtained data are shown, conclusions have been formulated

Keywords: PRECISION DRILL; VACUUM SEED-SOWING MECHANISM; MODERNIZATION; AGITATOR; DOZING ELEMENT; RAISING OF QUALITY OF DOZING SEEDS; EXPERIMENTAL RESEARCH

Пропашные культуры – важный и перспективный источник продовольствия, кормов и промышленного сырья [1]. Они высокоурожайны, многие из них засухоустойчивы, некоторые пропашные культуры могут представлять интерес для производителей биоэтанола, большинство имеют высокую кормовую ценность. Расширение посевов пропашных культур будет способствовать решению многих частных подпрограмм и приоритетных задач, приведенных в постановлении правительства РФ № 717 от 14 июля 2012 года [2]. Уровень производства пропашных культур в последние годы возрастает, например, с 2002 по 2012 гг. в Российской Федерации площади посевов сахарной свеклы увеличились примерно в 1,41 раза, подсолнечника – в 1,58 раза, кукурузы на зерно – более чем в 3 раза. В целом площади посевов пропашных культур в стране выросли более чем на 2,4 млн. га [3].

Одной из наиболее важных и в то же время трудоемких операций, реализуемых в технологиях возделывания пропашных культур, является посев [4], качество и, особенно в зонах засушливого земледелия, сроки выполнения которого в значительной степени влияют на урожайность. Так, например, установлено, опережение или запаздывание сроков посева относительно оптимальных на 7-14 дней, приводит к недобору 7...34% урожая [5, 6].

Высокая трудоемкость этой операции обусловлена низкой производительностью посевных агрегатов, связанной с их незначительными рабочими скоростями ($V_{cp} \approx 7,7$ км/ч), при том, что предприятиями разработаны и серийно выпускаются сошниковые группы, позволяющие производить качественную заделку семян на скоростях до 10...12 км/ч даже на неподготовленных (стерневых) фонах. Однако уже при скоростях 6...8 км/ч, работа высевающих аппаратов не соответствует предусмотренному агропотребованию допуску [7]. Таким образом, повышение производительности высевающих аппаратов сеялок точного высева является перспективным направлением совершенствования технологических комплексов для возделывания пропашных культур, позволяющим не только повысить эффективность технологии в целом, но и уменьшить количественный состав необходимого машинно-тракторного парка [4].

В процессе работы высевающих аппаратов современных пропашных сеялок можно выделить несколько этапов. Первый этап дозирования семян, их захват и вынос из семенной камеры, происходит благодаря силе трения F (рис. 1) высевающего диска о присасываемое семя [4]. При этом на семя действуют и силы сопротивления выносу: сила трения прилежащего слоя семян о присасываемую частицу $P_{тр}$, сила вертикального давления вышележащего слоя семян $P_{в}$, центробежная сила $P_{ц}$, сила сопротивления вышележащего слоя семян P , сила тяжести mg , сила инерции $m \frac{dV}{dt}$, силы инерции $P_{ин1}$ и $P_{ин2}$, обусловленные воздействием микро- и мезоколебаний из-за неровностей агрофона. Условно к силам сопротивления можно отнести и силу подпора семян ворошителем $P_{пв}$ с обратным знаком.

Захват и вынос семени из семенной камеры обеспечивается, если выполняется условие

$$\frac{F}{R} \geq 1, \quad (1)$$

где R – равнодействующая сил сопротивления, действующих на семя, Н.

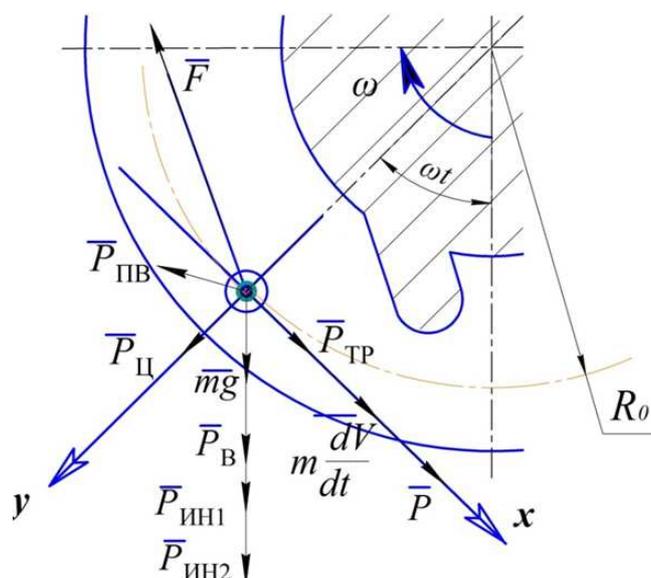


Рисунок 1 – Схема сил, действующих на присасываемое семя в слое семян

Считается, что если случайная величина формируется под влиянием множества факторов, среди которых ни один не имеет превалирующего значения, то ее распределение в подавляющем большинстве случаев подчиняется нормальному закону распределения (распределение Гаусса). В связи с этим можно предположить, что силовые характеристики процесса захвата и выноса семян из семенной камеры также подчинены нормальному закону распределения. Отношения сил при этом варьируются в диапазоне от $\xi_{min} = \frac{F_{min}}{R_{max}}$ до $\xi_{max} = \frac{F_{max}}{R_{min}}$.

$$\xi_{min} = \frac{F_{min}}{R_{max}} \text{ до } \xi_{max} = \frac{F_{max}}{R_{min}}$$

Тогда вероятность образования нулевой подачи может быть определена исходя из зависимости

$$p_0 = \int_{\xi_{min}}^1 \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\xi_{cp})^2}{2\sigma^2}} dx, \quad (2)$$

так как функция распределения случайной величины согласно принятым допущениям носит нормальный характер с математическим ожиданием равным ξ_{cp} и

$$\sigma = \frac{\xi_{max} - \xi_{min}}{6} \text{ при значении относительной величины ординаты } \xi = 1.$$

С учетом приведенных выражений в среде MathCAD аналитически были определены зависимости вероятности образования нулевых подач от угловой скорости высевающего диска при дозировании семян подсолнечника и кукурузы (рис. 2). При расчетах принимались усредненные значения физико-механических свойств семян, величина разрежения в вакуумной камере для подсолнечника – 4 кПа, для кукурузы – 4,5 кПа, диаметр дозирующих элементов 3 и 5 мм соответственно.

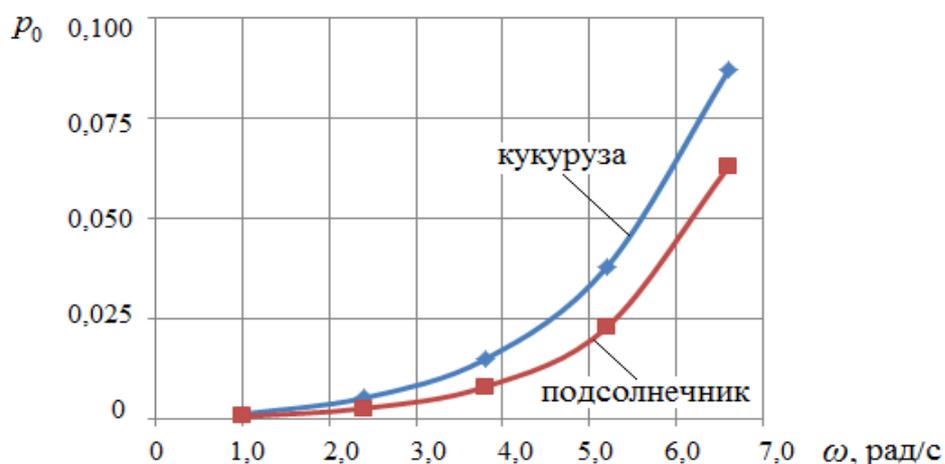
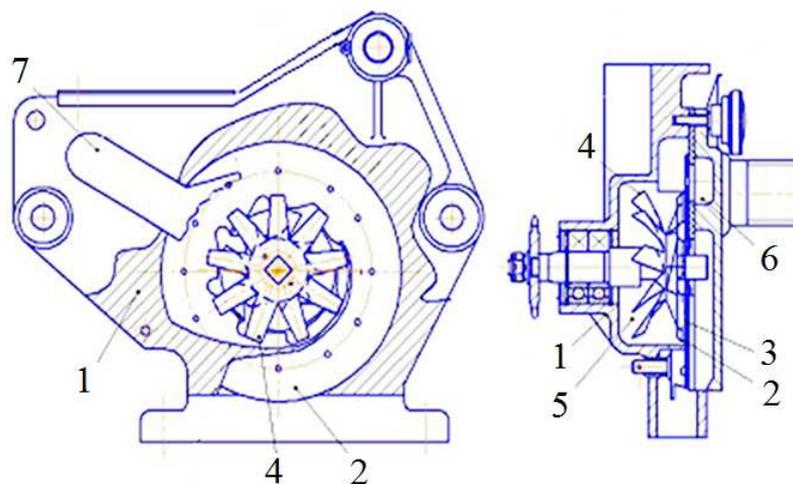


Рисунок 2 – Зависимости вероятности образования нулевых подач присасывающими отверстиями от угловой скорости высевающего диска

Полученные зависимости позволили установить, что при увеличении угловой скорости высевающего диска свыше 4...4,5 рад/с вероятность появления «нулевых» подач семян превышает допустимые агро-требованиями 2% уже на начальном этапе дозирования, что подтверждается экспериментально.

Одним из способов повышения вероятности захвата семян дозирующими элементами является применение периферийных ворошителей, в том числе пневматических [8], однако, конструктивно более простой представляется модернизация центрального ворошителя семян. Например, частоту образования нулевых подач можно снизить путем оснащения центрального ворошителя дополнительными лопастями, расположенными так, чтобы

их рабочие грани были обращены в направлении вращения ворошителя и к плоскости высевающего диска (рис. 3). Это позволит использовать ворошитель не только для активизации слоя семян, но и для подпора их к при-сасывающим отверстиям высевающего диска [9, 10].



1 – корпус; 2 – высевающий диск; 3 – прокладка; 4 – предлагаемый ворошитель семян; 5 – семенная камера; 6 – вакуумная камера; 7 – сбрасыватель «лишних» семян

Рисунок 3 – Схема аппарата с предложенным ворошителем семян

Условие выноса единичного семени из слоя семян (рис. 4 а) в упрощенной форме можно выразить неравенством

$$P_{\text{вс}} > R, \quad (3)$$

где $P_{\text{вс}}$ – равнодействующая сил, способствующих выносу семени, Н;

R – равнодействующая сил сопротивления выносу семени, Н.

Сила $P_{\text{вс}}$ определяется двумя основными составляющими – силой трения высевающего диска о семя (F) и силой подпора семени через слой семян со стороны ворошителя ($P_{\text{пв}}$).

Равнодействующая сил сопротивления включает силу трения прилегающего слоя семян о выносимое семя, лобовое сопротивление вышележащего слоя семян, центробежную силу, силу тяжести, силу инерции и т.д.

В проекции на ось x , проходящую через центр тяжести семени и лежащую в одной плоскости, нормальной к поверхности высевающего диска, с силой подпора семян со стороны ворошителя $P_{ПВ}$ (рис. 4 а), условие выноса единичного семени из слоя семян можно отобразить в виде

$$F_x + P_{ПВx} > R_x, \quad (4)$$

где $F_x, P_{ПВx}, R_x$ – проекции соответствующих сил на ось x .

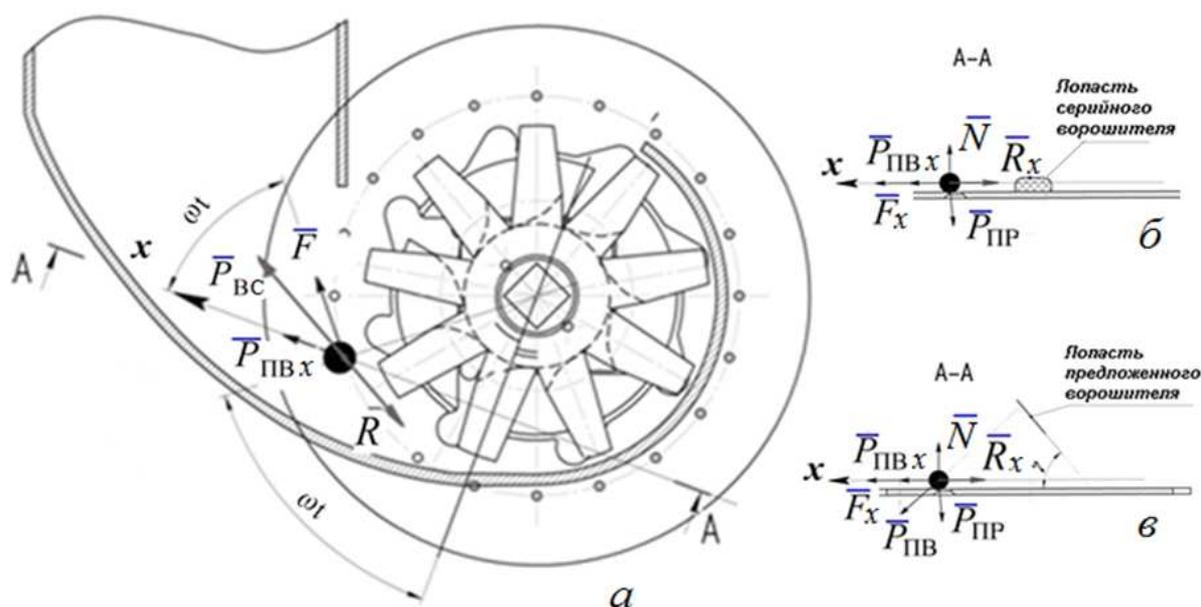


Рисунок 4 – Схема к определению условия выноса семени из слоя

В случае применения серийного ворошителя (рис. 4 б) силу подпора с его стороны на присасываемое семя с определенным приближением можно считать направленной параллельно плоскости высевающего диска, т.е. $P_{ПВ} = P_{ПВx}$. Силу трения поверхности высевающего диска после ряда допущений, преобразований и упрощений можно определить как

$$F = P_{пр} \operatorname{tg} \varphi, \quad (5)$$

где $P_{пр}$ – сила присасывания, действующая на семя, Н;

φ – угол трения семян о поверхность высевающего диска, град.

С учетом выражения (6) условие (5) примет вид

$$P_{пр} \operatorname{tg} \varphi \cos \omega t + P_{ПВx} > R_x. \quad (6)$$

где ωt – в данном случае угол, характеризующий взаимное расположение присасываемого семени и лопасти ворошителя, град.

При применении предлагаемого ворошителя с лопастями, обращенными к поверхности высевающего диска (рис. 4 в), значение проекции силы $P_{ПВ}$ на ось x определяется как

$$P_{ПВx} = P_{ПВ} \sin \gamma, \quad (7)$$

где γ – угол наклона рабочей поверхности дополнительной лопасти ворошителя к плоскости высевающего диска, град.

Пренебрегая боковой составляющей поддавливания вышележащего слоя семян, сила трения поверхности высевающего диска о семя при применении предложенного ворошителя равна

$$F = (P_{пр} + P_{ПВ} \cos \gamma) \operatorname{tg} \varphi. \quad (8)$$

Тогда условие выноса семени из слоя

$$P_{пр} \operatorname{tg} \varphi \cos \omega t + P_{ПВ} \cos \gamma \operatorname{tg} \varphi \cos \omega t + P_{ПВ} \sin \gamma > R_x. \quad (9)$$

Сравнивая выражения (6) и (9) можно сделать вывод, что применение дополнительных лопастей ворошителя эффективно в том случае, если

$$f(\omega t) = \cos \gamma \operatorname{tg} \varphi \cos \omega t + \sin \gamma > 1. \quad (10)$$

В неравенстве (10) угол ωt переменный, его уменьшение приводит к увеличению эффективности действия ворошителя, что естественно, т.к. чем ближе лопасть ворошителя к семени, тем активнее она на него воздействует.

Определим рациональный угол γ установки лопастей предлагаемого ворошителя к плоскости высевающего диска, исходя из условия

$$\cos \gamma \operatorname{tg} \varphi + \sin \gamma \rightarrow \max. \quad (11)$$

Для нахождения экстремума продифференцируем выражение (11) и, после необходимых проверок, приравняем полученную зависимость к нулю

$$\cos\gamma - \operatorname{tg}\varphi \sin\gamma = 0 \quad \text{или} \quad \operatorname{tg}\gamma = \operatorname{ctg}\varphi. \quad (12)$$

Откуда следует, что рациональное значение угла γ

$$\gamma = \operatorname{arctg}(\operatorname{ctg}\varphi) \quad \text{или} \quad \gamma = \pi/2 - \varphi. \quad (14)$$

В высевальных аппаратах большинства российских и зарубежных сеялок применяют высевальные диски, выполненные из нержавеющей стали. Для семян наиболее распространенных пропашных культур значение φ_{cm} находится в интервале от 20-25° (клещевина, кукуруза) до 35-40° (свекла, бахчевые). Для инженерного расчета примем усредненное значение $\varphi_{cm}=30^\circ$, тогда рациональное значение угла $\gamma=60^\circ$. На рисунке 5 представлено графическое отображение неравенства (11) при данном значении γ .

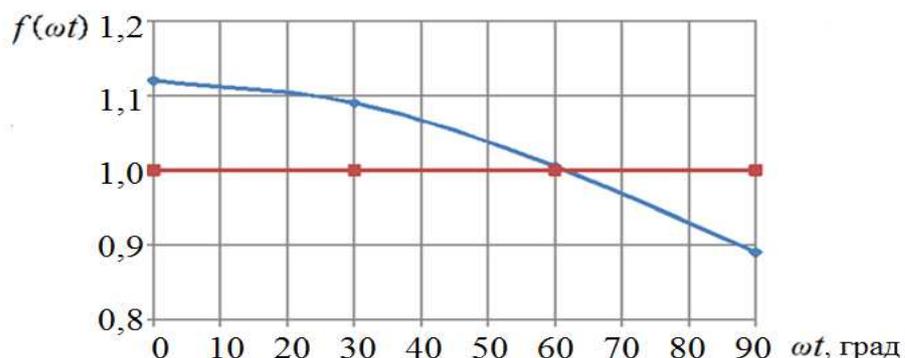
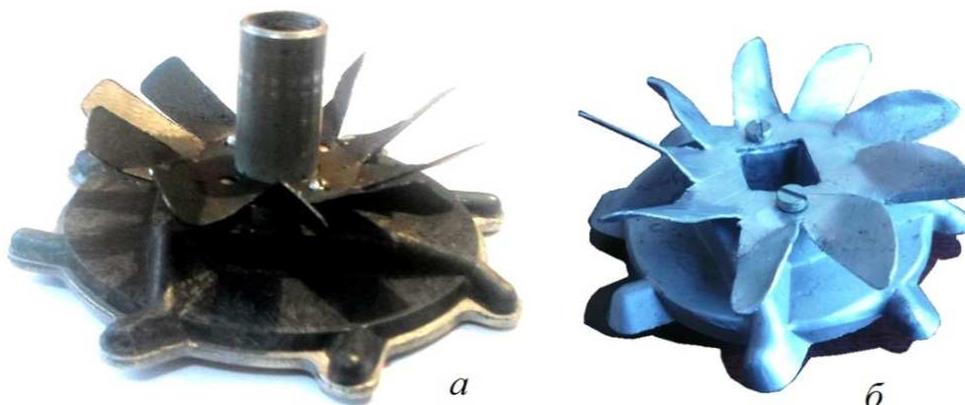


Рисунок 5 – Кривая эффективности применения предложенного ворошителя семян

Из графика, представленного на рисунке 5, видно, что применение усовершенствованного ворошителя позволит добиться увеличения захватывающей способности семян дозирующими элементами примерно на 10%. При этом число его дополнительных лопастей должно быть больше шести, так как функция $f(\omega t)$ больше единицы при условии, что $\omega t < 60^\circ$.

Для проверки предположения, что применение ворошителя с дополнительными лопастями (рисунок б) позволяет повысить вероятность захвата

семян дозирующими элементами высеваящего диска, а также для определения рациональных значений отдельных параметров такого ворошителя был проведен ряд экспериментов, в которых сравнивались показатели работы серийного и модернизированного высеваящих аппаратов.



а – сеялки МС-8; *б* – сеялки СПК-8

Рисунок 6 – Ворошители семян с дополнительными лопастями

На первом этапе был проведен ряд экспериментов при различных углах установки дополнительных лопастей ворошителя (от 35 до 65 град при количестве лопастей ворошителя $n=9$ шт), в которых определялись следующие показатели: p_0 , p_1 , p_2 – частота нулевых, одно- и двухштучных подач (к ним приравнивались также и тройные подачи), M – средняя подача семян отверстиями высеваящего диска, σ – среднее квадратическое отклонение подачи семян и m_0 – относительная ошибка опыта.

Эксперименты проводились при высевах семян тыквы сорта «Серая Волжская» высеваящим аппаратом сеялки СПК-8 и семян подсолнечника гибрида «Пионер» высеваящим аппаратом сеялки МС-8 (ранее СПБ-8К) на универсальном компьютеризированном стенде [11]. При проведении экспериментов были заданы следующие параметры и режимы работы аппарата:

– при высевах тыквы: угловая скорость высеваящего диска $\omega=2,4$ рад/с; разрежение в вакуумной камере $H=3,0$ кПа; диаметр отверстий высеваящего диска $d_0=6,0$ мм;

– при высеве подсолнечника: угловая скорость высевающего диска $\omega=4,8$ рад/с; разрежение в вакуумной камере $H=4,0$ кПа; диаметр отверстий высевающего диска $d_0=3,0$ мм.

Сбрасыватель лишних семян был зафиксирован в одном положении. Опыты проводились в трех повторностях, число подач каждой повторности – 400 шт. Дополнительно была проведена оценка работы вакуумного высевающего аппарата без ворошителя семян.

Результаты экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования влияния конструкции ворошителя на качество работы вакуумного высевающего аппарата

Культура	Сеялка	Тип ворошителя		Частота подач			М, шт	σ , шт	m_0 , %
				p_0 , %	p_1 , %	p_2 , %			
Тыква	СПК-8	Экспериментальный	$\rho = 65^\circ$	2,9	91,8	5,3	1,02	0,28	1,4
			$\rho = 55^\circ$	3,0	91,8	5,2	1,02	0,26	1,3
			$\rho = 45^\circ$	3,3	91,4	5,3	1,03	0,28	1,4
			$\rho = 35^\circ$	3,3	89,1	7,6	1,04	0,31	1,5
		Серийный		6,7	86,4	6,9	1,00	0,33	1,7
		Без ворошителя		37,3	58,8	3,9	0,66	0,57	4,4
Подсолнечник	МС-8 (СПБ-8К)	Экспериментальный	$\rho = 65^\circ$	1,9	94,9	3,2	1,01	0,23	1,1
			$\rho = 55^\circ$	1,8	95,9	2,3	1,01	0,31	1,5
			$\rho = 45^\circ$	2,1	95,4	2,5	1,00	0,28	1,4
			$\rho = 35^\circ$	2,2	93,7	4,1	1,02	0,22	1,1
		Серийный		2,8	94,1	2,9	1,00	0,21	1,1
		Без ворошителя		18,4	79,5	2,1	0,84	0,43	2,6

Анализ данных таблицы позволяет сделать следующие выводы:

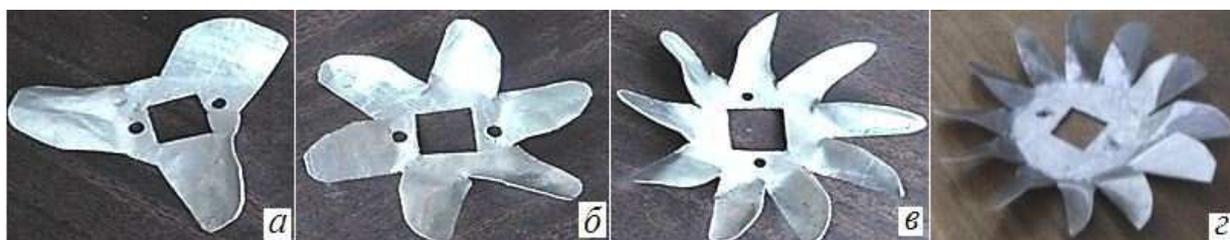
– ворошитель семян является важным элементом в конструкции вакуумного высевающего аппарата. Его отсутствие приводит к значительному снижению захватывающей способности присасывающих отверстий высевающего диска, при этом частота нулевых подач возрастает до 20-40%, что многократно превышает допустимые агротребованиями пределы;

– применение дополнительных лопастей ворошителя при высеве тыквы и подсолнечника позволило сократить вероятность образования ну-

левых подач на 30...50% по сравнению с серийными высевающими аппаратами. Причем при высеве семян с более сложными физико-механическими свойствами (тыква) показатели эффективности предложенного усовершенствования возрастают;

– увеличение угла наклона дополнительных лопастей ворошителя к плоскости высевающего диска с 35 до 65° привело к повышению вероятности захвата семян, частота нулевых подач при этом снизилась на 12...14%. Однако следует отметить, что снижение вероятности нулевых подач при увеличении значения данного угла более 55° мало и находится в пределах статистической ошибки.

С целью определения влияния количества и размеров дополнительных лопастей на работу аппарата, в экспериментах испытывались различные варианты модернизации ворошителя: с тремя, шестью, девятью и двенадцатью дополнительными лопастями (рисунок 7) при углах их установки к плоскости высевающего диска – 55° .



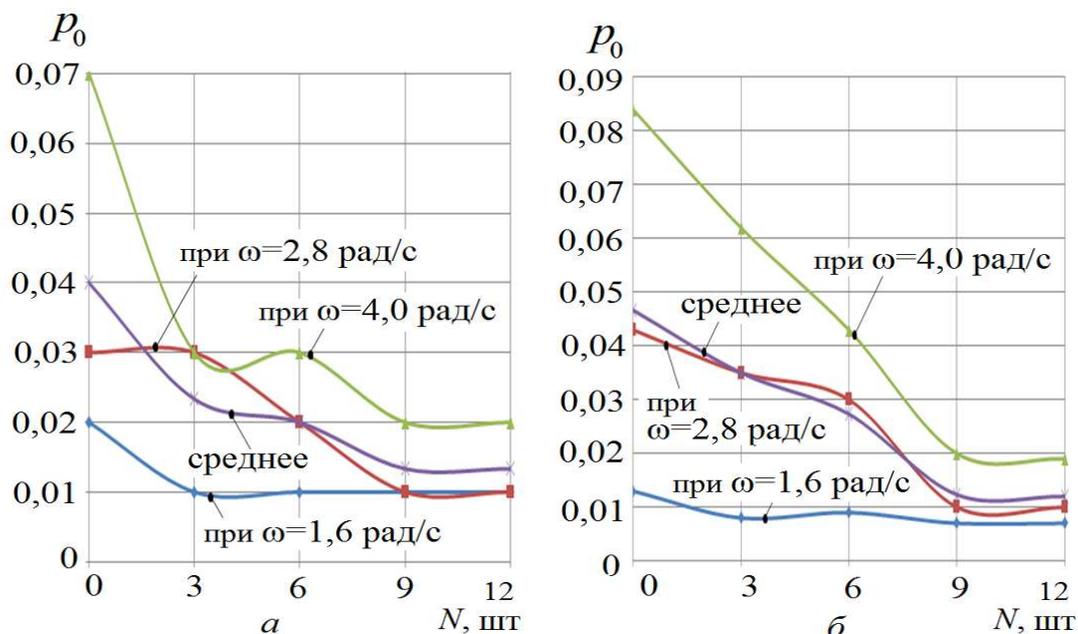
a – с тремя лопастями; *б* – с шестью лопастями; *в* – с девятью лопастями; *г* – с двенадцатью лопастями

Рисунок 7 – Блоки дополнительных лопастей ворошителя

Эксперимент проводился при высеве семян сахарной свеклы крупной фракции при разрежении в вакуумной камере $H=2,5$ кПа, диаметре присасывающих отверстий – 2,2 мм и числе отверстий на высевающем диске – 40 шт. Аналогичный эксперимент производился на семенах кукурузы гибрида Рик 340МВ при разрежении в вакуумной камере $H=4,5$ кПа, диаметре присасывающих отверстий – 5,0 мм, числе отверстий на диске – 20 шт. Уг-

ловая скорость устанавливалась на трех уровнях: $\omega_1=1,6$ рад/с; $\omega_2=2,8$ рад/с; $\omega_3=4,0$ рад/с. Каждый опыт проводился в трех повторностях, число подач каждой повторности – 300 шт.

На рисунке 8 представлены зависимости частоты образования нулевых подач от числа дополнительных лопастей ворошителя.



a – при высеве семян сахарной свеклы; b – при высеве семян кукурузы

Рисунок 8 – Частота нулевых подач семян высевальными аппаратами с различным количеством дополнительных лопастей ворошителя

Из данных рисунка можно сделать вывод, что увеличение числа дополнительных лопастей ворошителя приводит к снижению вероятности образования нулевых подач, причем показатели эффективности более очевидны при высоких значениях угловой скорости высевающего диска. Однако следует отметить, что изменение вероятности образования нулевых подач происходит экспоненциально и при числе дополнительных лопастей более девяти изменения числа «пропусков» практически не происходит.

В целом проведенное исследование позволило заключить, что использование дополнительных лопастей ворошителя семян является перспективным направлением совершенствования вакуумных высевальных аппаратов, позволяющим повысить захватывающую способность присасы-

вающих отверстий высевающего диска и способствующее сокращению вероятности образования нулевых подач на 30...50%, а в отдельных случаях – до 70%. При этом рациональным можно считать наличие 9...12 дополнительных лопастей при углах их установки к плоскости высевающего диска 55...65°.

Использованная литература

1. Большая советская энциклопедия (в 30 томах) / Гл. редактор А.М. Прохоров // Изд. 3-е. – Москва: «Советская энциклопедия», 1975. – Т. 20. – 1975. – С. 97.
2. Постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 г. N 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы». Опубликовано 7 августа 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70110644>. Дата обращения – 09.01.2014.
3. Посевные площади основных сельскохозяйственных культур под урожай 2011 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/bgd/free>. – Дата обращения – 20.12.2013.
4. Оптимизация вакуумных высевающих аппаратов пропашных сеялок: монография/ А.Ю. Несмиян, В.И. Хижняк, В.В. Должиков, А.В. Яковец, Д.Е. Шаповалов. – зерноград, ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. –186 с.
5. Бондарь, И.В. Агрэкологические основы оптимизации сроков сева кормовой свеклы в условиях потепления климата / В.И. Бондарь. – Земледелие, № 5. – 2013. – С. 30.
6. Багринцева, В.Н. Влияние раннего срока сева на урожайность новых гибридов кукурузы / В.Н. Багринцева, Г.Н. Сухоярская, С.В. Никитин. – Земледелие, № 6 – 2011. – С. 31.
7. <http://sistemamis.ru/protocols/vid/2/>. – Дата обращения – 01.10.2013 г.
8. Пат. RU 2230446, МПК⁷ А 01 С 7/04. Пневматический высевающий аппарат / П.Я. Лобачевский, Ю.М. Черемисин, А.Ю. Несмиян, В.И. Хижняк, А.С. Реуцкий // Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия. – № 2002125547/12, заявл. 24.09.2002; опубл. 20.06.2004, бюл. № 17. – 12 с.
9. Пат. RU 2215396, МПК⁷ А 01 С 7/04. Пневматический высевающий аппарат / П.Я. Лобачевский, А.Ю. Несмиян, В.И. Хижняк, Ю.М. Черемисин // Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия. – № 2001128311/13, заявл. 18.10.2001; опубл. 10.11.2003, бюл. № 31. – 8 с.
10. Пат. RU 2363129, МПК⁷ А 01 С 7/04. Пневматический высевающий аппарат / П.Я. Лобачевский, В.В. Шумаков, А.Ю. Несмиян, В.И. Хижняк, Ю.М. Черемисин // Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия». – № 2008115984/12, заявл. 22.04.2008; опубл. 10.08.2009, бюл. № 22. – 4 с.
11. Лобачевский, П. Я. Стенд для исследования высевающих систем пропашных сеялок / П.Я. Лобачевский, П.А. Бондаренко, А.Ю. Несмиян, Ю.М. Черемисин, В.И. Хижняк // Механика дискретных сред. – зерноград, 2002. – С.90-91

References

1. Bol'shaja sovetskaja jenciklopedija (v 30 tomah) / Gl. redaktor A.M. Prohorov // Izd. 3-e. – Moskva: «Sovetskaja jenciklopedija», 1975. – T. 20. – 1975. – S. 97.
2. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 14 ijulja 2012 g. N 717 «O Gosudarstvennoj programme razvitija sel'skogo hozjajstva i regulirovanija rynkov sel'skohozjajstvennoj produkcii, syr'ja i prodovol'stvija na 2013-2020 gody». Opublikovano 7 avgu-sta 2012 [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70110644>. Data obrashhenija – 09.01.2014.
3. Posevnye ploshhadi osnovnyh sel'skohozjajstvennyh kul'tur pod urozhaj 2011 goda [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.gks.ru/bgd/free>. – Data obrashhenija – 20.12.2013.
4. Optimizacija vakuumnyh vysevajushhih apparatov propashnyh sejalok: monografija/ A.Ju. Nesmijan, V.I. Hizhnjak, V.V. Dolzhikov, A.V. Jakovec, D.E. Shapovalov. – Zernograd, FGBOU VPO AChGAA, 2013. –186 s.
5. Bondar', I.V. Agrojekologicheskie osnovy optimizacii srokov seva kormovoj svekly v uslovijah potepljenja klimata / V.I. Bondar'. – Zemledelie, № 5. – 2013. – S. 30.
6. Bagrinceva, V.N. Vlijanie rannego sroka seva na urozhajnost' novyh gibri-dov kukuruzy / V.N. Bagrinceva, G.N. Suhojarskaja, S.V. Nikitin. – Zemledelie, № 6 – 2011. – S. 31.
7. <http://sistemamis.ru/protocols/vid/2/>. – Data obrashhenija – 01.10.2013 g.
8. Pat. RU 2230446, MPK7 A 01 S 7/04. Pnevmaticheskij vysevajushhij apparat / P.Ja. Lobachevskij, Ju.M. Cheremisin, A.Ju. Nesmijan, V.I. Hizhnjak, A.S. Reuckij // Azovo-Chernomorskaja gosudarstvennaja agroinzhenernaja akademija. – № 2002125547/12, zajavl. 24.09.2002; opubl. 20.06.2004, bjul. № 17. – 12 s.
9. Pat. RU 2215396, MPK7 A 01 S 7/04. Pnevmaticheskij vysevajushhij apparat / P.Ja. Lobachevskij, A.Ju. Nesmijan, V.I. Hizhnjak, Ju.M. Cheremisin // Azovo-Chernomorskaja gosudarstvennaja agroinzhenernaja akademija. – № 2001128311/13, zajavl. 18.10.2001; opubl. 10.11.2003, bjul. № 31. – 8 s.
10. Pat. RU 2363129, MPK7 A 01 S 7/04. Pnevmaticheskij vysevajushhij apparat / P.Ja. Lobachevskij, V.V. Shumakov, A.Ju. Nesmijan, V.I. Hizhnjak, Ju.M. Cheremisin // Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'no-go obrazovanija «Azovo-Chernomorskaja gosudarstvennaja agroinzhenernaja akademija». – № 2008115984/12, zajavl. 22.04.2008; opubl. 10.08.2009, bjul. № 22. – 4 s.

11. Lobachevskij, P. Ja. Stend dlja issledovanija vysevajushhih sistem propashnyh sejalok / P.Ja. Lobachevskij, P.A. Bondarenko, A.Ju. Nesmijan, Ju.M. Cheremisin, V.I. Hizhnjak // Mehanika diskretnyh sred. – Zernograd, 2002. – S.90-91