

ступенчатые изменения значений входных параметров (в зависимости от комбинации их значений на 10-35% повышает точность дозирования).

Заключение. Анализ регулятора подачи реагента, построенного на основе математического аппарата нечеткой логики, с помощью математической модели в среде программирования MatLab показал его эффективность при скачкообразных изменениях входных параметров после соответствующей настройки. Повышение точности дозирования по сравнению с известными аналогами было также подтверждено экспериментально на промышленном образце устройства, созданного на основе микропроцессорного блока СОТА 818.

Таким образом, разработанные программные и аппаратные средства, использующие математический аппарат нечеткой логики (на основе алгоритма Мамдани), позволяют улучшить характеристики работы систем дозирования реагентов и, тем самым, повысить качество водочистки, в том числе в условиях нештатных ситуаций со скачкообразными изменениями значений входных параметров. Данные системы можно рекомендовать для промышленного применения.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лисенко, В.П. Передумови створення автоматичної системи керування електролізними процесами очистки стічних вод промислових птахових комплексів з використанням нейроінфор-

маційних технологій / В.П. Лисенко, В.М. Штепа // Аграрна наука і освіта. – К.: НАУ. – 2006. – Т. 7. – № 1–2. – С. 99–104.

2. Донченко, М.И. Очистка растворов от дисперсных примесей при переменных гидродинамических режимах, факторный эксперимент / М.И. Донченко, О.Г. Срибная, Ф.И. Гончаров, В.Н. Штепа // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". – Харків: НТУ "ХПІ". – 2009. – № 22. – С. 57–65.
3. Штепа, В.М. Аналітичне моделювання як об'єкта керування резервуара для змішування стічних вод птахфабрики та гіпохлоритних розчинів отриманих електролізом / В.М. Штепа // Науковий вісник Національного аграрного університету. – К.: НАУ. – 2007. – Вип. 115. – С. 109–112.
4. Штепа, В.М. Обґрунтування алгоритму експериментально-аналітичних досліджень режимів електротехнічної очистки стічних вод агропромислових об'єктів з метою побудови енергоефективних систем управління / В.М. Штепа // Енергетика і автоматика, 2012-01 (11), http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ea_2014_2_10.pdf
5. Асаи, К. Прикладные нечеткие системы / К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи; под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугено. – М.: Мир, 1993. – 368 с.

Материал поступил в редакцию 03.11.15

SHTEPA V.N. PROKOPYENYA O.N., KOT R.Y., PUKHA V.M. The microprocessor control system of the dosing reagents based on the fuzzy logic

The shortcomings of existing solutions in the field of control systems for dosing the reactants in the scheme of sewage treatment by the example of the introduction of hypochlorite in the discharges poultry farm. Substantiated architecture control system based on fuzzy logic; as input parameters for the selected flow rate, water temperature and direction of changes in water temperature, the control action – the voltage on the dosing pump. A synthesizing fuzzy system; at the initial stage the quality of the system did not meet the technological requirements, after expert training has been achieved the required quality. The hardware implementation of the system was made on the basis of SOTA microprocessor unit 818, program implementation in Assembler for the family of controllers Atmega. The control system has been tested on the industrial poultry farm.

УДК 631.527.4

Савчук С.В.

ПРОЦЕСС ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОГИДРОПРИВОДА В СОСТАВЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ГЛУБИНЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Введение. Необходимость обеспечения копирования рельефа почвы является одним из важнейших параметров, напрямую влияющих на качество технологического процесса сева.

Одним из вариантов, не предусматривающим наличие передних опорных колес (не во всех случаях), является конструирование навесной машины с короткой базой, которая нивелирует имеющиеся погрешности. Основным преимуществом навесных машин является то, что силы, действующие на навесную машину в вертикальной плоскости, передаются на трактор и увеличивают сцепной вес, улучшая его тяговые свойства [1]. На практике применение таких схемных решений ограничено из-за невозможности использования в машине нескольких функций, как правило, не более одной.

Современные мировые тенденции предусматривают реализацию в машине нескольких агротехнологических приемов, из-за чего конструкция машины усложняется и общие габариты увеличиваются. Применение в последние годы в сельском хозяйстве энергонасыщенных тракторов только развивает это направление. Проектируются и работают на полях сельскохозяйственные машины большой массой или грузоподъемностью (свыше 10 000–15 000 кг), шириной захвата от 6 до 18 метров, с габаритными размерами до 10–15 метров в длину. При использовании особенно таких машин необходимо предусматривать наличие устройства, отвечающего за сохранение оптимальной глубины посевов.

Изучение сельхозмашин различных зарубежных фирм «Kverneland Group», «Vaderstad», «Jeantil», «Kuhn», «Horsch» указывает, что данные производители пытаются решать данную проблему введением дополнительного переднего опорного колеса.

Данный способ позволяет в достаточной степени просто и эффективно производить копирование рельефа поля сельхозмашиной при неровном контуре поля. Однако данный способ снимает нагрузку с заднего навесного устройства и разгружает задний мост трактора, что отрицательно сказывается на выполняемом технологическом процессе. Кроме того, металлоемкое опорное колесо усложняет конструкцию и увеличивает стоимость агрегируемой машины, что влечет увеличение себестоимости машины, которое способствует уменьшению возможности реализации изделий на рынке из-за увеличения цены.

Способом развития данной ситуации является применение в системе трактора гидроувеличителя сцепного веса транспортного средства.

Принцип действия гидроувеличителя сцепного веса или гидравлического догрузителя состоит в том, что при работе гидравлической системы трактора в подъемной полости основного силового цилиндра создается давление подпора, которое стремится поднять навесную машину. Величина указанного давления недостаточная для подъема машины, поэтому копирование рельефа почвы опорными колесами не нарушается, однако с навесной машины как бы

Савчук Сергей Васильевич, заместитель главного инженера, главный конструктор ОАО «Брестский электромеханический завод».

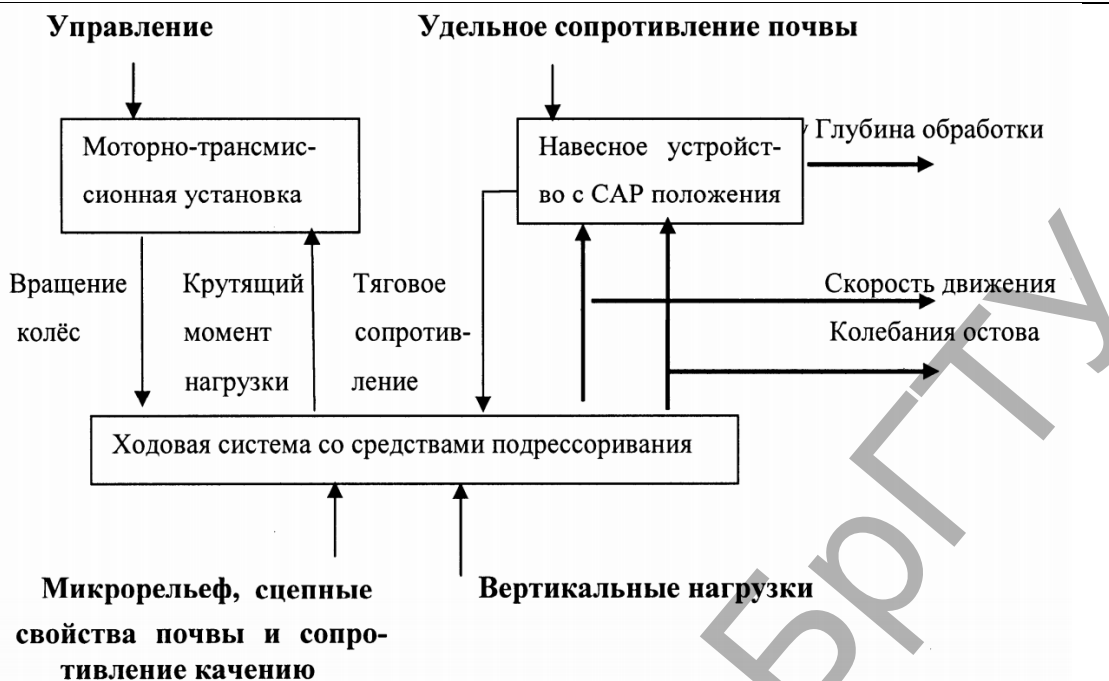


Рис. 1. Электрогидропривод в составе системы автоматического регулирования глубины обработки почвы

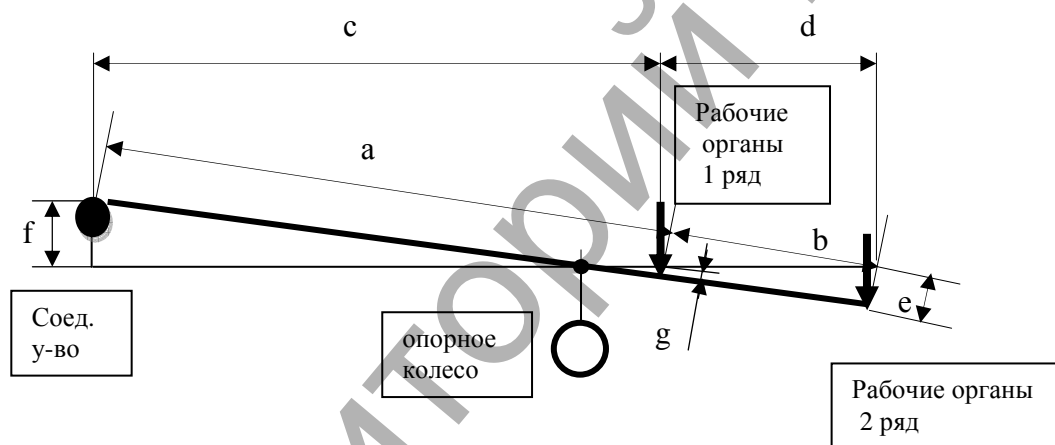


Рис. 2. Расположение рабочих органов в контуре силовой проводки электрогидравлического привода

снимается часть массы за счет давления подпора в основном гидроцилиндре. Масса, снятая с навесной машины, прикладывается на определенном плече от задних колес и вызывает перераспределение нагрузки между передними и задними колесами, дополнительно увеличивая сцепной вес трактора [2].

Бесконтактное копирование рельефа поверхности поля с использованием акустических методов обеспечивает высокие агротехнические показатели. Однако при выборе параметров ультразвукового датчика расстояния и структуры системы высотного регулирования необходимо учитывать наличие помех в виде растительности или ее остатков на почве. Данный способ может использоваться в как в сельхозмашинах, вступающих в непосредственный контакт с почвой (плуги, культиваторы, дисковые, сеялки, почвообрабатывающее посевные агрегаты и др.), так и в сельхозмашинах, не вступающих в прямой контакт с предметом агротехнической обработки (рассеиватель удобрений, разбрасыватель туков и т.д.).

Кроме вышеизложенного, использование системы бесконтактного копирования рельефа поля с ультразвуковым датчиком вместо опорного колеса передает от сельхозмашины часть веса на соединительное устройство и тем самым догружает задние колеса трактора, что повышает эффективность его работы.

При разных способах регулирования зависимости, связанных с навесным устройством и навешенным орудием (см. рис. 1),

существенно различаются.

Если принять, что в сельскохозяйственной машине конструктивно присутствует опорное колесо для регулирования глубины обработки, то её можно считать практически постоянной. В этом случае тяговое сопротивление орудия будет зависеть только от свойств почвы, выражаемых через удельное сопротивление обработке, и действительной скорости. Однако его величину даже для постоянных условий работы следует считать случайной, имеющей различные отклонения от среднего значения. При обычной пахоте эти отклонения могут составлять до 25% среднего значения, в некоторых случаях доходя до 40%, причём они могут быть как кратковременными, так и достаточно длительными (для случайных процессов мерой таких явлений служит такой показатель, как спектральная плотность). Исследования, связанные с изучением тягового сопротивления, как случайного процесса, проводились в своё время достаточно широко и имеют много опубликованных результатов. При работе с навесным орудием, не имеющим опорного колеса, должна действовать система автоматического регулирования положения навесного устройства.

Электрогидравлический привод рабочих органов сельхозмашины, установленных на несущей раме, должен обеспечивать плоскопараллельное движение относительно почвы. В реальных условиях неровности почвы преобразуются в продольные колебания тягового средства (трактора). Эти колебания в свою очередь передаются че-

рез соединительное устройство на несущую раму, которая начинает совершать колебания относительно опорного колеса. При этом рабочие органы, расположенные в несколько рядов на разном расстоянии относительно опорного колеса, начинают заглубляться или выглубляться в зависимости от текущего положения несущей рамы на различную глубину (см. рис. 2).

Соответственно между передним и задним рядами почвообрабатывающей или высевальной части возникает разноглубинность. Проведем расчет для установления параметров возникающей разбежки. Два треугольника являются подобными, если углы одного треугольника равны углам другого треугольника, а стороны подобны, т.е. $(a/b)=(c/d)=(f/e)$. Линейным размером g пренебрежем в силу его малости. Для реальных машин, исходя из существующих размеров, размер g примерно равен $0,2e$. Исходя из пропорции реально выпускаемых машин, принимаем следующее соотношение: $a=3b$. Далее имеем следующие соотношения: $3b/b=f/e$ и $e=f/3$.

При отклонении соединительного устройства трактора и сельскохозяйственной машины в вертикальной плоскости на 15 мм отклонение глубины обработки (высева) второго ряда относительно оси подвеса составит 5 мм. В реальных условиях работы при неровном рельефе почвы и погрешностях предшествующей обработки по данным, полученным экспериментально, колебания соединительного устройства могут составлять до 200 мм. Так как глубина заделки семян составляет в условиях республики Беларусь от 1,0 до 5,0 мм в зависимости от высеваемых культур, отклонение средней глубины обработки должно быть не более $\pm 1,0$ см.

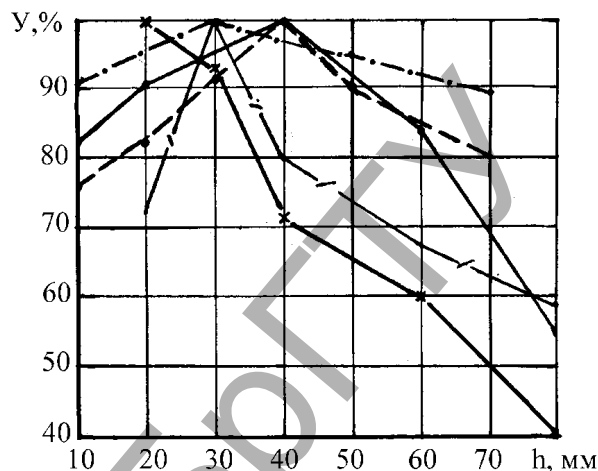
Исследования [3] свидетельствуют, что улучшение равномерности размещения растений вдоль строки на 1% увеличивает урожайность на 1,2...2,5 ц/га или 0,1...0,4%. Посев согласно источнику [4] с отклонением от заданной оптимальной глубины ведет к резкому снижению продуктивности растений (рисунок 3).

Согласно агрономическим данным исследований (БелНИИЗ) отклонение от оптимальной глубины сева на 10 мм, например, зерновых культур, ведет к снижению полевой всхожести в зависимости от высеваемой культуры на 5-10%. При этом снижение урожайности происходит более интенсивно – на 10-30%.

Реализация функционирования электрогидравлического привода в режиме высотного позиционирования при догрузке задних колес тягового средства отображена на рисунке 4.

Указанная схема на примере посевного агрегата описывает принцип высотного позиционирования рабочих органов без опорного колеса путем бесконтактного копирования рельефа поля. Привод содержит насос постоянной подачи с электроуправляемым регулятором посредством напряжений U_1 и U_2 для управления скоростью штока силового гидроцилиндра dx_A/dt . Для составления дифференциальных уравнений второго порядка указанного исполнительного механизма с рабочим объемом V расчетная схема содержит приведенные массу M и нагрузку N_A при перемещении штока в условиях вязкого трения λ_A .

ренциальных уравнений второго порядка указанного исполнительного механизма с рабочим объемом V расчетная схема содержит приведенные массу M и нагрузку N_A при перемещении штока в условиях вязкого трения λ_A .



— — — озимая рожь; — / — — пшеница; — — — ячмень; — x — — овес

Рис. 3. Зависимость урожайности Y зерновых культур от глубины заделки семян h

На схеме показана силовая проводка электрогидравлического привода от штока силового гидроцилиндра (точка А) до рабочего органа (точка К).

Соединительное устройство (точка С) при функционировании почвообрабатывающего агрегата принимает гармоническое возмущающее воздействие $y = A_e(\sin 2\pi/T) \cdot t$, а также ступенчатое воздействие в виде функции $W(t) = W$, если $t > 0$ или 0, если $t \leq 0$.

Бесконтактный датчик измерения расстояния производит выходной электрический сигнал U_a , который далее идет на контроллер системы управления для формирования управляющего воздействия $U_v(U_1, U_2)$.

Прохождение сигналов в системе управления показано на рисунке 3.

Возмущение со стороны соединительного устройства, согласно приведенному рисунку, суммируется с исполнительным движением X_c .

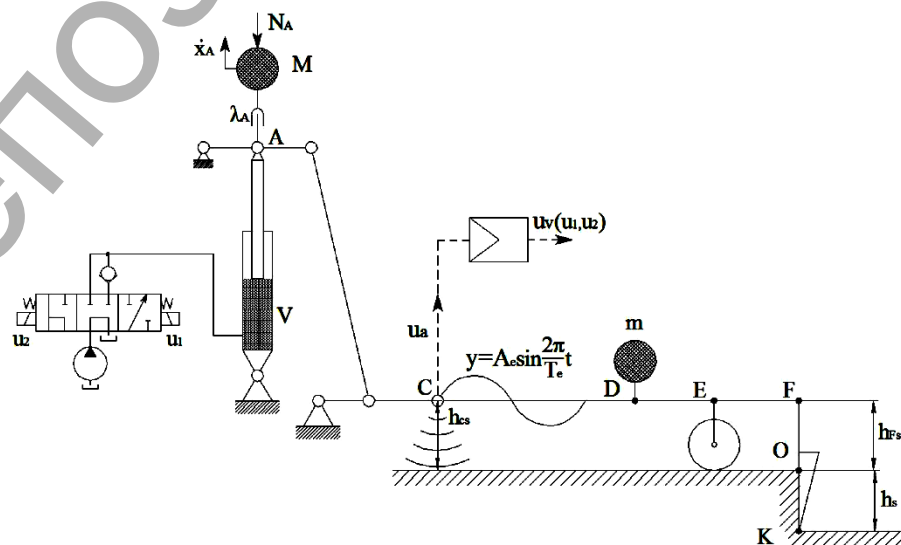


Рис. 4. Расчетная схема электрогидравлического привода

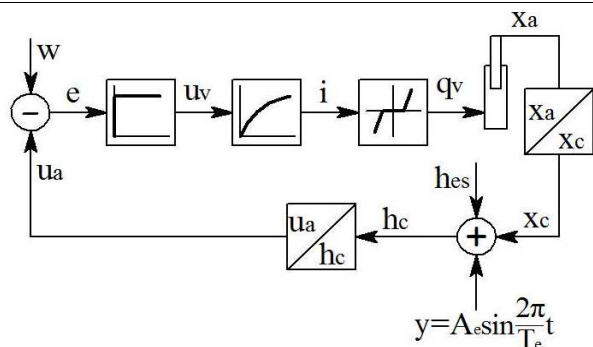


Рис. 5. Схема системы управления

определяя действительные значения высоты h_c устройства над рельефом поля. Выходной сигнал бесконтактного датчика U_a поступает в контроллер системы управления, где суммируется с задающим воздействием W . Рассогласование e определяет величину и форму управляющего сигнала U_v , который направляется на обмотки электромагнитов регулятора. Поток рабочей жидкости q_v , согласно току управления i , регулирует скорость штока силового гидроцилиндра.

Заключение. Применение для стабилизации и обеспечения копирования рельефа поля при движении машинотракторного агрегата передних опорных колес является относительно эффективным способом, но при этом значительно увеличивает себестоимость производства машины

Структурный и параметрический синтез гидропривода навесного устройства почвообрабатывающего агрегата, а также количественная оценка влияния увеличения сцепного веса на улучшение его

тягово-сцепных свойств позволяют сделать вывод об эффективности функционирования электрогидравлического привода в режиме высотного позиционирования.

Сравнительные статистические оценки работы пахотного агрегата указывают на преимущество высотного способа регулирования глубины перед силовым и позиционным по критерию соблюдения агротехнических требований. Наибольшая эффективность при работе пахотного агрегата может быть достигнута с использованием ультразвуковых средств измерения расстояния при условии активной стабилизации буксования ведущих колес трактора, например, путем бесступенчатого регулирования рабочей скорости движения.

Использование бесконтактной системы регулирования навесного устройства агрегата с обратным управлением на гидросистему трактора является достаточно простым и эффективным методом достижения копирования рельефа поля при относительно небольших затратах на производство.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гидравлический увеличитель сцепного веса // АВТОсайт №1 [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://ustroistvo-avtomobilya.ru/traktora/gidravlicheskiy-uvlechitel-stsepnogo-vesa-gsv/> – Дата доступа: 05.04.2015.
2. Рабочее оборудование // ООО ПКФ Беловеж» [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: http://mtz1.ru/documents/art/book01/b01_1_8.html/ – Дата доступа: 12.06.2015.
3. Войтюк, П.Д. Предпосылки будущего урожая сахарной свеклы: качество семян, выполнение предпосевного возделывания грунта и сева // Предложение. – 2005. – № 4. – С. 34–36.
4. Точицкий, А.А. Основы качественного урожая / А.А. Точицкий, Н.Д. Лепешкин // Белорусское сельское хозяйство. – Минск. – 2015 – № 3 – С. 47–49.

Материал поступил в редакцию 20.11.15

SAVCHUK S.V. Process of functioning of an electrohydraulic actuator as a part of system of automatic control of depth of processing of the soil

Peculiarities of automated depth control system have been using ultrasonic distance detectors have been studied. Mathematic description of the depth control system operation under conditions of pointless floor contour following has been shown.

УДК 539.3

Хвисевич В.М., Веремейчик А.И., Гарбачевский В.В., Онысько С.Р.

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПУАНСОНА НА ЕГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИ ПРОБИВКЕ ОТВЕРСТИЙ

Введение. Характер разрушения цилиндрических пуансонов при пробивке отверстий в деталях плоской формы показывает, что происходит не только истирание и износ рабочей части пуансонов, но и искривление их формы. Для повышения стойкости пробивного инструмента в статье рассматривается влияние формы торцевой поверхности пуансона на его напряженно-деформированное состояние в процессе эксплуатации.

1. Постановка задачи. Методика исследований. При пробивке отверстий с помощью пуансонов возникающие в месте удара силовые воздействия оказывают значительное влияние на работоспособность пуансона и могут привести к его деформированию, выкрашиванию материала на кромках или истиранию защитного покрытия на боковой цилиндрической поверхности. Для снижения усилий при внедрении пуансона в деталь целесообразно исследовать напряженно-деформированное состояние его рабочей зоны с целью определения оптимальной геометрической формы рабочей области.

Как правило, цилиндрический пуансон имеет плоскую торцевую поверхность (рисунок 1). Однако в процессе эксплуатации часто происходит искривление оси (рисунок 2) и выход его из строя.



Рис. 1. Пробивные пуансоны

Гарбачевский Виталий Владимирович, ассистент кафедры сопротивления материалов и теоретической механики Брестского государственного технического университета.

Онысько Сергей Романович, доцент кафедры сопротивления материалов и теоретической механики Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.