

Колесник И.В., научный сотрудник
ННЦ «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»
НААН Украины, пгт Глеваха, Украина

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПРОТРАВЛИВА- ТЕЛЯ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. Обоснованы методические основы построения модели адаптивной системы управления процессом согласованного дозирования рабочей жидкости и семян при подаче их в камеру протравливателя.

Проблема. Предпосевное протравливание семян – один из важнейших этапов в технологии производства сельскохозяйственной продукции. Качество обработки семян в непрерывном режиме работы протравливателя в значительной мере зависит от соблюдения основных нормативных параметров процесса (таблица 1) [1, 3, 7].

На современном рынке сельскохозяйственной техники применяются протравливатели периодического (порционного) и непрерывного действия зарубежного и отечественного производства [2]. Протравливатели периодического действия, производства таких фирм как: Petkus; Cimbria Heid и других – имеют значительные массу (500 – 950 кг), удельную металлоемкость (0,5 – 0,11 т/т) и удельную потребляемую мощность (0,9 – 1,37 кВт.час/т), что обуславливает повышение себестоимости обработки семян [2, 4].

Таблица 1 – Основные нормативные показатели технологического процесса протравливания семян сельскохозяйственных культур

Полнота протравливания, %	100 ± 10
Неравномерность подачи семян и рабочей жидкости в камеру протравливателя (коэффициент вариации протравливания), %	5,0

Протравливатели непрерывного действия производства СССР, Венгрии, Украины и др. стран, такие как Mobitox Super, ПСШ-5, ПС-10АМ, ПК-20, отличаются меньшей металлоемкостью и потреб-

бляемой мощностью по сравнению с протравливателями периодического действия [2, 8, 9], но им присущ весомый недостаток, а именно несовершенство системы управления технологическим процессом.

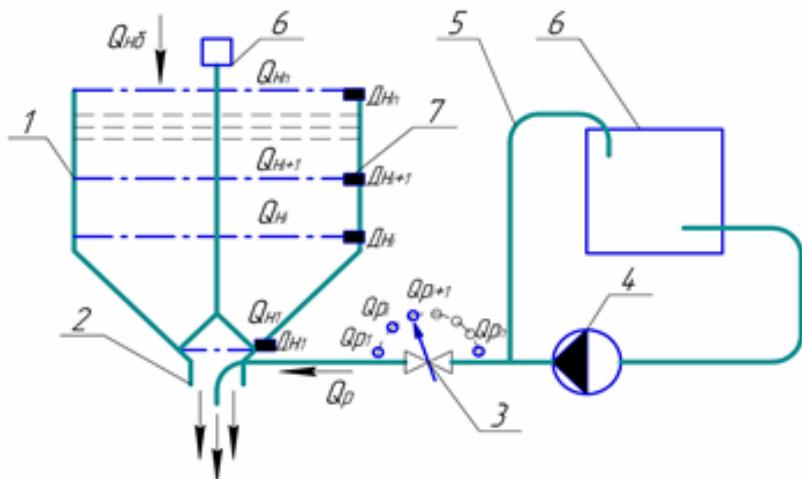
Работа системы управления таких протравливателей стабильна, как правило, в режиме неизменяющейся во времени подачи семян в приемный бункер. В противоположной ситуации, когда подача семян в приемный бункер протравливателя в силу ряда причин (режим работы загрузчика и потоковой линии, форма бурта семян и т. д.) имеет колебательный характер, происходит рассогласование подачи семян и рабочей жидкости в камеру протравливания. Это приводит к значительному ухудшению показателей качества обработки. Так, при поступлении на вход сепаратора значительного количества засоренных семян уменьшается масса основной фракции на его выходе. В протравливателе, установленном в линии сразу после сепаратора, возникнет снижение подачи семян в камеру обработки при постоянной подаче рабочей жидкости. Это, в частности, приводит к переувлажнению, увеличению неравномерности обработки, снижению энергии прорастания семян и потери урожая [10]. В противном случае, когда на вход сепаратора поступает значительное количество семян с уменьшенной сорностью, возникает ситуация увеличения его подачи в камеру протравливателя, которая, напротив, приводит к недостаточной обработке и бесполезной потерей препарата. Явление периодического изменения подачи семян потоковой линии носит колебательный характер и является случайным. Подобная ситуация возникает при работе протравливателя в режиме подбора семян с бурта. Исходя из возникшей проблемы делаем выводы о невозможности использования протравливателя в потоковой линии, а также в режиме с подбором посевного материала с бурта.

Приобретает актуальность вопрос разработки адаптивной системы управления протравливателем семян с соблюдением основных качественных параметров процесса в непрерывном режиме его работы как при подборе семян из бурта, так и при работе в линии.

Цель работы. Разработать методические основы для создания алгоритма функционирования системы управления согласованной

подачей семян и рабочей жидкости в камеру обработки в непрерывном режиме работы протравливателя.

Результаты исследований. Для решения поставленной задачи предложена функциональная схема (рисунок 1) системы согласованного дозирования семян и рабочей жидкости при подаче их в камеру протравливания [5, 6].



1, 2 – приемный бункер протравителя и входная его горловина, соответственно; 3, 4, 6 – шаровой клапан, насос и трубопровод подачи рабочей жидкости в камеру обработки, соответственно; 5 – емкость для приготовления рабочей жидкости; 7 – датчики подачи семян в приемный бункер протравителя

Рисунок 1 – Функциональная схема построения системы согласованной подачи семян и рабочей жидкости в камеру протравливателя:

Основным условием выполнения технологического процесса протравливателя семян является наименьшая разница между заданными и фактическими его показателями:

$$A \rightarrow 0, \quad (1)$$

при

$$A = D_3 - D_\phi \quad (2)$$

где D_3 , D_ϕ – заданные и фактические показатели выполнения технологического процесса, соответственно.

Заданный (нормативный) показатель выполнения технологического процесса определяется как отношение заданной подачи рабочей жидкости в камеру протравливателя к заданной подаче семян. Соответственно фактическим показателем является отношение измеренных подачи рабочей жидкости и семян в камеру обработки во время работы протравливателя в непрерывном режиме.

Перепишем уравнение (2) с подстановкой всех коэффициентов, л/т:

$$A = \left(\frac{Q_p}{Q_h} \right) - \left(\frac{M_p}{M_h} \right) \quad (3)$$

где Q_p , Q_h – заданная подача рабочей жидкости (л/ч) и заданная подача семян (т/ч) в камеру протравливателя, соответственно; M_p , M_h – фактическая подача рабочей жидкости (л/ч) и семян (т/ч) в камеру протравливателя, соответственно.

Разработан способ определения величины $Q_{h\delta}$, (т) подачи семян на вход приемного бункера с помощью датчиков установленных вдоль вертикальной его оси. С целью создания возможности дозированной подачи Q_h , (т) семян и рабочей жидкости Q_p , (л) в камеру протравливателя применены активные дозаторы.

Согласно разработанному способу, функцию описывающую входную подачу семян в приёмный бункер протравливателя дискретизируют по уровню квантования, равному Q_{hi} , (т) и путем ступенчатого изменения положения дозатора с адаптацией к входной подаче (в приемный бункер) таким образом, чтобы исходная (в камеру протравителя) описывала вид входной, но с введением дополнительного временного интервала T_d , (с), обозначающем опоздание изменения геометрического положения дозатора семян относительно тождественной изменения положения дозатора рабочей жидкости при их переходе от предыдущего уровня квантования на следующий. Таким образом, происходит согласование подачи семян и рабочей жидкости в камеру протравителя путем согласования работы их дозаторов с адаптацией к входной подачи семян в приемный бункер протравливателя.

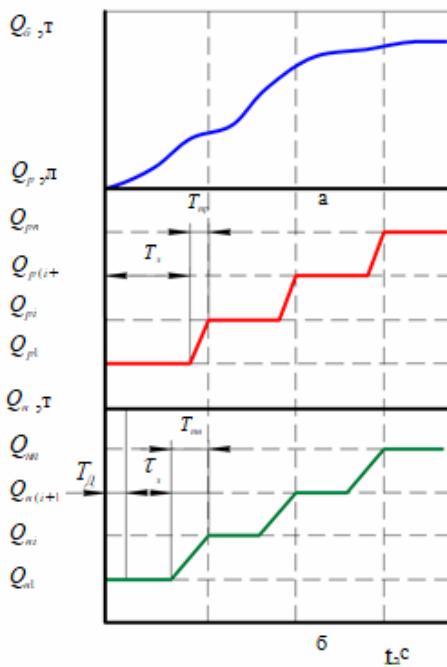


Рисунок 2 – а) кинетика подачи семян в приемный бункер протравливателя;
б) кинетика подачи семян и рабочей жидкости в камеру протравителя

$$A' = \left[\left(Q_{p1} + \frac{(Q_{pn} - Q_{p1}) \cdot i}{n-1} \right) \cdot (T_3 + T_{np}) - \left(Q_{n1} + \frac{(Q_{nn} - Q_{n1}) \cdot i}{n-1} \right) \cdot (\tau_3 + T_{nn}) \right] - \quad (4)$$

$$- \left[\frac{\left(Q_{p1} + \frac{(Q_{pn} - Q_{p1}) \cdot i}{n-1} \right) \cdot (T_3 + T_{np}) - \frac{\left(Q_{p1} + \frac{(Q_{pn} - Q_{p1}) \cdot (i-1)}{n-1} \right) \cdot T_{np}}{2}}{\left(Q_{n1} + \frac{(Q_{nn} - Q_{n1}) \cdot i}{n-1} \right) \cdot (\tau_3 + T_{nn} + T_{\Delta}) - \frac{\left(Q_{n1} + \frac{(Q_{nn} - Q_{n1}) \cdot (i-1)}{n-1} \right) \cdot T_{nn}}{2}} \right]^2 \cdot dT_{\Delta}$$

где $Q_{n1}, Q_{ni}, Q_{n(i+1)}, Q_{nn}$ – соответственно 1-й, i -й, $i+1$ -й, а также n -ый уровень квантования функции подачи семян в камеру проправливателя, т/ч; $Q_{p1}, Q_{pi}, Q_{p(i+1)}, Q_{pn}$ – соответственно 1-й, i -й, $i+1$ -й, а также n -ый уровень квантования подачи рабочей жидкости в камеру проправливателя л/ч; T_3, τ_3 – собственное время запаздывания рабочей жидкости и семян при их движении, соответственно, с; T_{np}, T_{nn} – собственное время запаздывания дозаторов рабочей жидкости и семян в процессе изменения их положения, соответственно, с.

Анализ уравнения (4) указывает на взаимосвязь показателей исполнения и конструктивных параметров элементов системы управления технологическим процессом проправливания семян.

Обработав уравнение (4) получим формулу определения величины коэффициента T_D , с:

$$T_D = \left[T_{nn} \cdot \left[(Q_{p1} \cdot Q_{nn} - Q_{n1} \cdot Q_{pn}) \cdot (n-1) \right] + T_3 \cdot \left[Q_{pn} \cdot Q_{n1} \cdot \left[n \cdot (i-1) - i^2 + 1 \right] - Q_{nn} \cdot \left[Q_{pn} \cdot (i - i^2) + Q_{p1} \cdot (i^2 - i \cdot n) \right] + Q_{p1} \cdot Q_{n1} \cdot (i^2 - 2in + i + n^2 - n) \right] \right] \cdot T_{np} \quad (5)$$

Выводы. Сформулированы задачи и принципы функционирования системы управления проправливателями семян. Сформулированы основные технические требования к выполнению технологического процесса проправливателя семян.

По результатам моделирования системы управления технологическим процессом проправливателя получены аналитические зависимости определения величины коэффициента упреждения изменения производительности дозатора семян.

Благодаря применению разработанной модели системы согласованной подачи семян и рабочей жидкости в камеру проправливателя повышается эффективность выполнения технологического процесса, снижаются трудо- и энергозатраты, снижается себестоимость продукции.

Список использованной литературы

1. Бабаянц О. В., Захист насіння: перший крок до високого вро-
жаю (прогноз фітосанітарного стану насіння та заходи захисту) /
О. В. Бабаянц // Журнал «Агроном». – 2010. №3. С. 38 – 40.
2. Колесник І. В., Обґрунтування системи керування узгоджен-
ним дозуванням насіння та розчину отрутохімікату в протруюва-
чах. Науковий журнал «Механізація та електрифікація сільського
господарства». – Глеваха, 2012 №96, С. 220-226.
3. Лепехин Н. С., Лысов А. К., Велицкий. и др. Механизация за-
щиты растений. – М.: Агропромиздат, 1992. – С. 118-146.
4. Протравливатели СТ: Руководство по эксплуатации / PETKUS
Technologie GmbH [рукопись]. – 2008. – 73 с.
5. Пат. 96691 Україна, МПК A01 С 1/00, Спосіб регулювання
подачі насіння сільськогосподарських культур і сусpenзії отрутохі-
мікату в камеру протруювання протруювача насіння / Герасимчук
Ю. В., Колесник І. В., ННЦ «ІМЕСГ» - №а201010028, заявл.
13.08.2010; опубл. 25.11.2011, Бюл. №22.
6. Пат. 111487 України, МПК A01C 1/06, A01C 1/08. Дозатор
протруювача насіння / Герасимчук Ю. В., Ратушний В. В., Колес-
ник І. В.; опубл. 10.05.2016, Бюл. №9.
7. Протруювач шнековий ПНШ-5 «Господар»: Керівництво з
експлуатації ПНШ-5КЕ / ВАТ «Львівагромашпроект» [рукопис]. –
2006 (15.12). – 31 с.
8. Протруювання насіння. Загальні технічні вимоги: СОУ 01.1-
37-429: 2006. – [Чинний від 2007-26-04]. – К.: Мінагрополітики
України, 2006. – 12 с. – (Стандарт організацій України).
9. Ратушний В., Тимошенко С., Вечера О. Протруювання насін-
ня: технології та машини. Журнал «FARMER». – К.: 2008.
10. Рекомендації з проведення посіву озимих культур в Лісосте-
пу і Поліссі у 2007 році / [Ситник В. П., Гаврилюк М. М., Сніговий
В. С., Кононюк В. А., та ін.] К.: Екмо, 2007. – 32 с.

Abstract. In the scientific article the modern market of equipment for prenatal cultivation of seeds of agricultural cultures was analyzed, the goals and tasks related to the technological process are formulated. According to the results of the analysis of recent studies, the requirements for the construction of a functional scheme of the system of coordinated supply of seeds and working fluid to the chamber of the

purifier were formulated. An analytical dependence has been developed to determine the latency coefficient of the change in the geometric position of the seed dosing unit relative to the geometric position of the working fluid dispenser, which ensures that they are reconciled with each other and depending on the input of the seed to the receiving hopper of the purifier. The importance of creating a system of coordinated supply of seeds and working fluid to the chamber of a trench for the further development of the park of agricultural machines is substantiated.

УДК 631.362.36:533.9

Городецкая Е.А., кандидат технических наук, доцент;

Корко В.С., кандидат технических наук, доцент;

Дубодел И.Б., кандидат технических наук, доцент;

Непарко Т.А., кандидат технических наук, доцент;

Городецкий Ю. К., магистрант; **Сыч А.Д.**, ассистент;

Качалко А.С., ассистент; **Савина И.В.**, специалист

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

ВНЕДРЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕПАРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ПРЕДПРИЯТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННО- ГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Аннотация. Приведена информация о диэлектрических электросепараторах на стадии выделения семян категории «экстра» и других гомогенных продуктов, очистки пищевых круп, проблемы внедрения этих устройств в АПК РБ.

Введение. На качество сельскохозяйственной продукции оказывают влияние многие факторы: качество семян, сроки посадки, уход за посевами, сбор урожая, его сохранение и доставка потребителю. Важны все эти стадии и многие другие, но качество семян определяет не только нагрузку на высевающие аппараты, но и насколько расстяжение будет сильным, а его плод – здоровым и лежким. Современные технологии промышленного возделывания предполагают выра-