

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный аграрный университет»

Инженерный факультет

Кафедра «Механизация технологий производства АПК»
Иллюстративный материал к докладу

по выпускной квалификационной работе

(Дипломной работе) на тему:

«Повышение эффективности посева сельскохозяйственных культур совершенствованием высевающей системы сеялки

СЗ-5,4»

**направление подготовки 35.04.06 Агроинженерия
направленность (профиль) Технические системы в
агробизнесе**

Выполнил: Амиров Дамир Адельшаевич

Рецензент: канд. техн. наук, доцент Черняков А.А.

Руководитель ВКР: канд. техн. наук, доцент Шуков А.В.

- **Цель исследований** – Повышение эффективности посева сельскохозяйственных культур совершенствованием высевающей системы сеялки СЗ-5,4..
- **Задачи исследований:**
 1. Разработка конструктивной схемы, программы и методики экспериментальных исследований высевающего аппарата, с наклоном желобков катушки и обработка результатов экспериментальных исследований;
 2. Совершенствование конструкции высевающего аппарата, с наклоном желобков катушки и расчет его параметров;
 3. Разработка операционно-технологической карты на посев а также мероприятий по техническому обслуживанию зерновой сеялки;
 4. Расчет показателей экономической эффективности применения сеялки оснащенной высевающими аппаратами, с наклоном желобков катушек.
- **Объект исследований** – технологический процесс работы экспериментального катушечного высевающего аппарата зерновой сеялки с наклоном желобков катушки..
- **Предмет исследований** – оценочные показатели качества посева семян зерновых культур, конструктивные и режимные параметры катушечного высевающего аппарата зерновой сеялки с наклоном желобков катушки для посева зерновых культур.

Обзор существующих машин для посева зерновых культур



Общий вид зернотравяная сеялки СЗТ-3,6А



*Почвообрабатывающий
посевной агрегат*



Общий вид универсальной сеялки ULTIMA



*Общий вид сеялки Citan
12001С*

Патентный обзор современных конструкций высевяющих аппаратов

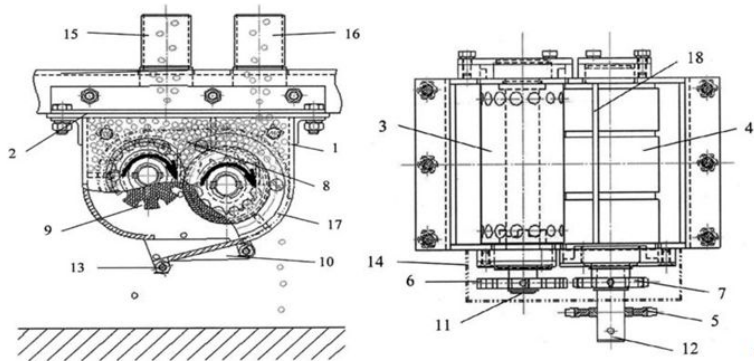


Схема высевяющего аппарата патент № 2581665: 1 – корпус; 2 – планка; 3 – катушка высевяющая; 4 – отражатель семян; 5,6,7 – звездочки; 8 – цепь; 9 – желобки; 10 – распределитель семян;

11 – приводящий вал; 12 – приводной вал; 13 – шарнир; 14 – крышка звездочек; 15,16 – патрубки; 17 – окно; 18 – перегородка.

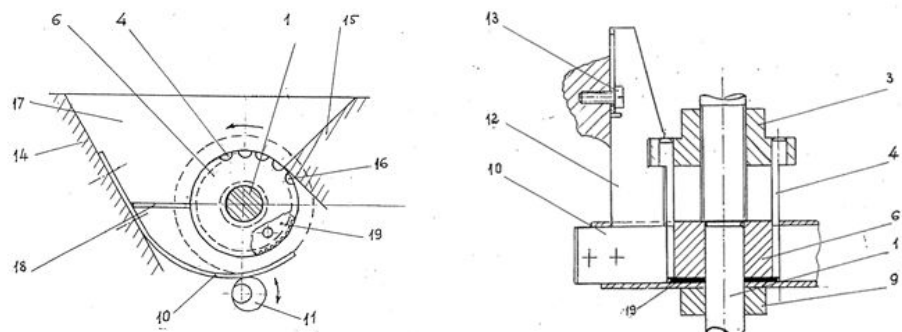


Схема катушечного высевяющего аппарата патент № 94797: 1 – вал; 2 – винт; 3 – обойма; 4 – штифты; 5 – левая боковина; 6 – катушка; 7 – правая боковина; 8 – винт; 9 – втулка; 10 – доньшко; 11 – эксцентрик; 12 – экран; 13 – винт; 14 – передний бруски; 15 – задние бруски; 16 – желобки; 18 – прорезь; 19 – розетка

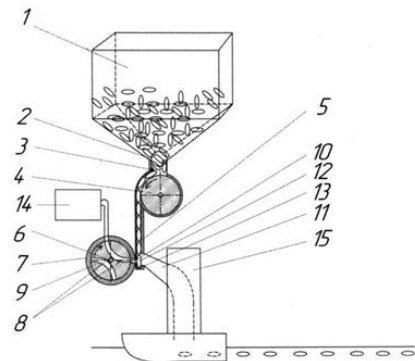


Схема пневматического высевяющего аппарата патент № 2563951: 1 – бункер семенной; 2 – камера заборная; 3 – отражатель пластинчатый; 4 – барабан-направитель; 5 – канал для подачи семян; 6 – устройство высевяющее;

7 – неподвижный корпус высевяющего устройства; 8 – каналы повышенного давления; 9 – вращающийся барабан высевяющего устройства; 10 – отверстие на дне ячейки; 11 – семяпровод; 12 – высевяющая ячейка; 13 – камера повышенного

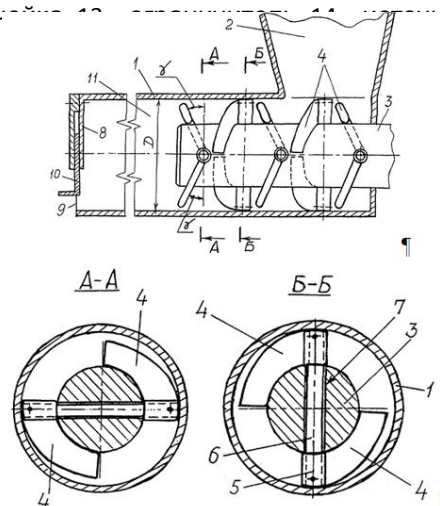
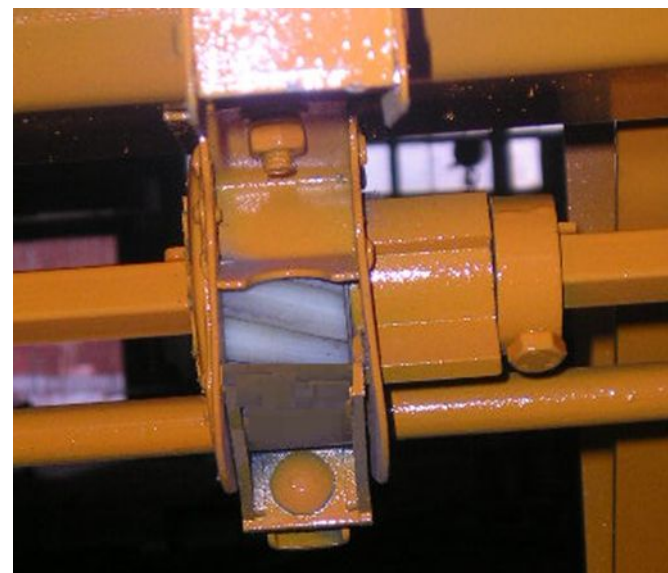
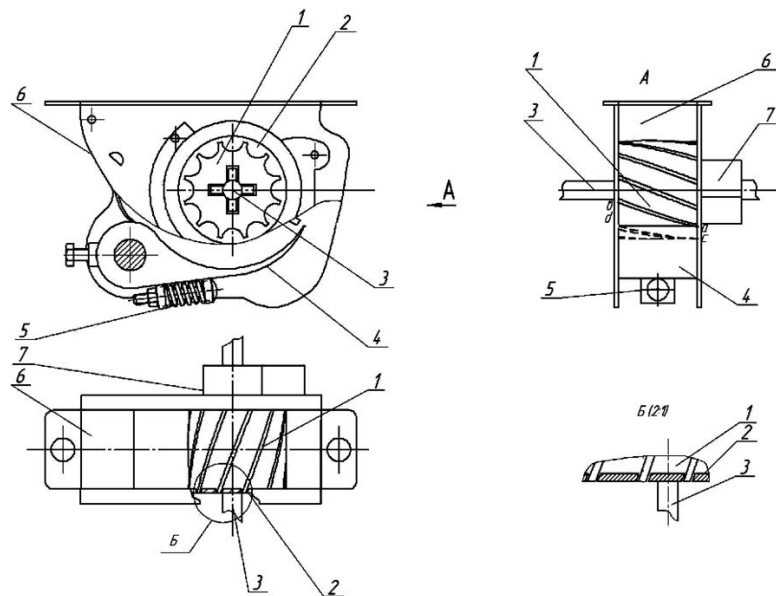


Схема высевяющего аппарата патент № 2348140; 1 – корпус; 2 – бункер; 3 – приводной вал; 4 – лопасти; 5 – конец торсионов; 6 – торсионы; 7 – отверстие; 8 – стенка; 9 – высевное окно; 10 – шибер; 11 – камера.

Описание предлагаемого средства механизации высева семян зерновых культур



*Схема высевающего аппарата
оснащенного катушкой с
наклоном желобков:
1 – катушка с
винтовыми желобками;
2 – розетка;
3 – вал высевающего аппарата;
4 – клапан;
5 – регулировочный болт;
6 – семенная коробка;
7 – муфта*

*Общий вид высевающего аппарата,
с наклоном желобков катушки для
зерновой сеялки*

Программа и методика исследования рабочего процесса высева семян экспериментальным высевающим аппаратом

Цель экспериментальных исследований - определение оптимальных конструктивных и режимных параметров высевающего аппарата, с наклоном желобков катушки. Исходными данными для разработки программы исследований послужили задачи исследований.

Исследование высевающего аппарата, с наклоном желобков катушки для определения оптимальных конструктивных и режимных параметров обеспечивающих наилучшее распределение семян по длине ряда и снижение неустойчивости общего высева.

Нахождение угла наклона желобков катушки, угла наклона торцевой части клапана, высоты расположения обреза торцевой части клапана, обеспечивающих снижение неустойчивости общего высева.

Объект исследований - технологический процесс высева семян зерновых культур.

Предметом исследований служили закономерности, условия и режимы высева семян зерновых культур экспериментальным высевающим аппаратом.

Качество высева семян зерновых культур зависит от многих факторов. Именно поэтому лабораторные исследования проводились с применением методики планирования многофакторного эксперимента. При планировании эксперимента в первую очередь выбирается критерий оптимизации, то есть параметр, по которому оценивается исследуемый объект и который связывает факторы в математическую модель. За критерии оптимальности процесса высева семян принимали неустойчивость общего высева.

Методика исследований

Матрица планирования отсеивающих экспериментов



Общий вид лабораторной установки для исследования высеивающего аппарата с наклоном желобков катушки

Факторы, влияющие на неустойчивость общего высева

Обозначение	Наименование факторов	Уровни варьирования	
		-1	+1
X_1	Угол наклона желобков катушки, град	18	22
X_2	Частота вращения катушки, об/мин.	25	35
X_3	Длина рабочей части катушки, мм.	30	34
X_4	Высота расположения обреза торцевой части клапана, мм.	12,5	17,5
X_5	Жесткость пружины клапана, Н/М	4	6
X_6	Угол наклона торцевой части клапана, град	60	120
X_7	Поступательная скорость посевной секции, м/с	1,5	2,5
X_8	Вылет клапана, мм.	95	105

№ опыта	Факторы α								Параметр оптимизации α		
	$X_1\alpha$	$X_2\alpha$	$X_3\alpha$	$X_4\alpha$	$X_5\alpha$	$X_6\alpha$	$X_7\alpha$	$X_8\alpha$	$\bar{y}\alpha$	$\bar{f}_1\alpha$	$\bar{f}_2\alpha$
1 α	- α	- α	- α	- α	- α	+ α	- α	- α	2,24 α	2,4 α	3,35 α
2 α	- α	- α	+ α	+ α	- α	+ α	+ α	+ α	0,45 α	0,31 α	1,74 α
3 α	+ α	+ α	+ α	- α	- α	- α	- α	- α	4,54 α	3,11 α	0,36 α
4 α	- α	- α	+ α	- α	+ α	- α	+ α	- α	5,24 α	5,4 α	3,31 α
5 α	+ α	+ α	- α	+ α	- α	- α	+ α	+ α	5,12 α	4,3 α	2,49 α
6 α	+ α	- α	- α	- α	+ α	+ α	+ α	+ α	1,23 α	0,44 α	2,26 α
7 α	+ α	+ α	- α	+ α	+ α	+ α	- α	- α	4,56 α	3,4 α	2,95 α
8 α	- α	+ α	+ α	+ α	+ α	- α	- α	- α	1,74 α	0,8 α	2,61 α
9 α	- α	+ α	- α	+ α	+ α	+ α	- α	- α	0,78 α	1,34 α	3,96 α
10 α	- α	- α	+ α	- α	- α	- α	+ α	+ α	1,86 α	1,35 α	2,34 α
11 α	- α	- α	+ α	- α	- α	+ α	+ α	- α	0,42 α	1,35 α	3,52 α
12 α	+ α	+ α	+ α	+ α	+ α	- α	- α	+ α	1,53 α	1,02 α	0,8 α
13 α	- α	+ α	- α	- α	- α	- α	+ α	- α	5,34 α	0,13 α	0,54 α
14 α	+ α	- α	+ α	+ α	- α	- α	- α	- α	1,89 α	2,23 α	3,55 α
15 α	+ α	- α	+ α	- α	+ α	- α	- α	- α	5,34 α	0,13 α	0,54 α

Результаты экспериментальных исследований

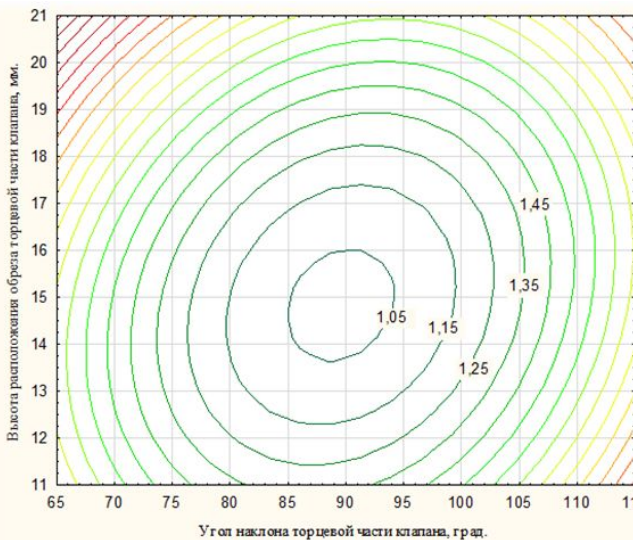
После обработки результатов многофакторного эксперимента получили адекватную математическую модель второго порядка при $R = 0,988$ и $F_{\text{тест}} = 0,985$, описывающую зависимость в закодированном виде:

$$y = 1,01 - 0,018x_1 - 0,028x_2 + 0,046x_3 + 0,082x_1^2 + 0,077x_2^2 + 0,096x_3^2 - 0,027x_1x_2 - 0,037x_1x_3 + 0,039x_2x_3$$

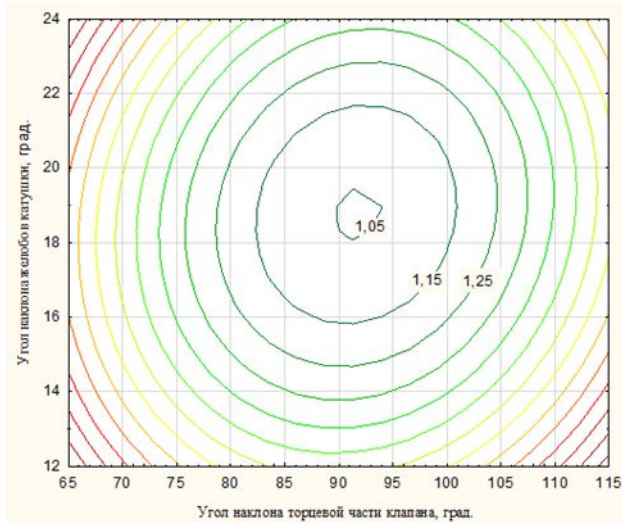
Математическая зависимость неустойчивости общего высева от конструктивных и режимных параметров высевающего аппарата в раскодированном виде будет иметь вид

$$Y = 4,684 - 0,025\beta - 0,124\alpha - 0,175h + 0,001\beta^2 + 0,003\alpha^2 + 0,006h^2 - 0,001\beta\alpha - 0,001\beta h + 0,002\alpha h$$

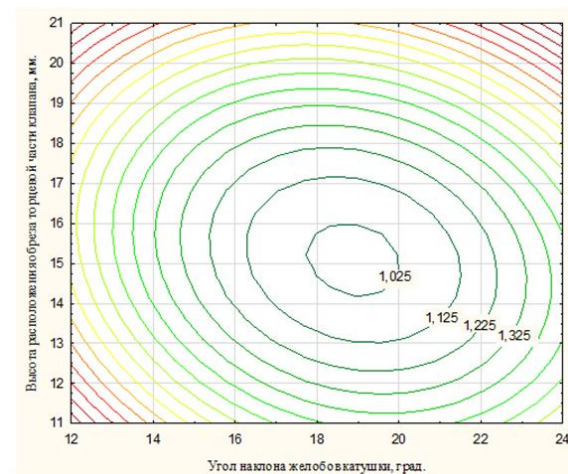
Двумерные поверхности отклика



Двухмерное сечение, характеризующее зависимость неустойчивости общего высева, от угла наклона торцевой части клапана и высоты расположения обреза торцевой части клапана



Двухмерное сечение, характеризующее зависимость неустойчивости общего высева, от угла наклона торцевой части клапана и угла наклона желобков катушки



Двухмерное сечение, характеризующее зависимость неустойчивости общего высева от угла наклона желобков катушки и высоты расположения обреза торцевой части клапана

Угол наклона торцевой части клапана 85-94 град.,
Угол наклона желобков катушки 17,9-20 град.,
Высота расположения обреза торцевой части клапана 14,2-16мм

Определение рабочего объема катушки с наклоном желобков

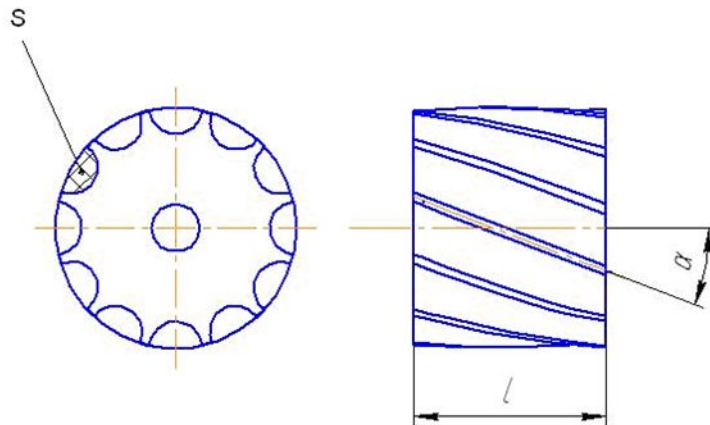


Схема катушки с наклоном желобков

Определяем количество семян, высеваемых при одном полном обороте катушки.

При полном обороте колеса, когда сеялка передвинется на расстояние $\pi \cdot D$, каждой катушкой будет высеяно $m_1 \cdot \pi \cdot D$ или $\mu_1 \cdot \pi \cdot D$.

Количество семян, высеваемых винтовой катушкой при одном полном обороте её, будет:

$$m_0 = \frac{m_1 \cdot \pi \cdot D}{i} = \frac{M \cdot a \cdot \pi \cdot D}{1000 \cdot i}, \mu_0 = \frac{\mu_1 \cdot \pi \cdot D}{i} = \frac{M \cdot a \cdot \pi \cdot D}{i \cdot \delta},$$

где M – норма высева $кг/га$; a – размер междурядья, $м$; D – диаметр ходового колеса, $м$;

δ – средний индивидуальный вес 1000 семян, $г$; i – передаточное отношение от вала высевающего аппарата на ходового

колеса, $i = \frac{n_{кат}}{n_{кол}}$;

$n_{кат}$ – частота вращения винтовой катушки, $мин^{-1}$;

$n_{кол}$ – частота вращения колеса сеялки, $мин^{-1}$;

μ_1 – количество семян, высеянных при одном полном обороте катушки, шт. на 1 оборот катушки;

m_1 – количество семян, выбрасываемых на каждый погонный метр бороздки, при заданной норме, $шт.$

Определение частоты вращения катушки

Уравнения движения точки М можно записать в виде []:

$$m \cdot R_v \cdot \ddot{\varphi} = -m \cdot g \cdot \sin \varphi - f \cdot N,$$

$$m \cdot R_v \cdot \dot{\varphi}^2 = -m \cdot g \cdot \cos \varphi + N.$$

где m – масса семени, кг;

R_v – радиус кривизны рабочей поверхности клапана, мм $R_v = 250$

φ – угол поворота точки М относительно оси катушки, град;

f – коэффициент трения семени о поверхность клапана $f = 0,33$;

N – реакция семени от поверхности клапана, Н.

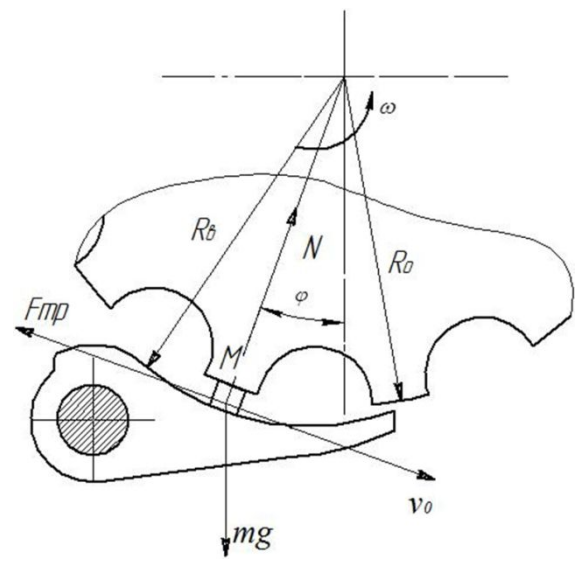


Схема для определения начальной скорости семени на клапане

$$v_0 \geq \sqrt{\frac{gR_v}{1+4f^2} [2(1-2f^2) + 3 \exp\{2 \cdot f \cdot \pi\}]}$$

Найдем окружную скорость движения катушки высевающ аппарата.

$$\omega \geq \frac{\sqrt{\frac{gR_v}{1+4f^2} [2(1-2f^2) + 3 \exp\{2 \cdot f \cdot \pi\}]}}{R_o}$$

где R_o – радиус катушки, мм ($R_o = 51$ мм).

Найдем частоту вращения катушки высевающего аппарата.

$$n \geq \frac{\sqrt{\frac{gR_v}{1+4f^2} [2(1-2f^2) + 3 \exp\{2 \cdot f \cdot \pi\}]}}{\pi \cdot R_o} \cdot 30$$

Операционно-технологическая карта на посев зерновых культур

Наименование показателей	Значение	Рисунки, схемы
<p>1. Условия работы</p> <ul style="list-style-type: none"> -площадь поля, га -длина гона, м -тип почвы -средний уклон местности, град -удельное сопротивление, кН/м 	<p>240 1800 черноземные 5 2,0</p>	<p>Схема агрегат</p>
<p>2. Агротехнические требования к посеву</p> <ul style="list-style-type: none"> -глубина, см -скорость обработки, км/ч 	<p>3.5 6.12</p>	
<p>3. Состав агрегата и подготовка его к работе</p> <ul style="list-style-type: none"> -состав агрегата -энергоустройство -сельхозмашина -количество сельхозмашин -сцепка -технологическая наладка <p>добавят давление шин сеялки до 0,2-0,24 МПа давление колес трактора передних 0,1 МПа задних 0,08 МПа</p>	<p>МТЗ-82 СЗ-5,4 1</p>	
<p>4. Подготовка и разбивка поля</p> <ul style="list-style-type: none"> -ширина загона, м -число загонов на поле -ширина поворотных полос, м -способ движения агрегата -коэффициент рабочих ходов 	<p>42,7 23 21,35 четный 0,97</p>	<p>Схема разбивки поля и движения агрегата</p>
<p>5. Организация и показатели работы агрегата</p> <ul style="list-style-type: none"> -рабочая скорость, км/ч -скорость на поворотах, км/ч -сменная производительность, га -расход топлива на единицу работы, л -затраты труда на единицу работы, чел-ч -удельные денежные затраты, руб./га. 	<p>6,7 5 30,2 - - -</p>	<p>Контроль качества</p>
<p>6. Контроль качества работы</p> <ul style="list-style-type: none"> -неравномерность распределения семян по глубине, см -Неустойчивость общего высева, % Глубину заделки семян зерновых культур. 	<p>±1 не более 3 5-6</p>	

Мероприятия по ТО

Вид ТО	Операции	Применяемые материалы
Ежесменное техническое обслуживание (ЕТО)	очистка машины от грязи и растительных остатков	
	очистка ящиков от остатков зерна и удобрений	
	проверка надежности всех креплений и подтяжка	Набор гаечных комбинированных ключей ЗУБР ПРОФИ
	проверка натяжения цепей	Набор гаечных комбинированных ключей ЗУБР ПРОФИ
	осмотр механизмов и других частей сеялки и устранение замеченных неисправностей	
	провести смазку подшипников	Фиол
	провести смазку цепей	циатим 221
Послесезонное техническое обслуживание (ПТО)	разборку передаточных механизмов (редукторов и других механизмов)	Набор гаечных комбинированных ключей ЗУБР ПРОФИ
	очистку деталей и промывку их в керосине или дизельном топливе	
	замену изношенных или деформированных деталей новыми и сборку механизмов	Набор гаечных комбинированных ключей ЗУБР ПРОФИ
	частичную разборку разобщителя и обгонных муфт, а также автоматов подъема (сеялки прежних выпусков)	
	осмотр сошников и при необходимости разборку и замену изношенных деталей	Набор гаечных комбинированных ключей ЗУБР ПРОФИ
	осмотр высевающих аппаратов, семяпроводов и лотков и устранение всех неисправностей	Набор гаечных комбинированных ключей ЗУБР ПРОФИ

Экономическая эффективность применения экспериментального высевающего аппарата

Показатели	Посев	
	Существующая	Разработанная
Площадь обработки, га	300	300
Дополнительные капвложения, руб.	-	916320
Прямые эксплуатационные затраты на 1 га, руб.	21273,63	21301,36
Снижение эксплуатационных затрат, %	-	-0,13
Урожайность зерновых культур, ц.	25,3	25,5
Стоимость прибавки урожая, руб.	-	540000
Приведенные затраты, руб.	23474,49	23504,99
Годовой экономический эффект	-	-9150
Годовая экономия с учетом дополнительной продукции, руб.	-	530850
Срок окупаемости капиталовложений, лет	-	1,55

Заключение

1. Анализ известных (конструкций) высевяющих аппаратов для посева семян зерновых культур, применяемых на серийных образцах сеялок, показал, что конструкция высевяющих аппаратов, применяемая в настоящее время, не удовлетворяет агротехническим требованиям по качеству высева, при этом неравномерность распределения семян зерновых культур по площади питания высока, это приводит к снижению урожайности. На основе проведенного анализа предложена конструктивно-технологическая схема и конструкция высевяющего аппарата, отличительными признаками, которых являются катушка с наклоном желобков.

2. Теоретическими исследованиями установлены аналитические зависимости для определения конструктивных и режимных параметров высевяющего аппарата с наклоном желобков катушки.

3. При проведении лабораторных исследований разработан и изготовлен опытный образец высевяющего аппарата с наклоном желобков катушки и определены оптимальные значения конструктивных и режимных параметров. В результате проведения лабораторных исследований определены факторы, оказывающие наибольшее влияние на неустойчивость общего высева: угол наклона торцевой части клапана $\beta = 85 \dots 94$ град., угол наклона желобков катушки $\alpha = 17,9 \dots 20,0$ град., высота расположения обреза торцевой части клапана $h = 14,2 \dots 16,0$ мм.

Технологический процесс посева зерновых культур полностью соответствует типовым операционным технологиям. Экономические расчеты подтверждают целесообразность модернизации и внедрения сеялки СЗ-5,4. Срок его окупаемости составляет 1,55 года.

Доклад окончен,
Спасибо за внимание