



УДК 631.331.54

ВПЛИВ ФОРМИ ПРИСМОКТУЮЧИХ КОМІРОК НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ПНЕВМОМЕХАНІЧНИХ ВИСІВНИХ АПАРАТІВ, АДАПТОВАНИХ ДЛЯ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Свірень М.О., д.т.н.,

Лещенко С.М., к.т.н.

Кіровоградський національний технічний університет

Бойко А.І., д.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Тел.: 044-527-88-95

Анотація – в статті представлено основні результати експериментальних досліджень впливу форми присмоктуючих комірок на ефективність роботи пневмомеханічних висівних апаратів.

Ключові слова – системи точного землеробства, пневмомеханічні висівні апарати, дозуючий елемент, тороїдальна подовжена комірка.

Постановка проблеми. Посівні системи в умовах точного землеробства мають забезпечувати заданий розподіл насіння в залежності від конкретних польових умов. Це дозволяє, крім економії на посівному матеріалові, забезпечити приріст врожайності за рахунок диференційованого підходу до забезпечення ефективних площ живлення культурних рослин. Для здійснення посіву за вказаних умов необхідно вдосконалити існуючі висівні системи і конструктивно забезпечити виконання агротехнічних вимог до посівних операцій

Аналіз останніх досліджень. Для обґрунтування параметрів висівних систем, які можна використовувати в точному землеробстві, проведено значну кількість досліджень [1, 2, 3]. На основі більшості із досліджень встановлено, що саме висівні апарати пневмомеханічного типу в більшій мірі здатні забезпечити необхідну якість дозування насіння, але конструкція таких висівних систем вимагає адаптації до умов точного землеробства.

Формулювання мети й задач статті. Провести експериментальну перевірку впливу параметрів пневмомеханічного висівного апарату на якість дозування насіння.

Задачі:

1. Дослідити вплив форми комірки на якість присмоктування насіння.
2. Вивчити вплив розрідження у вакуумній камері та зміни діаметра присмоктуючої комірки на технологічні показники посіву.

Основна частина. Узагальнена оцінка переваг того чи іншого виду присмоктуючих комірок можлива на основі їхнього пріоритетного положення в присмоктуванні насіння тієї або іншої культури. Ранжирування рядів ефективності роботи комірок з відповідними культурами і, як наслідок, займання пріоритетного місця комірками дозволило встановити, що кращою за ефективністю присмоктування і захоплення насіння в статичному випробуванні при розрідженні в $P = 4$ кПа є тороїдальна комірка (рис. 1). Усі інші форми комірок розташовуються в наступній послідовності: конічна, циліндрична і сферична.

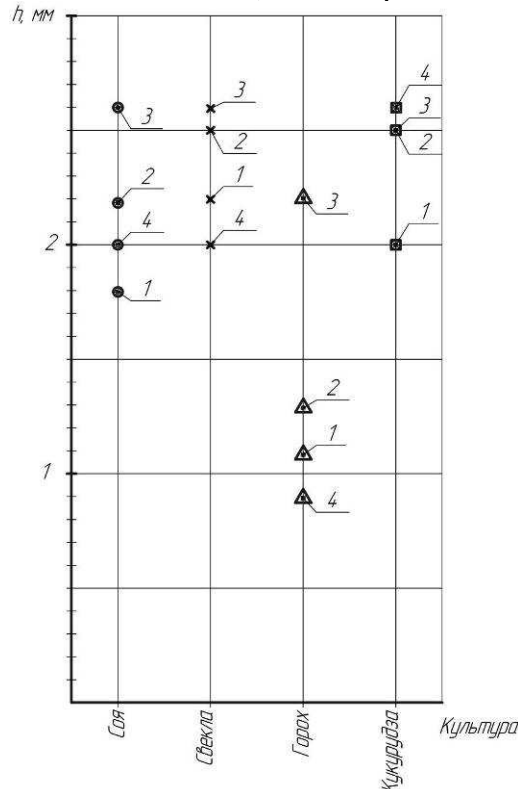
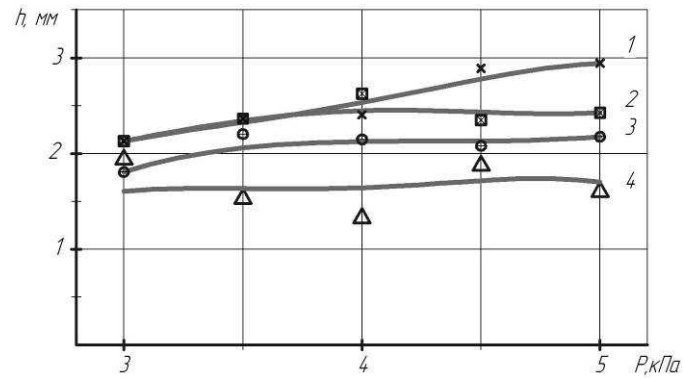


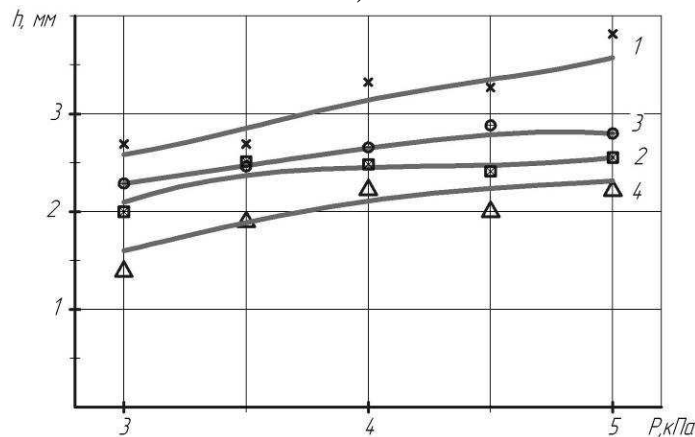
Рис. 1. Ефективність присмоктування насіння комірками різних форм: 1 – циліндричної; 2 – конічної; 3 – тороїдальної; 4 – сферичної ($P = 4$ кПа).

Втрата вакууму в пневмомеханічному висівному апараті може бути викликана різними причинами, пов'язаними як зі зниженням продуктивності вентилятора, так і втратами в магістралі або зношенням ущільнюючих елементів системи. Це обумовлює необхідність вивчення впливу втрати вакууму на присмоктуючу силу, що створюється комірками дозуючого пристрою.

Дослідження впливу ступеню розрідження у вакуумній камері на присмоктуючу здатність комірок показали загальну закономірність збільшення критичної відстані захоплення насіння зі збільшенням ступеня розрідження. Цей результат підтверджує фізичну суть процесів, що відбуваються. Проте для різних комірок і різних культур встановлений взаємозв'язок виражається по-різному. Дуже близькі дані отримані для конічної і тороїдальної комірок (рис. 2. а, б).



а)



б)

Рис. 2. Залежність критичної відстані захоплення насіння від розрідження у вакуумній камері: а – для комірки конічної форми; б – для комірки тороїдальної форми (1 – буряк; 2 – кукурудза; 3 – соя; 4 – горох).

Для обох видів комірок дані групуються в інтервалі значень критичної відстані $h = 1,5...3,2$ мм із незначною перевагою у тороїдальної комірки.

Спостерігається деяка нерівномірність у втраті критичної відстані присмоктування при зниженні вакууму. Так, на ділянці розрідження 3...4 кПа зменшення критичної відстані присмоктування дещо нижче, ніж на ділянці 4...5 кПа. Тобто, з підвищенням розрідження спостерігається деяке насичення у збільшенні критичної відстані присмоктування. Для сферичної комірки на насінні сої і кукурудзи звертає на себе увагу загальне зниження величини критичної відстані присмоктування порівняно із іншими видами комірок. Це вказує на низьку ефективність роботи даної форми присмоктуючої комірки.

Дещо кращий, ніж у конічній, присмоктуючий ефект спостерігається для комірки тороїдальної форми. Для таких комірок забезпечуються загальні закономірності зміни критичної відстані присмоктування від міри розрідження у вакуумній камері. Підтверджується і ступінню захоплення насіння просяпних культур за ефективністю

присмоктування коміркою. Проте, порівняно з конічною, результат досліджень для тороїдальної дещо зміщений у бік великих значень відстаней h . Це вказує на кращу її працездатність у присмоктуванні насіння.

Зниження ступеню розрідження в камері зменшує захоплюючу здатність комірок, а значить і викликає збільшення кількості пропусків при проведенні посіву. Причому цей негативний ефект наростає за нелінійним законом при тисках, менших за $P = 3,5$ кПа. З іншого боку, при тисках, більших за $P = 4$ кПа, залежність між ступенем розрідження і ефективністю присмоктування зменшується, про що свідчить практично горизонтальний характер залежностей на цій ділянці.

Істотним недоліком роботи пневмомеханічних висівних апаратів є потрапляння і засмоктування пилу у вакуумну камеру апаратів через присмоктуючі комірки дозаторів. У результаті пил осідає на поверхнях комірок, змінюючи їх прохідні перерізи. Звуження отворів негативно позначається на роботі пневмомеханічних висівних апаратів.

Виходячи з раніше отриманих даних про вплив форми отворів комірок на присмоктування насіння, для подальших досліджень, щодо виявлення впливу величини прохідного перерізу на ефективність захоплення насіння вибрана комірка тороїдальної форми з прохідним діаметром від 2 до 4 мм. Результати проведених експериментів у вигляді графічних залежностей зображені на рисунку 3.

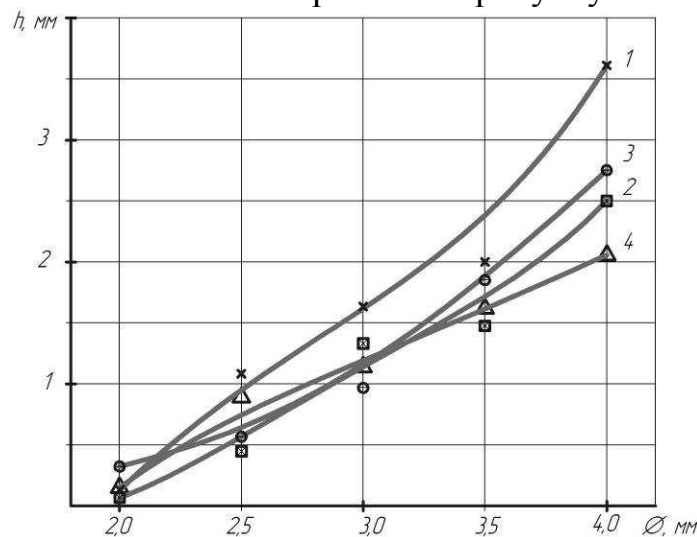


Рис. 3. Вплив зміни діаметра присмоктуючої комірки тороїдальної форми на ефективність захоплення насіння: 1 – буряк; 2 – кукурудзи; 3 – сої; 4 – гороху ($P=5$ кПа).

Як видно з графіків (рис. 3), зменшення діаметру комірки для усіх видів насіння просапних культур, які досліджувались, призводить до зниження присмоктуючого ефекту – критична відстань зменшується. Проте це зменшення для різних культур проходить по-різному.

Найбільш чутливим до зниження площі прохідного перерізу виявилось насіння гороху. Практично лінійна залежність зниження ефективності присмокування спостерігається для насіння кукурудзи. З деяким уповільненням втрачається присмокуюча здатність комірок для насіння буряка та сої. Причому для буряка це відбувається інтенсивніше, ніж для насіння сої. Зосереджує на собі увагу те, що при малих значеннях діаметрів комірок розбіжність у критичних відстанях присмокування менша, ніж для великих значень. Тобто, зі збільшенням діаметра присмокуючої комірки чутливість дозуючого елемента до виду насіння просапних культур зростає.

Попередніми дослідженнями встановлено, що різні за формою комірки дозуючих пристроїв створюють різні силові поля присмокування насіння. Проте, отримані результати вимагають експериментальної перевірки розвитку і підтвердження в динаміці протікання процесу захоплення насіння, коли час взаємодії (експозиції) обмежено. Такі дослідження більшою мірою моделюють реальну роботу пневмомеханічного висівного апарата.

Враховуючи наявність чинника швидкості у взаємному переміщенні дозуючого пристрою і насіння просапних культур, з метою вивчення можливості підвищення якості дозування проведено дослідження працездатності зміненої тороїдальної комірки. Зміни торкнулися подовження зовнішньої частини комірки у напрямі її руху (рис. 4). Тобто, основа комірки набула замість кола форму еліпса, напрям більшої півосі якого під час руху збігається з вектором швидкості переміщення V .

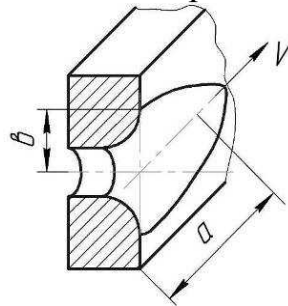


Рис. 4. Тороїдальна подовжена присмокуюча комірка дозуючого елемента.

За задумом, така комірка внаслідок подовження основи повинна більший час взаємодіяти з насінням просапних культур. Збільшення експозиції комірки з насінням може сприятливо вплинути на ймовірність його захоплення і скидання.

На рис. 5 зображені графіки зміни ймовірності захоплення насіння сої присмокуючими комірками різної геометричної форми. Кращі показники встановлені для тороїдальної подовженої комірки, де вірогідність захоплення, навіть при порівняно високій швидкості $V = 0,4$ м/с, не опускається нижче $\xi = 0,4$.

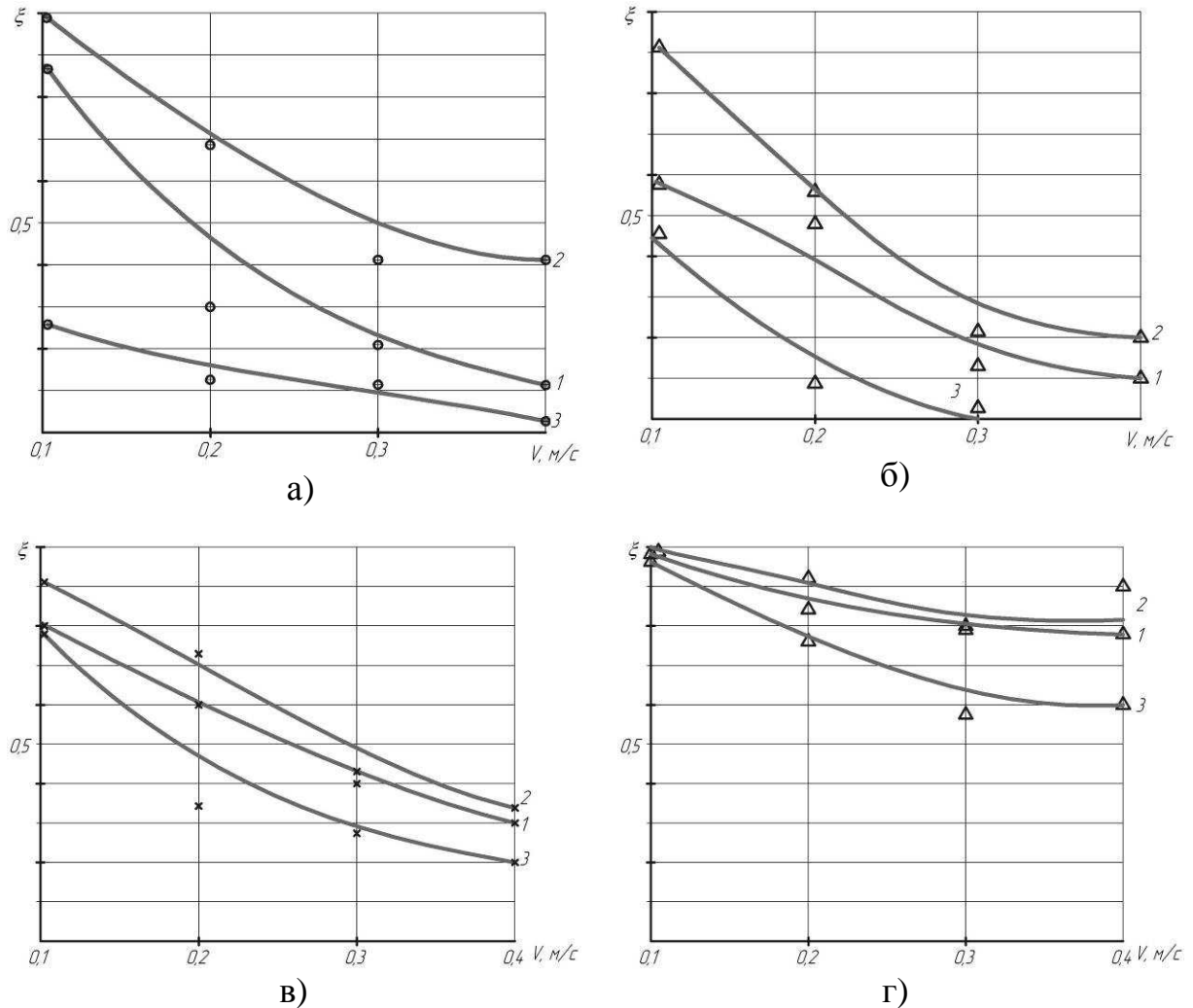


Рис. 5. Зміна ймовірності захоплення насіння (а – сої; б – кукурудзи; в – буряка; г – гороху) присмоктуючими комірками різних форм: 1 – тороїдальної; 2 – тороїдальної подовженої; 3 – циліндричної.

Результати досліджень насіння кукурудзи (рис. 5, б) показали, що вони добре присмоктуються комірками циліндричної форми лише до швидкості відносного переміщення $V = 0,3$ м/с. З перевищенням її, присмоктування насіння не відбувається, що свідчить про низьку ефективність роботи такого дозуючого пристрою. Проте і в інтервалі швидкостей $V = 0,1 \dots 0,3$ м/с робота комірки циліндричної форми відрізняється низькою ймовірністю захоплення насіння. Навіть при низькій швидкості в $V = 0,1$ м/с вона не перевищує $\xi = 0,5$. Очевидно, пояснення цьому полягає в складному рельєфі поверхонь насіння кукурудзи, слабкому їх захопленні потоком повітря, внаслідок недостатнього контакту з поверхнею комірки.

Дещо вищі отримані результати захоплення насіння кукурудзи комірками тороїдальної форми. Особливо їх переваги позначаються при підвищенні швидкості відносного переміщення. На відносно високих швидкостях $V > 0,3$ м/с відмінності між комірками тороїдальною і тороїдальною подовженою незначні на користь подовженої комірки, а ймовірність захоплення насіння перебуває на рівні $\xi \sim 0,25$.

Складну рельєфну поверхню має насіння буряка. Результати досліджень їх присмокування зображені на рис. 5, в.

Відмінною особливістю при дозуванні насіння буряка є кучність отриманих даних за ймовірністю їх захоплення комірками різних форм. Тобто, для цього насіння форма присмокуючої комірки менш істотна, ніж для інших, раніше досліджених. Тому ймовірність захоплення в інтервалі швидкостей $V = 0,1 \dots 0,4$ м/с знаходиться в межах $\xi = 0,9 \dots 0,3$. Дещо нижчий результат присмокування окремого насіння отриманий для циліндричної комірки. Результати для тороїдальної і тороїдальної подовженої комірки кращі на користь подовженої. Вони перебувають на задовільному рівні якості дозування насіння.

Дослідження захоплення насіння гороху зображені на рис. 5, г. Як і для попередніх культур, для насіння гороху спостерігається загальна тенденція зниження ймовірності захоплення зі збільшенням швидкості відносного переміщення. Проте це зниження відбувається значно повільніше і ймовірність захоплення насіння, навіть у найнесприятливішому випадку, не опускається на рівень, нижчий за $\xi = 0,6$. Очевидно така досить висока ймовірність обумовлена сфероїдальною формою насіння при його нижчій щільності порівняно з подібним за формою насінням сої.

Як і в попередніх випадках, підтверджуючи загальну закономірність, переваги в присмокуванні насіння мають комірки тороїдальних форм. Причому тороїдальна подовжена комірка працює дещо ефективніше за симетричну тороїдальну. Водночас встановлено, що циліндрична присмокуюча комірка для всіх видів насіння просапних культур, які висіваються, має показники, гірші порівняно з тороїдальною. Так, для насіння гороху, на максимальній швидкості відносного переміщення $V = 0,4$ м/с, ймовірність захоплення циліндричною коміркою не перевищує $\xi = 0,6$ тоді, коли в рівних умовах, тороїдальна подовжена дає ймовірність близьку, до $\xi = 0,85$.

Якість виконання операції висіву можна оцінити в лабораторних умовах. Дослідження проводилися на висіві насіння кукурудзи, сої, гороху і буряка в ідентичних умовах для експериментального дозувального висівного диска з комірками подовженої тороїдальної форми.

Дослідженнями з висіву насіння сої із заданим інтервалом в 6 см встановлено, що спостерігаються істотні відхилення інтервалів від встановленого значення. Так, мінімальне значення інтервалу складає

$A_{\min} = 4,1$ см, тоді як максимальне досягає $A_{\max} = 7,1$ см Таким чином, загальний розмах відхилень становить 3 см.

Статистична обробка даних вимірювань дала наступні результати:

- середнє значення відстані між насінинами $\bar{A}_g = 5,8$ см;
- середньоквадратичне відхилення $\sigma = 0,72$ см;
- коефіцієнт варіації $V = 0,12$.

Найбільш точно випадкова величина інтервалів між насінинами вздовж рядка описується трипараметричним законом Вейбулла:

$$f(A) = \frac{v}{a} \left(\frac{A - A_{cm}}{a} \right)^{v-1} \cdot e^{-\left(\frac{A - A_{cm}}{a} \right)^v}$$

Значення параметрів закону розподілу для різних досліджуваних культур подані в таблиці 1, а данні порівняльних експлуатаційних досліджень серійної і експериментальної посівної секції – таблиці 2.

Метою експлуатаційних випробувань посівних секцій з експериментальними висівними апаратами, що обладнані дозуючими дисками з комірками тороїдальної подовженої форми, є перевірка в реальних польових умовах посіву ефективності роботи висівного апарата. Дослідження проводились на полях агрофірми «Авангард ЛТД» Новоархангельського району Кіровоградської області.

Таблиця 1 –

Основні дані розподілу насіння просапних культур уздовж рядка

Культура	Показники висіву						Закон розподілу
	Середня відстань \bar{A}_g , см.	Середньо-квадр. відхилення σ , см.	Коефіцієнт варіації V	Параметри законів розподілу			
				a	v	A_{cm}	
Соя	5,8	0,72	0,12	6	2,1	3,8	Вейбулла
Кукурудза	5,82	0,7	0,12	5,8	2,1	3,87	Вейбулла
Цукровий буряк	9,8	2,3	0,23	11,5	4,3	6,8	Вейбулла

Таблиця 2 –

Данні порівняльних експлуатаційних досліджень серійної і експериментальної посівної секції

Культура	Показники роботи висівних апаратів			
	серійний		експериментальний	
	% пропусків при посіві	% появи двійників	% пропусків при посіві	% появи двійників
Соя	15	13	5	1
Кукурудза	14	13	6	2
Цукровий буряк	18	17	4	3

Висновки.

1. Найменшу ефективність захвату насіння при статичному присмоктуванні мають комірки сферичної форми, а найбільшу показали комірки конічної і тороїдальної форми.
2. Зниження рівня розрідження істотно зменшує присмоктуючу здатність дозуючих комірок, особливо при розрідженнях менших 3 кПа.
3. Експериментальні дослідження показали, що застосування на висівному диску комірки подовженої тороїдальної форми у напрямі обертання висівного диска знижує пропуски при посіві на 4...6%, поява двійників при цьому складає 1...3%.

Література.

1. *Сисолін П.В.* Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція, проектування. – Кн. 1: Машини для рільництва. / *П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний*; за ред. *М.І. Черновола* – К.: Урожай, 2001. – 384 с.
2. *Войтюк Д.Г.* Аспекты системы точного земледелия // Аграрный вестник Причерноморья : Сб. научн. работ / *Д.Г. Войтюк, Л.В. Анискевич, Г.Р. Гаврилюк* – Одесса, 1999. – Вып. 3(6). – С. 497 – 501.
3. *Бойко А.И.* Повышение эффективности и надежности работы высевяющих аппаратов посевных машин: Монография. / *А.И. Бойко, Н.А. Свирень*. – Кировоград: КОД, 2011. – 276 с.

**ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ПРИСАСЫВАЮЩИХ ЯЧЕЕК НА
ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКИХ
ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ, АДАПТИРОВАННЫХ ДЛЯ
СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Свирень М.О., Лещенко С.М., Бойко А.И.

Аннотация – в статье представлены основные результаты экспериментальных исследований влияния формы присасывающих ячеек на эффективность работы пневмомеханических высевяющих аппаратов.

**INFLUENCE FORM OF ADDING CELLS ON EFFICIENCY OF
WORK OF THE PNEUMOMASSAGE SOWING VEHICLES
ADAPTED FOR SYSTEMS EXACT AGRICULTURE**

M. Sviren, S. Leschenko, A. Boyko

Summary

The basic results of experimental researches influence of form are presented in the article, cells on efficiency of work of pneumomassage sowing vehicles.