



УДК 631.331.021:62.001.57

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫСЕВА КАПСУЛИРОВАННЫХ В ГЛИНУ СЕМЯН ОВОЩЕЙ МЕХАНИЧЕСКИМ ЯЧЕЙСТО-ДИСКОВЫМ ВЫСЕВАЮЩИМ АППАРАТОМ

Кушнарєв А.С., чл.-кор. НААНУ, д.т.н.,

Сербий Е.К., к.т.н.,

Кушнарєв А.С., инженер

*Украинский научно-исследовательский институт прогнозирования и испытаний техники и технологий для сельскохозяйственного производства имени Леонида Погорелого (УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого)*

Тел.: 066-79-50-135

**Аннотация** – в статье рассмотрено влияние физико-механических параметров посевного материала на точность высева сеялками с механическими высевающими аппаратами и обоснованы требования к размерным и фрикционным свойствам капсулированных семян.

**Ключевые слова** – сеялка, точный высев, капсулированные семена, размер, коэффициент трения.

*Постановка проблемы.* Залогом получения высоких урожаев овощей является равномерное распределение посевного материала по полю и последующий уход за растениями в первые дни их развития. Семена овощных культур разнообразны как по форме, размерам так и свойствам поверхности. Даже в пределах одной культуры размеры семян различаются в 2 и более раза. Эти особенности высеваемого материала ставят перед создателями высокоточных сеялок весьма сложные требования к их конструкции, которые, следовательно, будут отличаться высокой ценой высевающих аппаратов.


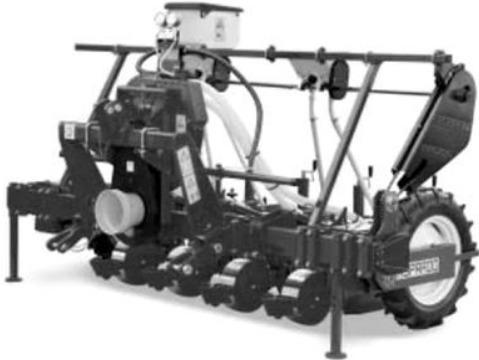


Более точными овощными сеялками являются пневматические сеялки с вертикальным высевающим диском. На украинском рынке хорошо зарекомендовали себя пневматические сеялки (табл. 1).

Мощность, затрачиваемая одним высевающим аппаратом, составляет от 6 до 10 кВт/секция, а цена – более 30 тыс. гривен в пересчете на одну секцию. Механические овощные сеялки менее энергоемки (3...5 кВт/секция) и более дешевы (табл. 1).

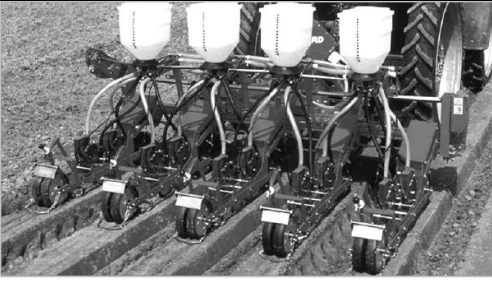



Мы предлагаем альтернативный путь – использование простых по конструкции, надежных и дешевых механических сеялок, а семена овощных (и других мелкосеменных) культур заключать в глиняную шарообразную капсулу (своего рода дражировать в глину) с целью получения посевного материала в виде шарообразных глиняных капсул.

Таблица 1 –



Овощные сеялки

№	Марка	Общий вид	Мощность, кВт/секция	Цена, тис. грн.
<b>Пневматические</b>				
1	Olimpia (MASCHIO GASPARDO), Италия		6,7	
2	ORIETTA (MASCHIO GASPARDO), Италия		6,0	300
3	SFOGGIA «□али бра», Италия		8,9	150
4	SFOGGIA «Сигма Кинг», Италия		9,3	200

Продолжение таблицы 1.

№	Марка	Общий вид	Мощность, кВт/секция	Цена, тис. грн.
5	“KVERNELAND” Miniar S		8,5	
6	Agricola		8,8	180
<b>Механические</b>				
7	BASSI SP 2002, Италия		4,7	4.7
8	Stanhay, Англия		3...4	90

Продолжение таблицы 1.

№	Марка	Общий вид	Мощность, кВт/секция	Цена, тис. грн.
9	2BYF-3, Китай		3...4	5.1
10	Alex 2		3...4	

При этом все семена мелкосеменных овощных культур можно закапсулировать в шарики одного диаметра или трех диаметров (2...3 мм, 4...5 мм, 6...8 мм) в зависимости от размеров семян. При этом высевательный аппарат взаимодействует с капсулами шарообразной, практически калиброванной формы, массой глиняных шариков, имеющих для всех капсулированных семян разных культур один и тот же коэффициент внешнего и внутреннего трения. Этим обеспечивается как универсализация высевательных аппаратов, так и овощных сеялок.

Идея заключать рис и другие семена в глиняные капсулы размером 1...2 см принадлежит Фукуоку [1]. Назначением глиняных капсул в этой идее была защита семян от поедания мышами и птицами, а также предотвращение от загнивания.

Мы вкладываем другой смысл в капсулировании мелкосеменных овощных культур – получить однородный посевной материал, обеспечивающий высокое качество посева простыми дешевыми механическими сеялками. При этом форма капсул, их размер, однородность и механические свойства – как коэффициенты трения, пределы прочности и коэффициент восстановления при ударе становятся важнейшими характеристиками, определяющими качество посева. Более того, при совмещенных посевах можно в капсулу одновременно заключать семена разных культур, удобрения и средства защиты.

Двухлетний опыт капсулирования в глиняные шарики показывает, что этот прием обеспечивает как высокую всхожесть [2], так и сохранность высокой всхожести закапсулированных семян в течение 2 лет [9].

Формообразование или заключение семян в глиняные шарики обеспечивает следующие преимущества:

- все капсулы различных по форме и размеров семян имеют форму шаров;
- стандартное отклонение размеров шаров при их изготовлении можно довести практически до нуля;
- статический и динамический коэффициенты трения глиняных капсул существенно меньше, чем семян в чистом виде;
- при разрушении капсулы заключенные в них семена не травмируются, а выделяются из разрушенной массы глины.

Капсулирование семян в глиняные шарики обеспечивает следующие свойства посевного материала [2]:

- коэффициент вариации размеров капсул снижается до 2...5%, что обеспечивает высокую однородность высеваемой массы;
- динамический коэффициент трения глиняных капсул уменьшается в 3...6 раз по сравнению с исходными семенами (рис. 1);
- угол естественного откоса глиняных шариков в 2...4 раза меньше чем исходных семян (рис. 2).

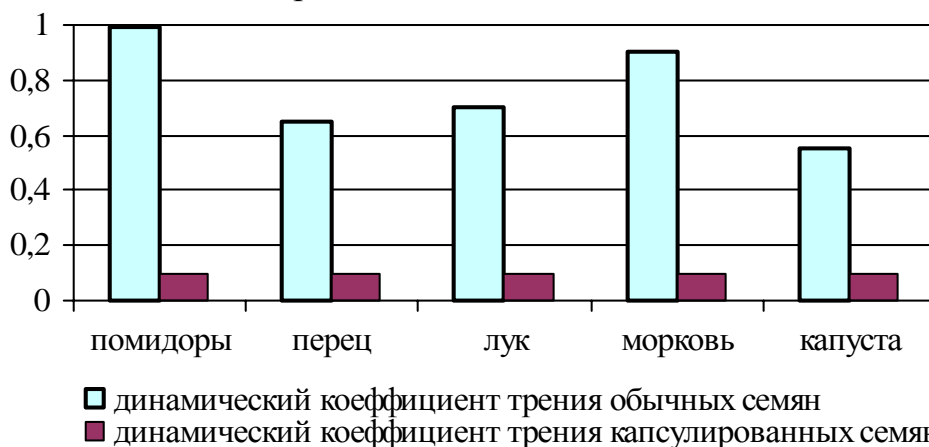


Рис. 1. Динамические коэффициенты трения капсулированных и естественных семян.



а)

б)

Рис. 2. Угол естественного откоса: а – обычные семена, б – капсулированные семена.

*Основная часть.* Ранее нами была разработана методика имитационного моделирования процесса высева семян механическими ячеисто-дисковым высевающим аппаратом с горизонтальной осью вращения [3]. Формализованная схема процесса высева состоит из нескольких подпроцессов. Алгоритм имитационного моделирования процесса высева включает информацию по физико-механическим свойствам семян – диаметр, стандартное отклонение размера диаметра, коэффициент трения семян (внутренний и внешний), а также влияние механического воздействия вытравкивателя на всхожесть семян.

Еще раз детальнее рассмотрим, как проявляются вышеуказанные свойства семян в процессе высева. При функционировании высевающего аппарата семена постоянно находятся в движении: перемещение активных слоев в семенной камере, движение отдельных семян в отбирающий орган, выпадение из ячейки и движение в борозде. Характер этого движения зависит от способности семени сопротивляться перемещению по трущимся поверхностям, которое определяется коэффициентами внутреннего и внешнего трения.

Коэффициент внутреннего трения определяет характер взаимодействия семян между собой и определяется углом естественного откоса и сыпучестью.

Семена с гладкой не опушенной поверхностью имеют слабое сцепление, вследствие чего они сравнительно легко пересыпаются из одного объема в другой – из бункера в семенную камеру и ячейку. Семена с шероховатой поверхностью (томаты, морковь и др.) имеют увеличенный угол естественного откоса ( $\alpha_T \approx 39^\circ$ ), повышенный статический и динамический коэффициент трения ( $f_d = 0,4$ ). Полирование, шлифование, обрушивание или добавление примесей (графитовых или др.) уменьшает значение динамического коэффициента трения до 0,25, то есть почти в 1,5 раза [4].

С увеличением коэффициента трения семян по диску от 0,4 до 0,61 уменьшается относительная скорость от 0,1 до 0,03 м/с [5] и увеличивается время их взаимодействия. Вследствие того, что невозможно отдельно регулировать внутреннее и внешнее трения семенной материал наделяют повышенной сыпучестью, а коэффициент трения с диском регулируют за счет выбора его состояний поверхности и материала.

Фрикционные свойства определяют сыпучесть и подвижность семенной массы в семенной камере и способность одного семени без образования агломератов свободно проникать в отбирающий орган. Поэтому при проектировании и расчете рабочих органов овощных сеялок, учитывая динамический характер их работы с разными

скоростними режимами, необхідно знати общие закономірності коефіцієнтів тертя від швидкості [6].

Прочність насіння визначається максимальною силовою навантаженням, яка призводить до пошкодження окремих насіння з різким зниженням загальної всхожості (критична сила для свекли – 45...50Н) [7].

Спротивлення насіння пошкодженню залежить від будови оболонки, форми, вологості та місця прикладання навантаження.

Пошкодження внаслідок дії робочих органів з руйнівною силою при висіві негативно виражається на всхожості та якості розподілу рослин, призводить до збільшення норми висіву та зайвим витратам енергії [8].

Зменшення коефіцієнта внутрішнього тертя забезпечує більш швидке западання насіння в клітинку та полегшує виділення з клітинки другого «лишнього» насіння, що влечет наступне:

- збільшення коефіцієнта западання, зменшення подвійного висіву та пошкодження насіння, як наслідок покращення якості висіву,
- можливість збільшення швидкості сівки, а значить збільшення її продуктивності.

В результаті імітаційного моделювання процесу висіву закапсульованих насіння в глиняні капсули ми отримали зменшення середньоквадратичного відхилення розмірів насіння та вибір відповідного розміру клітинки висівального диска підвищує точність висіву, викликає зменшення подвійного висіву та дроблення насіння (рис. 3, 4, 5).

Зменшення коефіцієнтів тертя (внутрішнього та зовнішнього тертя, кута природнього відскоку) насінного матеріалу веде до підвищення точності висіву (рис. 6).

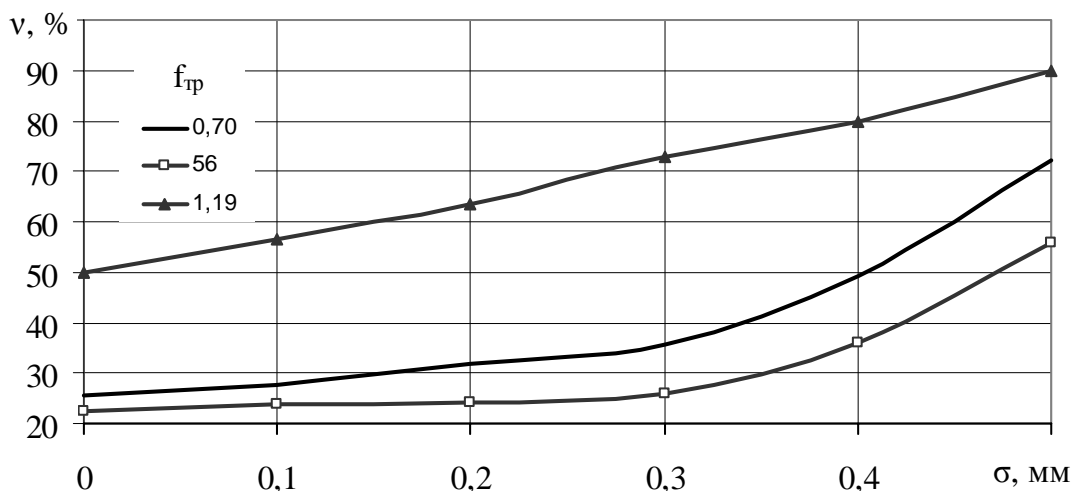


Рис. 3. Залежність точності висіву від середньоквадратичного відхилення розмірів насіння при різних коефіцієнтах внутрішнього тертя.

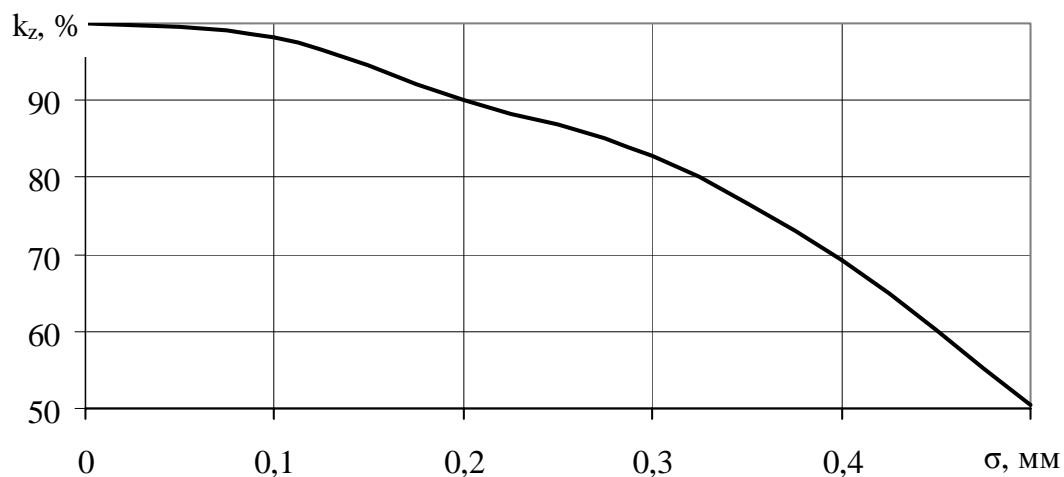


Рис. 4. Зависимость коэффициента западания от среднеквадратичного отклонения размеров семян.

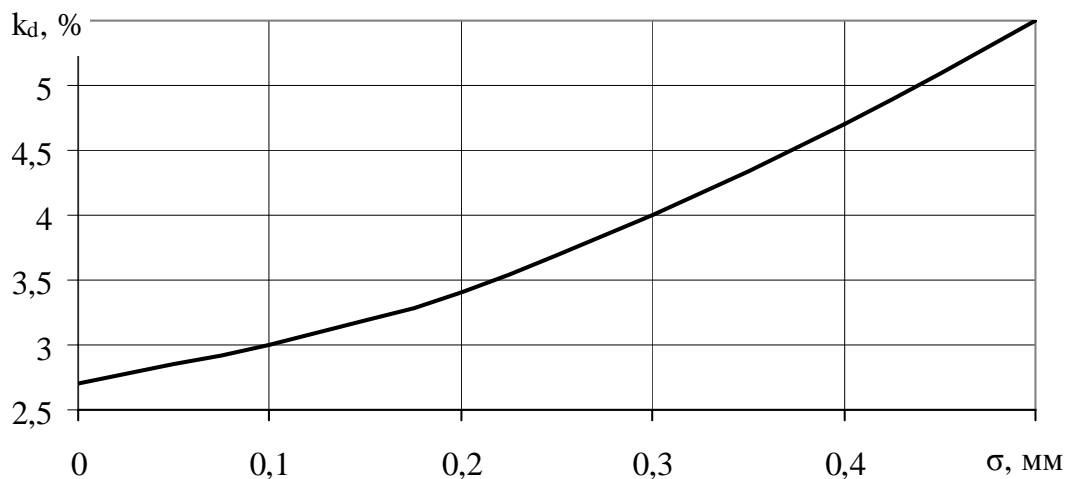


Рис. 5. Зависимость коэффициента дробления от среднеквадратичного отклонения размеров семян.

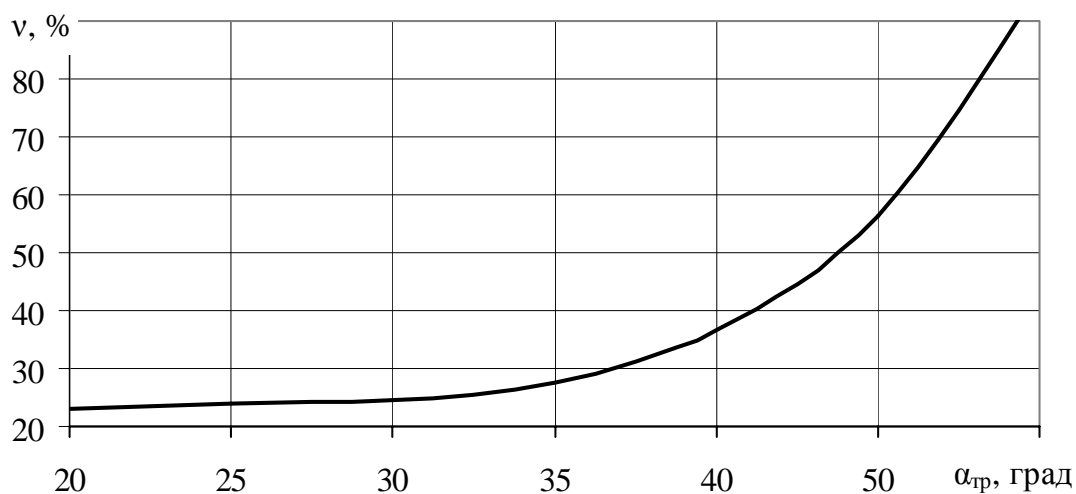


Рис. 6. Зависимость точности высева от угла естественного откоса семян



*Вывод.* Анализ полученных результатов позволяет сформулировать требования к капсулированию семян в глинистые шарики, обеспечивающие отклонение расстояний в ряду не более 20%:

- среднеквадратическое отклонение размеров капсул не должно превышать 0,1 мм;
- угол естественного откоса массы капсул не должен превышать 30°.

*Литература.*

1. *Маанобу Фукуока.* Революция одной соломинки (Введение в натуральное земледелие) // *Маанобу Фукуока* : [Электронный ресурс]. - Режим доступа к журн.: - <http://netu.central.ru>
2. *Кушнарьев А., Мазурик Л.* Дослідження процесу капсулювання насіння овочевих культур // *А. Кушнарьев, Л. Мазурик* // Техніка і технології АПК. – 2011 р., № 4 (19). – стор. 23-25
3. Использование методов математического (имитационного) моделирования при разработке конструктивных и технологических параметров высевающего аппарата / *А. Кушнарьев, Е. Сербий, С. Кушнарьев, В. Шейченко* // Техніка і технології АПК. – 2008 р., № 3 – 4. – стор. 11 – 15.
4. *Чичкин В. П.* Овощные сеялки и комбинированные агрегаты: теория конструкция и расчет / *В. П. Чичкин* – Кишинев: ШТИИИИЦА, 1984. – 392 с.
5. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник / *Царенко О. М., Войтюк Д. Г.* [та ін.] – К.: Мета, 2003. – 448с.
6. Transfer and water-retention properties of seed-pelleting materials / *P. Grelliera, L. M. Riviereb, P. Renaultc* // *European Journal of Agronomy*, 1999. - Vol. 10, Issue 1. - p. 57-65
7. Effect of seed pellet modification on spiral root formation of tobacco seedlings / *Caruso, L. V. Rearce. B. Gilkinson and L. P. Bush* // Cooperative Extension Service. University of Kentucky. College of Agriculture. Agronomy notes, 2001. - Vol. 33, No. 2/. - 7p.
8. Development of seed pelleting technique for surface sowing of alfalafa / *Kim J. D., Kwon C. H., Kim S. G., Kim J. K., Hur S. N.* // *Journal of Animal Science and Technology*, 2005. - Vol. 47, No. 3. - p. 475-480
9. Использование предпосевной обработки семян пектином и микроэлементами для повышения их посевных качеств / *Костин В. Н., Дроздов А. П.* // *Международный СХ журнал.* – 2001. – № 5. – с. 28-30.

**ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИСІВУ  
КАПСУЛЬОВАНИХ В ГЛИНУ НАСІННЯ ОВОЧІВ  
МЕХАНІЧНИМ КОМІРЧАСТО-ДИСКОВИМ ВИСІВАЮЧИМ  
АПАРАТОМ**

*Кушнар'єв А.С., Сербій Е.К., Кушнар'єв А.С.*

**Анотація** – у статті розглянутий вплив фізико-механічних параметрів посівного матеріалу на точність висіву сівалками з механічними висіваючими апаратами і обґрунтовані вимоги до розмірних і фрикційних властивостей капсульованого насіння.

**IMITATION MODELING OF VEGETABLE PELLETTED SEEDS  
PROCESS BY MECHANICAL CELL-DISC DRILL**

*A. Kushnarev, E. Serbii, A. Kushnarev*

**Summary**

**Influence of physics-mechanical parameters of seeding material to seed exactness by mechanical cell-disc drill are considered in this article, demands to size and friction behaviors of pelleted seeds are grounded.**