

УДК 631.8; 631.171

**ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПАРАМЕТРОВ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ТРАВ***Нукашев С.О.<sup>1</sup>, д.т.н., профессор**Есхожин Д.З.<sup>1</sup>, д.т.н., профессор**Романюк Н.Н.<sup>2</sup>, к.т.н., доцент**Есхожин К.Д.<sup>1</sup>, к.т.н., доцент**Сыздыков Д.А.<sup>1</sup>, магистр*<sup>1</sup>*Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина, пр.Жеңіс, 62  
Казахстан, 010011, г. Астана, snukeshev@mail.ru*<sup>2</sup>*Белорусский государственный аграрный технический университет  
Республика Беларусь, Минск***Аннотация**

Для разработки универсального высевающего аппарата, обеспечивающего дозирование семян зерновых культур, трав и гранул минеральных удобрений с различными свойствами проведен анализ качества работ наиболее распространенных штифтово-катушечных, желобчато-катушечных и мотыльковых высевающих аппаратов. Положительные качества желобчато-катушечного аппарата позволили авторам выбрать его в качестве объекта исследования. Рассматривая физико-механические свойства культур разных групп установлено, что для обеспечения качественного дозирования различных сельскохозяйственных материалов необходимо иметь три типоразмерных вида устройств. Первый вид типоразмерных устройств должны работать с зерновыми культурами и минеральным удобрением, второй вид – с сыпучими семенами и третий вид – с несипучими семенами травяных культур.

С целью обеспечения универсализации высевающего аппарата рассмотрен процесс высева семян сельскохозяйственных культур и определены зависимости нормы высева от конструктивных и технологических параметров. На основе теоретических исследований выявлен параболический профиль желобков катушки, обеспечивающий дозирование различных семян сельскохозяйственных культур и повышенной дозы минеральных удобрений.

**Ключевые слова:** зернотукотравяные сеялки, высевающие аппараты, дозирование, семена трав, минеральные удобрения, посев.

**Введение**

На современных зерно-туко-травосеющих машинах установлены штифтово-катушечные, желобчато-катушечные и мотыльковые высевающие аппараты [1]. Штифтово-катушечные аппараты применяют для внесения минеральных удобрений, желобчато-катушечные – для высева семян пшеницы и других зерновых культур и мотыльковые – для высева несипучих семян трав. Штифтово-катушечные высевающие аппараты хорошо работая при малых дозах внесения туков, при внесении основной, повышенной дозы, например, до 500 кг/га, не могут обеспечивать установленную норму. Для высева семян зерновых культур устойчиво работает желобчато-катушечный аппарат. Его особенность – простота конструкции, удобство технологи-

ческой настройки и надежность работы. При этом качество выполнения технологического процесса остается высоким. Известны работы [2,3,4], где внесение минеральных удобрений осуществлялся применением прямых и спиральных желобчато-катушечных высевающих аппаратов.

Желобчато-катушечный аппарат также применяют для высева сыпучих мелкосеменных культур, таких как просо, гречиха и семян трав люцерны, эспарцета и др [5-10]. Установить малую норму внесения на этом аппарате сложно, поэтому семена смешивают балластом-песком, деревянными стружками подобной величины и др. Однако в процессе работы происходит расслоение компонентов смеси по удельному весу. В результате резко снизятся

показатели качества технологического процесса. Для высева несypучих семян трав, таких как житняк, костер и др. применяют мотыльковый высевательный аппарат. Мотыльки образуются лопастями, которые имеют угол с плоскостью вращения до 32° и смежные лопасти наклонены в разные стороны. Они устанавливаются напротив окон в задней стенке семенного ящика, на общем валу. Норму высева регулируют заслонками, изменяя выходное сечение окон.

Мотыльковый аппарат имеет ряд недостатков:

- количество высева не пропорционально изменению скорости вращения мотылька;
- изменение поступательной скорости машины требуют новой установки нормы вы-

### Материалы и методика исследований

Для обоснования конструктивного вида высевательного аппарата для той или другой группы культур, впервые очередь необходимо рассмотрим их физико-механические характеристики, представленные в таблице 1. Как видно из таблицы по своим физико-механическим особенностям, материалы подвергаемые высеву существенно различаются. Если отметить главнейшие механические свойства высеваемого материала таких, как зерновые культуры, минеральные удобрения и семена трав, то можно отметить настолько резкую разницу их по объемному весу, по весу 1000 зерен, по размерам, по нормам высева на гектар, а также коэффициенту трения, что вопрос об едином устройстве и с одинаковыми параметрами,

сева;

- наклон семенного ящика и толчки заметно влияют на количество высева.

Из изложенного выше следует, что при высеве семян зерновых культур проблем нет, желобчато-катушечный аппарат справляется отлично. Проблема возникает при высеве основной, повышенной дозы минеральных удобрений, сыпучих и несypучих семян трав.

Положительные качества желобчато-катушечного аппарата, на которые обращено внимание выше, наводит на мысль о том, что он может справиться с возникшей проблемой, если обосновать его оптимальные параметры и внести конструктивные изменения.

одинаково пригодного для высева таких материалов, естественно отпадает.

Анализ многочисленных исследовательских работ показывает, что наиболее универсальным устройством, способным высевать материалы с резко различающимися характеристиками, является желобчато-катушечный аппарат. Априори можно предположить, что желобчато-катушечные аппараты смогут хорошо работать как с зерновыми культурами и минеральными удобрениями, так и с семенами травяных культур. Очевидно, чтобы это стало возможным их необходимо адаптировать с учетом нормы высева (внесения) и физико-механических характеристик отдельных групп материалов с идентичными показателями.

Таблица 1 - Физико-механические характеристики сельскохозяйственных материалов

| Вид с-х культуры            | Вес 1000 зерен, г | Объемный вес, кг/дм <sup>3</sup> | Коэффициент трения о сталь | Приведенный средний размер (a+b+c)/3 | Нормы высева (внесения), кг/га |
|-----------------------------|-------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Пшеница                     | 33-36             | 0,75-0,81                        | 0,35-0,65                  | 1,86-5,56                            | 60-140                         |
| Ячмень                      | 35-40             | 0,53-0,68                        | 0,38-0,68                  | 3,47-8,03                            | 80-160                         |
| Просо                       | 6,1-7,1           | 0,66-0,85                        | 0,31                       | 1,33-2,63                            | 14-28                          |
| Суперфосфат гранулированный | -                 | 1,09-1,14                        | 0,47-0,55                  | -                                    | 40-500                         |
| Костер безостый             | 2,8-4,5           | 0,15-0,19                        | 0,65                       | 4,1-5,43                             | 16-20                          |
| Житняк                      | 1,4-2,7           | 0,81                             | 0,62-0,71                  | 1,37-2,27                            | 10-16                          |
| Люцерна                     | 1,0-2,7           | 0,73-0,82                        | Нет данных                 | 1,5-1,8                              | 11-12                          |
| Лен                         | 3,5-6,5           | 0,65-0,72                        | Нет данных                 | 1,73-2,73                            | 10-15                          |
| Эспарцет                    | До 30             | 0,36                             | 0,6-0,74                   | 2,9-6,0                              | 4-6 (на семена)<br>30-40       |
| Клевер красный              | 1,7-1,8           | 0,77-1,8                         | Нет данных                 | 1,8-2,5                              | 15-20 (на семена)<br>10-12     |
| Суданская трава             | 5-15              | 1,7-1,9                          | Нет данных                 | 2,17-2,5                             | 25-30                          |

Если обратиться к нормам высева, то можно отметить, что в зависимости от вида материала, сорта культуры и почвенно-климатической особенности района, они колеблются в широком диапазоне, таблица 1.

Из таблицы видно, что нормы высева (внесения) сельскохозяйственных материалов в почву колеблются в широких пределах. Так, если нормы высева семян зерновых культур колеблется от минимального до максимального в пределах 2÷2,5 раза, для минерального удобрения эти пределы отклонения равны 10 разам. При высева семян трав пределы отклонения нормы меньше, от 16% (клевер крас-

ный) до 50% (люцерна).

Из таблицы 1 также можно заметить, что при выборе желобчато-катушечного аппарата, как наиболее универсального, обеспечивающего качественное дозирование различных сельскохозяйственных материалов, необходимо иметь три типоразмерных вида устройств. Первый вид типоразмерных устройств должны работать с зерновыми культурами (пшеница, ячмень, ...) и минеральным удобрением, второй вид – с сыпучими семенами (люцерна, эспарцет, ...) и третий вид – с несипучими семенами травяных культур (житняк, костер безостый, ...).

### Основные результаты исследований НИР

Если рассмотреть высев семян сельскохозяйственных культур, то в зависимости от ширины междурядья ( $\sigma$  см), количества семян ( $\kappa$ ), распределяемых сеялкой на каждом погонном метре бороздки, прорезанной сошником, будет иметь прямую зависимость от заданной нормы высева. Ходовые размеры междурядья

для сеялок установлены и равны для дисковых сошников  $\sigma=15$  см, стерневых -  $\sigma=23$  см.

Вес семян, выбрасываемых высевающим устройством на каждый погонный бороздки при заданной норме  $K$  (кг/га) на гектар и междурядье ( $\sigma$  см) можно вычислить из следующей пропорций:

$$10^3 K = \frac{10^6}{\sigma} \cdot \kappa_1 \cdot l_m$$

$$\kappa_1 = \frac{K \cdot \sigma}{1000} \text{ г/м} \quad (1)$$

где видно, что величина  $\kappa_1$  возрастает как с увеличением нормы высева, так и с увеличением междурядья. Обозначив вес 1000 зерен буквой  $\xi$  можно получить количество семян, высеваемое на каждый погонный метр рядка:

$$V_1 = \frac{K \cdot \sigma}{\xi} \text{ шт/м} \quad (2)$$

Из последнего выражения следует, что чем меньше семена по размерам (щуплые), тем большее число их должно быть посеяно, чтобы соблюсти заданную норму. Для примера рассмотрим высев семян пшеницы и житняка. Пшеницу сеют стерневыми сеялками с междурядьем  $\sigma=23$  см, норма высева  $K=100$  кг/га. Вес 1000 зерен  $\xi=345$ , таблица 1. Подставив значения в (1) и (2) получим:

$$\kappa_{\text{III}} = \frac{100 \cdot 23}{1000} = 2,3 \text{ г/м}$$

$$V_{\text{III}} = \frac{100 \cdot 23}{34} = 67,6 \text{ шт/м}$$

Житняк сеют рядовыми сеялками с междурядьем  $\sigma=15$  см, норма высева для житняка  $K=14$  кг/га и вес 1000 семян  $\xi=2,1$  г, таблица 1. С помощью приведенных выше формул получим:

$$\kappa_{лж} = \frac{14 \cdot 15}{2,1} \quad 0,1 \text{ г/м}^2$$

$$v_{лж} = \frac{14 \cdot 15}{2,1} \quad 100 \text{ шт/м};$$

Из этих вычислений видно, что даже при меньшем междурядье количество семян житняка, высеянных на погонный метр, должно быть больше в 1,5 раза по сравнению с высеянными семенами пшеницы.

На следующем этапе необходимо знать количество семян, высеваемых при одном обороте желобчатой катушки. Для этого необходимо знать передаточное отношение от прикатывающих катков (откуда передается привод) на катушки:

$$i = \frac{n_k}{n_{пк}}$$

Здесь,  $n_k$  - частота вращения катушки;

$n_{пк}$  - частота вращения прикатывающих катков.

Если диаметр прикатывающих катков  $D_{пк}$ , его путь при полном обороте равняется  $\pi D$  (м). При этом каждая катушка выбросит в семяпровод:

$$\kappa_1 \pi D_{пк}, \text{ грамм}$$

или

$$v_1 \pi D, \text{ штук зерен.}$$

При одном обороте прикатывающих катков, катушка сделает  $i$  оборотов, поэтому вес и количество семян при одном обороте катушки будут равны:

$$\kappa_0 = \frac{1}{i} \kappa_1 \pi D_{пк}, \text{ г/оборот}; \quad (3)$$

$$v_0 = \frac{1}{i} v_1 \pi D, \text{ шт/оборот}; \quad (4)$$

Преобразуем последние выражения к виду:

$$\kappa_0 \cdot i = \kappa_1 \pi D_{пк}; \quad (5)$$

$$v_0 \cdot i = v_1 \pi D. \quad (6)$$

Диаметр прикатывающих катков в правой части (5) и (6), с учетом конструктивных соображений, таких как размеры рамы, размещение и высота сошников и параметры семя-тукового ящика, уже установлены. Вторые члены  $\kappa_1$  и  $v_1$  определяются нормой высева и величиной междурядья, которые назначаются агротехническими условиями. Следовательно, правые части в выражениях (5) и (6) можно считать известными величинами. Неизвестными остаются члены левых частей -  $\kappa_0$ ,  $v_0$  и  $i$ .

Если обозначить объемный вес семян через  $\rho$  (г/см<sup>3</sup>), то отношение:

$$\frac{\kappa_0 \cdot i}{\rho} W_0, \quad (7)$$

будет равняться объему, который займут семена в количестве  $\kappa_0 \cdot i$  (г), то есть количество семян, выбрасываемое катушкой при одном полном обороте.

Преобразуем последнее выражение:

$$\begin{aligned} \kappa_0 \cdot i &= W_0 \rho; \\ \kappa_0 &= \rho \frac{W_0}{i} \quad \rho \omega_0 \equiv \end{aligned} \quad (8)$$

$$\frac{W_0}{i} = \omega_0,$$

где  $\omega_0$  (см<sup>3</sup>) – выражает рабочий объем самой катушки.

Из последнего выражения получим:

$$W_0 = \omega_0 \cdot i. \quad (9)$$

Из выражения (7) и (9) имеем:

$$\frac{\kappa_0}{\rho} = \omega_0. \quad (10)$$

Формулы (7) - (10) связывают объемный вес семян, объем желобков катушки и передаточное отношение от прикатывающих катков к валу катушек. На основе (1), (5) и (8) рабочий объем катушки можно вычислить по формуле:

$$\omega_0 = \frac{K_v \pi D_{\text{шк}}}{1000 \cdot i \rho}. \quad (11)$$

Между рабочей длиной катушки и её диаметром установлена зависимость:

$$l = \frac{\omega_0}{ns + \pi dt}, \quad (12)$$

где:  $l$  - длина катушки;

$n$  - число желобков на катушке;

$s$  - площадь сечения одного желобка;

$t$  - средняя толщина активного слоя.

Для стандартной желобчатой катушки приняты  $s = 47,5$  мм<sup>2</sup>;  $n = 12$ ;  $t = 2,5$  мм;  $l = 39$  мм;  $d = 50$  мм.

С этими параметрами желобчато-катушечный высевальный аппарат хорошо работает на высеве семян зерновых культур. Однако при внесении минеральных удобрений не может обеспечить повышенную дозу и резко снижается качество работы. Для решения этой проблемы нами

в работе [11] были предложены параболический, эллиптический и гиперболический профили желобков катушки. Однако вопрос применимости отдельных профилей к конкретным видам дозируемых материалов остался открытым.

Из выражений (9) и (7) можно получить:

$$\frac{\kappa_0 \cdot i}{\rho} = \omega_0 l; \frac{\kappa_0}{\rho} = \omega_0; =$$

$$\kappa_0 = \rho \omega_0, \tag{13}$$

где объемный вес пшеницы  $\rho = 0,75 - 0,8 \text{ кг/дм}^3$ , для суперфосфата гранулированного – 1,0-1,1 кг/дм<sup>3</sup>, [1].

По формулам приведенных в [11] можно вычислить площадь поперечного сечения желобков катушки различного профиля и их объемы, таблица 2, рисунок 1.

Таблица 2 - Площади поперечного сечения и объемы желобков катушки различного профиля

| Глубины сечения желобков, мм |                                     | Формы желобков |                |                 |        |
|------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|--------|
|                              |                                     | Окружность     | Параболическая | Гиперболическая | Эллипс |
| 2                            | Площадь поп.сеч. S, см <sup>2</sup> | 21,26          | 1,99           | 1,26            | 2,35   |
|                              | Объем, см <sup>3</sup>              | 49,14          | 77,61          | 49,14           | 91,65  |
| 4                            | S, см <sup>2</sup>                  |                | 2,33           | 1,56            | 2,74   |
|                              | Объем, см <sup>3</sup>              |                | 90,87          | 60,84           | 106,86 |
| 6                            | S, см <sup>2</sup>                  |                | 2,66           | 1,87            | 3,13   |
|                              | Объем, см <sup>3</sup>              |                | 103,74         | 72,93           | 122,07 |
| 8                            | S, см <sup>2</sup>                  |                | 3,0            | 2,20            | 3,53   |
|                              | Объем, см <sup>3</sup>              |                | 117            | 85,8            | 137,67 |

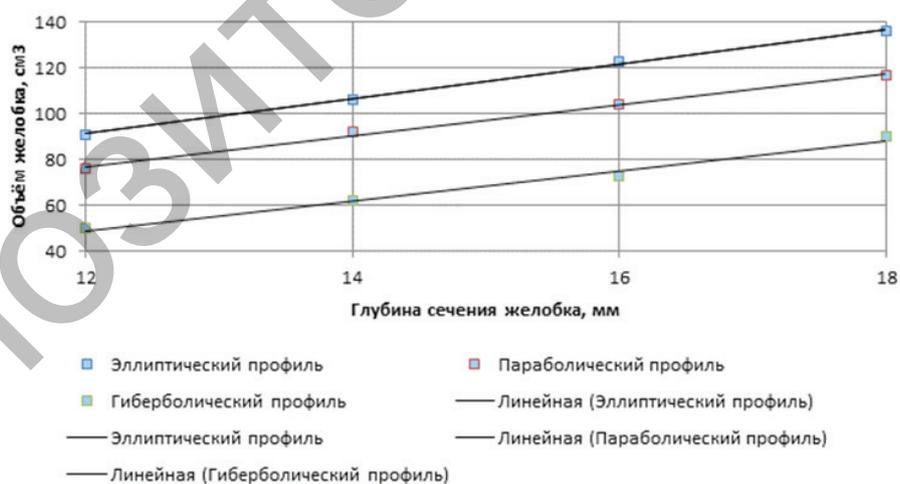


Рисунок 1 - Зависимости объема желобков различного профиля от глубины поперечного сечения

**Обсуждение полученных данных и заключение**

Из таблицы 2 и рис.1 видно, что увеличение глубины поперечного сечения желобков приводит к прямопропорциональному увели-

чению рабочего объема желобка. Каждые 2 мм увеличения глубины желобков увеличивает рабочий объем на 15-20%. Причем самое ин-

тенсивное увеличение претерпевают эллиптические формы желобков, минимальные – гиперболические и средние – параболические.

Помимо отмеченной выше, недостаточной производительности стандартной катушки – с профилем желобка в виде сегмента окружности, исследователи отличают и технологический недостаток: недостаточная сгребаящая способность в зоне заполнения (коэффициент заполнения 0,7-0,8 %) и неполное опорожнение в зоне сбрасывания, которые обусловлены геометрической особенностью окружности постоянной кривизны.

Рассматриваемые формы желобков в виде кривых 2-порядка имеют переменную кривизну, однако, эллиптическая форма в зоне сбрасывания вовсе не имеет кривизны, или имеет ее обратную величину. Вследствие чего опорожнение материала может быть непол-

ным. Интенсивность роста рабочего объема желобков гиперболического профиля небольшое, отстает от других профилей на 37 – 60%. В связи с изложенными наибольший интерес представляет параболический профиль желобка. Его производительность достаточно высока, а кривизна профиля в зоне заполнения интенсивно увеличивается, а в зоне опорожнения убывает, что являются условием хорошего захвата материала и такого же, успешного сбрасывания.

Для обоснования возможности катушки с параболическими желобками вычислим величину высеваемого ею минерального удобрения при повышенной – 500 кг/га дозе внесения. По формуле (1) определим вес удобрения, выбрасываемых катушкой на каждый погонный метр бороздки, при норме внесения 500 кг/га и ширине междурядья 23 см:

$$K_1 = \frac{K \cdot e}{1000} = \frac{500 \cdot 23}{1000} = 11,5$$

Формула (3) позволяет вычислить вес материала, высеваемый катушкой за один полный оборот. С учетом коэффициента заполнения катушки получим:

$$K_0 = \frac{e}{i} K_1 \pi D_{пк} = \frac{0,8}{0,35} 11,5 3,14 0,550 = 45,39 \text{ г/об,}$$

где:  $i = 0,35$  – высшее передаточное отношение от прикатывающих катков к валику катушки, которое устанавливается для обеспечения высокой дозы внесения;

$e = 0,7-0,8$  – коэффициент заполнения катушки;

$D = 0,55$  м – диаметр прикатывающих катков.

Полученные величины показывают необходимое количество посева для обеспечения установленной дозы – 500 кг/га. Для оценки возможностей стандартной и параболической катушки определим качество посева через их рабочие объемы по формуле (13):

$$K_0 = \rho \cdot \omega_{0ст} \cdot e = 1,0 \cdot 49,14 \cdot 0,8 = 39,31 \text{ г/об;}$$

$$K_0 = \rho \cdot \omega_{0пар} \cdot e = 1,0 \cdot 77,61 \cdot 0,8 = 62,08 \text{ г/об;}$$

где:  $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$  – объемный вес суперфосфата гранулированного;

$\omega_0$  - рабочие объемы желобков - стандартного и параболического, таблица 2.

Как видно из расчета стандартная катушка не может обеспечить повышенную (45,39 г/об) дозу внесения минерального удобрения. Ей не хватает 16% объемного веса, а катушка с параболическим профилем превосходит требуемого количества на 36,7%. Это в то время, когда коэффициент заполнения желобков при-

нят у обоих типов одинаковым. Как было отмечено выше, по заполняемости параболическая катушка превосходит стандартную.

На рисунке 2 представлены два варианта - а и б параболического профиля желобка высевальной катушки.

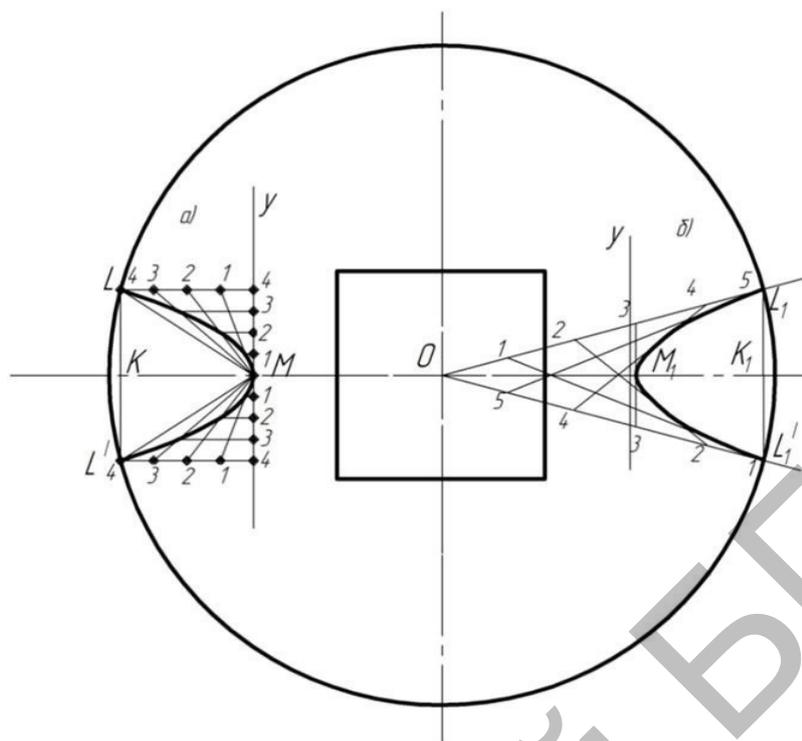


Рисунок 2 - Варианты параболического профиля желобка высевальной катушки

Оба варианта могут работать как с семенами зерновых культур, так и с гранулированными минеральными удобрениями. Нужно задать лишь параметры параболы  $LK$ ,  $MK$  и  $L_1K_1$ ,

$M_1K_1$ . Для экспериментального исследования рекомендуются:  $d = 50$  мм;  $l = 39$  мм;  $n = 12$ ;  $LK = L_1K_1 = 6,0 \div 6,5$  мм;  $MK = M_1K_1 = 8 \div 12$  мм.

### Список литературы

- 1 Догановский М.Г., Козловский Е.В. Машины для внесения удобрений. - М.: Машиностроение, 1972. - 272 с.
- 2 Bholuram Gurjar, P.K.Sahoo, Adarsh Kumar, H.L.Kushwaha Precision metering system design for variable rate granular fertilizer applicator / Environmental & Ecology. Vol. 35 (2), 2017.-P.746-751.
- 3 Bholuram Gurjar, P. K. Sahoo, Adarsh Kumar Design and development of variable rate metering system for fertilizer application / Journal of Agricultural Engineering. Vol. 54 (3)., 2017.-P.12-21.
- 4 Edwin Benjamin, D.A. Krishnan, R. Kavitha Optimization of parameters for the development of precision metering mechanism for application of granular urea / Trends in Biosciences Vol. 8(24), 2015.-P. 6849-6853.
- 5 DONGGUANG ZHANG, YUMING GUO. SIMULATION DESIGN OF THE SPIRAL GROOVE PRECISION SEED-METERING DEVICE FOR SMALL GRAINS / INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER AND COMPUTING TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE. VOL.1. 2008.-P.155-153
- 6 Yuxiang Huang, Botao Wang, Yuxiang Yao, Shangpeng Ding, Junchang Zhang, Ruixiang Zhu. Parameter optimization of fluted-roller meter using discrete element method / International Journal Agricultural & Biological Engineering. Vol.11., No.6., 2018.-P.65-72
- 7 Shangpeng Ding, Lu Bai, Yuxiang Yao, Bin Yue, Zuoli Fu, Zhiqi Zheng, Yuxiang Huang. Discrete element modelling (DEM) of fertilizer dual-banding with adjustable rates / Computers and Electronics in Agriculture. 152., 2018.-P.32-39.
- 8 I.Ozturk, Y.Yildirim, S.Hinislioglu, B.Demir, E.Kus. Optimization of seed flow evenness of fluted rolls used in seed drills by Taguchi method / Scientific Research and Essays Vol. 7(1), 2012.-P.78-85.

9 Ibrahim Ethem Guler. Effects of diameter and helical angle of flute on the flow evenness of fluted roller used in seed drills using lentil seed / African Journal of Biotechnology Vol. 10(65), 2011.- P.14380-14383

10 Bholuram Gurjar, P.K. Sahoo, Adarsh Kumar. Design and Development of Variable rate metering system for fertilizer application / Journal of agricultural engineering. Vol. 54 (3)., 2017.-P12-21

11 Nukeshev S., Eskhozhin K., Eskhozhin D., Syzdykov D. Justification of design and parameters of seeding unit for fertilizers / Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. Vol. 39, Issue 4, 2016.-P. 1139-1149.

### References

1 Doganovsky MG, Kozlovsky ev Fecundis machinis et accessiones sunt. - M.: Opera Mechanica, 1972.-272 p.

2 Bholuram Gurjar, P.K.Sahoo, Adarsh Kumar, H.L.Kushwaha Precision metering system design for variable rate granular fertilizer applicator / Environmental & Ecology. Vol. 35 (2), 2017.-P.746-751.

3 Bholuram Gurjar, P. K. Sahoo, Adarsh Kumar Design and development of variable rate metering system for fertilizer application / Journal of Agricultural Engineering. Vol. 54 (3)., 2017.- P.12-21.

4 Edwin Benjamin, D.A. Krishnan, R. Kavitha Optimization of parameters for the development of precision metering mechanism for application of granular urea / Trends in Biosciences Vol. 8(24), 2015.-P. 6849-6853.

5 DONGGUANG ZHANG, YUMING GUO. SIMULATION DESIGN OF THE SPIRAL GROOVE PRECISION SEED-METERING DEVICE FOR SMALL GRAINS / INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER AND COMPUTING TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE. VOL.1. 2008.-P.155-153

6 Yuxiang Huang, Botao Wang, Yuxiang Yao, Shangpeng Ding, Junchang Zhang, Ruixiang Zhu. Parameter optimization of fluted-roller meter using discrete element method / International Journal Agricultural & Biological Engineering. Vol.11., No.6., 2018.-P.65-72

7 Shangpeng Ding, Lu Bai , Yuxiang Yao , Bin Yue , Zuoli Fu, Zhiqi Zheng, Yuxiang Huang. Discrete element modelling (DEM) of fertilizer dual-banding with adjustable rates / Computers and Electronics in Agriculture. 152., 2018.-P.32-39.

8 I.Ozturk, Y.Yildirim, S.Hinislioglu, B.Demir, E.Kus. Optimization of seed flow evenness of fluted rolls used in seed drills by Taguchi method / Scientific Research and Essays Vol. 7(1), 2012., P.78-85.

9 Ibrahim Ethem Guler. Effects of diameter and helical angle of flute on the flow evenness of fluted roller used in seed drills using lentil seed / African Journal of Biotechnology Vol. 10(65), 2011.- P.14380-14383

10 Bholuram Gurjar, P.K. Sahoo, Adarsh Kumar. Design and Development of Variable rate metering system for fertilizer application / Journal of agricultural engineering. Vol. 54 (3)., 2017.-P12-21

11 Nukeshev S., Eskhozhin K., Eskhozhin D., Syzdykov D. Justification of design and parameters of seeding unit for fertilizers / Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. Vol. 39, Issue 4, 2016.-P. 1139-1149.

## МИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ, АСТЫҚ ЖӘНЕ ШӨП ТҰҚЫМДАРЫН СЕБУ АППАРАТЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН ПАРАМЕТРЛЕРІН НЕГІЗДЕУ

С.О. Нукешев<sup>1</sup>, т.ғ.д., профессор  
Д.З. Есхожин<sup>1</sup>, т.ғ.д., профессор  
Н.Н. Романюк<sup>2</sup>, т.ғ.к., доцент  
К.Д. Есхожин<sup>1</sup>, т.ғ.к., доцент  
Д.А. Сыздыков<sup>1</sup>, магистр

<sup>1</sup>С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Жеңіс даңғ. 62  
Астана қ., 010011, Қазақстан, snukeshev@mail.ru

<sup>2</sup>Белорус мемлекеттік аграрлық техникалық университеті  
Беларус Республикасы, Минск

### Түйін

Бұл мақалада әртүрлі ауылшаруашылық материалдарын мөлшерлегіш ретінде қолданылатын, мейлінше әмбебап болып есептелетін науалы-катушкалы себу аппаратының параметрлері қарастырылды. Әртүрлі физикалық-механикалық қасиеттері бар материалдарды сапалы мөлшерлеуді қамтамасыз ету жағдайын ескере отырып науалары 2-ші деңгейдегі ауыспалы қисықтықпен жасалған катушканың конструктивтік параметрлерін анықтауға мүмкіндік беретін теориялық теңдеулер алынды. Олардың негізінде науалары параболалық профильді себу аппаратының екі түрі ұсынылды. Олардың екеуі де астық тұқымдарымен да, минералдық тыңайтқыш гранулаларымен да жұмыс істей алады. Тек параболаның  $LK$ ,  $MK$  и  $L_1K_1$ ,  $M_1K_1$  беру қажет. Эксперименттік зерттеулер үшін келесі параметрлер ұсынылады:  $d = 50$  мм;  $l = 39$  мм;  $n = 12$ ;  $LK_1 = L_1K_1 = 6,0 \div 6,5$  мм;  $MK = M_1K_1 = 8 \div 12$  мм.

**Кілттік сөздер:** астық-тыңайтқыш-шөп сепкіштер, себу аппараттары, мөлшерлеу, шөп тұқымдары, минералды тыңайтқыштар, егін егу.

## SUBSTANTIATION OF THE DESIGN AND PARAMETERS OF THE METERING MECHANISMS FOR MINERAL FERTILIZER, SEEDS OF GRAIN CROPS AND GRASS

S. Nukeshev<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor  
D. Eskhozhin<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor  
N. Romanyuk<sup>2</sup>, Ph.D., Associate Professor  
K. Eskhozhin<sup>1</sup>, Ph.D., Associate Professor  
D. Syzdykov<sup>1</sup>, Master

<sup>1</sup>S.Seifullin Kazakh Agrotechnical university, Zhenis ave., 62  
Kazakhstan, 010011, Astana, snukeshev@mail.ru

<sup>2</sup>Belarusian State Agrarian Technical University, Republic of Belarus, Minsk

### Summary

In this article the parameters of the fluted roller of sowing apparatus are discussed as the most versatile, metering device of various agricultural materials. From the condition of providing qualitative dosing of materials with different physico-mechanical characteristics theoretical dependences, allowing to reveal the constructive parameters of a roller with the shape of grooves in the form of 2-order curves with variable curvature. Based on them Two variants of the parabolic profile of the groove of the seeding roller are presented. Both options can work with seeds of grain crops, as well as with granulated mineral fertilizers. For this it needs to set the parameters of the parabola  $LK$ ,  $MK$  и  $L_1K_1$ ,  $M_1K_1$ . For the experimental study are recommended:  $d = 50$  мм;  $l = 39$  мм;  $n = 12$ ;  $LK_1 = L_1K_1 = 6,0 \div 6,5$  мм;  $MK = M_1K_1 = 8 \div 12$  мм.

**Key words:** grain-fertilizer drill, metering mechanisms, metering, grass seeds, mineral fertilizer, sowing

*Благодарность*

Авторы выражают благодарность Министерству образования и науки Республики Казахстан за финансирование научной работы. Исследования выполнены в рамках реализации проекта АР05134800 "Разработка автоматизированной зернотокотравяной сеялки для дифференцированного прямого посева сельскохозяйственных культур под покровные культуры и в дернину с одновременным внесением минеральных удобрений".

Репозиторий БГАТУ