

Исходя из заданных критериев, высевающая секция должна иметь индивидуальный электрический привод пневматического дозатора, который позволяет механизатору с помощью пульта управления настроить каждую секцию отдельно и сеялку в целом на заданную норму высева, не покидая кабины трактора. Также на пульте управления в режиме реального времени должен отображаться контроль высева семян, то есть их подсчет и равномерность распределения с момента выхода из высевающего аппарата до попадания в почву. Для поддержания высокой точности при больших скоростях и исключения отскоков гранулированных семян в семяпроводе необходимо использовать избыточное давление высевающего аппарата для перемещения семени на небольшом отрезке с высокой скоростью. Быстрая подача снижает чувствительность к вибрациям и уклонам в семяпроводе, за счет этого выдерживается точность.

Эти критерии позволят заложить основу для оптимального использования потенциальной урожайности сахарной свеклы в конкретных почвенно-климатических условиях путем заданного и равномерного распределения числа растений на единицу площади для создания одинаковых условий развития.

Заключение

Таким образом, разработка новых электромеханических высевающих систем поможет заложить основы для создания отечественных сеялок точного высева семян сахарной свеклы, что, в свою очередь, позволит исключить ввоз подобных сеялок из-за рубежа.

Литература

1. Сахарная свекла (Выращивание, уборка, хранение) / Д. Шпаар [и др.] // Под общей редакцией Д. Шпаара. – Минск: ЧУП «Орех», 2004. – 326 с.
2. Перспективная ресурсосберегающая технология производства сахарной свеклы: метод. реком. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 56 с.
3. Лепетило, Н. Н. Возделывание сахарной свеклы с использованием технологической колеи / Н. Н. Лепетило, Н. А. Лукьянюк, О. Н. Нилова // Сахарная свекла: Двухмес. производств. журнал. – 2006. – № 2. – С. 23–25.

УДК 631.31

Поступила в редакцию 04.10.2018
Received 04.10.2018

В. И. Ветохин¹, А. И. Беловод¹, Д. А. Голованов², А. Н. Алтыбаев³

*¹Полтавская государственная аграрная академия
г. Полтава, Украина*

*²ФГУП «Омский экспериментальный завод» Россельхозакадемии
г. Омск, Российская Федерация*

*³Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства
г. Алматы, Республика Казахстан
e-mail: veto.vladim@gmail.com; oleksandra.bilovod@pdaa.edu.ua; dir@oezomsk.ru; narikovich@yandex.ru*

РЕГУЛИРОВАНИЕ И САМОРЕГУЛИРОВАНИЕ ФОРМЫ РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Адаптация параметров, формы и структуры почвообрабатывающего орудия к переменным условиям работы – актуальное направление повышения эффективности процесса почвообработки.

Показано, что в системе «источник энергии – рабочий орган – почва» происходит самоадаптация посредством изменения структуры системы, когда часть обрабатываемого пласта почвы переходит в пластическое состояние, а другая часть испытывает крошение вследствие хрупкообразных деформаций и сдвигов с образованием промежуточных рабочих поверхностей. Адаптивные системы рассмотрены с привлечением элементов теории систем автоматического регулирования.

Возможно использование самоорганизующейся системы лишь в экспериментальный период. Затем она может быть заменена системой с формой рабочей поверхности, выполненной по форме уплотненного тела из почвы, либо по форме одной из поверхностей сдвигов в почве (поверхности скольжения элементов пласта), либо может повторять форму экспериментальной поверхности из гибкого материала.

Ключевые слова: система энергия – орудие – почва, форма рабочего органа, адаптация параметров, самоорганизующаяся система, свойства почвы.

V. I. Vetokhin¹, A. I. Belovod¹, D. F. Golovanov,² A. N. Altibaev³

¹*Poltava State Agrarian Academy
Poltava, Ukraine*

²*FSUE «Omsk Experimental Plant» of the Russian Academy of Agricultural Sciences
Omsk, Russian Federation*

³*Kazakh Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture
Almaty, Republic of Kazakhstan*

e-mail: veto.vladim@gmail.com; oleksandra.bilovod@pdaa.edu.ua; dir@oezomsk.ru; narikovich@yandex.ru

REGULATION AND SELF-REGULATION OF THE SHAPE OF THE WORKING TOOL FOR TILLAGE

Adaptation of the parameters, form and structure of the tillage implements to varying conditions of work is the current direction of improving the efficiency of the tillage process.

It is shown that in the system «energy source – working tool – soil» self-adaptation occurs by changing the structure of the system. A part of the treated stratum of the soil goes into a plastic state, and the other part experiences crumbling due to brittle deformations and shifts with the formation of intermediate working surfaces. Adaptive systems are considered using the elements of the theory of automatic control systems.

It is possible to use a self-organizing system only in the experimental period. Then it can be replaced by a system with the execution of the shape of the working surface in the shape of a compacted body from the soil, or in the shape of one of the surfaces of the shifts in the soil (sliding surface of the elements of the reservoir), or repeat the shape of the experimental surface of flexible material.

Keywords: energy-implement-soil system, form of the working tool, parameter adaptation, self-organizing system, soil properties.

Введение

Снижение затрат энергетических и других ресурсов – актуальная задача в аграрном производстве. Один из путей ресурсосбережения – проектирование технологического процесса, почвообрабатывающих орудий и машинно-тракторных агрегатов на основе свойств почвы с учетом общих закономерностей функционирования систем.

Современным направлением ресурсосбережения является адаптивное управление технологическими процессами и орудиями в зависимости от состояния обрабатываемой среды с целью выполнения агротехнических требований и получения урожая. Также необходим всесторонний учет реальных явлений в процессе взаимодействия пласта почвы и рабочих органов орудия.

Существенное противоречие заключено в том, что параметры и форма орудия выбираются для определенного режима работы и состояния почвы, в то время как в реальных условиях эти характеристики меняются в широких пределах. Другими словами, форма орудия остается постоянной при изменении в широких пределах характеристик обрабатываемой почвы и режимов работы.

На рисунке 1 представлен вид типичного и широко распространенного орудия класса чизельный плуг. Изображение на рисунке 1б иллюстрирует явление залипания рабочих органов почвой в результате недостаточного соответствия параметров орудия и данного состояния почвы. Залипание почвой в традиционном понимании относится к отрицательным явлениям, так как приводит к повышению тягового сопротивления вследствие повышения трения и к нарушению технологического процесса в виде сгуживания почвы перед рабочим органом. Сгуживание почвы еще больше повышает тяговое сопротивление и в некоторых случаях приводит к остановке работы, особенно агрегатов с отвальными орудиями.



а

б

а – проектный вид формы рабочих органов орудия; б – реальный вид формы рабочих органов (в результате взаимодействия с пластом почвы)

Рисунок 1. – Чизельный плуг для безотвальной обработки почвы

Однако описанное явление возможно рассматривать как корректировку формы и параметров рабочего органа, а также как самоадаптацию системы соответственно условиям функционирования. Такой подход показывает, что построение рабочих органов орудий возможно не только на физико-механических основах, а также на базе закономерностей функционирования систем и на принципах автоматического регулирования.

Основная часть

Большая советская энциклопедия определяет саморегуляцию как «свойство биологических систем автоматически устанавливать и поддерживать на определенном, относительно постоянном уровне те или иные физиологические или другие биологические показатели. При саморегуляции управляющие факторы не воздействуют на регулируемую систему извне, а возникают в ней самой. Процесс саморегуляции может носить циклический характер. Отклонение какого-либо жизненного фактора от константного уровня служит толчком к мобилизации аппаратов, восстанавливающих его» [1].

Современное понимание саморегуляции выходит за пределы биологических систем и включает техногенные адаптивные системы. Так, в теории систем автоматического регулирования рассматриваются адаптивные системы, в частности [2, с. 39–48]:

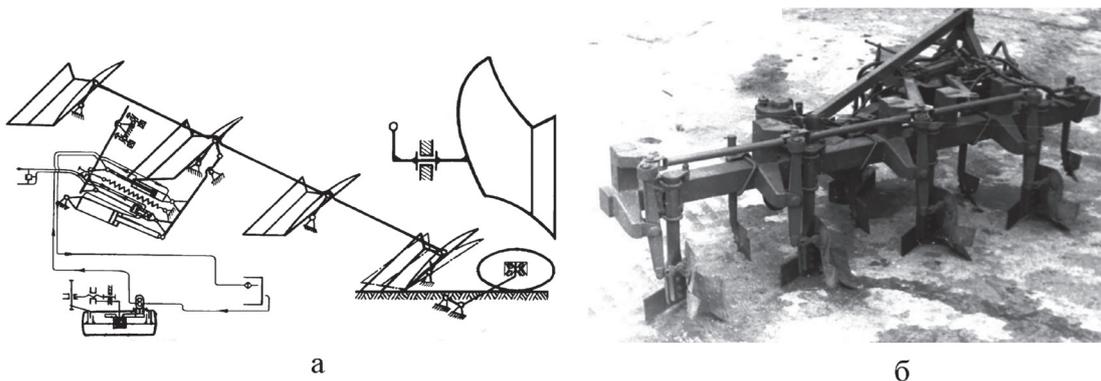
- системы с самонастройкой программы (экстремальные системы);
- системы с самонастройкой параметров (собственно самонастраивающиеся системы);
- системы с самонастройкой структуры (самоорганизующиеся системы).

В качестве примера экстремальных систем регулирования приводят автоматическое поддержание максимальной скорости проходки скважины турбобуром при меняющихся свойствах грунта. В перспективе подобный механизм может быть реализован в работе почвообрабатывающего агрегата.

Явление изменения формы рабочего органа, показанное на рисунке 1, возможно отнести к системам с самонастройкой параметров, использующим естественные свойства почвы. Физико-механические свойства почвы, которые обеспечивают этот эффект, – адгезивные свойства, способность изменять плотность и структуру в напряженно-деформированном состоянии. Имеют место явления, описываемые гидродинамическими законами, а именно возникновение пониженного давления в зонах повышенной скорости потока, что приводит к залипанию также тыльных поверхностей.

К системе с самонастройкой параметров возможно отнести отвальный плуг конструкции БИМСХ и ГСКБ «Одессапочвомаш» с возможностью изменения формы отвалов в зависимости от скорости движения (рисунок 2).

Датчиком скорости движения служит опорное колесо плуга, связанное с гидромеханическим приводом отклонения крыльев отвалов. Энергия в систему управления поступает от гидросистемы трактора. Форма отвала изменяется в зависимости от скорости движения агрегата, что позволяет управлять степенью крошения почвы и дальностью отбрасывания обернутого пласта.



а

б

а – схема плуга; б – фото конструкции

Рисунок 2. – Отвалный плуг конструкции БИМСХ и ГСКБ «Одессапочвомаш» с возможностью изменения формы отвалов в зависимости от скорости движения [3]

Система с самонастройкой параметров предполагает наличие блока для измерения параметров процесса, исполнительного устройства и переменной части рабочего органа, что в общем виде представлено на рисунке 3.

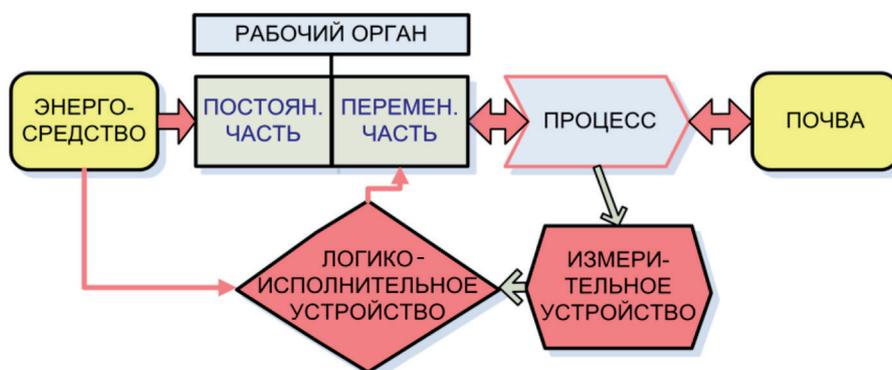


Рисунок 3. – Блок-схема системы регулирования формы поверхности рабочих органов почвообрабатывающих орудий [4]

Одно из базовых свойств почвы – способность деформироваться и разрушаться хрупкообразно или пластично при различных типах нагруженного состояния [5]. Энергоемкость процесса при этом существенно различается. Как известно, энергоемкость деформации почвы сдвигом с растяжением на порядок меньше, чем сдвигом со сжатием. Проявление таких свойств почвы приводит к явлению образования перед деформатором зон почвы в различном напряженно-деформированном состоянии и к образованию тела (ядра) из переуплотненной почвы (рисунки 4, 5).

В теории автоматического управления рассматриваются также системы с самонастройкой структуры (самоорганизующиеся системы), в которых новые задачи решаются не путем изменения параметров регулятора, имеющего определенную структуру, а путем изменения самой структуры регулятора не заданным заранее образом (рисунок 6).

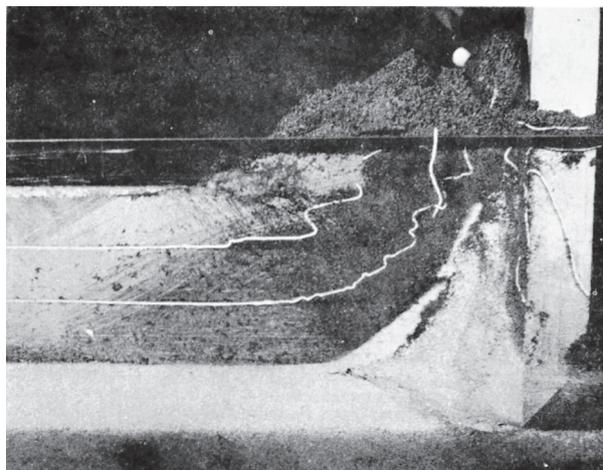
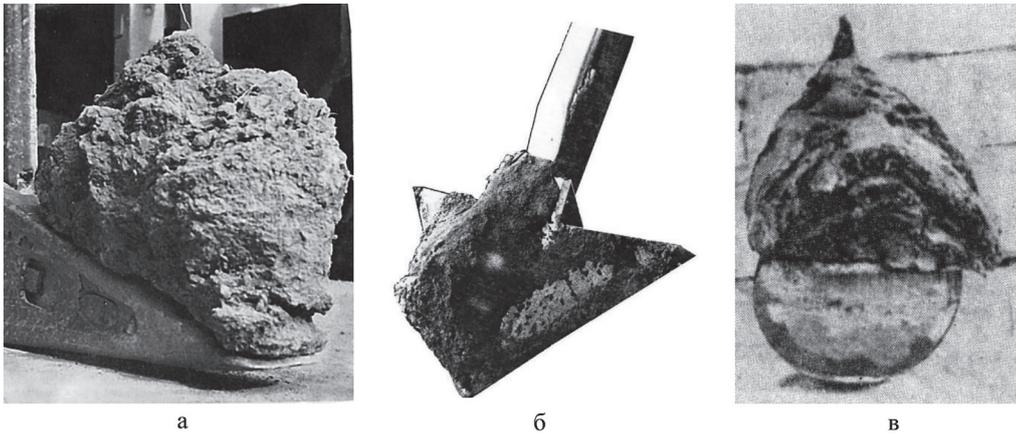


Рисунок 4. – Образование различных зон в пласте почвы перед деформатором [6, с. 29]



а – на поверхности долота глубокорыхлителя, по данным М. L. Nichols, С. А. Reaves [7];
 б – на поверхности лапы чизельного плуга, по данным автора [8]; в – на поверхности дренажа,
 по данным М. Е. Мацепуро и К. А. Пилкаускаса [9]

Рисунок 5. – Вид тел из переуплотненной почвы

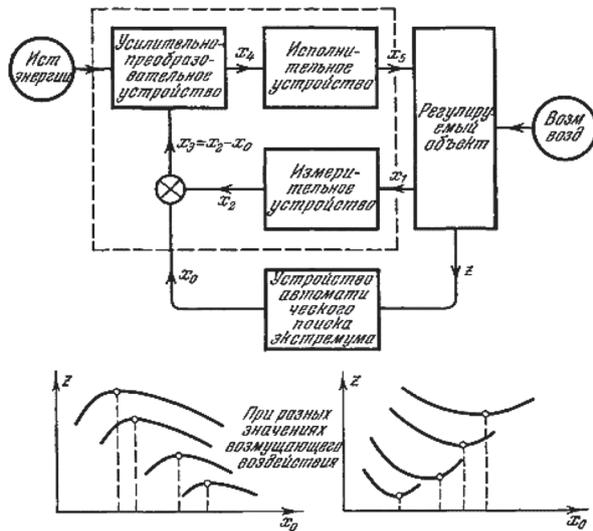


Рисунок 6. – Блок-схема самонастраивающейся системы регулирования с устройством автоматического поиска экстремума [2]

Как известно, к адаптивным относятся системы, у которых есть возможность изменять алгоритм своего функционирования и/или свою структуру для достижения оптимального состояния при изменении внешних условий. «В общем случае может меняться структура не только усилительно-преобразовательного, но и измерительного устройства системы управления» [2, с. 46]. «В частных случаях возможны более простые самоорганизующиеся системы, в которых заранее не задана структура лишь одной части системы, а структура остальной части задана неизменной» [2].

В нашем случае происходит самоадаптация системы посредством изменения ее структуры (рисунок 7), когда часть обрабатываемого пласта почвы переходит в пластическое состояние (тело из уплотненной почвы), а другая часть испытывает крошение вследствие хрупкообразных деформаций.

Внешняя граница Φ_2 тела из уплотненной почвы, как посредник, передает нагрузку от клина формы Φ_1 к другой части слоя почвы и таким образом становится реальной рабочей поверхностью для остального объема пласта почвы (рисунок 8а).

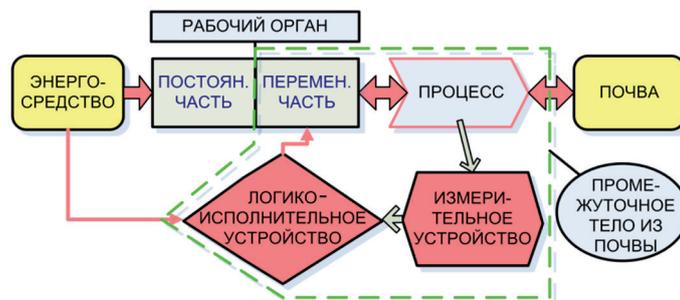
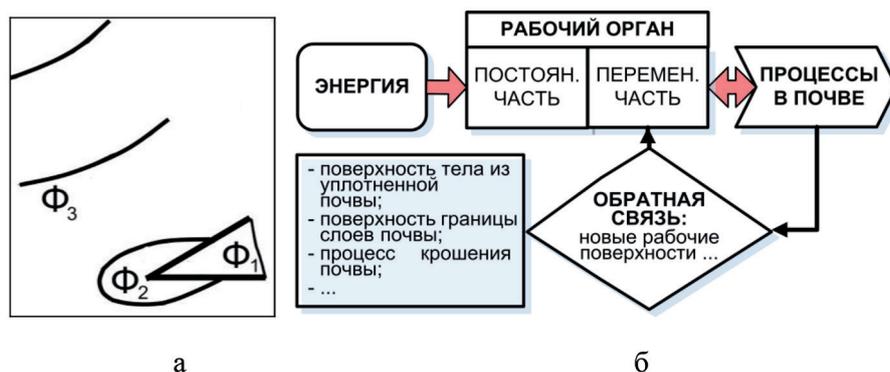


Рисунок 7. – Блок-схема саморегулирования формы поверхности рабочих органов почвообрабатывающих орудий с учетом образования промежуточного тела из почвы [10]



а – схема образования новых рабочих поверхностей Φ_2 и Φ_3 в пласте почвы; б – блок-схема самоадаптации системы «источник энергии – рабочий орган – почва»
 Рисунок 8. – Модели самоадаптации системы «источник энергии – рабочий орган – почва»
 в процессе крошения почвы

Таким образом, телопосредник существенно корректирует исходную форму Φ_1 рабочего органа. При разделении пласта почвы на слои в процессе его крошения поверхности раздела слоев Φ_3 также выполняют функцию рабочей поверхности для вышележащих объемов почвы.

Итак, источник энергии, клинообразный рабочий орган и пласт (слой) почвы образуют адаптивную систему, причем часть объема обрабатываемой почвы становится динамически изменяющейся частью рабочего органа и выполняет измерительную и логико-исполнительную функции (рисунки 7, 8). КПД системы при этом повышается [11].

Возможно использование самоорганизующейся системы регулирования лишь в экспериментальный период эксплуатации системы. Затем самоорганизующаяся система может быть заменена более простой системой со структурой, которая была сформирована в процессе работы самоорганизующейся системы. Применительно к почвообрабатывающим орудиям это предусматривает выполнение формы рабочей поверхности по форме уплотненного тела из почвы, либо по форме одной из поверхностей сдвигов в почве (поверхности скольжения элементов пласта), либо она должна повторять форму экспериментальной поверхности из гибкого материала [12].

Заключение

Проблема снижения затрат при обработке почвы может решаться путем адаптации параметров и формы орудия к изменяющимся почвенным условиям и режимам работы. Кроме известного в технике искусственного управления формой и параметрами почвообрабатывающего орудия, существуют естественные процессы адаптации и саморегулирования в системе «источник энергии – рабочий орган – почва», которые происходят, благодаря свойствам почвы и физическим явлениям в пласте, а именно: крошению почвы, послойным сдвигам, образованию зон с разным характером деформаций.

Эти явления корректируют форму рабочего органа и выполняют функцию обратной связи, носят динамический, циклический характер, реализуя при этом закон минимума энергии в системе. При проектировании и совершенствовании орудий необходимо учитывать, что энергоемкость реального процесса деформации почвы определяется наличием и формой промежуточных тел из почвы.

Литература

1. Большая советская энциклопедия. В 30 т. / гл. ред. А. М. Прохоров. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1969–1978. – Т. 22: Ремень – Сафи. – 628 стр.
2. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического регулирования / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. – М.: Наука, 1972. – 768 с.
3. Изыскание и исследование схем и конструкций плугов с регулируемой шириной захвата: отчет о НИР / А. А. Лептеев, А. Н. Мигаль, Ю. В. Радоман, Л. Е. Топленкин, А. И. Хомяков // Белорус. ин-т мех. с.-х., ГСКБ «Одессапочвомаш». – Минск – Одесса: 1980. – 117 с.

4. Ветохин, В. И. О динамике формы поверхности рабочих органов почврыхлителей / В. И. Ветохин // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 6. – С. 30–35.
5. Горячкин, В. П. Теория разрушения материалов / В. П. Горячкин // Собр. соч.: в 3 т. – М.: Колос, 1965. – Т. 1. – С. 525–546.
6. Gill, W. R. Soil dynamics in tillage and traction / W. R. Gill, Glen E. Van den Berg. – Washington: Agricultural Research Service US department of Agriculture. Agricultural handbook 316. – 1967. – 511 p.
7. Nichols, M. L. Soil reaction to subsoiling equipment / M. L. Nichols, C. A. Reaves. // Agr. Engin. – 1958. – № 39. – P. 340–343.
8. Ветохин, В. И. Обоснование формы и параметров рыхлительных рабочих органов с целью снижения энергозатрат на обработку почвы: дис. ... канд. техн. наук / В. И. Ветохин. – М.: ВИСХОМ, 1991. – 309 с.
9. Мацепуро, М. Е. Изменение сил, действующих на дрены, в зависимости от его параметров / М. Е. Мацепуро, К. А. Пилкаускас // Вопросы земледельческой механики. – Минск: Госиздат БССР, 1960. – Т. 3, разд. 2, гл. 3. – С. 211–274.
10. Ветохин, В. И. К вопросу разработки системной модели крошения пласта почвы / В. И. Ветохин // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – Вип. 10, т. 7. – С. 245–252.
11. Ветохин, В. И. Системные и физико-механические аспекты проектирования рыхлителей почвы / В. И. Ветохин // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-техн. конф.: в 3 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2012. – Т. 1. – С. 65–75.
12. Способ определения формы профиля рабочей поверхности рыхлителей почвы: пат. 2013900 РФ, МКИ А 01 В 13/00, 15/00 / В. И. Ветохин. – № 93001983/15; заявл. 12.01.93; опубл. 15.06.94 // Открытия. Изобрет. – 1994. – № 11.

УДК 631.331.85

Поступила в редакцию 01.10.2018
Received 01.10.2018

В. В. Голдыбан¹, В. П. Чеботарев², М. И. Курилович¹, К. Н. Мисников¹, Т. В. Бойко²

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

e-mail: labpotato@mail.ru

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

e-mail: v.p.chebotarev@tut.by

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

В статье освещены методы и результаты определения физико-механических свойств дражированных семян сахарной свеклы, которые необходимы при проектировании высевальных систем: размерно-весовые характеристики, объемная масса семян, коэффициент внутреннего трения, коэффициент парусности и скорость витания.

Ключевые слова: семена, свойства, свекла, методика, трение, парусность.

V. V. Goldyban¹, V. P. Chebotarev², M. I. Kurylovich¹, K. N. Misnikov¹, T. V. Boiko²

¹RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»

Minsk, Republic of Belarus

e-mail: labpotato@mail.ru

²Educational Establishment «Belarusian State Agrarian Technical University»

Minsk, Republic of Belarus

e-mail: v.p.chebotarev@tut.by

THE RESULTS OF RESEARCH OF PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF SUGAR BEET SEEDS

The article describes the methods and results of determination of physico-mechanical properties of pelleted sugar beet seeds, which are necessary for the design of seeding systems: the size-weight characteristics, body weight of seeds, the coefficient of internal friction, coefficient of sail and soaring speed.

Keywords: seeds, properties, beet, technique, friction, windage.