

## **К ВОПРОСУ РАСЧЕТА РАБОЧЕГО ОРГАНА ИНОКУЛЯТОРА СЕМЯН**

**Кшникаткин Сергей Алексеевич,**

профессор кафедры

«Основы конструирования механизмов и машин»

ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ,

г. Пенза, РФ

kshnikatkin@yandex.ru

**Тагиров Андрей Валерьевич,**

аспирант

ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ,

г. Пенза, РФ

tagirov@kngk-group.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы взаимодействия рабочих органов инокулятора семян бобовых трав с обрабатываемыми семенами.

Ключевые слова. Семена, тип, инокуляция, способ инокуляции, инокулятор, анализ, интродукция, ризоторфин.

Современная ориентация экономики на мелкие частные фермерские хозяйства позволяет утверждать, что наиболее перспективным для широкого применения являются малоэнергоёмкие производительные устройства позволяющие качественно производить обработку семян [1, 2, 3].

Механический способ скарификации семян осуществляется за счет непосредственного воздействия на семена активных рабочих органов.

Известно устройство для инокуляции семян [4, 5, 6, 7], которое состоит из бункера, дискового рабочего органа с поверхностью из наждачной бумаги, вальцов на поверхности диска. На верхних вальцах установлены направляющие с пружинами, которыми путем регулирования сжатия создается требуемое для обработки семян давление.

Устройство для инокуляции семян бобовых трав работает следующим образом. Исходный материал загружается в бункер, из которого поступает на верхнюю часть горизонтального диска. Открытием заслонки бункера и окружной скоростью диска регулируется производительность инокулятора.

Диск перемещает семена и они попадают в зазор образованной вальцом и верхней частью диска. Диск, совершая вращательное движение, заставляет семена вращаться, и одновременно равномерно снимают верхний слой семян. Интенсивность обработки семян регулируется изменением частоты вращения диска, степенью сжатия пружин, прижимающих вальцы к верхней части диска. Пройдя под вальцами, семена на своей поверхности получают царапины [8, 9, 10, 11,12].

Проведем теоретические исследования взаимодействия семян с рабочими органами инокулятора.

Качество скарификации семян рабочими органами зависит от оптимизации таких параметров, как давление верхних вальцов на семена, зазора между рабочими поверхностями, размера семян (толщины слоя, массы и др.). Окружная скорость рабочих поверхностей также оказывает существенное влияние на скарификацию семян.

Для описания процесса взаимодействия семян с рабочими поверхностями рассмотрим кинематику движения семени.

Для нормальной работы инокулятора при скарификации семян должно выполняться условие, когда поступающий семенной материал сгруживается, что приводит к ухудшению показателей работы инокулятора и даже к полному прекращению технологического процесса.

Семена, проходя между диском и вальцами, совершают относительные движения, что приводит к нарушению твердой оболочки семени.

Определение минимального диаметра вальцов.

Диаметр определим исходя из условия надежного захватывания семенной массы.

Из р

$$\frac{D_{\text{min}} + d_{\text{кр}}}{2} + S = \frac{D_{\text{min}} + d_c}{2} \cos \alpha_0 + \frac{d_c + d_{\text{кр}}}{2} \cos \beta_0$$

Откуда

$$D_{\text{min}} \geq \frac{d_c (\cos \alpha_0 + \cos \beta_0) - d_{\text{кр}} (1 - \cos \beta_0) - 2S}{1 - \cos \alpha_0}$$

;

$$D_{\text{min}} \geq \frac{0,003(\cos 10^\circ + \cos 30^\circ) - 0,001(1 - \cos 30^\circ) \cdot 0}{1 - \cos 10^\circ}$$

;

$$D_{\text{min}} \geq 0,150 \text{ мм.}$$

Принятый нами диаметр вальца подтвердился расчётными данными.

$$D_{\text{min}} \geq 0,160 \text{ мм}$$

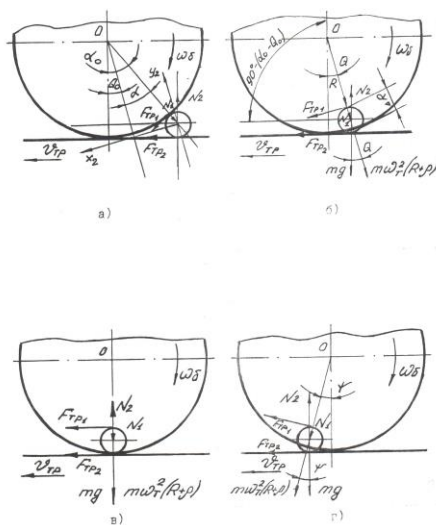


Рисунок 1 – Исследование силового взаимодействия семян с рабочими поверхностями

Рассмотрим силовое взаимодействие семян с рабочими поверхностями для некоторых участков.

На рисунке 1 представлена расчетная схема для первого участка, который характеризуется углом. Для удобства начало координатных осей совмещено с центром семени, а ось абсцисс направлена вдоль траекторий движения этого центра.

Составим уравнение движения центра семени на первом участке:

$$m\ddot{y} = -N_1 \cos \alpha - F_{mp1} \sin \alpha + N_2 \cos \beta_0 + F_{mp2} \sin \beta_0$$

, где:

$$N_1$$

– нормальная сила, действующая на семена со стороны вальца, Н;

$$F_{mp1}$$

– сила трения скольжения между семенем и вальцом, Н;

$$N_2$$

– нормальная сила, действующая на семена со стороны транспортера, Н;

$$F_{mp2}$$

– сила трения скольжения между семенем и диском, Н.

По мере движения семени поверхность вальца, выполненная из технической резины (

$$\delta = 20$$

мм) и наклеенной наждачной бумаги на тканевой основе деформируется, величина деформации при заданном значении угла

$$\alpha$$

(

$$\alpha_{\max} = \alpha_0 - Q_0$$

) определяется по формуле:

$$\Delta R = (R_\delta + \rho) \left[ 1 - \frac{\cos(\alpha_0 - Q_0)}{\cos \alpha} \right]$$

, где:

$$R_\delta$$

– радиус вальца, м;

$$\rho$$

– радиус семени, м;

Как видно из выражения, деформация

$$\Delta R$$

с уменьшением угла увеличивается и при

$$\alpha_0 = Q_0$$

достигает своего максимального значения. Поскольку в дальнейшем семена движутся прямолинейно (на всех участках), то величина

$$\Delta R$$

увеличивается на втором участке и достигает своего максимального значения на третьем участке, а на четвертом участке уменьшается до нуля.

Вернемся к рассмотрению силового взаимодействия на каждом участке.

Зависимость силы

$$N_1$$

от

$$\Delta R$$

можно определить экспериментальным путем. При

$$\ddot{y} = 0$$

$$N_2 = \left[ N_1 \frac{\cos(\varphi_1 - \alpha)}{\cos \varphi_1} \right] \frac{\cos \varphi}{\cos(\varphi - \beta_0)}$$

, где

$$\beta_0 = \arcsin \frac{S_0}{d_c + d_{кр}}$$

.

Таким образом, как видно из выражения, силы

$$N_2$$

при прочих равных условиях зависит от угла

$$\alpha$$

и силы

$$N_1$$

. Следовательно, характер изменения силы

$$N_1$$

в зависимости от угла отразится на изменении силы

$$N_2$$

Для второго участка

$$N_2 = [N_1 \pm m\omega_T^2(R + \rho)] \frac{\cos \varphi}{\cos(\varphi - \beta_0)}$$

, где

$$N_1 \pm m\omega_T^2(R + \rho)$$

– центробежная сила инерции семени, м.

### Список использованных источников

1. Кшникаткин, С.А. Интродукция новых видов растений и совершенствование экологически безопасных технологий их возделывания в лесостепи Среднего Поволжья / С.А. Кшникаткин. Автореф. дис. д-ра с.-х. наук. – Саратов. 2006. – 53 с.

2. Кшникаткин, С.А. Производство органического удобрения в виде гранул из отработанного субстрата вешенки / С.А. Кшникаткин, И.В. Фомин // Научно-методический журнал Концепт. – 2016. – №. – Т 11. – С. 2791–2795.

3. Кшникаткина, А.Н. Долголетие бобово-злаковых агроценозов от набора и соотношения компонентов / А.Н. Кшникаткина, В.А. Варламов. С.А. Кшникаткин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2004. – № 4. – С. 68–70.

4. Кшникаткина, А.Н. Роль козлятника восточного в биологизации земледелия / А.Н. Кшникаткина, В.А. Варламов. С.А. Кшникаткин // Плодородие. – 2004. – № 4 (19). – С. 6–8.

5. Semina, S.A., Fertilizers, growth regulator and biochemical composition of plant / Semina S.A., Kshnikatkin S.A., Zheryakov E.V., Gavryushina I.V., Sharunov O.A // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. Т. 8. № 6. С. 775–777.

6. Кшникаткин, С.А. Интродукция новых видов растений и совершенствование экологически безопасных технологий их возделывания в

лесостепи Среднего Поволжья / С.А. Кшникаткин. Автореф. дис. д-ра с.-х. наук. – Саратов. 2006. – 53 с.

7. Кшникаткин, С.А. Производство органического удобрения в виде гранул из отработанного субстрата вешенки / С.А. Кшникаткин, И.В. Фомин // Научно-методический журнал Концепт. – 2016. – №. – Т 11. – С. 2791–2795.

8. Фомин, И.В. Способы переработки и методы обезвоживания отработанного субстрата вешенки / И.В. Фомин, С.А. Кшникаткин, П.Г. Алёнин. // Участие молодых учёных в решении актуальных вопросов АПК России. – 2016. – С. 69–75.

9. Кшникаткина, А.Н. Долголетие бобово-злаковых агроценозов от набора и соотношения компонентов / А.Н. Кшникаткина, В.А. Варламов. С.А. Кшникаткин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2004. – № 4. – С. 68–70.

10. Кшникаткина, А.Н. Роль козлятника восточного в биологизации земледелия / А.Н. Кшникаткина, В.А. Варламов. С.А. Кшникаткин // Плодородие. – 2004. – № 4 (19). – С. 6–8.

11. Пивоваров, В.Ф. Рекомендации по возделыванию расторопши пятнистой / В.Ф. Пивоваров, А.Н. Кшникаткина, В.А. Гущина, В.А. Варламов, С.А. Кшникаткин // М.: ВНИССОК. – Пенза: РИО ПГСХА. 2003.

12. Петрова, С.С. К вопросу определения качества смеси у барабанного смесителя / С.С. Петрова, С.А. Кшникаткин, Н.В. Дмитриев // Известия Самарской сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3. – С. 67–62.

**TO THE QUESTION OF THE CALCULATION OF THE WORKING  
BODY INOCULATOR OF SEEDS**

**Kshnikatkin Sergey Alekseevich,**

Professor of the Department

"Basics of designing mechanisms and machines"

FSBEI HE Penza State Agrarian University,

Penza, Russia

kshnikatkin@yandex.ru

**Tagirov Andrei Valerievich,**

graduate student

FSBEI HE Penza State Agrarian University,

Penza, Russia

tagirov@kngk-group.ru

Annotation. The article deals with the interaction of the working bodies of the inoculum of seeds of legumes with the seeds to be treated.

Keywords. Seeds, type, inoculation, inoculation method, inoculant, analysis, introduction, rizotorfin.