

## МЕХАНИЗАЦИЯ, ЭНЕРГЕТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ

**В.С.Астахов**, кандидат технических наук

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия*

**В.А.Соколов, Е.Б.Шинкевич**, инженеры

*Кировоградское НПО "Лан"*

УДК 631.331.8:631.3.032.2

### Результаты испытаний универсальной пневматической централизованной высевающей системы для посева мелкосеменных культур

*В статье приведены результаты испытаний универсальной пневматической централизованной высевающей системы при высеве семян овощных культур, кормовых и лекарственных трав. Показано, что такая система нашла применение на экспериментальных сеялках для посева мелкосеменных культур, которые успешно прошли государственные испытания.*

Разработке пневматических сеялок и систем для посева семян лекарственных, кормовых и овощных культур уделяется достаточно большое внимание [1, 2, 3]. Опыт эксплуатации разработанных сеялок показал их перспективность на высеве мелкосеменных культур. Предлагаемые пневматические системы, как правило, имеют двухступенчатое распределение семян и требуют конструктивного изменения параметров таких систем при различных схемах посева мелкосеменных культур. Так, в Белорусской сельскохозяйственной академии разработана пневматическая сеялка для посева кормовых трав СПТ-7,2, имеющая принципиальную схему высевающей системы 2х6х4.

Для посева семян овощных культур разработана сеялка СОПГ-4,2 и СКОП-4,2, имеющая принципиальную схему высевающей системы 3х3х4 и 2х3х4. А подсев семян трав на лугах и пастбищах в дернину предлагается экспериментальной сеялкой МД-3,6, имеющей принципиальную схему высевающей системы 2х6.

Во всех этих сеялках используется распределитель семян горизонтального типа с различным числом семяпроводов и разными конструктивными параметрами [4]. С точки зрения конструирования предпочтительнее иметь для посева мелкосеменных культур одну универсальную пневматическую централизованную высевающую систему, которая бы легко настраивалась для посева семян по той или иной схеме, не изменяя ее конструктивных параметров. При разработке такой системы нами за основу была принята одноступенчатая пневматическая система, разработанная ранее в БСХА [5]. При этом количество дозаторов увеличено с трех до девяти. Установлен четырехканальный распределитель горизонтального типа конструкции БСХА.

*The results are provided for the seeds of vegetables, fodder crops and herbs. It has been demonstrated that such system was suitable for experimental sowers, which successfully passed state tests.*

Одноступенчатая пневматическая система создает предпосылки для более равномерного распределения семян по площади, чем двухступенчатая [6]. Первоначальное деление потока катушечными дозаторами гарантирует лучшее распределение семян по трубопроводам, в том числе на полях с уклонами.

Учитывая широкий диапазон норм посева семян и их существенно отличающиеся физико-механические свойства, а также возможность посева двух культур одновременно (травосмеси), было принято решение изготовить бункер из двух отсеков для посева сыпучих и плохо сыпучих семян. Принципиальная схема такой системы показана на рисунке. Она включает в себя вентилятор, ресивер, бункер для семян, катушечные дозаторы, распределители семян, трубопроводы и семяпроводы. Рабочий процесс в такой системе протекает следующим образом: семена из одного или одновременно из двух отсеков бункера дозируются катушечными аппаратами, которые затем попадают совместно в эжекторные питатели. Здесь семена подхватываются воздушным потоком, создаваемым вентилятором через ресивер, и далее транспортируются по трубопроводам к распределителям, где происходит их равномерное деление по семяпроводам. Использование ресивера позволяет иметь более компактную разводку воздуха по трубопроводам и выравнивает давление в воздушных магистралях. Исследование элементов такой системы в лаборатории на высеве семян различных культур позволило установить, что эжекторный питатель в классическом варианте с круглыми отверстиями конфузора и диффузора не обеспечивает заданных максимальных норм посева некоторых семян, в частности, пастернака и эспарцета. Проведенные конст-

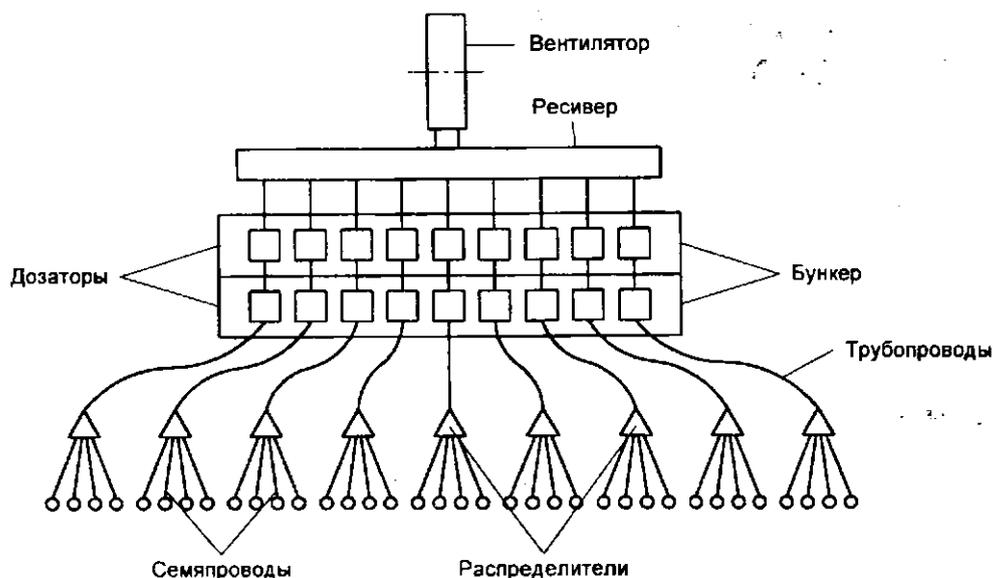


Рис. Принципиальная схема универсальной пневматической централизованной высевальной системы для посева мелкосеменных культур

руктивные усовершенствования эжекторного питателя и подающей воронки обеспечили производительность системы во всем диапазоне норм посева различных мелкосеменных культур.

Конструктивные изменения были внесены и в ранее разработанный четырехканальный распределитель семян горизонтального типа для мелкосеменных культур. При исследовании было установлено, что на посеве семян эспарцета, кофры безостого, тыквы происходило частичное забивание выходных патрубков распределителя. Это было связано с тем, что в качестве семяпроводов использовались полиэтиленовые трубы внутренним диаметром 16 мм. В то же время средняя длина вышеуказанных семян находится в пределах 10–20 мм. Учитывая это, а также результаты исследований для распределителя семян, нами рекомендован диаметр семяпровода 20 мм, а диаметр подводящей трубы – 32 мм вместо 25 мм. Изменились и некоторые другие размеры распределителя (ширина, длина). Для стабилизации семенного потока при входе в распределитель рекомендован минимальный прямолинейный участок длиной 300 мм. В самом распределителе применено новое техническое решение, которое позволило еще больше стабилизировать процесс распределения семян с разными физико-механическими свойствами. Проверка такого распределителя в лаборатории показала, что он обеспечивает равномерность посева в пределах 1–5% на таких семенах, как сахарная свекла, огурцы, шпинат, лук-чернушка, петрушка, пастернак, эспарцет, ежа обыкновенная и ромашка лекарственная. Обнаружено также, что чем легче семена, тем больше они реагируют на неточности в изготовлении.

Полученные результаты позволили приступить к конструированию экспериментальной сеялки СУПЦ-5,4 для посева семян лекарственных, кормовых и овощных культур, в основу которой была положена предложенная принципиальная схема пневматической системы с обоснован-

ными конструктивными параметрами эжекторных питателей и распределителей. В качестве дозаторов были использованы серийно выпускаемые катушечные высевальные аппараты овощной и зерновой сеялки СО-4,2 и СЗ-3,6А. Сеялка была изготовлена на базе рамы культиватора КРН-5,6А. Привод вентилятора осуществлялся от гидромотора.

Лабораторно-стендовые испытания макетного образца универсальной сеялки СУПЦ-5,4 были проведены в отделе посевных

машин ВИСХОМа с участием представителей от Кировоградского ПКИ, ВИЛР и ВНИИ кормов (Москва). Для этого сеялка была переоборудована в стационарный стенд с установкой его в помещении почвенного канала ВИСХОМа. Привод гидромотора вентилятора осуществлялся от стационарной гидростанции, имеющей возможность регулирования величины подачи масла в систему и, следовательно, изменения числа оборотов вала гидромотора. Вращение приводного колеса сеялки осуществлялось специальным подкатным стендом с обрезиненными роликами за счет электромотора-редуктора. Посев семян по каждому сошнику трех посевных секций производился в приемные коробочки с последующим взвешиванием на электронных весах. Замеры частоты вращения вала высевальных катушек осуществлялись посредством цифрового тахометра ТЦ-3М с установкой на валу высевальных аппаратов прерывателя света, выполненного в виде диска с радиальными прорезями по окружности. Диск входит в паз фотоэлектрического датчика ДФ-УХЛ тахометра. Продолжительность опыта контролировалась программным реле времени ВС 10-32. Для проверки давления в пневмосистеме сеялки использовался жидкостный U-образный манометр. Регулирование рекомендуемой оптимальной величины давления (110–120 мм.вод.ст.) осуществлялось посредством заслонки вентилятора. Частота вращения катушек при рабочих скоростях 1,5; 2 и 2,5 м/с за счет 135 передаточных отношений могла изменяться в пределах 4,37–144,0 об/мин.

Лабораторно-стендовые испытания сеялки включали проверку качества работы высевальной системы на посеве семян лекарственных, кормовых и овощных культур. Определялись возможные нормы посева семян, обеспечиваемые сеялкой, неравномерность посева по дозирующим аппаратам и выходным конечным семяпроводам, а также общая неустойчивость посева при оптимальных нормах каждой культуры. Показатели посева опре-

Таблица 1. Показатели работы сеялки СУПЦ-5,4 на высеве семян лекарственных культур (V=1,5 м/с)

		Вале-риана	Подорожник блосный		Подорожник большой		Пус-тыр-ник	Ромашка аптечная		Алтей	Календула			Синю-ха	Ревень
		45	15	60	15	60	60	15	60	15	45	60	60	60	
Схема посева, см	расч.	8-10	11	5-6	12	6-7	7-8	1,5	3	8-10	20	10	8-10	10	
	факт.	9,25	10,9	6,3	13,2	6,7	7,8	1,9	2,9	10	20,3	10,4	9,8	10,5	
Длина катушки, мм		35	30	16-17	22	8	30	3	6	25	35	35	15	35	
i передачи		0,2128	0,0773						0,611	0,2715	0,1227	0,309			
Неравномерность между аппаратами		3,6	2,0	2,5	7,0	6,1	1,2	9,5	7,4	2,6	4,8	5,0	5,0	2,3	5,7
Неравномерность высева по головке, %	1	7,5	2,1	2,6	4,3	3,8	5,5	3,1	3,9	5,9	6,8	-	8,1	4,8	3,0
	2	6,2	2,9	3,0	3,6	5,0	4,9	1,1	2,6	6,1	7,0	-	6,9	4,0	2,5
	3	4,6	5,4	4,3	4,0	3,5	2,2	4,9	4,7	13,2	3,0	-	3,7	3,7	4,5
Неравномерность высева всей системы, %	сред. ариф.	3,8	4,2	3,3	7,7	6,6	4,3	9,5	7,6	8,6	5,8	5,9	7,7	4,8	5,7
	σ	1,0	0,4	0,2	0,9	0,4	0,3	0,1	0,2	0,7	1,2	1,7	0,7	0,4	0,3
	v	5,1	5,0	5,1	9,7	8,4	5,3	11,5	9,3	10,7	8,7	8,0	10	5,7	7,6
Неустойчивость общего высева, %		1,5	1,4	0,1	1,1	1,8	0,8	4,7	0,7	2,3	2,8	1,2	1,5	1,4	1,5
Секундная подача сеялки, г/с		7,5	8,8	5,1	10,7	5,4	6,3	1,5	2,4	8,1	16,4	8,4	8,0	5,7	
Подача за оборот катушки, г/об, сеялки		37,4	123,2	71,4	149,4	75,6	87,6	21,3	33,2	112,6	28,5	33,05	69,2	19,4	

Таблица 2. Показатели работы сеялки СУПЦ-5,4 на высеве семян овощных культур (V=1,5 м/с)

		Мор-ковь	Петру-шка	Лук-чернуш-ка	Лук-чернуш-ка	Лук-чернуш-ка на севок	Свекла	Редис	Укроп	Пастер-нак	Салат	Шпи-нат
		60;55+55+70;8+47...	8+47...	55+55+70;8+47...	55+55+70;8+47...	55+55+70;8+47...	55+55+70;8+47...	8+47...	8+47...	55+55+70;8+47...	55+55+70;8+47...	8+47...
Схема посева	расч.	5,0	2,4-3,3	5,0	10	106	19-24	18-20	6,2-9,3	6-9	0,6-1,3	58-67
	факт.	5,2	3,9	5,2	9,5	108,8	20,7	19,3	7,1	8,0	1,1	62,3
Длина катушки, мм		16-17	10	16-17	35	35	30	12	25	35	2,0	35
i передачи		0,0773				0,884	0,2715		0,0773	0,1535	0,0773	0,445
Неравномерность между аппаратами		4,6	2,9	2,7	2,0	0,3	3,5	3,6	2,4	5,3	7,6	4,6
Неравномерность высева по головке, %	1	1,5	1,0	0,5	1,6	2,9	1,6	2,1	3,6	0,5	4,0	1,6
	2	2,2	4,9	1,0	2,3	1,3	3,4	2,3	3,4	1,9	0,0	3,8
	3	2,7	3,6	2,7	2,7	2,7	4,9	2,4	3,7	2,1	4,3	5,2
Неравномерность высева всей системы, %	сред. ариф.	4,7	3,6	2,7	2,6	2,4	3,7	4,1	3,7	5,8	7,6	5,4
	σ	0,4	0,3	0,3	0,4	2,0	1,7	1,4	0,5	0,8	0,1	5,9
	v	5,9	2,2	3,9	3,4	2,7	5,9	5,2	5,1	7,6	9,9	7,0
Неустойчивость общего высева, %		0,9	1,0	0,6	1,8	0,1	2,3	1,1	1,3	0,8	2,4	3,1
Секундная подача сеялки, г/с		4,3	3,2	4,25	7,8	88,1	16,8	15,6	5,8	6,5	0,9	50,4
Подача за оборот катушки, г/об, сеялки		59,6	44,4	59,3	107,7	105,95	65,9	61,4	80,5	44,6	12,4	120,1

делялись по трем посевным секциям (дозировочным аппаратам), то есть по 12 рядкам посева (сошникам) при поступательной скорости 1,5 м/с. От каждого аппарата семена поступали в распределительную головку и далее в четыре сошника. Опыты проводились в трехкратной повторности за 30 сек работы дозирующего аппарата. Обработка экспериментальных данных производилась на ДВК-2. Режимы работы аппарата – открытие катушки и передаточное отношение для обеспечения заданных оптимальных норм высева определялись по секундной подаче катушкой и подаче семян за один оборот катушки.

Полученные показатели качества высева семян лекарственных, кормовых и овощных культур приведены в таблицах 1–3. Как видно из таблицы 1, в соответствии с принятыми схемами посева семян лекарственных культур по большинству из них средняя неравномерность находится в пределах 2–5%. Лишь при высеве ромашки аптечной (7,6–9,5%) и подорожника большого (6,6–7,7%) неравномерность высева превышает агротехнические требования (5,0%). Повышение неравномерности высева получено на начальной стадии работы системы, т.е. на выходе семян из аппарата. При высеве ромашки аптеч-

Таблица 3. Показатели работы сеялки СУПЦ-5,4 на высеве семян кормовых трав ( $V=1,5$  м/с)

	Рапс		Джоник		Суданская трава		Лощерн		Кострец безостый		Тимофеевка луговая		Жа сборная			Клевер луговой			Качество сеялки
	15	60	15	60	15	60	15	60	15	60	15	60	15	30	15	30	15	30	
Схема посева, см	15	60	15	60	15	60	15	60	15	60	15	60	15	30	15	30	15	30	60
Норма высева, кг/га	расч.	14	6,0	13	5,7	21	1,6	12	12,4	2,0	8,0	2,0	4,0	4,0	12	12	4,0	12	4-6
	факт.	13,5	5,9	12,7	5,6	22,2	1,4	11,9	12,7	2,2	7,7	1,9	4,1	4,1	11,9	11,9	4,1	11,9	4-9
Длина катушки, мм	35	16	25	8	35	25-26	1-2	25-26	30	22	20	3,0	35	5,0	25	25	5,0	25	17
	0,0876	0,0773	0,1345	0,0773	0,1345	0,0773	0,0773	0,0773	0,309	0,309	0,0773	0,0773	0,2353	0,0773	0,0773	0,0773	0,0773	0,0773	0,0773
Неравномерность между аппаратами	0,6	3,1	2,9	3,2	3,0	1,1	1,1	1,1	2,7	3,9	3,2	6,1	2,6	3,6	1,5	3,6	1,5	2,8	2,8
	1	3,7	3,4	5,5	3,2	5,7	2,3	2,6	5,2	6,3	2,5	1,9	8,5	0,9	0,6	2,8	0,3	7,5	7,5
	2	4,6	9,0	2,0	2,0	2,1	2,2	0,9	3,0	1,1	1,6	4,3	5,4	1,8	1,8	3,4	3,5	6,4	6,4
Неравномерность высева по головке, %	3	6,3	10	8,2	9,9	9,2	9,7	9,2	4,5	5,8	9,3	10,4	4,9	8,5	2,8	9,6	3,0	5,3	5,3
	сред.	4,9	7,5	5,9	6,1	6,3	5,0	4,4	4,9	5,0	4,9	7,8	6,8	5,1	3,6	5,3	2,2	7,0	7,0
	ариф.	0,5	0,4	0,7	6,3	1,3	0,5	0,1	0,5	0,1	0,4	0,1	0,6	0,2	0,3	0,6	0,5	0,3	0,3
Неравномерность высева всей системы, %	σ	5,7	9,7	7,8	7,8	8,9	6,6	6,2	6,0	7,3	7,5	10,2	8,1	7,2	4,8	6,9	3,4	7,9	7,9
	ν	1,0	0,5	1,3	0,4	0,8	0,4	2,8	0,5	1,3	2,7	2,2	0,6	0,4	1,0	0,3	0,3	0,6	0,6
Неустойчивость общего высева, %	10,9	4,8	10,3	4,6	18,0	1,17	9,6	10,3	10,3	1,8	6,3	1,5	9,6	3,1	3,3	9,7	3,3	3,9	3,9
Секундная подача сеялки, г/с	133,7	66,4	143,4	63,6	142,2	134,2	16,3	35,2	25,2	43,2	46,6	134,8	43,2	46,6	134,8	46,6	134,8	55,1	55,1
Подача за оборот катушки, г/об. сеялки																			

ной это в основном объясняется небольшим открытием катушки (2-5 мм), что ухудшает неравномерность семенного потока (7,4-9,5%) между ними. Неравномерность высева по делительным головкам при этом составила 1,1-4,9%.

Распределение семян лекарственных культур делительными головками по рядкам высева (сошником) оказалось достаточно хорошим (1-5%) за исключением валерианы (4,6-7,5%) и календулы (3-8%). Однако это не повлияло на общую неравномерность высева, ввиду получения низкого показателя на стадии дозирования (высевающий аппарат).

Неустойчивость высева по всем культурам составила (0,1-2,8%) и превысила агротехнический показатель (4,0%) только при высеве ромашки (4,7%).

Как видно из таблицы 2, неравномерность высева по всем овощным культурам составила 2-5%. Лишь при высеве салата она была равна 7,6% ввиду большой неравномерности между катушками (7,6%) из-за незначительного их открытия (2 мм).

Для упрощения таблицы показатели неравномерности высева по однострочной и двухстрочной схемам приведены в одной графе. При этом показатель неравномерности между аппаратами является единым для обеих схем и служит оценочным показателем при однострочном посеве. Необходимо отметить, что качество распределения всех видов семян при двухстрочной схеме, обеспечиваемое распределительной головкой, отвечает предъявляемым требованиям. Однако повышение неравномерности при высеве салата, полученное аппаратом, сохранилось при оценке общей неравномерности высева.

Неустойчивость высева по всем видам овощных культур удовлетворительная (0,1-3,0%).

Как видно из таблицы 3, неравномерность высева по всем кормовым травам при однострочной схеме на этапе работы высевающего аппарата в основном получена удовлетворительной (0,6-3,9%). В то же время при узкострочном посеве по отдельным головкам отмечается снижение равномерности распределения семян по сошникам, что требует специального анализа работы головки в зависимости от свойств семян, идентичности исполнения головки и ее взаиморасположения относительно приемных воронок сошников.

Несмотря на это, общая неравномерность по всей системе для всех семян кормовых трав составила 2,2-6,8%. Неустойчивость высева по всем видам кормовых трав удовлетворительная (0,1-3,0%).

Отдельные испытания по высеву семян при минимальном допустимом открытии катушки для данной культуры и полном ее открытии (35 мм) позволили выявить высевающую способность сеялки на всех видах семян, имевшихся в наличии. Установлено, что высевающая система спо-

собна значительно превысить требуемые нормы высева и по отдельным культурам достигает 100, 200 и 300 кг/га. Результаты испытаний катушечных высевальных аппаратов показали, что они обеспечивают устойчивый высев на всех режимах работы, а неравномерность высева между аппаратами значительно улучшается с увеличением открытия катушки. Это позволяет отметить, что при настройке на норму высева необходимо использовать максимально возможное открытие катушки и минимальное передаточное отношение.

Таким образом, анализ результатов испытаний высевальной системы сеялки СУПЦ-5,4 позволил сделать вывод о ее работоспособности и обеспечении качественного выполнения технологического процесса. Было принято решение устранить конструктивные недостатки первого образца сеялки, выпустить опытную партию усовершенствованной сеялки и представить на Государственные испытания. Поволжская государственная зональная машиноиспытательная станция рекомендовала сеялку СУПЦ-5,4 к постановке на производство. По просьбе Белоруссии в Кировоградском проектно-конструкторском институте по посевным и почвообрабатывающим машинам с аналогичной пневматической системой была разработана сеялка СОЛ-4,2 для посева семян лекарственных и овощных культур, которая также успешно прошла Государственные испытания и рекомендована к постановке на производство.

Таким образом, предложенная пневматическая система обеспечила более устойчивый и равномерный высев (2–7%) семян с разными физико-механическими свойствами в сравнении с существующими сеялками (3–

16%), она обеспечила большой диапазон норм высева (1–200 кг/га), оказалась простой, компактной, универсальной, технологичной и менее энергоемкой по сравнению с аналогичными сеялками.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Курилович К.К. Разработка и исследование пневматической сеялки для посева трав // Совершенствование комбинированных почвообрабатывающих и посевных машин: Сб. науч. тр. – Горки, 1983. – Вып. 105.
2. Курилович К.К. Посев овощных культур комбинированной пневматической сеялкой. // Технологические основы механизации обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур комбинированными машинами.: Сб. науч. тр. БСХА. – Горки, 1987. – С.44–51.
3. Курилович К.К., Метелица В.А. Сравнительная оценка технологий возделывания моркови. // Механизация обработки почвы и посева при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: Сб. науч. тр. – Горки, 1993.
4. Астахов В.С., Сентюров А.С. Принципиально новые распределители семян. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1994. – № 10. – С.27–31.
5. Астахов В.С., Сентюров А.С. Разработка и исследование пневматической высевальной системы для посева овощных и других мелкосеменных культур. // Сб. науч. тр. БСХА. – Горки, 1984. – Вып. 115.
6. Сентюров А.С. Распределение семян в пневматических централизованных высевальных системах. // Технологические основы механизации обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур комбинированными машинами: Сб. науч. тр. БСХА. – Горки, 1987.