

Техника и технология транспорта: научный Интернет-журнал <http://www.transport-kgasu.ru>  
2019. № 1 (10) [http://transport-kgasu.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10&Itemid=2](http://transport-kgasu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=2)  
URL статьи: <http://transport-kgasu.ru/files/N10-02MSM119.pdf>

Статья опубликована 25.03.2019

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Бурдин А.А., Сахапов Р.Л., Земдиханов М.М. Исследование влияния формы поперечного сечения лопаток и диаметра разбрасывающего диска на равномерность рассеивания противогололедных материалов по поверхности дорожного покрытия // Техника и технология транспорта. 2019. № 1 (10). С. 2. URL: <http://transport-kgasu.ru/files/N10-02MSM119.pdf>

УДК 625.08

**Бурдин А.А.** – магистрант

E-mail: alex-010194@mail.ru

**Сахапов Р.Л.** – доктор технических наук, профессор

E-mail: rustem@sakhapov.ru

**Земдиханов М.М.** – кандидат технических наук, доцент

E-mail: mr.minsur@mail.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия**

**Исследование влияния формы поперечного сечения лопаток и диаметра  
разбрасывающего диска на равномерность рассеивания противогололедных материалов  
по поверхности дорожного покрытия**

**Аннотация**

В статье проводятся результаты исследований, влияние формы поперечного сечения лопаток и диаметра метательного диска разбрасывающего устройства на равномерность рассеивания песка по поверхности дорожного покрытия. При проведении исследований применялся речной песок. В исследовании использованы радиально размещенные лопатки с тремя различными формами поперечного сечения. Назначение устройства – борьба с зимней скользкостью на дорогах.

**Ключевые слова:** разбрасыватель песка, центробежный диск, равномерность распределения, лопасть, форма лопаток.

**Актуальность исследуемой проблемы**

Зимняя скользкость – ледяные образования и снежные отложения на поверхности дороги, снижает коэффициент сцепления колеса автомобиля с поверхностью дороги и приводит к повышению аварийности дорожного движения. Борьба с зимней скользкостью требует больших материальных затрат и ухудшает экологическое состояние придорожных территорий [1]. Повышение равномерности внесения противогололедных материалов, позволит с меньшими материальными затратами и меньшим влиянием на экологию обеспечить должный уровень безопасности дорожного движения. Равномерность распределения материалов с дисковыми разбрасывающими устройствами зависит от таких конструктивных параметров, как диаметр диска, частота его вращения, форма и расположение лопаток на диске и т.д. [2, 3, 4]. В данной работе исследуется актуальная проблема влияния формы поперечного сечения лопаток и диаметра диска на равномерность рассеивания песка.

**Методика проведения исследований**

Эксперименты проводились в соответствии с методикой проведения технического контроля и испытаний распределителей твердых противогололедных материалов и ГОСТу 28714 –2007. Испытания проводились с речным мелкозернистым песком.

Разбрасывающий механизм навешивался на МТЗ-80 (рис. 1), скорость движения агрегата при проведении экспериментов 15 км/ч.

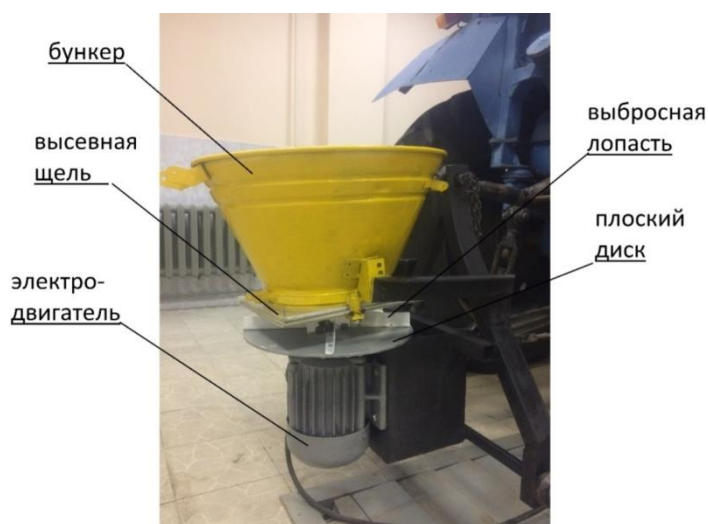


Рис. 1. Навесной разбрасыватель

Эксперименты проводились с оптимальными оборотами  $450 \text{ мин}^{-1}$ , высевная щель установлена на дне бункера над разбрасывающим диском, форма сечения диска представлена на рис. 2 (параметры были определены в результате исследований).

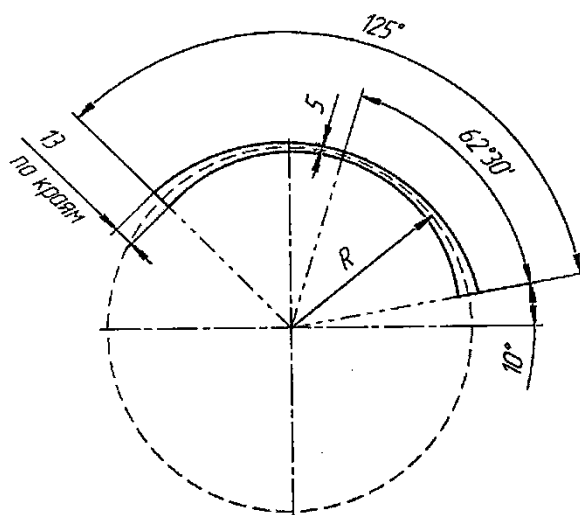


Рис. 2. Форма сечения высевной щели

При исследовании применялись разбрасывающие диски с наружными диаметрами: 400, 450 и 500 мм (рис. 3).



Рис. 3. Разбрасывающие диски разных диаметров

Для каждого диаметра диска были изготовлены лопасти с тремя различными формами поперечного сечения: прямая  $90^\circ$ ; согнутая  $70^\circ$ ; закругленная (рис. 4). Лопасти размещались на диске радиально по 4 штуки, с угловым шагом, равным  $90^\circ$ .

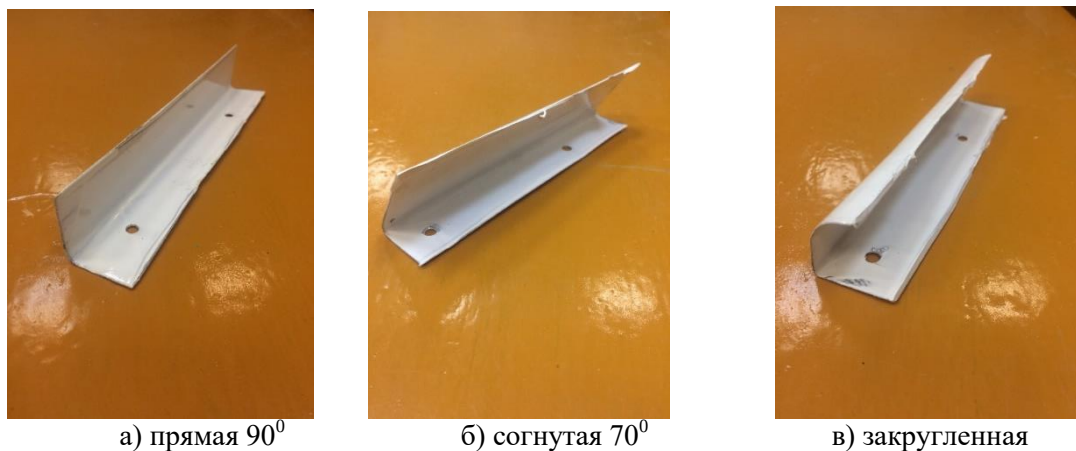


Рис. 4. Изображения лопастей различных форм поперечного сечения

Для сбора распределяемого песка применялись лотки в виде параллелепипеда, изготовленного из поликарбоната 2-х типоразмеров с геометрическими внутренними размерами:

- длина ( $l$ ) = 100 мм, ширина ( $b$ ) = 100 мм, высота ( $h$ ) = 32 мм (рис. 5а);
- длина ( $l$ ) = 200 мм, ширина ( $b$ ) = 50 мм, высота ( $h$ ) = 32 мм (рис. 5б).

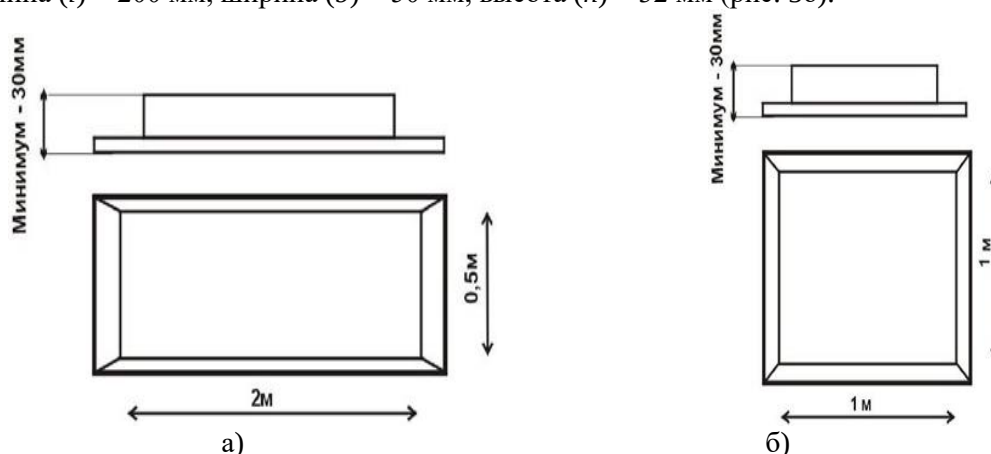


Рис. 5. Размеры лотков для сбора распределяемого песка

Для производства «испытаний» подготовлен участок трассы длиной не менее 70 метров с ограниченной интенсивностью движения. В строгом соответствии со схемой на (рис. 6) для каждого режима испытаний на полотне дороги были разложены 7 специальных лотков 2-х типоразмеров.

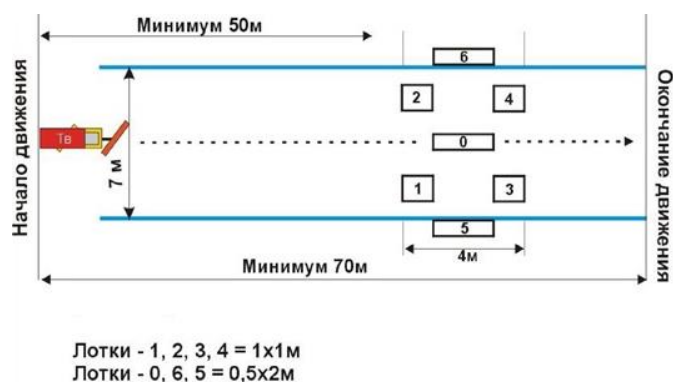


Рис. 6. Схема участка дороги для проведения эксперимента

Испытания параметров на каждом режиме проводились не менее трех проездов по испытательному участку дороги.

На дорожном покрытии была нанесена продольная линия, проходящая через середину лотка № 0 для ориентации движения машины.

Скорость движения 15 км/час; ширина распределения – 7 м.

За время экспериментальных исследований проведено 27 опытов с тремя формами лопаток и с диаметрами разбрасывающих дисков: 400 мм, 450 мм, 500 мм. Повторность замеров в каждом опыте трехкратная. Постоянными оставались обороты диска (450 мин<sup>-1</sup>), форма и размеры сечения высевной щели.

### Результаты экспериментальных исследований и их анализ

Статистическая оценка проводилась по результатам 3-х измерений по каждому установленному режиму с учетом относительной погрешности измерений в соответствии. Если относительная погрешность полученных и обработанных результатов взвешивания не превышала ±10%, делался вывод о принятии результатов замеров.

Анализ результатов эксперимента проводился по следующей методике [5]:

1) Плотность распределения определяем по формуле:

$$Q = \frac{P}{S}, \text{ г/м}^2 \quad (1)$$

где:  $P$  – вес материала, собранного с лотка, г;

$S$  – площадь рамки, м<sup>2</sup>.

2) Среднее значение массы песка в контейнере определяем по формуле:

$$g = \frac{\sum_{i=1}^n g_i}{n}, \text{ г}, \quad (2)$$

где:  $g_i$  – средняя масса песка в  $i$ -м контейнере, г;

$n$  – число контейнеров.

3) Стандартное отклонение массы песка в контейнере вычисляют по формуле:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta g_i)^2}{n-1}}, \text{ г}, \quad (3)$$

где:  $\Delta g_i$  – отклонение массы песка в  $i$ -м контейнере от среднего значения, г.

4) Неравномерность распределения песка (коэффициент вариации  $v_y$ ), вычисляют по формуле:

$$H_y(v_y) = \frac{\sigma}{g} 10^2, \text{ \%}. \quad (4)$$

5) Ошибка опыта вычисляется по формуле:

$$\Delta \sigma = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \quad (5)$$

6) Точность опыта вычисляется по формуле:

$$\sigma_T = \frac{\Delta \sigma \cdot 10^2}{g}. \quad (6)$$

Один из примеров полученных результатов экспериментов приведен в табл. 1.

Таблица 1

Результаты исследований (прямые лопатки  $90^\circ$ , диаметр диска 400 мм)

| Контейнер для сбора реагента     | Масса реагента в контейнере, г |       |       |                          |                                                 | Отклонение от среднего $\Delta g^i = (g^i - \bar{g})$ , г | Квадрат отклонения от среднего $(\Delta g^i)^2$ , г |
|----------------------------------|--------------------------------|-------|-------|--------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                                  | Повторность                    |       |       | Сумма по i-му контейнеру | Среднее значение по i-му контейнеру $\bar{g}^i$ |                                                           |                                                     |
|                                  | 1                              | 2     | 3     |                          |                                                 |                                                           |                                                     |
|                                  | Ряд                            |       |       |                          |                                                 |                                                           |                                                     |
|                                  | 1                              | 1     | 1     |                          |                                                 |                                                           |                                                     |
| 5                                | 24,0                           | 27,0  | 25,0  | 76,0                     | 25,3                                            | -12,1                                                     | 145,6                                               |
| 1+3                              | 46,0                           | 45,0  | 43,0  | 134,0                    | 44,7                                            | 7,3                                                       | 52,8                                                |
| 0                                | 47,0                           | 51,0  | 48,0  | 146,0                    | 48,7                                            | 11,3                                                      | 126,9                                               |
| 2+4                              | 43,0                           | 45,0  | 41,0  | 129,0                    | 43,0                                            | 5,6                                                       | 31,4                                                |
| 6                                | 24,0                           | 25,0  | 27,0  | 76,0                     | 25,3                                            | -12,1                                                     | 145,6                                               |
| Сумма по каждому ряду            | 184,0                          | 193,0 | 184,0 | 561,0                    | 187,0                                           | 0,0                                                       | 502,3                                               |
| Среднее значение по каждому ряду | 36,8                           | 38,6  | 36,8  | 112,2                    | 37,4                                            | 0,0                                                       |                                                     |

Неравномерность распределения песка:  $\sigma = 11,2$ г;  $H_y = 30\%$ .

Ошибка опыта:  $\Delta \sigma = 5,6$  г.

Точность опыта:  $\sigma_T = 15\%$ .

По результатам экспериментов построены графики плотности распределения по лоткам, которые показаны на рис. 7-9.

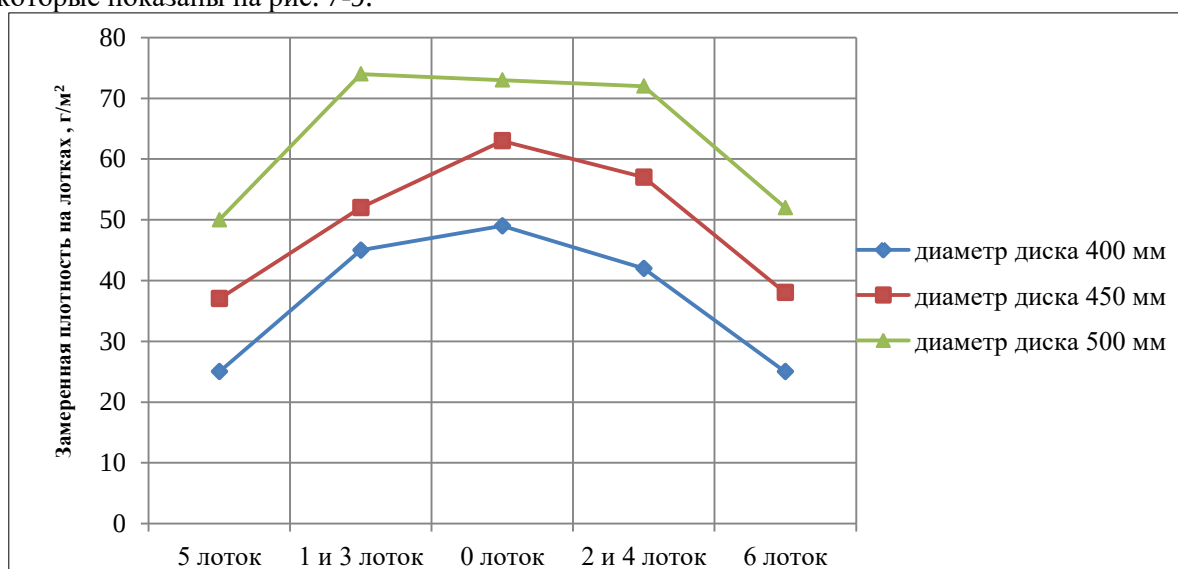


Рис. 7. График плотности распределения по лоткам (прямые лопатки  $90^\circ$ )

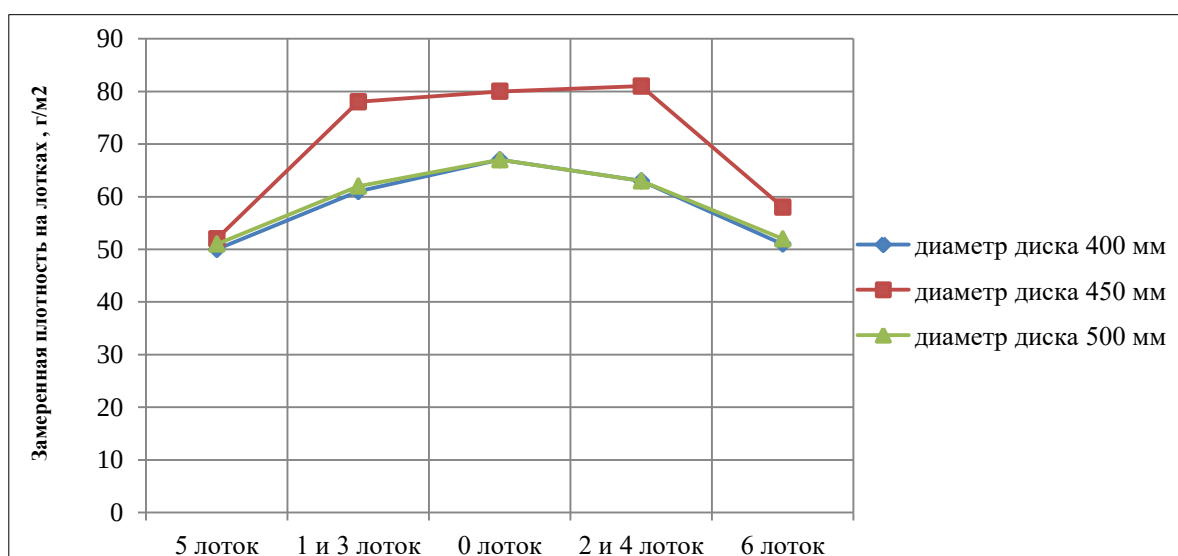


Рис. 8. График плотности распределения по лоткам (согнутые  $70^\circ$  лопатки)

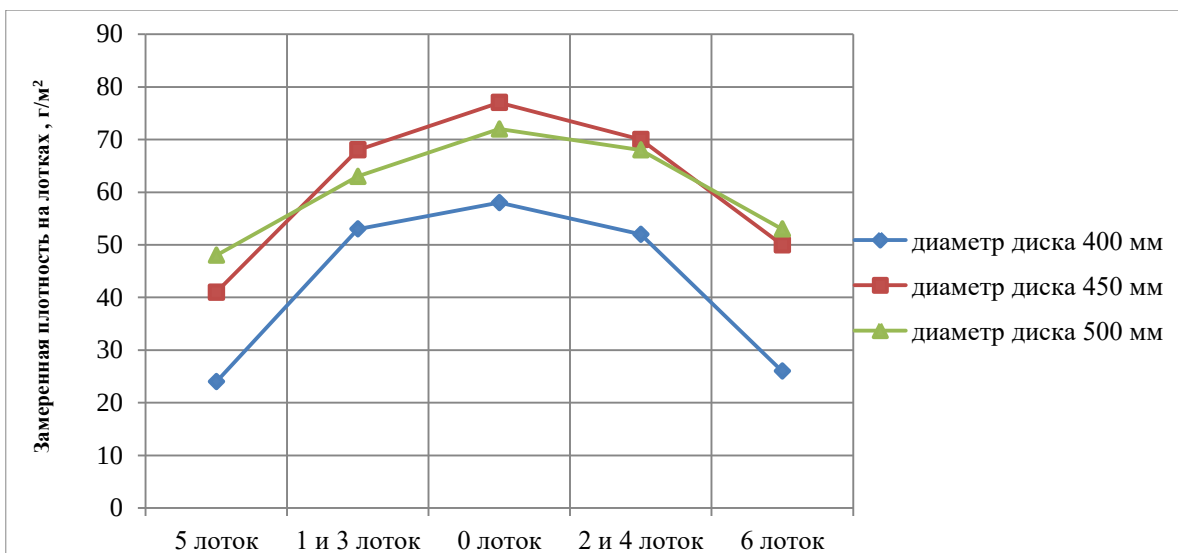


Рис. 9. График плотности распределения по лоткам (закругленные лопатки)

### Выводы:

Из полученных графиков можем увидеть, что равномерность рассеивания песка для закругленной лопатки возрастает с увеличением диаметра диска. На лотки (5, 6) находящиеся с краю попадает больше песка при диаметре диска 500 мм.

Графики плотности распределения по лоткам для прямой лопатки  $90^\circ$  показывают, что равномерность рассеивания песка меняется незначительно у изменением диаметра диска.

Так же из графиков плотности распределения для согнутой  $70^\circ$  лопатки видно, что равномерность рассеивания песка достигается при диаметра диска 450 мм.

Наилучшее значение плотности распределения достигается при использовании согнутой  $70^\circ$  лопатки с диаметром диска равным 450 мм.

### Список библиографических ссылок

1. Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах.- Отрасл. дор. Нормы / М-во трансп. Российской Федерации, Гос.служба дор. Хоз-ва (Росавтодор.) - М.: 2003. 72с.
2. Василенко П.М. Теория движения частицы по шероховатой поверхности сельскохозяйственных машин. – Киев: Изд-во украинской академии сельскохозяйственных наук, 1990. 283 с.
3. Белинский А. В. Обоснование параметров комбинированной лопатки центробежного диска /А. В. Белинский. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2003. № 1. С. 5-8.
4. Земдиханов М.М., Габдуллин Т.Р. Обоснование схемы и параметров центробежного разбрасывателя песка и реагентов // Известия КГАСУ, 2014, № 4(30). С. 484-489.
5. Sakhapov R.L., Nikolaeva R.V., Gatiyatullin M.H., Makhmutov M.M. Risk management model in road transport systems. Journal of Physics: Conference Series. 2016. T. 738. № 1. С. 012008.

**Burdin A. A.** – graduate student

E-mail: digedm@mail.ru

**Sakhapov R.L.** – doctor of technical sciences, professor

E-mail: rustem@sakhapov.ru

**Zemdikhanov M.M.** – candidate of technical sciences, assistant professor

E-mail: mr.minsur@mail.ru

**Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia**

**Study of the influence of the shape of the cross-section of the blades and the diameter of the scattering disc on the uniformity of the dispersion of anti-icing materials on the surface of the road surface**

**Abstract**

The article presents the results of studies of the influence of the shape of the cross section of the blades and the diameter of the throwing disc scattering device on the uniformity of the dispersion of sand on the surface of the road surface. When conducting studies of river sand. The study used radially placed blades with three different cross-sectional shapes. The purpose of the device-the fight against winter slippery roads.

**Keywords:** sand spreader, centrifugal disk, the uniformity of distribution, the blade, the shape of the blades.