

l_k – общая рабочая длина катушки высевающего аппарата, м.

Учитывая, что катушка состоит из трех дисков, принимаем

$$P_{a.c.} = 4 \cdot \gamma \cdot \pi \cdot \omega_1 \cdot \left(i_p + \frac{1}{2}\right) \cdot (r_d + h) \cdot l \cdot C, \quad (14)$$

Подставим формулы (12) и (14) в формулу (2):

$$P_{в.а.} = 2 \cdot \pi \cdot \gamma \cdot l \cdot h \cdot \omega_1 \cdot \left(i_p + \frac{1}{2}\right) \cdot \left(2 \cdot r_d + h - \frac{N_{ш} \cdot r_{ш}^2}{l}\right) + 4 \cdot \pi \cdot \gamma \cdot \omega_1 \cdot \left(i_p + \frac{1}{2}\right) \cdot (r_d + h) \cdot l \cdot C. \quad (15)$$

Сделав ряд преобразований, получаем

$$P_{в.а.} = 4 \cdot \pi \cdot \gamma \cdot l \cdot h \cdot \omega_1 \cdot \left(i_p + \frac{1}{2}\right) \cdot \left(r_d + \frac{h}{2} - \frac{N_{ш} \cdot r_{ш}^2}{2 \cdot l} + \frac{r_d \cdot C}{h} + C\right). \quad (16)$$

Заключение. Таким образом, было определено, что основными конструктивными параметрами высевающего аппарата, влияющими на его теоретическую подачу, являются диаметр и ширина штифтовых дисков без штифтов, высота и диаметр штифтов, а также расстояние от клапана до края штифтов. Технологическими параметрами являются частоты вращения штифтовых дисков.

Библиографический список

1. Крючин, Н. П. Оптимизация конструктивно-технологических параметров высевающего аппарата дисково-щеточного типа, влияющих на равномерность высева / Н. П. Крючин, С. В. Вдовкин, П. В. Крючин // Достижение науки агропромышленному комплексу : сб. науч. тр. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2014. – С. 287-291.
2. Пат. №2412578 Российская Федерация. Выссевающий аппарат / Петров А. М., Васильев С. А., Петров М. А., Зелева Н. В. – № 2009140536/21 ; заявл. 02.11.09 ; опубл. 27.02.11, Бюл. №6. – 3 с.
3. Пат. №2473200 Российская Федерация. Выссевающий аппарат / Петров А. М., Сыркин В. А., Васильев С. А. [и др.]. – № 2011122286/13; заявл. 01.06.11 ; опубл. 27.01.13, Бюл. №3. – 7 с. : ил.
4. Петров, А. М. Разработка дисково-ленточного выссевающего аппарата селекционной сеялки / А. М. Петров, Н. В. Зелева // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. – №3. – С. 29-32.
5. Петров, А. М. Теоретическое обоснование конструктивных и теоретических параметров дисково-ленточного выссевающего аппарата / А. М. Петров, Н. В. Зелева // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – №3 – С. 3-9.
6. Сыркин, В. А. Обоснование конструктивно-технологической схемы катушечно-штифтового выссевающего аппарата / В. А. Сыркин, А. М. Петров, С. А. Васильев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – №3. – С. 44-46.
7. Сыркин, В. А. Разработка катушечно-штифтового выссевающего аппарата для селекционной сеялки ССНП-16 / А. М. Петров, В. А. Сыркин // Вклад молодых ученых в аграрную науку Самарской области : сб. науч. тр. – Самара, 2011. – С. 105-107.

УДК 631.371

ОЦЕНКА ТОЧНОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ПЛАТФОРМЕ ИНС

Кузнецов Михаил Александрович, ст. преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА.
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.
E-mail: alexsys-7@mail.ru

Ключевые слова: теоретический, анализ, автоматическое, регулирование, точное, земледелие.

Цель исследования – улучшить качественные показатели сельскохозяйственных машин при их дальнейшем совершенствовании и проектировании. Неравномерность распределения различных доз минеральных удобрений по-разному влияет на потери урожая. При внесении оптимальных доз потери урожая от неравномерности рассева удобрений увеличиваются в результате недобора на недостаточно удобренных участках, а также из-за полегания растений на участках, получивших избыточную дозу питательных веществ. При этом проблема обеспечения точного вождения агрегатов для внесения удобрений еще более обостряется с увеличением ширины захвата современной высокопроизводительной высокотехнологичной техники. Система дифференцированного внесения удобрений, созданная на платформе инерционной навигационной системы (ИНС), как альтернатива GPS-навигации в системе точного земледелия, позволит с меньшими затратами и большей точностью выполнять сельскохозяйственные операции по внесению удобрений. При предъявлении требований к точности регулирования обоснована длительность интервала,

по отношению к которому должна обеспечиваться заданная точность. Как теоретические предпосылки анализа качества регулирования при воздействии стохастического возмущения $Q(t)$ рассмотрены тенденции изменения значения среднеквадратического отклонения объема материала в последовательных участках потока за интервалы времени Δt . Оптимальный выбор, с точки зрения качества регулирования рабочего сечения, рассматривается при условии подачи на входы системы заданной функции $Q_{зад}(t)$ и случайного сигнала $Q(t)$. Выработаны рекомендации по применению преобразователей с малыми значениями времени дифференцирования T_d , что позволит расширить полосу пропускания ω_n . Эффективная полоса пропускания, гарантирующая устойчивость системы, составит $\omega_n = \frac{4\pi}{3\tau}$.

Неравномерность распределения различных доз минеральных удобрений по-разному влияет на потери урожая. При внесении оптимальных доз потери урожая увеличиваются от неравномерности рассева удобрений, в результате недобора на недостаточно удобренных участках, а также из-за полегания растений на участках, получивших избыточную дозу питательных веществ [1]. При этом проблема обеспечения точного вождения агрегатов для внесения удобрений еще более обостряется с увеличением ширины захвата современной высокопроизводительной техники [5]. Таким образом, при работе без технологической колеи отсутствие устройств точного вождения ведет к нарушению оптимального перекрытия смежных проходов и огрехам, что существенно повышает неравномерность распределения удобрений по полю [3]. Это приводит к отклонению фактически вносимых доз от заданных на участках с двойной обработкой и огрехам, потерям удобрений, снижает эффективность их применения, урожайность и качество сельскохозяйственной продукции.

Цель исследования – улучшить качественные показатели сельскохозяйственных машин при их дальнейшем совершенствовании и проектировании.

Задача исследования – определение теоретических предпосылок качества регулирования потока с целью поддержания подачи заданного количества материала $G(t)$, выдаваемого за промежутки времени Δt , с отклонениями не более $\pm\Delta$, гарантирующими устойчивость автоматической системы дифференцированного внесения удобрений.

Материалы и методы исследований. При внедрении и популяризации в мировом аграрном земледелии точного земледелия с дифференцированным внесением удобрений на участки поля, имеющие различное плодородие [4] рассматриваются два основных способа: внесение в режиме on-line (режим реального времени) и внесение в режиме off-line (с предварительно подготовленной картой поля). В случае авторов работа по дифференцированному внесению удобрений производится способом off-line, т.е. первоначально создается электронная карта поля по обеспеченности почвы химическими элементами питания [1]. Данные электронной карты экспортируются в систему дифференцированного внесения удобрений, созданную на платформе инерционной навигационной системы (ИНС), как альтернативу GPS-навигации в системе точного земледелия, и смонтированную на с.-х. агрегате. На рисунке 1 показан электропривод экспериментального автоматического устройства для дифференцированного внесения удобрений на платформе ИНС [2]. Бортовой микропроцессор считывает данные с электронной карты и выдает команды на электропривод автоматического устройства.

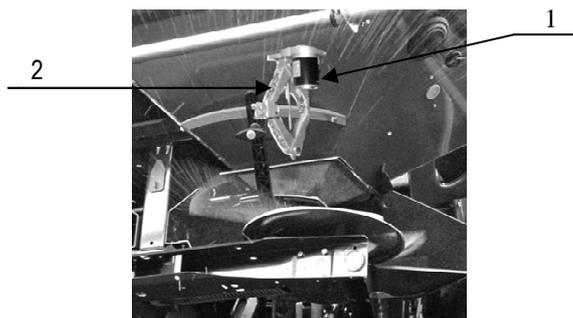


Рис. 1. Электропривод экспериментального автоматического устройства для дифференцированного внесения удобрений:

1 – реверсивный электродвигатель привода с редуктором; 2 – ромбовидный механизм перемещения заслонки

Результаты исследований. Задача автоматического устройства для дифференцированного внесения удобрений – обеспечение расхода регулируемым потоком с целью поддержания подачи заданного количества материала $G(t)$, выдаваемого за промежутки времени Δt , с отклонениями не более $\pm \Delta$ [5]:

$$G(t) = \int_t^{t+\Delta t} Q(t) dt, \quad (1)$$

$$\int_t^{t+\Delta t} Q(t) dt - \int_t^{t+\Delta t} Q_{зад}(t) dt \leq \pm \Delta, \quad (2)$$

где $Q(t)$ – реализация значения расхода в интервале $t_i - (t_i + \Delta t)$; $Q_{зад}(t)$ – заданное значение расхода; Δ – допускаемое отклонение.

Для определения теоретических предпосылок анализа качества регулирования при воздействии стохастического возмущения $Q(t)$, рассматривается тенденция изменения значения среднеквадратического отклонения объема материала в последовательных участках потока за интервалы времени Δt , допуская, что спектральная плотность отклонений $S(\omega) = A^2$ (белый шум) [6]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{A^2}{\pi} \int_0^\infty \left(\frac{2\sin\frac{\omega\Delta t}{2}}{\omega}\right)^2 d\omega} = A\sqrt{\Delta t}. \quad (3)$$

Очевидно, что с увеличением Δt значение коэффициента вариации v , который используется для оценки точности, будет иметь вид [7]:

$$G_{c.p} = Q_{c.p} \Delta t, \quad (4)$$

$$v = \frac{A}{Q_{c.p} \sqrt{\Delta t}}, \quad (5)$$

где $Q_{c.p}$ – среднее значение расхода; A – случайная величина.

Подобная оценка в начале участка шкалы Δt достаточно хорошо соотносится с экспериментальными данными. При прохождении такого сигнала через инерционное звено с $K = \Delta t$ и $T=0,5 \Delta t$ получается аналогичный результат:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^\infty \left(\frac{K}{\sqrt{T^2 \omega^2 + 1}}\right)^2 S(\omega) d\omega} = A\sqrt{\Delta t}. \quad (6)$$

Идентичность результатов (3) и (6) дает возможность использования аппроксимирующих значений передаточных функций для анализа систем регулирования на случайные возмущения. Исходя из формул (3), (5), можно сделать вывод, что при предъявлении требований к точности регулирования необходимо обосновать длительность интервала, по отношению к которому должна обеспечиваться заданная точность [3]. Анализ качества регулирования на стохастическое возмущение производится при условии обеспечения устойчивости системы. Рассмотрим структурную схему системы (рис. 2). Оптимальный выбор, с точки зрения качества регулирования рабочего сечения, должен рассматриваться при условии подачи на входы системы заданной функции $Q_{зад}(t)$ и случайного сигнала $Q(t)$.

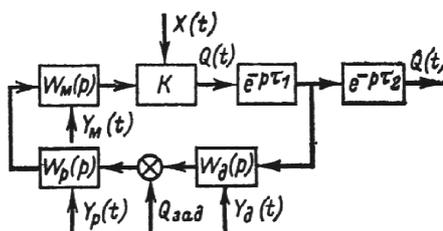


Рис. 2. Структурная схема регулирования рабочего сечения дозатора автоматического устройства для дифференцированного внесения удобрений

При прохождении случайного сигнала через систему с передаточной функцией [7]

$$W(p) = \frac{Ke^{-pt}}{T_p + 1} \quad (7)$$

происходит существенное ослабление высокочастотных составляющих. Для характеристики степени ослабления необходимо использовать величину эффективной полосы пропускания:

$$\omega_\Pi = \frac{1}{W^2(0)} \int_0^\infty |W(j\omega)|^2 d\omega = \frac{\pi}{2T_d}. \quad (8)$$

Сигналы с $\omega > \omega_\Pi$ практически не проходят через систему и не влияют на процесс. Таким образом, при поставленных условиях к σ (при заданном $\Delta t_{зад}$) необходимо, чтобы:

$$T_0 \ll \Delta t_{зад} \frac{D_{зад}}{D_\phi}, \quad (9)$$

где $\Delta t_{зад}$ – заданный интервал времени, при котором дисперсия не больше $D_{зад}$; D_ϕ – дисперсия при том же интервале без автокоррекции.

При высоких требованиях к точности дозирования, соответствующих формуле (2) и при $\Delta t_{\text{зад}} \leq 10 \frac{\pi}{\omega_{\phi}}$, необходимо применение преобразователей с малыми значениями T_D (времени дифференцирования), что позволит расширить ω_{Π} . Тогда для соблюдения условия (2) необходимо увеличивать быстродействие и других звеньев, что приведет к увеличению $K_0 K_p$ и уменьшению $\frac{T_{\Pi}}{\tau}$ и, как следствие, к снижению запаса устойчивости системы. Однако величина τ в нашей схеме есть интервал, через который регулирующее воздействие влияет на поток материала. Тогда для обеспечения условия (2) необходимо, чтобы $\tau \ll \Delta t_{\text{зад}}$. Эффективная полоса пропускания в данном случае будет равна:

$$\omega_{\Pi} = \frac{\int_0^{\infty} \left(\frac{8Sn^2 \omega \tau}{\tau \omega^2} \right)^2 d\omega}{\left(\frac{\tau}{2} \right)^2} = \frac{4\pi}{3\tau}. \quad (11)$$

Из сопоставления (8) и (11) видно, что в последнем случае эффективная полоса пропускания в 2,5 раза больше. Это обстоятельство весьма важно для решения поставленной задачи.

Заключение. В качестве гипотезы анализа качества регулирования при воздействии стохастического возмущения $Q(t)$ рассмотрена тенденция изменения значения среднеквадратического отклонения объема материала в последовательных участках потока за интервалы времени Δt . Оценку качества регулирования рабочего сечения следует определять при условии подачи на входы системы заданной функции $Q_{\text{зад}}(t)$ и случайного сигнала $Q(t)$. При предъявлении требований к точности регулирования системы была обоснована длительность интервала, через который регулирующее воздействие влияет на поток материала, по отношению к которому должна обеспечиваться заданная точность. Рекомендовано применение преобразователей с малыми значениями времени дифференцирования T_D , что позволит расширить полосу пропускания ω_{Π} . Эффективная полоса пропускания, гарантирующая устойчивость системы, составит $\omega_{\Pi} = \frac{4\pi}{3\tau}$.

Библиографический список

1. Бикбулатова, Г. Г. Технология точного земледелия // Омский научный вестник. – 2008. – №2 (71). – С. 46-49.
2. Доросинский, Л. Г. Основы и принципы построения инерциальных навигационных систем / Л. Г. Доросинский, Л. А. Богданов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №5. – С. 49-54.
3. Луханин, В. А. Методика оптимизации параметров центробежного аппарата для распределения минеральных удобрений / В. А. Луханин, В. А. Черноволов, Т. М. Ужахов // Совершенствование технологических средств в растениеводстве : межвузовский сб. науч. трудов. – Зерноград : ФГОУ ВПО АЧГАА, 2010. – С. 27-34.
4. Милюткин, В. А. Система механизации мониторинга и управления плодородием почвы в режиме ON-LINE / В. А. Милюткин, М. А. Канаев, М. А. Кузнецов // Известия Самарской сельскохозяйственной академии. – 2013. – №3. – С. 34-39.
5. Михайленко, И. М. Управление системами точного земледелия : монография / И. М. Михайленко. – СПб. : Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2005. – 231 с.
6. Нестационарные системы автоматического управления: анализ, синтез и оптимизация : монография / Под ред. К. А. Пулкова и Н. Д. Егупова. – М. : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 632 с.
7. Пешехонов, А. А. Автоматическое управление расходом сыпучих материалов : монография. – СПб. : СПбГИ(ТУ), 2006. – 110 с.

УДК 631.431

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПОЧВЕННОГО ПРОБООТБОРНИКА

Нугманов Сергей Семенович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА.

446442, Самарская обл., п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 10.

E-mail: nugmanov_ss@ssaa.ru.

Гриднева Татьяна Сергеевна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА.

446442, Самарская обл., п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 10.

E-mail: t-grid@mail.ru.

Васильев Сергей Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА.

446442, Самарская обл., п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 10.

E-mail: sj_vasilev@mail.ru.

Ключевые слова: пробы, почвы, пробоотборник, ненарушенная, структура.

Цель исследования – совершенствование технических средств для отбора образцов почвы при проведении полевых исследований. Существующие устройства для отбора проб почвы можно разделить на устройства для