УДК:631.33.022.66:633.2(045)

Адуов М.А., Нукушева С.А., Қуанышова А.Ж., Володя К.

Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ НЕСЫПУЧИХ СЕМЯН КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация

Производство и выведение новых сортов высококачественного семенного материала связано с посевом широкого набора культур, имеющих различные физико-механические свойства семян.

Технологический процесс возделывания кормовых культур неразрывно связан с качественным функционированием высевающего аппарата. От совершенства конструкции высевающих аппаратов, технического состояния и правильной регулировки в значительной мере зависят качество посева и урожайность. Необходимость экспериментального изучения зависимости производительности предлагаемого аппарата от его конструктивных параметров диктуется тем, что они влияют на такие важнейшие показатели, как способность обеспечивать установку заданной нормы высева семян и поддерживать ее в течение всего времени работы. Ранее теоретическими исследованиями установлены влияние шага, радиуса и частоты вращения винта на производительность винтового высевающего аппарата и целесообразность настройки аппарата на норму высева изменением частоты вращения винта. Представлены результаты экспериментальных исследований по высеву несыпучих и обычных семян винтовым высевающим устройством. Аналогичная зависимость получена в результате опытов с несыпучими семенами и установлено, что производительность винтового высевающего аппарата увеличивается с увеличением частоты вращения винта до $\omega = 4{,}083$ $с^{-1}$. На основании представленных данных вытекает, что норму высева семян при выбранных конструктивных параметрах, следует устанавливать изменением частоты вращения винта, то есть, изменяя передаточное отношение привода вала высевающего аппарата.

Ключевые слова: высевающий аппарат, несыпучие семена, производительность, частота вращения винта.

Введение

Создание устойчивой кормовой базы, обеспечивающей сбалансированное кормление животных в течение всего года, является основным условием высокой эффективности отрасли животноводства. Современное состояние кормовой базы не удовлетворяет потребностей животных, как в количественном, так и в качественном отношении. Поэтому производство кормов требует не меньшего внимания, чем производство зерна.

Кормопроизводство имеет важное и разностороннее значение, так как обеспечивает дешевые и разнообразные корма: зеленную массу, сено, сенаж, силос, травяную муку, брикеты, гранулы и др. Кормовые культуры применяют в качестве сидератов, позволяющих улучшать структуру почвы, восстанавливать гумус почвы, обогащают водный и воздушный режимы. Агротехническое значение таких культур в качестве фитомелиорантов заключается в предотвращении водной и ветровой эрозии, дренировании почвы, угнетении роста сорняков.

Среди огромного разнообразия кормовых культур особую группу занимают семена, отличающиеся плохой сыпучестью, например, кострец безостый, разновидности

овсяницы, житняк и др., а семена трав различаются по крупности и текучести. К текучим относят семена бобовых трав и другие семена с гладкой поверхностью, коэффициент трения которых низок; к нетекучим семенам относятся злаковые травы, имеющие ости, это тот же житняк, разновидность овсяницы, райграс высокий и др., неровную наружную цветковую чешую (кострец безостый) или опушение (мятлик луговой и болотный). Для высева нетекучих семян используют сеялки, имеющие нагнетатели и ворошилки; допускается высевать с разбавителями: просеянным гранулированным суперфосфатом, песком, невсхожими семенами других культур и др. потому что коэффициент трения движения семян низкий, например у житняка составляет 0,62-0,71, эспарцета 0,6-0,74, пырея 0,66-0,69 и овсяницы газонной 0,61-0,71.

По данным НПЦ «Научно-производственный центр зернового хозяйства им.А.И.Бараева» оптимальная норма высева семян кормовых культур на зеленую массу при междурядьи 30-45 см житняка 8-10 кг/га, костреца безостого 12-17 кг/га. По зерновым культурам оптимальная норма высева семян зерновых культур, пшеница 130-150 кг, овес, в зависимости от размера семян в среднем 100 кг/га.

Известно, что специальные сеялки для посева несыпучих семян в нашей стране не производится. Применяются переоборудованные соответствующим образом серийно выпускаемые сеялки зерновые сеялки СЗ-3,6 и СЗП-3,6; зернотравяные СЗТ-3,6 и СЗУ-3,6; луготравяные СЛТ- 3,6; Сапфир 7 и др. Однако, ни одна из указанных сеялок не адаптирована к природно-климатическим условиям Казахстана. Для каждого типа сеялок разработано большое количество высевающих аппаратов, которые служат для отбора семян из общей массы и формирования дозированного потока с заданными параметрами.

Высевающие аппараты различны как по своему назначению, так и по конструктивному выполнению, условно их можно разделить на несколько групп: механические, гидравлические, электромеханические, пневматические и пневмоэлектрические. Наиболее широкое применение получили механические высевающие аппараты, которые подразделяются на катушечные, мотыльковые, фрикционные, канавочные, центробежные, вибрационные и щеточные. Из этих аппаратов наибольшее распространение имеют катушечные, которые относительно просты по конструкции и в установлении необходимой нормы высева.

При высеве семян с низкой сыпучестью и повышенной связностью существующие конструкции и системы привода современных, высевающих аппаратов не обеспечивают агротехнические требования для посева (норму высева, неравномерность и неустойчивость высева). Экспериментальные исследования, проведенные с тарельчатым, валико-винтовым, пружинно-винтовым и катушечным высевающими аппаратами на посеве проса, позволили выявить преимущества вертикально расположенного винтового пружинного аппарата [1,2].

Методы исследований

Так, у винтового пружинного аппарата коэффициент равномерности высева составляет 0,84-0,95, а у катушечного – 0,33. Однако в работе отсутствует обоснование таких конструктивных параметров опытного аппарата, как радиусы сечения винтовой спирали и винта для семян различных культур. Также подробно не изучены зависимости производительности винтового высевающего аппарата от конструктивных и технологических параметров.

С целью решения проблем по высеву несыпучих и обычных культур, обоснование параметров и режимов работы предлагаемого высевающего аппарата, обеспечивающих выполнение агротехнических требований, является актуальным и своевременным.

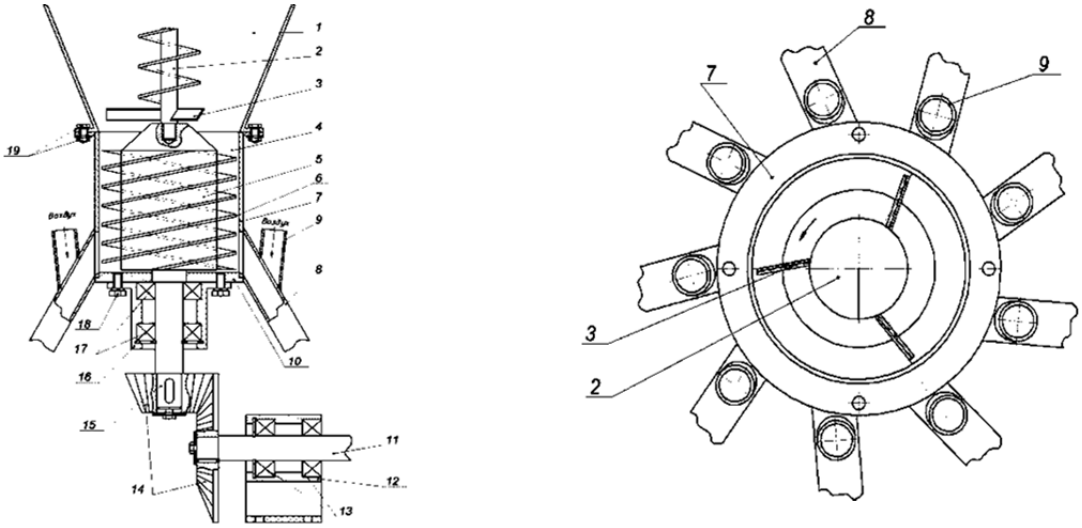
Известно, что на разработку и функционирование технических средств существенное влияние оказывают физико-механические свойства семян, поэтому учитывали изучения физико-механических свойств материалов как обьекта исследования.

Анализ исследований показал, что для создания высевающим аппаратом равномерного потока, то есть обеспечения равномерного высева, необходимо, расход сыпучего материала на различных этапах оставались постоянным.

Результаты исследований

Предложенный винтовой высевающий аппарат, рисунок 1, состоит из семенного бункера 1 с установленным нагнетателем (шнек) 2, лопастей 3, корпуса 4, высевающего цилиндра 5 с винтовой спиралью 6, обоймы 7, рукавов 8 с установленными сосками 9 (для подвода воздушного потока), основания высевающего аппарата 10, вала привода 11 с корпусом 12 и подшипниками 13, зубчатых колес 14, вала высевающего аппарата 15, корпус вала высевающего аппарата 16 с подшипниками 17, болтов соединяющие корпус вала высевающего аппарата с основанием 18, болтов соединяющий обойму (корпус) с бункером 19. Три лопасти установлены под углом 120^0 относительно нижней части вала нагнеталя, отклоненные от вертикали на $8\text{-}10^0$, и составляющие с радиусом-вектором $10\text{-}15^0$. Вал нагнетателя закреплен к верхней части высевающего цилиндра с помощью резьбового соединения.

Высевающее устройство работает следующим образом, высевающий цилиндр 5 со спиралью и нагнетатель (шнек) 2 приходит во вращательное движение от привода высевающего аппарата 11. При этом спирали шнека 2 захватывают семена и транспортирует их в направлении лопастей 3. Лопасти 3 в свою очередь захватывают семена, перемещая их по корпусу конуса 5 к винтовым спиралям высевающего аппарата 6. Винтовая спираль равномерно распределяет поток семян по своей поверхности и транспортирует их к периферии, в направлении рукавов 8, где через установленные на рукавах соски 9 будет подаваться воздушный поток.



а) общий вид б) вид сверху

Рисунок 1 – Высевающий аппарат

Семена, попадая в рукава, с помощью воздушного потока перемещаются в семяпроводах к удаленным от высевающего аппарата сошникам. Количество рукавов соответствует количеству сошников на сеялке.

Установка на рукавах сосков для подачи воздушного потока на высевающем аппарате обеспечат равномерный посев несыпучих семян при большой ширине захвата одним высевающим аппаратом [3].

Технологический процесс высева семян предлагаемого высевающего аппарата следует разбить на следующие этапы: перемещение семян из семенного бункера через высевное окно с помощью нагнетателя; движение семян внутри питающей цилиндрической трубы до распределительного конуса под действием лопастей; распределение их распределительным конусом по периферияям кожуха; захват семян витками винтовой спирали и их перемещение вверх к распределительной головке; разделение потока семян в распределительной головке на отдельные потоки и их направление в семяпроводы.

Равномерное распределение семян по площади является конечным результатом движения семенного потока в рабочих органах посевной машины. Первый этап этого движения – образование семенного потока в семенном ящике и его истечение через высевное окно под действием нагнетателя. Особенностями первого этапа во многом опреляется конечный результат технологического процесса посева. Семенный бункер не только содержит запас семенного материала, но и обеспечивает нормальное протекание рабочего процесса, создавая необходимый поток материала, истекающий сквозь отверстия к дозирующим устройствам и масса семян, засыпанного в семенный ящик, обладает всеми свойствами, присущими сыпучему телу, а характер истечения семян подчиняется общим закономерностям динамики сыпучих тел.

Анализ исследовательских работ, посвященных обоснованию объему емкости семенного ящика, показывает, что емкость должна быть в пределах 200-250 дм^3 на 1 м ширины захвата посевной машины[1].

Исходя из экспериментальных данных, нами установлено, что внутри сосуда над отверстием, из которого вытекают семена, образуется свод, имеющий форму параболоида. Для разрушения свода нами установлен нагнетатель. Семена, образующие свод, находятся в статически неуравновешенном состоянии, вследствие чего свод беспрерывно разрушается и образуется вновь. Образование динамического разгружающего свода приводит к тому, что величина давления на нижнюю поверхность не зависит от общей высоты слоя сыпучего тела и определяется только высотой свода, находящегося в состоянии неустойчивого статического равновесия. Скорость истечения ставится в зависимость от диаметра отверстия, а не от высоты столба сыпучего материала в семенном ящике. Расчетные данные показывают, что радиус отверстия питающей трубы интового высевающего аппарата r= 15÷30 мм [1].

В винтовом высевающем аппарате цилиндрическая часть бункера является питающей трубой, и от ее параметров зависит количество сыпучего материала, поступающего в аппарат.

В винтовом высевающем аппарате секундная производительность зависит, как уже отмечалось ранее [1], от диаметра отверстия питающей трубы $d_{отв}$, диаметра винтовой спирали $d_в$, частоты вращения винтовой спирали $\omega_в$.

Параметры диаметров отверстия питающей трубы и винта в предлагаемом высевающем аппарате влияют на неравномерность высева, и их оптимальные значения конструктивно обоснованы, поэтому норму высева в винтовом высевающем аппарате следует регулировать только изменением частоты вращения винтовой спирали. Таким образом, заданную норму высева семян можно установить изменением производительности винтового высевающего аппарата.

Необходимость экспериментального изучения зависимости производительности опытного аппарата от его конструктивных параметров диктуется тем, что они влияют на такие важнейшие показатели, как способность обеспечивать установку заданной нормы высева семян и поддерживать ее в течение всего времени работы.

Ранее теоретическими исследованиями установлены влияние шага, радиуса и частоты вращения винта на производительность винтового высевающего аппарата и целесообразность настройки аппарата на норму высева изменением частоты вращения винта. Для подтверждения проведены лабораторные опыты по определению зависимости производительности винтового аппарата от частоты вращения винта.

Опыты проведены на специально изготовленной установке, рисунок 2. Экспериментальная лабораторная установка состоит из штатива, бункера, питающей трубы и привода (рисунок 3).

а) вид спереди

б) вид сбоку

Рисунок 2 – Лабораторная установка

Вал нагнетателя закреплен к верхней части высевающего винта с помощью резьбового соединения. К бункеру присоединялась питающая труба с рациональными параметрами [1].

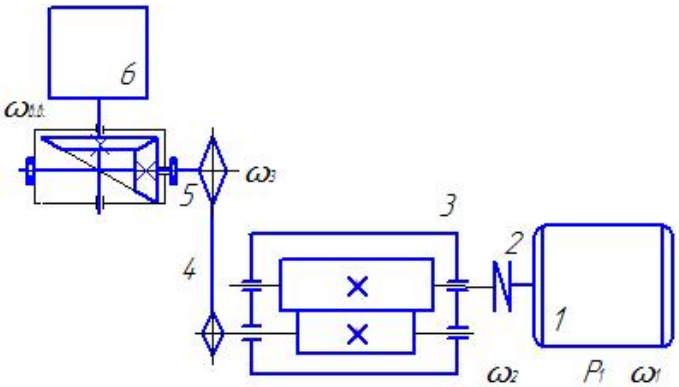


Рисунок 3 – Кинематическая схема привода:

1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – одноступенчатый редуктор; 4 – цепная передача; 5 – зубчатые колесы; 6- высевающее устройство

Внутри бункера опытной установки установлен нагнетатель с оптимальными параметрами, определенными в работе[1]: диаметр нагнетателя D = 45 мм; длина вала нагнетателя l = 90 мм; диаметр вала нагнетателя d = 12 мм;шаг нагнетателя s = 24 мм; толщина нагнетателя a = 2 мм;длина нагнетателя $L_н$= 48 мм.

Тахометром UT371 измерялись частоты вращения редуктора и высевающего вала в лабораторных опытах, на весах CAS MW-II-300 BR взвешивались семена с точностью до 0,005 грамм и секундомером время.

В качестве сыпучего материала были использованы сорта зерновых и кормовых культур: пшеница –Шортандинская - 95 ; овес –Ишимский 13; костер –Акмолинский 91; житняк –Далалык; кострец – сорт Акмолинский 91.

По общепринятой методике в исходном материале определены все необходимые параметры: геометрические размеры частиц, натура, абсолютная масса, углы внешнего и внутренного трений, гранулометрический состав и т.д..

Порядок проведения экспериментов, а также их методика основана на методике агротехнической оценки посевных машин и машин для внесения твердых минеральных удобрений согласно ГОСТов [4, 5, 6].

Лабораторные опыты проведены в следующем порядке, сначала в бункер засыпаются семена несыпучих семян трав . Под рукава высевающего аппарата подставляются емкости, куда производится высев. В редукторе установлено определенное фиксированное значение частоты вращения высевающего вала. Когда включается электродвигатель, то одновременно срабатывает секундомер. Сыпучий материал самотеком высыпается из бункера в специальную емкость. Засекали время и полученные данные времени истечения сыпучего материала записали в таблицу. Повторность опытов пятикратная. По зерновым культурам проводили то же самое, бункер заполняли следующим сыпучим материалом и также засекали время истечения данного материала. После завершения опытов со всеми материалами с одним фиксированным значением частоты вращения винта в редукторе регулировалось изменение частоты вращения винта и повторялись все действия. Все данные опытов заносились в журнал наблюдений и получилось, что для несыпучих семян трав время истечения составляет - 2 минуты, для зерновых культур – 30 секунд. В результате определили расход сыпучего материала:

$$q = \frac{Q}{t}$$

где Q – количество высыпанного сыпучего материала, гр; t – время (сек.) истечения сыпучего материала [1].

Обработанные результаты опытов записывались в таблицу. В процессе обработки полученных данных установлены закономерности расхода сыпучего материала от частоты вращения винта.

По данным опытов построен график зависимости производительности винтового высевающего аппарата от частоты вращения винта, в соответствии с рисунками 4 и 5.

Аналогичная зависимость получена в результате опытов с несыпучими семенами, рисунок 4. Эксперименты проводилсь с применением семян многлетних кормовых культур житняка, костреца безостого и костра, отличительной способностью которых, является плохая сыпучесть, препятствующая качественному посеву.

Так, для житняка при частоте вращения $\omega = 0{,}67\ с^{-1}$ производительность высевающего аппарата равна 0,046 гр/с, а при частоте вращения $\omega = 1{,}25\ с^{-1}$ – 0,096 гр/с и при частоте вращения $\omega = 4{,}083\ с^{-1}$ соответственно 0,169 гр/с, т.е надо отметить, что при увеличении частоты вращения, увеличивается производительность высевающего аппарата, т.е. высева семян.

Такие же зависимости производительности высева семян от частоты вращения винта наблюдаются при высеве семян костра и костреца, рисунок 4. Из графика видно, что наибольшая производительность высева среди указанных видов семян у житняка, это обьясняется тем, что коэффициент истечения семян житняка выше, чем у остальных.

По результатам экспериментов, в соответствии с рисунком 4, можно установить, что производительность винтового высевающего аппарата увеличивается с увеличением частоты вращения винта до $\omega = 4{,}083\ с^{-1}$.

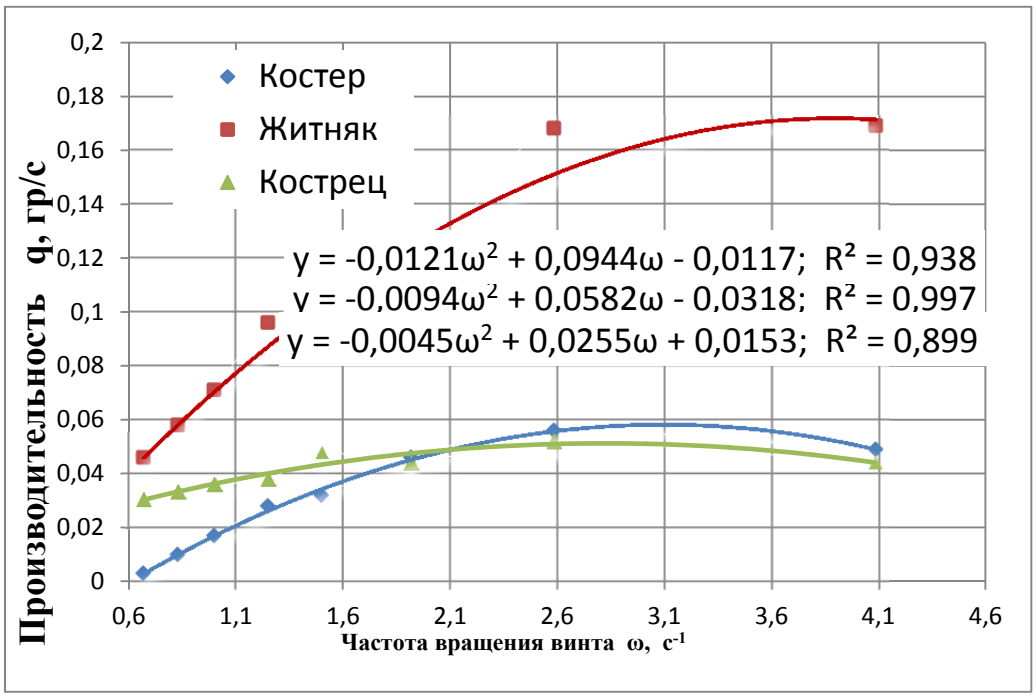


Рисунок 4 – Зависимость производительности винтового высевающего аппарата от частоты вращения винта при высеве несыпучих семян

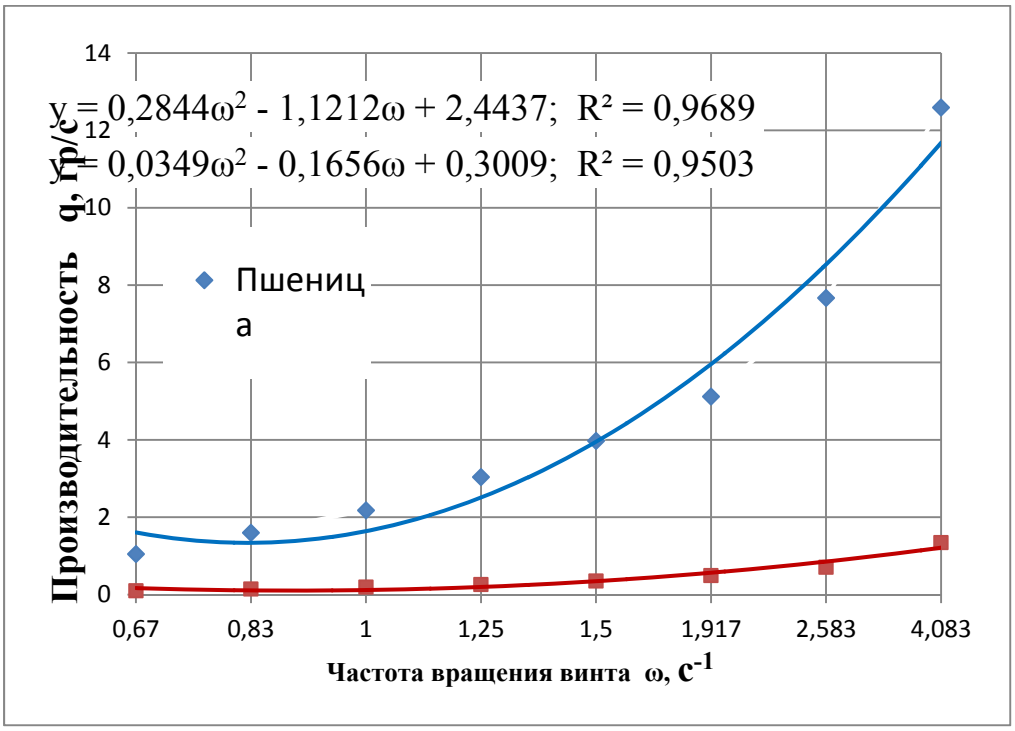


Рисунок 5 - Зависимость производительности винтового высевающего аппарата от частоты вращения винта при высеве зерновых семян

Аналогичные эксперименты проведены с зерновыми культурами пшеницей и овсом.

Полученные данные по эксперименту показали, при частоте вращения винта ω = 1,25 $с^{-1}$ производительность пшеницы 3,038 гр/с, а при частоте вращения винта ω = 1,92 $с^{-1}$ производительность равна – 5,119 гр/с. Необходимо отметить, производительность винтового высевающего аппарата увеличиваются с увеличением частоты вращения винта.

Для овса при ω = 0,83 $с^{-1}$ производительность равна 0,143 гр/с и далнейшее увеличение частоты вращения винта вызывает рост производительности, рисунок 5.

Также получены уравнения регрессии и коэфициент достоверности исследований.

Выводы

Исследования показали, что физико-механические свойства семян существенно влияют на разработку и функционирование технических средств и у выбранных материалов, как обьекты исследований, эти свойства были учтены. Также экспериментально установлена зависимость секундной производительности винтового высевающего аппарата от частоты вращения винта, которая ограничивается минимальной и максимальной нормами высева. При высеве несыпучих семян производительность винтового высевающего аппарата увеличивается с увеличением частоты вращения винта до ω = 4,083 $с^{-1}$, а для зерновых семян это зависимость показывает, что производительность высевающего аппарата увеличивается с увеличением частоты вращения винта. На основании представленных данных вытекает, что норму высева семян при выбранных конструктивных параметрах, следует устанавливать изменением частоты вращения винта, то есть, изменяя передаточное отношение привода вала высевающего аппарата.

Анализ проведенных экспериментов показывает, что в дальнейшем этот высевающий аппарат можно предложить и для зерновых культур.

Литература

1. Адуов М. «Механизация высева семян зерновых культур и внесения минеральных удобрений»-Астана, 2009.-с.210, илл.89.- С. 106-117

2. Есхожин Д.З., Адуов М.А. /Некоторые результаты экспериментального исследования пружинного высевающего аппарата // Совершенствование системы машин для Северных областей Казахстана. Труды ЦСХИ, т.32, Целиноград, 1980, С. 32-35.

3. Инновационный патент 31106 РК, А01С 7/20. Высевающий аппарат [Текст] / Адуов М.А., Нукушева С.А., Володя К.; заявитель и патентообладатель АО «Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина» - 2015/0556.1; заявл. 16.04.2015; опубл.16.05.2016, бюл. №5 – 4с.:ил.

4. СТ РК 3.51 – 2004 Сеялки зерновые и посевные комплексы. Порядок сертификации. Введен 2005-01-07. – А.: Госстандарт Казахстана: РГП «Казахстанский институт стандартизации и сертификации», 2005.-30 с.

5. ОСТ РК 10-46-002-2004 Испытания сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Методы оценки функциональных показателей. Введен 2005-01-07. – Алматы: Госстандарт Казахстана: РГП «Казахстанский институт стандартизации и сертификации», 2005. – 66 с.

6. ГОСТ 31345-2007 Сеялки тракторные. Методы испытаний. Введен 01.01.2009. - ФГНУ РосНИИТиМ: 08.06.2007 - Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации (Inter-Governmental Council on Standardization, Metrology, and Certification 31); 31.10.2007 - Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (298-ст).

Aduov M.A., Nukusheva S.A., Kuanyshova A.Zh., Volodya K.

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF THE SOWING DEVICE FOR NON-RUNNING SEEDS OF FORAGE CROPS

The production and breeding of new varieties of high-quality seed material is associated with the sowing of a wide variety of crops which have different physical and mechanical properties of the seeds.

Technological process of cultivation of forage crops is inextricably linked with the qualitative functioning of the sowing device. The quality of sowing and yielding largely depend on the perfection of the design of sowing devices, technical condition and the correct adjustment. The need for an experimental study of the dependence of performance of the proposed device on its design parameters is determined by the fact that they affect such important indicators as the ability to provide a set of given seed rate and maintain it for the duration of the operation. Earlier, theoretical studies have determined the effect of pitch, radius and rotor speed on the performance of the downhole sowing device and the advisability of adjusting the apparatus to the seed rate by varying the frequency of the screw rotation. Presented are the results of experimental studies on the sowing of non-running and conventional seeds with a downhole sowing device. A similar dependence was obtained as a result of experiments with non-running seeds and it was established that the productivity of the downhole sowing device is increased with the rise of the frequency of the screw rotation to $\omega = 4{,}083\ s^{-1}$. On the basis of the data presented, it follows that the seed rate for the selected design parameters should be set by varying the frequency of the screw rotation, that is, by changing the gear ratio of the shaft drive of the sowing device.

Key words: sowing device, non-running seeds, productivity, frequency of the screw rotation.

Әдуов М. А., Нүкішева С.А., Қуанышова А.Ж., Володя Қ.

АЗЫҚТЫҚ ДАҚЫЛДАРДЫҢ СУСЫМАЛЫ ЕМЕС ТҰҚЫМДАРЫНА АРНАЛҒАН СЕПКІШ АППАРАТТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛДЫ ЗЕРТТЕУЛЕРДІҢ НӘТИЖЕЛЕРІ

Аңдатпа

Жоғары сапалы тұқымдық материалдың жаңа сұрыптарын өндіру және өсіру тұқымдары түрлі физика-механикалық қасиеттерге дақылдардың алуан түрін себумен байланысты.

Азықтық дақылдарды өсірудің технологиялық үрдісі сепкіш аппараттың сапалы жұмыс жасауымен үздіксіз байланысқан. Себудің сапасы мен егін түсімі сепкіш аппараттардың конструкциясының жетілу деңгейіне, техникалық жағдайы мен дұрыс реттелуіне байланысты. Ұсынылып отырған аппараттың өнімділігінің оның конструктивтік параметрлеріне тәуелділігін эксперименталды зерттеу қажеттілігі тұқымды себу нормасының берілген мәнін қамтамасыз ету және оны толық жұмыс уақыты мерзімінде ұстап тұру қабілеті сияқты маңызды көрсеткіштерге әсер ететін болғандықтан туындап тұр. Ертеректе теориялық зерттеулер арқылы винттің адымы, радиусы және айналу жиілігі винттік сепкіш аппараттың өнімділігіне тәуелділігі және винттің айналу жиілігін өзгерту арқылы аппараттың себу нормасын реттеудің жөнділігі анықталды. Сусымалы емес және қарапайым тұқымдарды винтті сепкіш аппараттармен себудің эксперименталды зерттеулерінің нәтижелері келтірілді. Сусымалы емес тұқымдармен сынақ жүргізген кезде осыған ұқсас тәуелділік алынды және винттің айналу жиілігін $\omega = 4{,}083\ c^{-1}$ дейін арттырған кезде винттік сепкіш аппараттың өнімділігі артатыны анықталды. Ұсынылып отырған мәліметтердің негізінде таңдалған конструктивтік параметрлерге сәйкес тұқымдарды себу нормасын винттің айналу жиілігін өзгерту арқылы, яғни сепкіш апараттың білігінің жетегінің беріліс қатынасын өзгерту арқылы орнату керек екені анықталды.

Кілт сөздер: сепкіш аппарат, сусымалы емес тұқымдар, өнімділік, винттің айналу жиілігі.