

Министерство сельского хозяйства БССР
Белорусское республиканское и областное правления научно-
технического общества сельского хозяйства
Всесоюзная ордена Ленина академия сельскохозяйственных наук
имени В.И.Ленина Западное отделение
ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР
Белорусский институт механизации сельского хозяйства

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙ-
СТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА, ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ И
СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

Тезисы докладов научно-технической
конференции (Минск, 28-30 сентября 1982г.)

МИНСК - 1982

СОДЕРЖАНИЕ

Автоматизация мобильных сельскохозяйственных агрегатов	3
Автоматизированные системы управления	37
Элементы автоматики и приборы контроля.	91
Автоматизация технологических процессов ремонтного производства и технического обслуживания сельскохозяйственной техники	155

Белорусский институт механизации сельского
хозяйства (БИМСХ)

АВТОМАТИЗАЦИЯ МОБИЛЬНЫХ ЦЕЛЬ- СКОХОВЯЗАННЫХ АГРЕГАТОВ

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ОБОБЩЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ (САУ)

А.М.ДМИТРИЕВ, И.И.ГИРУЦКИЙ -
ЦНИИМЭСХ

В качестве обобщенного показателя эффективности САУ предлагается экономичность результата их применения

$$\eta = \frac{W}{N},$$

где W - результат использования САУ; N - затраты на создание и эксплуатацию САУ.

В общем случае результат использования САУ

$$W = B_0 R_{max} [1 - \exp(-\alpha \Delta J / Y_0)],$$

где B_0 - начальная неупорядоченность процесса, соответствующая количеству информации Y_0 ; R_{max} - результат идеально протекающего процесса; α - коэффициент, учитывающий использование информации для управления процессом, $\Delta J / Y_0$ - информация, получаемая от датчика САУ.

При возрастающей зависимости $N = f(\Delta J / Y_0)$ обобщенный показатель эффективности η принимает максимальное значение при некоторой информации $\Delta J / Y_0$, определяемой из уравнения

$$\frac{d\eta}{d(\Delta J / Y_0)} = 0.$$

Применение обобщенного показателя эффективности η проиллюстрировано на примере САУ предотвращения попадания инородных предметов в измельчающие аппараты

$$\eta = \frac{RVT}{\rho_1 \frac{C_1}{C_n} + \rho_2 \frac{C_2}{C_n}} [2\rho_1 \rho_2 \rho_n - (1 + n \frac{C_n}{C_n})],$$

где ρ_1 и ρ_2 - соответственно вероятности обнаружения инородного предмета и срабатывания исполнительного механизма; V - средняя частота поступления инородных предметов за время эксплуатации T ; ρ_n - вероятность поломки измельчающего аппарата попавшим инородным предметом; n - число ложных срабатываний, на один обнаруженный инородный предмет; C_1 и C_2 - соответственно стоимость обнаружителя и исполнительного механизма; C_n и C_n - усредненные стоимости поломки и одного ложного срабатывания.

Полученный обобщенный показатель эффективности η включает как технические и экономические характеристики САУ, так и учитывает результат использования обнаружителя по назначению. Определение зависимостей $C_1 = f(\rho_1)$ и $C_2 = f(\rho_2)$ позволяет установить оптимальные выходные параметры САУ - ρ_1 и ρ_2 .

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ЖАТКИ ТОМАТОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

А.В.СКОТНИКОВ -
ЦИНИИМЭСХ

На основании анализа технологического процесса, выполняемого жаткой комбайна, а также с учётом возможностей и специфики производства и эксплуатации томатоуборочного комбайна можно сформулировать следующие требования к автоматической системе стабилизации (АСС) глубины хода ножей жатки:

1. Поддержание заданной глубины хода в продольной вертикальной плоскости с ошибкой не более 10 мм при рабочих скоростях комбай-

на до 0,6 м/с.

2. Обеспечение возможности оперативного изменения заданной глубины хода ножей в процессе работы комбайна с рабочего места комбайнера.
3. При переводе жатки комбайна в транспортное положение система должна автоматически отключаться.
4. Применение системы не должно вызвать необходимости повышения квалификационного разряда комбайнера и обслуживающего персонала механизаторов.
5. Энергоемкость процесса регулирования должна быть минимально возможной.
6. Сложность регулятора в изготовлении не должна превышать уровня технологических возможностей предприятий отрасли сельхозмашиностроения.

Одна из особенностей разработки АСС глубины хода ножей жатки томатуборочного комбайна СКТ-2 заключается в том, что объект автоматизации — комбайн — является серийно выпускаемой машиной с отработанной схемой и конструкцией, существенные изменения которых нежелательны. Однако, наряду с ограничивающими факторами конструктивного характера, имеются также факторы, способствующие автоматизации операции поддержания заданной глубины хода ножей жатки комбайна. К числу таких факторов относится наличие на комбайне достаточно мощной гидравлической системы — источника энергии для регулятора, а также гидропривода управления опорными катками жатки. Эти конструктивные особенности объекта регулирования относятся к числу основных факторов, предопределяющих структуру и схему АСС.

С учётом конструктивных особенностей объекта регулирования, условий его эксплуатации, а также несложного алгоритма регулиро-

вания, целесообразно применение регулятора в виде следящего гидромеханического привода, состоящего из механического датчика, кинематически связанного через систему рычагов с гидрораспределителем, управляющим имеющимися на комбайне гидроцилиндрами опорных катков жатки, задающего устройства и устройства, отключающего систему в транспортном положении.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА КОМБАЙН

Ю.А.СИДОРЕНКО -

ЦИНИИМЭСХ

В соответствии с выявленной структурой комбайна как объекта управления загрузкой в качестве возмущающих воздействий рассмотрены изменения урожайности вдоль гона и крутящих моментов на валах трансмиссии. Известно, что эти изменения носят случайный характер. Поэтому, исследования проведены с целью определения статистических характеристик, которые используют при принятии решения о типе модели и моделировании возмущающих воздействий.

Исследования динамики изменения урожайности проведены на примере люпина. На основании зависимостей, связывающих длину реализации ℓ и шаг дискретного измерения $\Delta\ell$ с точностью вычисления корреляционной функции, а также результатов предварительной оценки изменчивости урожайности приняли $\ell = 1300$ м и $\Delta\ell = 4$ м. Информацию получили методом дробного учета урожая с делянок $(1 \times 1) \text{ м}^2$. Полученный ряд значений урожайности проверен на стационарность и вычислена оценка его корреляционной функции. Оценку корреляционной функции затем аппроксимировали суммой двух экспонент и экспоненты с косинусом.

Для моделирования на ЦВМ дискретной случайной последовательности изменения урожайности, соответствующей непрерывному процессу, использовали известный рекуррентный алгоритм, полученный методом факторизации.

Первичную информацию о нагрузках на ходовую часть комбайна получили осциллографированием крутящего момента на карданном валу между валом насоса гидростатической передачи и коленчатым валом двигателя. При подготовке реализаций к обработке их на ЦВМ максимальную частоту, различимую в спектре исследуемого процесса, приняли равной верхней граничной частоте существенного диапазона частот двигателя. Верхняя граничная частота определена исследованием модели двигателя на ЦВМ.

Совместное рассмотрение оценок спектральных плотностей процессов при различных скоростях комбайна показало, что их форма качественно одинакова и характеризуется пиковыми значениями в узких диапазонах частот. При увеличении скорости происходит смещение пиков в более высокочастотную область, которое затем приостанавливается. Смещение пиков при увеличении скорости до 2 м/с можно объяснить увеличением частоты входного воздействия со стороны микрорельефа, а остановку смещения при скоростях выше 2 м/с — собственными частотными свойствами комбайна.

При принятии решения в типе модели смещением пиковых значений при скоростях до 2 м/с можно пренебречь в связи с малой дисперсией моментов нагрузки на валу двигателя. При скоростях свыше 2 м/с значительная часть дисперсий сосредоточена около пиковых значений в одном диапазоне частот, поэтому при моделировании целесообразно реальный случайный процесс заменить гармоническим, сосредоточив дисперсию на одной частоте. Точку приложения гармонического воздействия удобно перенести с вала насоса на маховую

массу комбайна, поскольку в этом случае ее амплитуда может быть принята постоянной. В связи с нелинейностью объекта перенос осуществлен исследованием модели комбайна на ЦВМ.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАБИВАНИЯ МОЛОТИЛЬНОГО АППАРАТА

Н.Н.ГЛАДКИХ -
ЦИНИИМЭСХ

О заклинивании молотильного барабана можно судить по прекращению прохождения обмолачиваемой массы или по снижению до нуля угловой скорости молотильного барабана. Аппаратурно проще измерить угловую скорость. Однако быстро и без дополнительных потерь зерна устранить забивание после его наступления невозможно. Желательно определять возможность забивания с опережением, необходимым для срабатывания исполнительных устройств. Если уменьшать порог срабатывания системы по изменению угловой скорости молотильного барабана, то одновременно с ростом числа предотвращенных забиваний будут увеличиваться ложные срабатывания. Для заданных величин ущерба от каждого забивания и ложного срабатывания определено значение оптимального порога срабатывания системы по выходной переменной - угловой скорости молотильного барабана.

Представляет интерес поиск других контролируемых переменных, использованием которых можно было бы повысить эффективность системы автоматического предотвращения забиваний молотильного аппарата (САПЗМА), т.е. уменьшить число ложных срабатываний или упростить конструкцию, отказаться от электронных устройств обработки сигналов и электроуправляемых гидрораспределителей. С целью выбора подходящих контролируемых переменных для САПЗМА определялись

по осциллограммам работы в полевых условиях эмпирические парные, частные и множественные коэффициенты корреляции между максимальными значениями изменений угловой скорости молотильного барабана при перегрузках и забиваниях и максимальными значениями следующих контролируемых переменных: толщиной слоя растительной массы в наклонной камере, ускорением молотильного барабана, суммарным усилием на деку, крутящим моментом на валу молотильного барабана, толщиной слоя в приемной камере молотилки растительной массы, сжатой с заданным усилием, и площадью выброса за установленный уровень показаний датчика толщины слоя растительной массы в наклонной камере.

Установлено, что из исследованных переменных наиболее тесную связь с изменением угловой скорости молотильного барабана имеет крутящий момент на валу молотильного барабана, однако для его измерения требуется сложная аппаратура и его максимум не имеет временного сдвига по сравнению с максимумом изменения угловой скорости молотильного барабана.

В гидромеханических устройствах наиболее перспективно использование таких контролируемых переменных как толщина слоя в приемной камере молотилки растительной массы, сжатой с заданным усилием, и площадь выброса за установленный уровень показаний датчика толщины слоя растительной массы в наклонной камере.

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ВЫГРУЗНЫМ ОРГАНОМ КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Д.В.БОДИЛОВСКИЙ -
ЦИНИИМЭСХ

Несогласованность в движениях самоходного транспортного средства и комбайна приводит к потерям урожая. Автоматическое отсле-

живание выгружным рабочим органом транспортного средства позволяет снизить потери урожая при его перегрузке.

С целью оптимизации на ЦВМ параметров разработанной системы составлена ее математическая модель. Входные воздействия задавались с перфоленты, на которой были закодированы полученные в полевых условиях рассогласования между транспортным средством и комбайном.

Принято, что качество функционирования системы определяют четыре показателя, основным из которых является величина потерь урожая. Наиболее широко в практике используют обобщенный критерий, представляющий сумму взвешенных частных показателей, однако при этом не учитывают, что весовые коэффициенты с которыми входят в расчёт показатели, меняются в зависимости от ситуации. Поэтому в целях оптимизации параметров разработанной системы использован критерий эффективности в виде аддитивной функции ценности, представляющей собой сумму взвешенных, посредством шкалирующих коэффициентов, компонент функции ценности оценок показателей качества функционирования системы.

Так как система должна обеспечивать качественную перегрузку урожая в различные по габаритам транспортные средства, то оптимизация проводилась в несколько этапов. Для случая использования транспортного средства средних габаритных размеров проведена последовательным симплекс-методом оптимизация 11 кинематических и динамических параметров системы. При этом ввиду отсутствия информации о связях между показателями качества, критерием эффективности служил минимум потерь урожая при наличии ограничений на остальные показатели качества работы системы. В зоне практически оптимальных параметров системы принято, что компоненты функции ценности линейно связаны с соответствующими частными показателями качества в

интервалах варьирований последних. Используя проведенные опыты по симплекс-плану, поставленному в практически оптимальной зоне, получены регрессионные модели связей между частными показателями качества, что позволило определить шкалирующие коэффициенты и составить аддитивную функцию ценности.

В результате проведенных исследований определены оптимальные параметры системы, при этом установлено, что при изменении размеров транспортных средств необходимо осуществлять перенастройку трех параметров системы.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ ПРЕПАРАТОВ

Ю.Н.СМДОРОВ -
ЦИНИИМЭСХ

Основными показателями качества работы машин для внесения жидких комплексных удобрений и ядохимикатов являются равномерность внесения по площади поля и средний диаметр размера капель в факеле распыла.

Исследованиями установлено, что основными причинами, вызывающими нарушение нормы внесения, являются нестабильная работа гидравлической аппаратуры машины, изменение проточных характеристик распылителей в процессе их работы, вязкость и температура препаратов. Кроме того, при установке нормы расхода рабочей жидкости предполагается, что скорость агрегата остается постоянной. Однако из-за неровностей поля, разгрузки баков, переменного коэффициента буксования ведущих колес трактора, особенно при работе с тяговым сопротивлением на круже, скорость передвижения агрегата меняется, что значительно повышает неравномерность распределения.

Для повышения равномерности при внесении жидких препаратов была разработана схема регулятора жидкости с обратной связью, действующего в зависимости от скорости движения агрегата. Согласно этой схеме отклонение расхода вещества от заданного значения выявляется с помощью измерительного преобразователя расхода и в соответствии с сигналом рассогласования между заданной и измеренной величинами исполнительный механизм изменяет подачу препарата.

Для исследования динамических свойств системы экспериментально-теоретически определена ее передаточная функция.

Предварительные испытания показали, что разработанное автоматическое устройство обеспечивает поддержание заданной нормы внесения жидкости, при изменении скорости в 1,7 - 2 раза, с точностью 3 - 3,5%, при этом время регулирования составляет 1 сек.

ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ ПРИБОРОМ УСК ШИРОКОЗАХВАТНЫХ СЕЯЛОК-КУЛЬТИВАТОРОВ И ФРЕЗ

В.В.ЛОГИН

В.Г.ДЕМИДОВ

В.С.БАЛАЕВ

ВИСХОМ

Опытные образцы унифицированной системы контроля (УСК), установленные на стерневые сеялки-культиваторы СЭС-2, I, проходили государственные испытания на полях Целинной и Северо-Кавказской МИС на посеве яровых и озимых культур общей площадью около 1800 га. При этом изучались динамические характеристики тракториста как звена информационной системы, длина просветов при работе УСК и др. Кроме того, оценивалось качество работы оборудованных прибором контроля посевных агрегатов, состоящих из 3-х и 5-ти сеялок СЭС-2, I.

Анализатор полученных данных показал следующее: при скорости движения 5 км/ч и норме высева 120 кг/га длина гона, на которую хватает семян после подачи сигнала датчика уровня, равна 1500...7000 м; время подачи сигнала датчиком контроля высева при забивании - 7,4...8с, при этом длина просева составляет 11 м, а датчик установлен на высоте 65 мм от дна борозды; время подачи сигнала датчиком контроля высева при забивании сошника равно 45 с, при этом длина просевов составляет 62,5 м, а датчик установлен на высоте 260 мм от дна борозды.

Норма высева при скорости движения агрегата 5 км/ч для устойчивого срабатывания датчиков контроля высева при высеве пшеницы составляет 41 кг/га, при высеве удобрений - 60 кг/га; длина просева агрегата с момента прекращения вращения вала высевающего аппарата с учетом времени реакции тракториста равна 5...8 м; время задержки фиксирования с момента прекращения вращения вала высевающего аппарата до момента срабатывания датчика высева составляет 0,9...1,8 с.

Поставленными опытами установлено, что УСК стабильно срабатывает на забивание сошников или отсутствие высева и безошибочно указывает номер сошника, в котором произошло нарушение технологии высева.

Трудоемкость установки на агрегат из трех сеялок-культиваторов унифицированной системы контроля составляет 1,42 чел/ч, трудоемкость подготовительных работ - 0,12 чел/ч для агрегата, состоящего из пяти сеялок, трудоемкость соответственно равна 3,95 чел/ч и 0,12 чел/ч.

Отказов за время испытаний не было, и коэффициент готовности унифицированной системы контроля для 3-х и 5-ти сеялочных агрегатов за время испытаний равен 1.

На основании результатов испытаний установлено, что прибор

УСК имеет достаточно высокий уровень надежности, соответствующий требованиям технического задания на проектирование приборов контроля технологических процессов с.х. машин.

Полевые испытания комбинированных агрегатов, выполненных на основе базового культиватора КФГ-3,6, выявили необходимость контроля срабатывания предохранительного устройства силового привода машины.

В ВИСХОМе разработан сигнализатор срабатывания предохранительных муфт, используемых в комбинированных агрегатах и полевых фреззах. При срабатывании предохранителя на пульте сигнализатора, установленном в кабине трактора, формируется световой сигнал, указывающий номер сработавшего предохранителя и звуковой сигнал, оповещающий тракториста о нарушении технологического процесса.

Лабораторные испытания макетного образца сигнализатора показали, что задержка формирования светового и звукового сигналов относительно момента срабатывания предохранителя не превышает 0,5 с, а зона нечувствительности сигнализатора может плавно изменяться в диапазоне от 2% до 40%, что позволяет использовать разработанный прибор и на других сельхозмашинах, где требуется сигнализация о срабатывании предохранительных муфт.

БЕЗМАРКЕРНОЕ УСТРОЙСТВО ОРИЕНТАЦИИ ШИРОКОЗАХВАТНЫХ АГРЕГАТОВ

М.М.ФИРСОВ

И.И.НАКОНЕЧНЫЙ

В.Я.ВОРОНИН

В.Л. ФРУМОВИЧ

А.В.ГАЛЮС

ВИСХОМ

Повышение энергонасыщенности тракторов в сочетании с широ-

козахватными сельскохозяйственными машинами - является одним из направлений повышения эффективности крупномасштабного производства.

Однако разрешить задачу ориентации агрегатов традиционным способом, с помощью механического маркера при ширине захвата большей 15 м, практически не удастся.

Проблема может быть решена с помощью безмаркерного устройства ориентации на основе радионавигационной системы (РНС) обеспечения стыковки смежных проходов. РНС состоит из радиодальномера, устанавливаемого на тракторе и его ретранслятора на краю поля. При этом, поддерживая постоянную дальность и перемещаясь по дугам окружности, тракторист, ориентируясь на стрелку индикатора, обеспечивает стыковку смежных проходов с погрешностью $\pm 0,1$ м. Установка двух радиодальномеров и использование бортового спецвычислителя позволяет осуществить движение по прямым линиям. Работа может проводиться в любое время суток, устройство является универсальным.

В отличие от традиционной привязки траектории движения мобильных агрегатов к маркерному следу безмаркерная система ориентации осуществляет привязку к навигационным точкам на краях поля. При этом тракторист осуществляет корректировку направления движения агрегата, обеспечивая нулевое показание индикатора, устанавливаемого на ветровом стекле кабины. Известные геодезические фазовые радиодальномеры обеспечивают линейные измерения в статике на расстояниях 1-10 км с погрешностью 3-4 см. Для их использования в РНС ориентации и обеспечения работы МТА в динамике необходимо:

- поддержание непрерывной связи в широком диапазоне углов в азимутальной плоскости между станциями на агрегате и в поле;

- производить обработку радионавигационной информации и вырабатывать сигнал отклонения МТА от заданной траектории.

С помощью разрабатываемых антенных систем, формирующих широкие диаграммы в азимутальной и узкие в вертикальной плоскости, обеспечивается функционирование РНС ориентации во всех точках обрабатываемого поля при движении агрегатов в прямом и обратном направлениях.

Входящее в состав безмаркерной системы ориентации бортовое вычислительное устройство (БВУ) задает траекторию движения, используя информацию о текущем технологическом процессе и ширине захвата агрегата и решает задачу выработки сигнала отклонения.

В процессе разработки БВУ необходимо учитывать взаимодействие тракториста-оператора и технической системы. Имеющиеся пульт оператора и индикатор отклонения обеспечивают возможность диалога тракториста-оператора с БВУ.

Испытания РНС, обеспечивающие движение по дугам окружности, производились ВИСХОМом и НАТИ с участием ЦНИИГАиК в 1980-1981 гг. Стыковка смежных проходов обеспечивалась с погрешностью $\pm 0,1$ м на расстояниях до 1 км.

По предварительным оценкам стоимость одного комплекта РНС составляет 1000 руб, лимитная цена - 4500 руб, ориентировочный экономический эффект - 1500 руб.

СОСТОЯНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ ПЛУГОВ С АВТОМАТИЧЕСКИ РЕГУЛИРУЕМОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ ПЛУЖНЫХ КОРПУСОВ

А.А.ЛЕПТЕЕВ

БИМСХ

В увеличении производстве сельскохозяйственной продукции в

XI пятилетке главное место принадлежит росту урожайности, одним из путей повышения которой является обеспечение высокого качества основной обработки почвы для создания наиболее благоприятных условий развития культурных растений.

Качество пахоты во многом определяется геометрическим совершенством рабочих органов плугов, возможностью проведения вспашки на рабочих скоростях, соответствующих оптимальным для данной геометрии лемешно-отвальной поверхности, и физико-механическими свойствами почв. В настоящее время плуги общего назначения комплектуются тремя основными типами корпусов, которые обеспечивают удовлетворительное качество пахоты в узких скоростных диапазонах: культурные - на скоростях 4...7 км/ч, культурные скоростные - 6...9 км/ч и скоростные - 9...12 км/ч. В связи с тем, что при меняющихся почвенно-климатических условиях (физико-механические свойства почвы, глубина пахоты, уклоны полей до 8°) диапазон рабочих скоростей одного и того же агрегата может составлять более 5 км/ч, то получить удовлетворительное агрокачество пахоты для указанного скоростного диапазона невозможно.

Автоматическое регулирование геометрии плужных корпусов почвообрабатывающих орудий позволяет обеспечить постоянное агротехническое качество пахоты независимо от изменения рабочей скорости и снижает расход топлива при работе агрегата на высоких скоростях за счет устранения излишнего отбрасывания почвы плужными корпусами.

Впервые в мировой практике макетный образец трехкорпусного навесного плуга с системой автоматического регулирования геометрии плужных корпусов с гибкими отвалами, имеющей двухкаскадное электронно-гидравлическое усиление выходного сигнала, создан в ИРБ под руководством И. Шишкова. Однако этот образец не

нашел практического применения в сельскохозяйственном производстве из-за высокой сложности принципиальной схемы, использующей два вида энергии - электрическую и гидравлическую. Нами в течение ряда последних лет созданы макетные образцы четырехкорпусных навесных плугов с корпусами, имеющими гибкие крылья отвалов, и корпусами, вращающимися около вертикальных стоек, изменение параметров которых осуществляется от системы автоматического регулирования, имеющей однокаскадное усиление входного сигнала. В качестве чувствительного элемента системы авторегулирования используется опорное полевое колесо в сочетании с шестеренным насосом, кинематически связанным с этим колесом. Конструкции этих плугов защищены авторскими свидетельствами. Широкая производственная проверка в различных зонах страны макетных образцов плугов с системами авторегулирования корпусов указывает на перспективность их внедрения в сельскохозяйственное производство, так как повышает производительность на 10...12% и дает годовой экономический эффект 124 руб. на I орудие.

О ЗАЩИТЕ ИЗМЕЛЬЧАЮЩИХ АППАРАТОВ ОТ ОДНОРОДНЫХ ПРЕДМЕТОВ

И.И.ГИРУЦКИЙ

И.А.ОСИНКИН

С.Н.ДОНСКОЙ

ЦНИИМЭСХ

Попадания твердых инородных предметов в измельчающий аппарат кормоуборочного комбайна приводят к тяжелым авариям и длительным простоям высокопроизводительных машин. В ЦНИИМЭСХ разрабатывается автоматическая система предотвращения попадания

инородных предметов (АСПП ИП) в измельчающий аппарат, предназначенная для установки на самоходный кормоуборочный комбайн типа КСК-100. Основными функциональными элементами разрабатываемой системы являются радиометрический обнаружитель инородных предметов в потоке растительной массы и исполнительный механизм отключения привода питающего аппарата и рабочих органов комбайна.

Для изучения условий функционирования системы проведены полевые испытания комбайна КСК-100 как объекта автоматизации. С помощью радиометрического датчика получены статические характеристики плотности растительной массы в зоне уплотняющих вальцев питающего аппарата, которые являются исходной информацией при разработке радиометрического обнаружителя.

Составлена структурная схема разомкнутой АСПП ИП и проведена идентификация модели системы. В качестве выходной величины АСПП ИП взят путь S , проходимый инородным предметом от зоны обнаружения до момента полной остановки растительной массы. Поскольку непосредственное измерение выходной величины системы является достаточно сложной задачей, то в качестве контролируемого параметра был выбран угол γ , на который поворачивался один из вальцев питающего аппарата после подачи команды на отключение привода. Тогда величина S оценивалась по следующей приближенной зависимости:

$$S = kR\gamma,$$

где k - коэффициент, учитывающий скольжение растительной массы относительно вальцев питающего аппарата;

R - радиус вальца.

Коэффициент скольжения k находился из регрессионной зависимости скорости движения растительной массы от частоты вращения выбранного вальца. Скорость движения массы вычисляли по вре-

мени прохождения растительной массы расстояния от зоны обнаружения до измельчающего барабана, которое находили из взаимокорреляционной функции плотности массы в зоне обнаружения и момента на валу барабана.

Установлено, что муфта с электрогидравлическим управлением, предназначенная для привода рабочих органов и питающего аппарата комбайна КСК-100, обладает недостаточным быстродействием для предотвращения попадания инородных предметов в измельчающий аппарат комбайна. Более быстродействующими являются электромагнитные муфты серии ЭТМ, которые могут быть представлены на структурной схеме в виде звена чистого запаздывания, последовательно соединенного с апериодическим звеном первого порядка.

На путь S' , являющийся функционалом от передаточных функций объекта управления и исполнительного механизма, существенное влияние оказывает не только время остановки валцов питающего аппарата, но и алгоритм их торможения. При этом желательно уменьшение времени чистого запаздывания, что значительно снижает величину пути, проходимого инородным предметом.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА АВТОВОДИТЕЛЬ КУКУРУЗУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Г. Г. ВАЛКШКЕВИЧ
ДНИИМЭСХ

При работе автоводителя воспринимающий орган находится в междурядье убираемой культуры и, в зависимости от рассогласования между траекторией его движения (траекторией управляемой точки комбайна) и копируемым рядком, отклоняется растениями правого или левого рядков. Соответственно в цепь управления регулятора

передается положительный или отрицательный сигнал, модуль которого равен произведению указанного рассогласования на коэффициент передачи воспринимающего органа.

Таким образом, информационной переменной является отклонение копируемых рядков от траектории управляемой точки комбайна или, при некоторой идеализации движения его на реальной местности, отклонение рядков от некоторой прямой линии, проведенной вдоль них.

Вследствие того, что воздействие формируется двумя смежными рядками, для характеристики его необходима взаимная корреляционная функция двух случайных процессов, описывающих воздействия со стороны правого и левого рядков.

Длина реализации и шаг дискретности выбираются такими, которые обеспечивают заданную точность оценки корреляционной функции. Учитывая, что дисперсия оценки корреляционной функции не превышает дисперсии случайного процесса, определяем ее при нулевом значении аргумента.

Вычисленные оценки корреляционных функций следует аппроксимировать. Число слагаемых в аппроксимирующем выражении выбирается исходя из рассмотрения кривых оценок спектральных плотностей по числу пиков, в области которых сосредоточена основная доля дисперсии процесса. Аппроксимация ведется по методу минимизации среднеквадратичной ошибки ординат аппроксимирующего выражения по сравнению с соответствующими ординатами полученной оценки корреляционной функции.

ОБАГРОТЕХНИЧЕСКОМ ДОПУСКЕ НА ВОЖДЕНИЕ КОМБАЙНА КСК-4

Л.А.ВЕРГЕЙЧИК

В.П.БУЯШОВ

Б.М.АСТРАХАН

БИМСХ

При решении задач проектирования системы автоматического вождения самоходного картофелеуборочного комбайна КСК-4 весьма важным является вопрос установления допустимых отклонений подкапывающих лемехов или передних управляемых колес машины.

Значение допуска на точность вождения комбайна можно определить из условия полного извлечения клубней картофеля подкапывающими рабочими органами без повреждения их передними колесами машины. Для этого конструктивным размерам приемной части комбайна по ширине необходимо сопоставить размеры убираемого гнезда картофеля.

Отклонение характерных точек самоходной машины от заданного направления движения представляет собой непрерывную случайную функцию времени $y_1(t)$. С одной стороны отклонение лифтеров приемной части комбайна $y_1(t)$ не должно превышать следующее значение:

$$y_1(t) \leq S - l_{\max},$$

где S - расстояние между носками лемеха и лифтера;
 $l_{\max}$ - максимальное удаление крайних клубней в гнезде картофельной грядки от ее оси.

С другой стороны передние колеса комбайна не должны смещаться на величину $y_2(t)$, так как они будут повреждать

крайние клубни в связи с тем, что на управляемые колеса приходится 2960 кг массы комбайна.

$$y_2(t) \leq 0,5(b-c) - l_{\max},$$

где b - ширина междурядий;

c - ширина шины передних колес комбайна.

Учитывая, что $S = 29$ см, $b = 70$ см, $c = 24$ см, получаем: $29 - l_{\max} > 23 - l_{\max}$.

Следовательно, чтобы крайние клубни гнезда не повреждались колесами, последние не должны отклоняться от центральной линии междурядий на величину $\Delta = 23 - l_{\max}$.

Исследованиями некоторых авторов установлена ширина гнезда. Для уточнения характера залегания крайних клубней в гнезде были проведены статические исследования на различных полях. Замерялось расстояние l_{in} от оси в правую сторону до крайних точек крайних клубней первой и третьей грядки, а также расстояние l_{in} - в левую сторону до крайних клубней второй и четвертой грядки.

Нами доказано, что отклонения крайних клубней влево и вправо от оси грядки являются выборками из одной генеральной совокупности, и результаты опытов подчиняются нормальному закону распределения. В итоге допуск на точность вождения самоходного картофелеуборочного комбайна КСК-4 равен $\pm 5,2$ см.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПРИВОД СЕЛЬХОЗМАШИН
НА БАЗЕ МЭС

Г.С.ГОРИН

А.И.НЕВЕРОВ

ЦНИИМЭСХ

МЭС является тягово-энергетическими средствами повышенной

энергонасыщенности. Помимо тяговых функций МЭС используются для привода сельхозмашин, причем величина мощности, которую можно передать с помощью системы отбора мощности достигает 70-80% от мощности двигателя. С целью подвода мощности к сельхозмашинам и регулирования частоты вращения помимо механических ВОМ на МЭС применяют бесступенчатые регулируемые приводы.

МЭС на базе трактора МТЗ-142, разрабатываемый в ЦНИИМЭСХ, включает системы электрического отбора мощности и привода сельхозмашины. Система электрического отбора мощности состоит из повышающего редуктора и генератора ГС-90 мощностью 90 кВт при частоте вращения 8000 об/мин. Электропривод мотор-редукторов рабочих органов и ходовой системы сельхозмашины осуществлен через четыре управляемых выпрямителя. Он позволяет изменять дозы внесения удобрений и семян, а также регулировать и приводить ходовые системы.

Система автоматического управления электрическим отбором мощности и привода ходовой системы сельхозмашин осуществляет следующие режимы работы: задание определенного коэффициента кинематического несоответствия K_v и слежение за линейной скоростью колес МЭС, поддержания курсовой устойчивости и поворот агрегата, режим токоограничения и поддержания максимально допустимого тока, а также ограничения частоты вращения тяговых электродвигателей активных колес сельхозмашины. Все эти режимы осуществляют автоматически без вмешательства механика-водителя.

Расчеты с использованием механических характеристик двигателя, генератора, преобразователя, механической трансмиссии, тяговых электродвигателей и колес показали, что максимальный КПД МЭС может быть получен при кинематическом опережении колес тягового средства $K_v = 1,05-1,03$, а наилучшая проходимость -

при равных окружных скоростях колес $K_v = 1$. В последнем случае КПД МЭС ниже, так как большая мощность двигателя претерпевает двухступенчатое преобразование и в виде электрического тока подводится к колесам сельхозмашины.

Благодаря приводу ходовой системы масса тягово-приводного агрегата с МЭС меньше, чем тягового на базе трактора Т-150К на две тонны. Кроме того, достигнуто улучшение качественных характеристик процессов, выполняемых рабочими органами за счет применения регулируемого привода.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ ПРАВИЛА ИНТЕРВАЛЬНОГО ДОПУСКОВОГО КОНТРОЛЯ

В.С. ПОЗДНИКИН

В.Б. СВЕТИК

ЛСХИ

При контроле параметров сельскохозяйственной техники часто необходимо установить факт принадлежности вектора контролируемых параметров X некоторому полю допуска Ω в течение интервала контроля T по измерениям V_k , поступающим в дискретные моменты времени $t = 1, 2, \dots, T$. Особый интерес представляют последовательные правила, позволяющие проводить контроль с минимальными средними потерями от измерений и неправильных решений. Решение задачи синтеза оптимального последовательного правила интервального допускового контроля для марковской модели контролируемых параметров и измерений можно получить, используя метод динамического программирования. Однако, реализация оптимального правила контроля требует ЭВМ, обладающей значительным быстродействием и объемом запоминающего устройства.

В докладе рассматриваются частные случаи, когда удается найти достаточные статистики, существенно облегчающие реализацию правила контроля.

Одним из важнейших частных случаев является контроль случайных констант, такие задачи возникают, например, при диагностике параметров с.х. техники, когда контролируемые величины являются случайными, но постоянными величинами. В этом случае достаточными статистиками являются вектор оптимальных в среднеквадратическом смысле оценок вектора X и матрицы ковариаций фильтра Калмана.

В докладе приводится пример контроля системы водяного охлаждения трактора.

Вторым частным случаем является контроль состояния систем, описываемых марковской цепью, при этом состоянию цепи ставится в соответствие набор отказавших модулей конкретной технической системы. Данная задача рассматривается на примере контроля состояния автоматических подкачивающих насосных станций напорных оросительных систем, имеющих резервное число насосных агрегатов (модулей). Приводится алгоритм контроля и результаты расчетов оптимальных контрольных допусков на измерения.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ГЛУБИНЫ ПАХОТЫ НА МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ БАЗЕ

Р.Т.АБДРАШИТОВ

В.И.СЫЧЕВ

ОРЕНБУРГСКИЙ СХИ

Проблемами автоматизации регулирования глубины хода орудия

занимались давно, как у нас в стране, так и за рубежом. Разработанные системы автоматического регулирования глубины (САРГ) отвечали своему времени и соответствующим техническим возможностям. В основном это позиционно-силовые регуляторы на гидравлических и электрических элементах, в задачу которых входит регулирование тягового сопротивления орудия, а, следовательно, равномерность загрузки двигателя и догрузка сцепного веса трактора, но не качество технологического процесса.

В связи с увеличением требований к качеству основной обработки возникла необходимость создания более универсальной САРГ, которая позволила бы не только улучшить качество обработки, но и выбрать оптимальное соотношение между качественными и мощностными показателями агрегата.

Уже в настоящее время технические средства автоматики позволяют реализовать с применением микро-ЭВМ довольно сложные алгоритмы управления.

Метод аналитического конструирования позволяет определить оптимальную структуру и параметры САРГ, обеспечивающие экспериментальное значение необходимого показателя, но точная реализация полученной системы, ввиду жестких ограничений на ее стоимость, нецелесообразна. Поэтому при реализации САРГ можно использовать оптимальный регулятор в качестве эталона и выбирать структуру и параметры квазиоптимального регулятора по критерию сближения с эталоном.

Алгоритм управления квазиоптимальной САРГ был реализован на базе микро-ЭВМ "Электроника-С5". Применение микро-ЭВМ позволяет составить алгоритмы управления не только по глубине, но и по тяговому сопротивлению, и по догрузке сцепного веса трактора и т.д. Но здесь задача усложняется тем, что регулятор пахотного

агрегата имеет только одно управляющее воздействие, тогда как выходных показателей несколько, к тому же часто противоречащих друг другу. Таким образом, возникает задача координации отдельных управляющих воздействий, выработанных своими алгоритмами. Эта задача также решается с помощью микро-ЭВМ, причем выходным показателем решения этой задачи может служить, например, экономическая эффективность.

РАЗРАБОТКА МНОГОЦЕЛЕВЫХ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПОСЕВНЫХ МАШИН

Н.Г.САКАЛО

М.И.СЕРДСК

ПОЛТАВСКИЙ СХИ

Для контроля высева семян и туков основными типами посевных машин разработаны многоцелевые электронные модули, из которых собираются системы контроля.

Основной базовой конструкцией является высокочастотный модуль, предназначенный для распознавания в воздухе поштучно подаваемых компонентов (семян, туков и т.д.). Модуль содержит двухконтурную колебательную систему высокочастотного автогенератора, в один из контуров которой включен воспринимающий элемент емкостного типа. Модуль снабжен схемой стабилизации режима при изменении условий работы, которая служит также для передачи полезных усиленных сигналов по линии, питающей модуль. Устройства, построенные на базе этого модуля, отличаются друг от друга параметрами настройки контуров и конструктивным оформлением воспринимающих элементов в зависимости от назначения и конструктивных особенностей машины. Предпочтение отдается исполнению, встроеному в корпуса сошников

сеялок. Устройства этого типа способны контролировать потоки семян, начиная от проса, льцерны и всех более крупных размеров, имеют двухпроводную линию связи с пультом (изолированный провод и металлический защитный рукав, соединенный с корпусом машины), потребляют около 10 мА от бортсети трактора, работают при значительном запылении семяпроводов и имеют вибро-ударопрочное исполнение.

Полезные сигналы выделяются из питающей линии с помощью фильтров и после усиления поступают в блоки логической обработки информации, откуда после формирования передаются на индикацию. В этих блоках автоматически учитывается скорость движения машины, происходит запоминание и автоматическое списывание аварийных сигналов, обеспечивается оценка неравномерности работы посевного агрегата по ширине захвата и по ходу движения, а для сеялок точного высева осуществляется учет высеянных семян по площади.

В настоящее время в стадии завершения опытно-конструкторских работ и начала широкой народно-хозяйственной проверки находятся устройства для контроля широкозахватных зерновых агрегатов и сеялки точного высева свеклы.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗАГЛУБЛЕНИЯ КОПАЧЕЙ КОРНЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

Л.Г.САКАЛО

Л.Г.ВИХРОВА

ПОЛТАВСКИЙ СХИ

Создание радиоволновых инвариантных устройств, распознающих корни сахарной свеклы на фоне почвы, с целью контроля качества их

выкопки, открыло перспективы автоматизации настройки корнеуборочных машин. Особенно это эффективно для роторных копачей машин типа РКС. Исследования показали, что потери корней, обусловленные работой копачей, в основном зависят от их заглубления, точности автовождения и скорости машины. Кроме того, минимально возможные потери корней при оптимальной настройке машины зависят от качественных показателей свекловичной плантации.

Для автоматической установки заглубления копачей, с целью получения минимально возможных на каждом конкретном участке свекловичного поля потерь корней, и предназначена предложенная система. В этой системе сигналы от потерянных корней после усреднения используются в экстремальном регуляторе шагового типа для изменения заглубления копачей посредством электромеханического исполнительного органа.

Основные узлы этой системы, радиоволновые датчики, распознающие корни на фоне почвы, прошли широкую народно-хозяйственную проверку. Остальные элементы системы находятся в стадии определения параметров, разработки схем и конструкций.

РАЗРАБОТКА МНОГОЦЕЛЕВЫХ ИНВАРИАНТНЫХ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ УБОРОЧНЫХ МАШИН

Н.Г.САКАЛО

В.К.КАЛАПУРОВСКИЙ

В.Я.РИХВА

В.П.РУДЕНКО

ПОЛТАВСКИЙ СХИ

Для контроля технологических параметров уборочных машин, в

частности при испытаниях новой сельскохозяйственной техники, разработаны измерительные радиоволновые и высокочастотные модули. Модули содержат высокочастотные генераторы, многоконтурные колебательные системы и воспринимающие элементы. Работают они в диапазонах частот от 100 кГц до 500 МГц. Предназначены модули для контроля дискретных и переменных технологических процессов (распознавания элементов растений на фоне почвы, поштучно подаваемых семян, корнеклубнеплодов, кормов, неоднородностей и неравномерностей транспортируемых масс). В зависимости от назначения модули отличаются режимом работы колебательных систем, типов и конструктивным исполнением воспринимающих элементов (емкостей, линий, антенн, резонаторов). При распознавании элементов растений (семян, листьев над почвой) на фоне колебательные системы настраиваются в режим максимальной чувствительности к этим элементам, которые изменяют величину высокочастотного напряжения колебательной системы, что фиксируется в конечном итоге апериодическим усилителем по величине тока, потребляемого схемой от источника питания. При распознавании элементов растений и неоднородностей на фоне почвы, распознавания типов и свойств поштучно подаваемых компонентов и изменений параметров транспортируемых масс контролируется соотношение изменяемых указанными компонентами активного и реактивного составляющих комплексного сопротивления воспринимающих элементов.

Полезные сигналы этих модулей фильтрации и усиления поступают в схему для определения момента прохождения центра массы распознаваемого компонента через ось воспринимающего элемента. Далее полученные сигналы поступают в устройства регистрации, обработки, хранения и использования информации.

На этих многоцелевых модулях построены измерительные устройства, предназначенные для контроля процессов высева семян свеклы и кукурузы сеялками точного высева, распределения корней свеклы со срезанной ботвой в рядках, первичные преобразователи для контроля скорости движения машин относительно распознаваемых элементов почвы.

На этих модулях могут быть построены устройства для копирования осей рядков растений, распределения различных растений в рядках, для распознавания, контроля свойств и неравномерности поштучной подачи различных компонентов (корнеклубнеплодов, комков почвы, брикетов, гранул, доз кормов и т.д.), изменений свойств вороха, дискретных уровней материалов.

С помощью набора этих модулей в перспективе можно будет контролировать большее число технических параметров посевных, зерноуборочных и корнеуборочных машин, а также агрегатов для обработки пропашных культур.

Эти модули находятся в различных стадиях поисковых исследований, опытно-конструкторских разработок, испытаний и внедрения для решения измерительных задач при испытаниях новой сельскохозяйственной техники во ВНИИМОХ и КубНИИТИМ.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МОБИЛЬНОГО СЕЛЬСКОХО- ЗЯЙСТВЕННОГО АГРЕГАТА И УПРАВЛЕНИЯ ЕГО ДВИЖЕНИЕМ

В.Н.КЕРБЕР
ЛСХИ

Исследованиями выявлено, что технологические, энергетические и другие показатели работы мобильного с.х. агрегата зависят от его координат состояния - переменных, характеризующих движе-

ние агрегата. Поэтому для оценки состояния агрегата и управления его движением можно использовать координаты состояния. Система оценки обеспечивает контроль правления координат состояния, а система управления формирует требуемую внутреннюю структуру названных координат.

Для решения этих задач целесообразно воспользоваться построенной математической моделью агрегата, которая учитывает внешние возмущения, действующие на агрегат, его параметры в явном виде и координаты состояния. Эти координаты необходимо оценить и, кроме того, с помощью системы управления обеспечить им необходимую динамику.

Для формирования требуемого протекания координат состояния агрегата к силам и моментам сил, действующим на агрегат, добавлены управляющие силы и моменты сил (управления) и в итоге получена математическая модель управляемого движения агрегата. Эта модель позволяет проводить над ее элементами операции по правилам структурных схем и в итоге составить схему блока оценки состояния агрегата. Кроме того, модель управляемого движения дает возможность решать задачи управления движением агрегата. Для этого необходимо в качестве критерия, характеризующего процесс управления, построить функционал, у которого подинтегральная функция зависит от координат состояния агрегата и управления. Причем, выбор критерия определяется поставленной задачей управления, особенностями агрегата и условиями его функционирования. Модель управляемого движения агрегата позволяет формулировать и решать задачи оптимального управления. Следует заметить, что в этом случае решается задача синтеза оптимального регулятора, т.е. определяется оптимальное управление как функция координат состояния агрегата или показателей его работы.

ПНЕВМОСЕПАРАТОР-ТРАНСПОРТЕР ЗЕРНОВЫХ СМЕСЕЙ КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ

В.Т.ДИОРДИЕВ

МИИСП

Рассматриваемый пневмосепаратор-транспортёр является представителем целого ряда машин, в основу работы которых положено явление псевдооживления, получившее в последнее время широкое применение как в нашей стране, так и за рубежом.

Подрабатываемая смесь самотеком подается в транспортирующий желоб, который содержит нагнетательную и всасывающую части, разделенную между собой перфорированной перегородкой. Воздух, подаваемый нагнетательным вентилятором, пройдя сквозь перегородку и слой зерна, псевдооживляет его и заставляет двигаться в сторону разгрузки. При этом компоненты смеси за счет специфики оживления будут перераспределяться по толщине слоя с учетом различия таких характеризующих их признаков: удельный вес, геометрические размеры и аэродинамические свойства. На выходе рабочей камеры разделительным экраном с основного потока снимается фракция, содержащая "всплывающее" травмированное и недоразвитое зерно, а пыль и легкие примеси отсеиваются всасывающим вентилятором в аспирационную часть установки.

Учитывая то обстоятельство, что при очистке и сортировке зерновых смесей в псевдооживленном слое имеет место сложный многофакторный процесс, для его оптимизации применена методика многофакторного планирования эксперимента. Варьирующие параметры были назначены на основе априорных данных, а также по результатам поисковых опытов, проведенных на физической модели пневмосепаратора-транспортёра, построенной с учетом теории подобия из условия однозначности геометрического и физического подобия.

Результатом полного факторного эксперимента явилось получение нескольких уравнений регрессии, на основании которых были определены регулируемые и контролируемые параметры системы.

Данный анализ показал, что АСУ пневмосепаратором-транспортром целесообразно строить в виде трех взаимосвязанных контуров регулирования. В первом из них посредством автоматического изменения сечения заборного воздуховода вентилятора необходимо регулировать давление воздуха под жалюзийной перегородкой камеры псевдоожижения в зависимости от показаний датчика, фиксирующего заданное, близкое к экстремальному значению высоту псевдоожиженного слоя.

Во втором контуре регулируется скорость воздушного потока аспирационной части агрегата, в которой установлен датчик четкости пневмосепарации /наличия зерна среди легких примесей в воздушном потоке/.

Третий контур регулирования обеспечивает такое перемещение разделительного зерна, при котором на выходе из камеры псевдоожижения с основного потока подрабатываемой культуры снимается зерновая примесь.

Степень взаимосвязи между указанными контурами выбирается на основании снятых экспериментальных зависимостей между регулируемыми величинами в оптимальном режиме.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРИВОД И РЕГУЛИРОВАНИЕ ЗАГРУЗКИ УБОРОЧНЫХ МАШИН

З.В.ЛОВКИС
Н.В.КРАСНОРУЦКИЙ
БИМСХ

В связи с существенными изменениями, произошедшими в послед-

нее время в системе машин, а так же с появлением самоходных уборочных машин и орудий с активными рабочими органами решение энергетических, эксплуатационных и технологических проблем требует внедрения гидропривода и гидроавтоматики. В БИМСХ проводятся работы по исследованию гидропривода и гидрофикации рабочих органов сельскохозяйственных машин. На основании теоретического и экспериментального исследования характера изменения нагрузки на рабочих органах почвообрабатывающих и уборочных машин отрабатываются схемы гидропривода с источниками питания серийных систем, автономными насосными станциями и ГСОМ. На примере картофелеуборочного комбайна можно отметить, что основной спектр частот колебаний загрузки находится в пределах $\omega = 0,6 - 0,2$. Неравномерность поступления клубненосной массы приводит к ухудшению процесса сепарации и отрицательно сказывается на загрузочном режиме гидромотора, характеристиках гидросистемы и т.п.

Предложена конструкция регулятора дроссельного регулирования скорости и момента на приводном валу.

Проведено изучение гидропровода и системы автоматического регулирования, поддерживающей постоянное рабочее давление.

Получены нагрузочные и скоростные характеристики. Отрабатывается конструкция системы автоматического регулирования. Проводится качественная оценка работы гидропривода и регулятора.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРОВ-ДОВОДЧИКОВ ЛОКАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ В ПОМЕЩЕНИЯХ ДЛЯ МОЛОДНЯКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

В.И.ГЕОРГИЕВСКИЙ

Н.Н.ТРЕТЬЯКОВ

Н.С.ШЕВЕЛЕВ

В.А.САМАРИН

ТОХА

Для обеспечения нормируемых параметров микроклимата в животноводческих помещениях с молодняком сельскохозяйственных животных необходимо, как правило, использовать разнообразные автоматизированные системы регулирования микроклимата, отличающиеся сложностью и сравнительно большими материальными затратами на сооружение и эксплуатацию.

Анализ существующих систем создания оптимальных параметров микроклимата в животноводческих помещениях приводит к необходимости применения электронагревателей-доводчиков температуры вблизи места обитания сельскохозяйственных животных до оптимальных уровней. Целесообразность использования таких доводчиков объясняется тем, что при резких перепадах температуры наружного воздуха, которые случаются довольно часто, мощные электронагревательные установки не успевают точно изменять свою производительность и происходит нарушение тепловых режимов в местах расположения сельскохозяйственных животных, а включенный нагреватель-доводчик быстро выравнивает температуру в заданном месте. Кроме того, современные системы регулирования микроклимата с централизованной подачей

тепла не обеспечивают требуемой равномерности температурного режима по объему помещения, а включенный нагреватель-доводчик обеспечивает требуемую равномерность температурного режима по объему помещения и выравнивание температурных полей в заданном месте.

Таким образом, использование электронагревателей-доводчиков позволяет решить две задачи: ликвидировать резкие колебания температуры и сделать температурные поля заданной равномерности в местах расположения сельскохозяйственных животных. Особенно актуальна эта задача для помещений, где содержится молодняк сельскохозяйственных животных.

В этой связи в московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева разработана и испытана в условиях животноводческих помещений новая установка стабилизации температурного режима — автоматизированный электрокалорифер-доводчик, совмещающий достоинства источников инфракрасного облучения и конвективного обогрева, который имеет следующие преимущества:

1. Обладает свойствами инфракрасных и конвективных источников обогрева, то есть является двухфункциональной установкой.
2. Формирует равномерное температурное поле по всей площади расположения животных.
3. Автоматически стабилизирует температурные режимы в месте расположения животных.
4. Снижает влажность и улучшает газовый состав воздуха в месте расположения животных за счет вентиляции.
5. Обеспечивает экономию электроэнергии в размере 20-40% на нагрев воздуха.

Автоматизированный электрокалорифер-доводчик имеет корпус, на одной из сторон которого установлен электродвигатель с вентилятором, а с другой защитная сетка. На выдвижной плате смонтированы четыре ТЭНа и термовыключатель. Работа электрокалорифера-

доводчика осуществляется через **тиристорный** пускатель, на который подаются сигналы с управляющего устройства. Вблизи места расположения животных установлен датчик температуры, который связан проводами с управляющим устройством.

Экономический эффект от внедрения электрокалориферов-доводчиков в колхозе "Родина" Псковской области - телятник на 330 голов, составил 3,7 тысяч рублей в год.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НА ГЕРКОНАХ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

В.А.САМАРИН

ТСХА

Для определения температурных полей в помещении исследуемого телятника разработан электронный коммутатор на герконах к мосту ЭМР-209РД, позволивший увеличить до 72 количество каналов регистрации температуры. По каждому из 72 каналов ведется не только регистрация, но и имеется возможность управления температурой в объекте.

Это позволит исследовать распределенность температурных полей в объеме телятника, определить закономерности их формирования и создать комфортные температурные режимы в зоне дыхания животных.

Электронный коммутатор испытан в течение 1973-1976 гг. на объекте - в помещении свиарника-маточника на 100 свиноматок. Регистрация температурных режимов в 72 точках помещения позволила определить оптимальные режимы работы АСКВ с кондиционером ТСХА и выявить коэффициенты тепло - и массообмена.

Схема коммутации имеет ряд преимуществ в отношении к шаговым искателям:

1. Магнитоуправляемые контакты герметично закрыты и могут надежно работать в любой среде.
2. В схеме практически отсутствуют механически движущиеся части, что дает большую надежность работы схемы.
3. Для управления схемой требуется очень малая мощность, так что обгорание контактов практически исключено.

К недостатку схемы можно отнести потерю памяти при отключении напряжения питания. Этот недостаток можно устранить подключением в схему питания аккумулятора, емкости которого хватит для питания схемы на время отключения от сети. При питании схемы от сети аккумулятор должен подзаряжаться.

Сама схема коммутатора представляет собой кольцевой счетчик, выполненный на тиристорах. Такая схема кольцевого счетчика дает возможность применять минимальное количество деталей, что повышает надежность коммутатора.

Основой схемы являются тиристоры $T_1, T_2 \dots T_{48}$ и обмотки магнитоуправляемых контактов $ОГ_1, ОГ_2 \dots ОГ_{48}$, которые включены в качестве нагрузки тириستоров.

Тиристорами управляет схема запуска, собранная на резисторах $R_1, R_2 \dots R_{48}$, диодах $D_1, D_2 \dots D_{48}$ и конденсаторах $C_1, C_2 \dots C_{48}$.

Контакты герконов подключают соответствующие датчики к входу моста. При подаче напряжения питания тиристоры остаются закрытыми ввиду симметрии схемы и сигналы, поступающие с контактами моста "КМ" на ее состояние не оказывают влияния, т.к. в диоды $D_1 \dots D_{48}$ надежно закрыты положительным напряжением, поступающим через резисторы.

При нажатии кнопки "пуск" поступает положительное напряжение через резистор R_{97} на управляющий электрод тиристора T_1 , тиристор открывается и контакты герконов $KГ_1$ подключают первый датчик к входу моста. При этом потенциал в точке 1 станет равным потенциалу земляного провода, открывается диод D_2 и дает свободный путь прохождению сигнала управления с моста. Одновременно заряжается конденсатор C_2 через обмотку геркона $ОГ_2$.

При замыкании контакта моста "КМ" поступает положительное напряжение через открытый диод D_2 и конденсатор C_{50} на управляющий элемент тиристор T_2 , тиристор T_2 открывается и подключает к мосту контакта $KГ_2$ второй датчик. Одновременно заряжается конденсатор C_2 через открытый тиристор T_2 и тиристор T_1 и этот ток закрывает тиристор T_1 и отключает первый датчик от входа моста. В этом случае потенциал точки 2 станет равным нулю и открывается диод D_3 . Последующее закрытие контактов "КМ" открывает тиристор T_3 и закрывает тиристор T_2 .

Таким образом, при каждом закрытии контактов "КМ" открывается всегда следующий тиристор. Когда откроется тиристор T_{48} потенциал его анода станет равным нулю и это вновь открывает диод D_1 для поступления сигнала с контактов "КМ".

Схема питается от вторичной обмотки трансформатора через выпрямительный мост и сглаживающий конденсатор.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРУКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ

А.Д.ГЛУБОЧАНСКИЙ

Б.К.НУГЕР

КРЫМСКИЙ СХИ

Современные объекты сельскохозяйственного производства, для

которых обосновано проектирование и создание АСУ ТП, представляют собой сложные многосвязанные системы. Такие системы целеустремлены, предполагают наличие критериев управления и ограничений на управляющие и контролируемые параметры.

Проведение предпроектных исследований объекта для целей проектирования АСУ, предусматривает необходимость реализовать процедуры прикладного системного анализа как неформальные, так и формальные. В том случае, когда необходимо тиражировать разработку АСУ для ряда однотипных объектов, целесообразно формальные процедуры системного анализа включить в общую систему автоматизации проектирования (САПР). Совместное проведение работ специалистами сельскохозяйственного производства, знающими методы системного исследования, и специалистами по математическим методам исследования систем, позволяет проводить предпроектные НИР на достаточно высоком качественном уровне.

Суть предлагаемого подхода к САПР АСУ ТП на предпроектной стадии состоит в том, что для проведения НИР разрабатывается структурно-алгоритмическая модель исследуемого объекта, имитирующая функционирование объекта с заданной степенью детализации его отображения (технологический процесс, технологическая операция, параметр технологической операции). Средством, реализующим описываемый подход к модельной реализации НИР, является также программный комплекс – инструментарий структурно-алгоритмических моделей (ИКСАМ). Работа проводится в две стадии: логическая разработка и физическое моделирование. В свою очередь логическая разработка реализуется в два этапа: универсальный и специфицированный.

Этапы САПР	Логическая разработка		Физическое проектирование (использование структурно-алгоритмической модели)
	Универсальный этап	Специфицированный этап	
Содержание этапов САПР			
<u>Цель</u>	Разработать языковые средства описания операционной технологии	Провести описание конкретного объекта исследований (ТП сельхозпроизводства)	Поставить и решить конкретные задачи НИР
реализации (этапа)			
<u>Методы</u>	Система трансляции (компиляции и интерпретации) описаний на исх. языке	Анализ конкретного описания для выбранного объекта исследований	Функционально-эквивалентные преобразования и алгебраические методы
<u>Средства</u>	Реляционные свойства СУ БД, ППП ГВВ, ВИК	Отперифорированные описания конкретного объекта исследований (либо на другом машинном носителе)	Программы пользователя, реализующие задачи НИР, определенные ГОСТом, ОРММ и специальные задачи, в том числе и задачи идентификации

В таблице показано содержание основных этапов САПР, если для их реализации применяется программно-целевой подход.

ВЫБОР КТС АСУ ТП ЖИВОТНОВОДСТВА

Б.К.НУГЕР

КРЫМСКИЙ СХИ

Задача выбора нужного комплекса технических средств (КТС) заключается в отыскании варианта КТС, наиболее полно обеспечивающего функционирование АСУ ТП. Эффективность функционирования АСУ ТП во многом зависит от нижнего иерархического уровня КТС, т.е. от технических средств (ТС), осуществляющих функций измерения и контроля основных технологических параметров.

Современному животноводству свойственны разнообразие и усложнение технологических объектов и связей между ними, а также рост

которых обосновано проектирование и создание АСУ ТП, представляют собой сложные многосвязанные системы. Такие системы целеустремлены, предполагают наличие критериев управления и ограничений на управляющие и контролируемые параметры.

Проведение предпроектных исследований объекта для целей проектирования АСУ, предусматривает необходимость реализовать процедуры прикладного системного анализа как неформальные, так и формальные. В том случае, когда необходимо тиражировать разработку АСУ для ряда однотипных объектов, целесообразно формальные процедуры системного анализа включить в общую систему автоматизации проектирования (САПР). Совместное проведение работ специалистами сельскохозяйственного производства, знающими методы системного исследования, и специалистами по математическим методам исследования систем, позволяет проводить предпроектные НИР на достаточно высоком качественном уровне.

Суть предлагаемого подхода к САПР АСУ ТП, на предпроектной стадии, состоит в том, что для проведения НИР разрабатывается структурно-алгоритмическая модель исследуемого объекта, имитирующая функционирование объекта с заданной степенью детализации его отображения (технологический процесс, технологическая операция, параметр технологической операции). Средством, реализующим описываемый подход к модельной реализации НИР, является также программный комплекс - инструментарий структурно-алгоритмических моделей (ИКСАМ). Работа проводится в две стадии: логическая разработка и физическое моделирование. В свою очередь логическая разработка реализуется в два этапа: универсальный и специфицированный.

выбора для АСУ ТП животноводства являются:

- показатели назначения; показатели надежности; экономические показатели; эксплуатационные показатели; показатели безопасности; конъюнктурные показатели.

Оценку ТС целесообразно производить комплексно с помощью средних взвешенных показателей. Параметры весомости этих показателей могут быть определены одним из следующих методов: экспертным; стоимостных регрессивных зависимостей; предельных и номинальных значений; эквивалентных соотношений.

ВЫВОДЫ

1. Для реализации выбора КТС АСУ ТП животноводства необходимо определение основных параметров объектов управления и основных показателей ТС.

2. Оценку ТС целесообразно производить комплексно с помощью средних взвешенных показателей.

ОПТИМИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВОЙ МУКИ

В.О.ЧЕРНЫШЕВ

Д.Е.ВСТАВСКИЙ

ЦНИИМЭСХ

Производство кормовой муки выделяется среди других процессов кормоприготовления высокой энерго- и металлоемкостью. Для высушивания кормов до кондиционной влажности 10-12% необходимо испарить 2-8 т воды на 1 т готового продукта, что обуславливает значительный расход топлива. Поэтому стоимость кормовой муки остается достаточно высокой.

Это создает предпосылки для эффективного применения системы автоматического управления. Процесс системной автоматизации базируется на алгоритмизации объекта управления, который, в свою очередь, основывается на выборе критерия его оптимизации.

Условия эксплуатации агрегатов в значительной мере влияют на технико-экономические показатели работы оборудования, поэтому в качестве критерия оптимизации целесообразно использовать показатель, который учитывает производительность технологического оборудования и удельные затраты топлива и электроэнергии. При выбранном показателе эффективности критериальная функция оптимальности процесса приготовления кормовой муки имеет вид

$$\Phi = Q(1 - K_1 Q_{гс} - K_2 Q_{эс} - K_3 Q_{эд}) \rightarrow \max,$$

где Q — производительность технологического оборудования;

$Q_{гс}$ — удельный расход топлива на сушку;

$Q_{эс}$ — удельный расход электроэнергии на сушку;

$Q_{эд}$ — удельный расход электроэнергии на дробление;

$K_2 - K_3$ — коэффициенты, определяемые соотношением стоимостей готового продукта, топлива и электроэнергии.

Критерий оптимизации позволяет определить алгоритм оптимального управления процессом. Зависимости производительности, а также удельного расхода топлива и электроэнергии от управляющих воздействий и режимных параметров процесса определяются на основании уравнений материального, теплового и энергетического баланса.

Кроме того на управляющее воздействие и режимные параметры накладываются ограничения, обусловленные требованиями предъявляемыми к качеству готового продукта. Таким образом алгоритм управле-

ния процессом, в соответствии с ГОСТ на приготовление кормовой муки, должен учитывать ограничения по влажности W_k и температуре t_{mk} корма на выходе из сушилки, начальной $t_{сан}$ и конечной $t_{сак}$ температуре сушильного агента.

$$W_{kmin} \leq W_k \leq W_{kmax}$$

$$t_{mk} \leq t_{mkmax}$$

$$t_{сан} \leq t_{санmax}$$

$$t_{сак} \leq t_{сакmax}.$$

Алгоритм функционирования системы автоматического управления синтезированный на основании выбранного критерия оптимизации позволяет снизить удельный расход топлива и электроэнергии, а также повысить производительность агрегатов, что приводит к значительному уменьшению стоимости кормовой муки.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СВИНАРНИК-ОТКОРМОЧНИК

В.В. ПИГУЧЕВ

В.М. ФЕДОРОВ

Н.М. ЧЕРЕПКО

Л.С. ГАЙДУК

В.Ф. КОХАНЕВИЧ

ЦНИИМЭСХ

На экспериментальной базе ЦНИИМЭСХ "Новые Зеленки" вводится в эксплуатацию автоматизированная свиноферма на 1200 свиней откорма. Схема автоматизации свинарника состоит из блоков управления транспортированием корма в свинарник, раздачей корма в кормушки и навозоиспользованием. Транспортирование корма из кормокухни в свинарник осуществляется тремя гибкими винтовыми кон-

вейерами на расстояние 120 м. Раздача корма в кормушки производится автоматизированными раздатчиками-смесителями. Навоз выводится из свинарника самотечным способом в две навозосборочные емкости, откуда вывозится на поля как удобрение.

На центральный пульт управления вынесена информация о температуре кормосмеси, положении электрозадвижек винтового конвейера "открыто-закрыто", местоположении кормораздатчиков. Кормораздатчики оборудованы датчиками уровня, дозированная выдача корма осуществляется механически изменением положения выпускной заслонки по высоте при движении кормораздатчика в контакте с направляющими расположенными над кормушками. Раздатчики работают независимо друг от друга, что позволяет использовать максимальную производительность винтового конвейера и уменьшить общее время раздачи корма животным.

Приготовление и раздача корма осуществляются одним оператором. После подготовки кормосмеси к скармливанию оператор переходит в свинарник, где осуществляет визуальный контроль за работой оборудования. При нажатии кнопки "пуск" на пульте управления поочередно один за другим включаются в работу три гибких винтовых конвейера, после чего открывается задвижка смесителя и кормосмесь определенной температуры (не выше 40°C) начинает транспортироваться в свинарник, где распределяется по трем кормораздатчикам. Кормораздатчики располагаются при этом под конвейером, проходящим через центр свинарника. Первый по ходу движения корма кормораздатчик загружается до определенного уровня, после чего закрывается расположенная над ним электрозадвижка конвейера и кормораздатчик движется влево по кормовому проходу, производя дозированную выдачу корма в кормушки. Дойдя до конца прохода, поворачивается в центр помещения на повторную загрузку, вновь за-

Гружается и раздает корм в правой части кормового прохода, после чего останавливается в торце помещения. Аналогичным образом работают второй и третий по ходу движения корма автоматизированные кормораздатчики с той лишь разницей, что заполнение их кормом происходит медленнее в связи с тем, что большая часть корма поступает в предыдущий кормораздатчик. После повторного подхода третьего кормораздатчика под загрузку и определенной выдержки времени закрывается задвижка смесителя, оставшийся в винтовом конвейере корм выгружается в кормораздатчик и конвейер останавливается.

Блок управления навозоиспользованием осуществляет контроль уровня навозной массы в навозосборниках, сигнализацию и перемешивание. Выгрузка из навозосборников на мобильный транспортер осуществляется оператором в местном или дистанционном режимах.

Источником экономического эффекта от использования средств автоматизации на свиноферме является снижение затрат ручного труда и улучшение качества труда оператора, заключающееся в переходе от активного его участия в технологическом процессе к пассивному наблюдению-контролю за работой оборудования. Предполагается, что будет достигнуто: уменьшение затрат труда на раздачу кормов на 30-40%, повышение производительности линии раздачи корма на 30-35%.

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ОТКОРМА ЖИВОТНЫХ

В.О. ЧЕРНИШЕВ

ЦНИИМЭСХ

В докладе на основе методологии исследования операций рас-

считается оптимизационная математическая модель технологического цикла откорма животных и производится оценка эффективности выбранной стратегии. Одновременно с этим производится анализ влияния исследования операций на построение модели.

В качестве критерия эффективности животноводческого предприятия принята общая ценность получаемой продукции

$$F = \sum_{j=1}^m c_j y_j \rightarrow \max.,$$

(1)

где c_j — цена продукции;

y_j — планируемый выпуск продукции;

$j=1...m$ — индекс технологического цикла.

Для производства единицы продукции j — й технологический цикл требует L_{ji} количества кормов i — го типа. Количество кормов i — го типа, имеющихся в распоряжении хозяйства, ограничено величиной L_i^0 . Поэтому годится ограничение

$$\sum_{j=1}^m L_{ji} y_j \leq L_i^0, \quad (i=1...n)$$

(2)

В этой математической модели, являющейся типичным примером линейного программирования, активными средствами являются корма, а стратегиями — выбор величины y_j . Если стратегия задана в виде $\{y_j\}$ и известно, что она возможна по кормовым ограничениям, то оценка ее эффективности может быть произведена по критерию (1). Однако удобнее пользоваться такой стратегией, чтобы сразу определялся максимально возможный для нее объем производства животноводческой продукции.

С этой целью в качестве стратегии животноводческого предприятия вместо вектора $\{y_j\}$ принимают вектор с координатами

$$z_j = y_j / \sum_{j=1}^m y_j, \text{ тогда } z_j \geq 0, \sum_{j=1}^m z_j = 1 \quad (3)$$

Максимальный объем производства мяса со стратегией будет определяться величиной $\|y\| = \sum_{j=1}^m y_j$, представляющей собой максимальную норму вектора $\{y_j\}$ с данным процентным содержанием продукции $\{z_j\}$.

Из условия (2), получаем

$$\|y\| = \min_{1 \leq i \leq n} [L_i / \sum_{j=1}^m L_{ji} z_j].$$

В этом случае оценка эффективности стратегии $\{z_j\}$ сводится к определению величины

$$F(z_j) = (\sum_{j=1}^m c_j z_j) \min_{1 \leq i \leq n} [L_i / \sum_{j=1}^m L_{ji} z_j].$$

(4)

В записи (4) задача линейного программирования выглядит как максимизация функции $F(z_j)$ при выполнении условия (3), т.е. является задачей поиска экстремума функции переменных $z_1, \dots, z_{m-1}$ заданной в простой области $\sum_{j=1}^m z_j \leq 1$ и $z_j \geq 0$.

РАЗРАБОТКА АСУ ТП В ПРОМЫШЛЕННОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Л.С. ЛИБШИЦ

А.А. ДУН

А.И. КАРПОВИЧ

ЦНИИМЭСХ

Важнейшим направлением развития и повышения эффективности животноводства в свете решений XXVI съезда КПСС является его интенсификация, которая требует глубоких качественных изменений, создания наиболее рациональных форм, методов и средств управления. Совершенствование управления животноводством приобретает все большее значение по мере роста технической оснащенности, перевода его на промышленную основу, усложнения внешних и внутренних связей, вследствие развития процессов концентрации, специализации и кооперации. Одним из путей совершенствования управления животноводством является разработка и внедрение АСУ ТП, обеспечивающие решающую роль в повышении производительности труда в 1,5-2 раза, увеличении объема продукции на 10-15%, улучшении ее качества.

Для формирования низшего уровня АСУ ТП разработана электронная система связи микро-УВМ 12 ВСМ-5 с технологическим процессом. Система работает в режиме двухстороннего обмена однобайтовой информацией в параллельном коде, обеспечивая управление десятью исполнительными механизмами и опрос шестнадцати измерительных преобразователей. Разработан действующий фрагмент АСУ ТП с полным автоматическим оптимальным управлением кормов по шести регулируемым параметрам от микро-УВМ 15 ВСМ-5.

Разработаны и прошли производственную проверку: автоматическая система удаления навоза, автоматическое устройство контроля

состояния кормовых материалов при длительном хранении, автоматическое устройство контроля состава многокомпонентных жидкостей, устройство для контроля качества смешивания кормовых смесей. Разработанные устройства и системы защищены авторскими свидетельствами.

Проведены экспериментальные исследования электрофизических характеристик (диэлектрической проницаемости, тангенса угла диэлектрических потерь, активной проводимости) сельскохозяйственных материалов таких как корма, кормовые смеси, молоко, навоз и ядохимикаты в диапазоне частот 0,5 ... 20 МГц. На основании полученных частотных характеристик выбраны оптимальные частоты для построения измерительных преобразователей (датчиков) с целью автоматического контроля состава исследуемых материалов и определения их влажности. Разработана методика исследования электрофизических характеристик сельскохозяйственных материалов с большой сквозной проводимостью на промышленных приборах (мостах для измерения полных проводимостей и измерителях добротности).

Разработаны и пущены в эксплуатацию комплексные системы автоматизации технологических процессов: на свиноводческом комплексе промышленного типа по откорму 24 тысяч голов в год в совхозе "Восход" Могилевской области с экономическим эффектом от внедрения 50 тысяч рублей в год; в кормоцехе для свиноферм на племязаводе "Реконструктор" Толочинского района Битебской области с расчетным экономическим эффектом 485 руб/год.

ОПЫТ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НА ПТИЦЕФАБРИКЕ

А.В.КОРСАКОВ

О.Б.КАРАСЕВ

БИМСХ

XXVI съезд КПСС отметил, что одной из важнейших задач из курса партии на повышение благосостояния трудящихся является снабжение нашей страны продовольствием, особенно мясом.

Результаты деятельности созданных в последнее время специализированных ферм и комплексов подтверждают, что одним из главных путей в достижении поставленной цели является интенсификация производства, перевод его на промышленную основу, постепенный переход от автоматизации отдельных производственных процессов и операций к полной автоматизации цехов и всего предприятия.

Современный птицеводческий комплекс представляет собой сложную производственную систему, действующую на основе промышленной поточно-конвейерной технологии. Для условий работы такой системы характерны: строгая регламентация режимов отдельных технологических процессов и производства в целом; высокая интенсивность трудовых процессов на всех стадиях производства; большая рассредоточенность средств механизации и оборудования на территории и в помещениях комплекса; недопустимость длительного простоя технических систем жизнеобеспечения из-за неисправности; отсутствия обслуживающего персонала в вечернее и ночное время. Исходя из сказанного, очень важно иметь постоянную информацию о работоспособности всех систем комплекса, что вызывает необходимость использовать для этих целей автоматизированные системы централизо-

ванного контроля и управления технологическими процессами.

В настоящее время проектные организации, занимающиеся вопросами централизации управления в птицеводстве, делают упор на использование серийных устройств телемеханики, выпускаемых специализированными предприятиями электротехнической промышленности. Однако следует отметить, что возможности этих систем телемеханики чаще всего превышают задачи, которые стоят на данном этапе перед телемеханизацией птицеводческих предприятий, а высокая стоимость аппаратуры – до 5000 руб. на 10 команд телеуправления и 10 теле сигналов делает их не по плечу даже среднему предприятию. И все-таки, несмотря на дороговизну, эти системы весьма дефицитны. Использование же для этих целей известных систем дистанционного управления, например, типа "Сокол", привело бы к резкому увеличению количества проводов линии, а соответственно и ее стоимости.

Следовательно, традиционные методы централизации управления технологическими процессами практически неприемлемы для птицефабрик. Поэтому задача состоит в создании таких устройств передачи информации от контролируемых пунктов к диспетчерскому пункту, чтобы они, с одной стороны, сочетали положительные качества дистанционных передач – простота структуры, помехоустойчивость, низкая стоимость аппаратуры; с другой стороны, основное преимущество телемеханических систем – минимальное количество проводов линии связи.

Исходя из поставленных задач, в 1979-1980 гг. по заданию МСХ БССР и Птицепрома БССР в БИМСХ разработана автоматизированная система дистанционного централизованного контроля и управления технологическими процессами для четырех птицефабрик.

СТАТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ АСУ ТП КРУПНЫХ
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Л.Л.ЧЕРВИНСКИЙ

В.Л.ЧЕРВИНСКИЙ

БГМ

Создание АСУ ТП на основе программно-целевого подхода дает возможность производить своевременный сбор, накопление, хранение, быструю переработку информации, ее анализ и передачу в целях обоснованного принятия решений по эффективному управлению животноводческими фермами и комплексами. Сложность новых методов управления, основанных на программно-целевом подходе и применяемых в АСУ ТП, состоит в том, чтобы процессы, протекающие в кибернетических системах класса "человек-машина", перевести на математический язык, т.е. выразить эти процессы в виде абстрактных моделей.

Проблема статической устойчивости - это одна из основных проблем при проектировании автоматизированных систем управления технологическими процессами для крупных животноводческих комплексов. В частности, предполагается производить анализ статической устойчивости для АСУ регулированием скорости течения навоза по трубам и регулированием уровня навоза в навозосборнике.

Для проведения исследований и анализа полученных результатов использована программа расчета статической устойчивости, в основу которой был положен метод малых колебаний. Эта программа реализована на алгоритмическом языке "ФОРТРАН-IV" для ЭЦВМ "Минск-32". Для анализа статической устойчивости разработана программа, рассчитывающая и отображающая графически на АЦПУ частотный годограф Михайлова. Характерной особенностью этой программы является построение частотного годографа Михайлова и логарифмированных по-

лярных координат, что позволяет судить о степени устойчивости системы, и как те или иные изменения параметров системы влияют на ее устойчивость. Для создания АСУ регулированием скорости течения навоза создана математическая модель и программа для выбора оптимальных размеров датчика скорости, которая увязана с программой статической устойчивости.

В докладе проводятся алгоритмы всех созданных программ, графики расчета оптимальных параметров датчика скорости течения навоза и соответствующие им кривые годографа Михайлова.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ В ЛИНИЯХ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ

И.В.НАЦВЛИШВИЛИ
ВИЭСХ

В настоящее время при приготовлении кормов для крупного рогатого скота (КРС) на молочных фермах и комплексах применяются системы ручного управления. Отсутствие датчиков, позволяющих осуществлять контроль за прохождением процесса приготовления кормосмеси, приводит к возникновению предварийных и аварийных ситуаций, в результате которых происходит изменение рецептуры корма, увеличивает потери рабочего времени работы технологической линии. При этом обслуживающий персонал затрачивает большое количество времени на ликвидацию аварии.

На показателях, характеризующих работу кормоцехов, сказывается отсутствие типовых серийно изготавливаемых комплектных устройств управления электроприводами. В настоящее время разра-

батируется типоразмерный ряд унифицированных кормоцехов для ферм и комплексов КРС.

Все это выдвигает задачи по созданию унифицированной системы управления технологическими линиями приготовления кормов.

Предлагаемая нами методика по созданию унифицированной системы управления кормоцехами на молочных фермах и комплексах КРС включает в себя "Определение регулируемых и контролируемых параметров и методы их контроля и измерения".

Отсутствие единого подхода к определению контролируемых и регулируемых параметров не позволяет подойти вплотную к унифицированной системе управления. В связи с этим проделана работа по систематизации наиболее характерных параметров контроля и регулирования для различных технических решений в линиях приготовления кормов.

КОНТРОЛИРУЕМЫЕ И РЕГУЛИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ЛИНИЯМИ ПРИЕМА ДОЗИРОВАНИЯ И РАЗДАЧИ КОРМОВ НА МОЛОЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

А.М.МУСИН
О.П.БОЛТРИК
ВИЭСХ

Целенаправленность функционирования технологической линии приема, дозирования и раздачи кормов может быть задана расчетной целевой функцией $\chi(t_0 + \tau)$, определяющей целенаправленное поведение всей технологической линии (здесь t_0 - момент задания целевой функции, τ - расчетное время).

Под воздействием дестабилизирующих факторов происходит изменение поведения состояния технологической линии. Для целенаправленного приведения технологической линии в нормальное состояние, при котором основные технологические параметры поддерживаются на требуемых уровнях (равномерность подачи, точность дозирования и т.д.), необходима система управления, с помощью которой контролируются и регулируются основные технологические режимы.

Повышение требований к качеству контроля и регулирования приводит к усложнению систем управления и, как следствие, к их удорожанию. Все это ставит первостепенную задачу создания рациональной структурно-функциональной организации систем контроля и регулирования, оценки и обоснование их экономической эффективности.

Основными функциями системы управления технологическими линиями являются следующие:

1. Контроль за текущим состоянием технологической линии $x(t_0 + \tau)$, заключающейся в информационной обработке контролируемых параметров.
2. Определение меры рассогласования $\varepsilon(t)$ истинных значений параметров $x(t_0 + \tau)$ от расчетных $\hat{x}(t_0 + \tau)$.
3. Принятие решения об управлении.
4. Исполнение решения (проведение состояния технологической линии в исходное, расчетное состояние) $\hat{x}(t_0 + \tau)$.

Перечисленные основные функции являются основополагающими при создании унифицированной системы управления технологическими линиями.

Анализ систем управления существующих, а также перспективных технологических линий, позволил выявить наиболее характер-

ные регулируемые и контролируемые параметры, присущие большому ряду технологических линий:

1. Контролируемые параметры:

- контроль схода ленты подающих транспортеров;
- контроль натяжения ленты транспортеров;
- контроль поступления кормосмеси на кормораздатчик;
- контроль поступления концкормов;
- контроль поступления минеральных добавок;
- контроль заполнения бункеров концкормов;
- контроль заполнения бункеров минеральных добавок;
- контроль положения кормораздатчиков;
- контроль положения сбрасывающего устройства.

2. Регулируемые параметры:

- регулирование доз выдачи стебельчатых кормов;
- регулирование доз выдачи концкормов;
- регулирование доз выдачи минеральных добавок;
- регулирование доз выдачи кормосмеси.

Перечисленные контролируемые и регулируемые параметры позволяют подойти к решению задачи по созданию унифицированной системы управления технологическими линиями приема, дозирования и раздачи кормов на молочных фермах и комплексах.

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВ-
ЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ УДАЛЕНИЯ ЭКСКРЕМЕНТОВ ИЗ
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

В.С. ИОНИН

ЦНИИМЭСХ

Из гидравлических систем удаления экскрементов из животно-

водческих помещений наибольшее распространение получили гидросмывные. Однако при высокой надежности у них наблюдается большой расход воды до 20 ... 25 л/гол в сутки. Самотечные системы, у которых расход 1 ... 3 л/гол, не нашли широкого распространения из-за низкой надежности функционирования, так как оператор не в состоянии визуально определить время и количество воды, требуемое для поддержания способности экскрементов самотранспортироваться. Это приводит или к недостаточному добавлению воды и забиванию канала или к избыточному переувлажнению экскрементов, ускорению процесса заиливания каналов и увеличению затрат на утилизацию навоза.

Проведенное исследование самотечного канала как объекта автоматизации позволило получить условие функционирования канала

$$\begin{aligned} Q_n &= Q_p; \\ \tau_{on} &= \tau_{op}; \\ \eta_n &= \eta_p \end{aligned}$$

и выражения для передаточных функций по возмущающим и управляющему воздействиям. Причем передаточная функция объекта относительно изменения влажности представляет собой апериодическое звено первого порядка

$$W_k(p) = \frac{k_w}{T_1 p + 1},$$

а относительно изменения высоты смеси - последовательное соединение формирующего и апериодического второго порядка звеньев.

Получены аналитические выражения для определения постоянных времени и коэффициентов передачи, которые находятся в функциональной зависимости от реологических характеристик смеси и величины управляющего воздействия.

Разработан алгоритм управления процессом

$$W_k(p) = \frac{k_k}{T_2^2 p^2 + T_3 p + 1} (T_4 p + 1)$$

$$u = \begin{cases} u_1 & \text{при } k_{см} \geq k_{max}; \\ u_2 & \text{при } W_{см} < W_{min}; \\ 0 & \text{при } k_{см} < k_{max}, W_{см} \geq W_{min} \end{cases}$$

на базе которого построена система автоматического управления процессом (а.с. № 843879), в которой используется двухконтурное регулирование по высоте и влажности смеси. Первый контур отрабатывает управляющее воздействие в случае превышения смесью максимально допустимого уровня k_{max} , а второй – при понижении влажности смеси ниже минимально допустимого предела W_{min} .

Система прошла хозяйственные испытания на свиноферме племязавода "Заречье" Смолевичского района Минской области. Величины среднего значения влажности смеси и среднего квадратического отклонения для контрольного канала соответственно равны 83,5 и 0,74; а для опытного – 87,8 и 0,21%. Расход воды уменьшен в среднем на 5...7% и составлял для контрольного канала 1,0...1,5, а для опытного – 0,8...1,2 л/гол в сутки. Среднегодовой экономический эффект от применения системы составляет около 158 руб. на одно животноводческое помещение.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ОБРАБОТКИ СОЛОМЫ ХИМИЧЕСКИМИ РАСТВОРАМИ

В.О. ЧЕРНЫШЕВ

Л.А. СТЕПУК

В.С. СЫМАНОВИЧ

В.И. ХРУЦКИЙ

ЦНИИМЭСХ

В ЦНИИМЭСХ разрабатывается автоматизированная линия процесса обработки соломы химическим раствором при смешивании в потоке, основной целью которой является автоматическое поддержание заданного соотношения расходов соломы и химического раствора при смешивании в непрерывном потоке. Подача соломы осуществляется питателем ПЗМ-1,5, на подающем транспортере которого установлен электропривод с электромагнитной муфтой скольжения типа ПМСМ-10, позволяющей регулировать производительность линии в широких пределах. Для контроля производительности в линии соломы устанавливаются датчики контроля потока массы и датчик влажности. В линию подачи химического раствора входят смеситель для приготовления раствора, система фильтрации, вихревой насос и регулирующий клапан типа ЕСПА 02 ПВ с электрическим исполнительным механизмом и реостатным датчиком положения регулирующего органа. Контроль расхода щелочи осуществляется электрическим ротометром типа РЗ с вторичным прибором ДСР-1. Концентрация химического раствора контролируется кондуктометрическим датчиком.

Большинство устройств и агрегатов, применяемых в линии химической обработки соломы, может быть отнесено к сложным нелинейным объектам с распределительными параметрами и взаимосвязанными

ми регулируемые величинами. При небольших пределах изменения входных и выходных величин эти объекты могут рассматриваться как линеоризуемые с сосредоточенными параметрами, состоящие из звеньев невысокого порядка с запаздыванием. Процесс управления подачей химического раствора осуществляется регулирующим клапаном по расходу соломы и корректируется по степени концентрации раствора и влажности соломы. Статическая характеристика канала подачи химического раствора по расходу является линейной. Коррекция по качественным параметрам вносит в систему регулирования нелинейности.

В качестве регулирующего устройства используется регулятор Р-25.І.І., позволяющий производить суммирование сигналов от датчиков и формирующий совместно с регулирующим клапаном пропорционально-интегральный закон регулирования. К выходу регулятора подключен трехпозиционный релейный элемент. Предлагаемая система автоматического регулирования позволяет за счет контроля управляющих и возмущающих факторов более качественно поддерживать соотношение между расходами соломы и химического раствора.

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕС- КИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ АСУ ТП

Е.Б.НЕХАМКИН
Б.К.Н/ГЕР
КРАМСКИЙ СХИ

Разработка математических моделей технологических процессов для АСУ ТП животноводческих промышленных комплексов предъяз-

ляет ряд специфических требований к программному обеспечению для математического моделирования:

- возможность комплексного использования алгоритмов построения моделей; единая база данных об объекте автоматизации для всех алгоритмов моделирования; диалоговый режим работы комплекса программ с исследователем; возможность реализации алгоритмического и программного обеспечения на любой модели ЕС ЭВМ.

Алгоритмическое обеспечение для моделирования технологических процессов при разработке АСУ ТП животноводческих комплексов промышленного типа должно основываться на методах математической статистики, теории случайных процессов, теории идентификации.

Существующие пакеты прикладных программ для построения математических моделей не удовлетворяют всем поставленным требованиям, как по перечню реализуемых методов моделирования, так и по их реализации в программном комплексе.

Диалоговый программный комплекс "СИМСОД" (Система Идентификации, Моделирования и Статической Обработки Данных) предназначен для создания математических моделей технологических процессов при разработке АСУ ТП животноводческих промышленных комплексов на основе единой базы статических данных.

Программный комплекс "СИМСОД" реализует следующие функции:

1. Ведение диалога в процессе построения математических моделей.
2. Создание и ведение на магнитных дисках (МД) базы данных (БД) об объекте автоматизации.
3. Обмен данными между БД и программами построения моделей.
4. Построение (идентификация) полиномиальных моделей ТП: метод группового учета аргументов, метод адаптивной стохастической аппроксимации, метод наименьших квадратов.

5. Классификация и многомерный анализ данных.
6. Статистический анализ: проверка статистических гипотез по различным критериям, построение гистограмм.
7. Анализ временных рядов.
8. Графическое представление данных и результатов моделирования.

Программный комплекс "СИМСОД" написан на алгоритмических языках ФОРТРАН-IV и АССЕМБЛЕР для ЭВМ серии ЕС. Реализован для операционной системы ДОС 2.1, 2.2 и требует минимальной конфигурации вычислительных средств: процессов, оперативная память емкостью 256 кбайт, одно устройство ввода с перфокарт, одно АЦПУ, два накопителя на магнитных дисках.

Комплекс программ использовался для построения математических моделей технологических процессов на свиноводческом промышленном комплексе "Калитянский".

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТУКОСМЕСЕЙ

А.Т.МОРЖЕВСКИЙ
ЦНИИМЭСХ

Настройка тукосмесительных установок непрерывного действия с дозаторами объемного типа на заданный режим работы требует значительных затрат времени.

В ЦНИИМЭСХ НЗ СССР разработана система автоматизированного управления тукосмесительными установками СЗУ-20 и УТС-30 с использованием цифрового вычислительного устройства (ВУ), работающего в режиме советчика оператора. ВУ изготовлено на интеграл

ных элементах расширенной серии К 155. Алгоритм работы ВУ в режиме советчика оператора тукосмесительных установок составлен так, чтобы обеспечить ее работу на рациональной производительности (Q_{max}) для заданной марки тукосмеси $N : P : K$ с учетом коэффициентов моделей процесса дозирования для азотных, фосфорных и калийных удобрений, а также максимальной высоты открытия дозирующих заслонок (h_{max}). По первой части алгоритма рассчитывается расход компонентов тукосмеси Q_i . Сумма расходов $\sum_{i=1}^n Q_i$ сравнивается с Q_{max} и при $\sum_{i=1}^n Q_i = Q_{max}$ осуществляется переход ко второй части алгоритма, по которой на основе математических моделей процесса дозирования удобрений определяется высота открытия h_i дозирующих заслонок для компонентов тукосмеси. При этом h_i сравнивается с h_{max} и при условии $h_i \leq h_{max}$ осуществляется переход к выдаче результатов вычислений в каналы индикации. При $h_i > h_{max}$ происходит возврат к перерасчету расхода компонентов в сторону пропорционального его уменьшения и повторному расчету h_i до получения $h_i \leq h_{max}$.

В докладе показано почему известные способы настройки тукосмесительных установок на заданный режим работы, а также математические модели процесса дозирования минеральных удобрений ленточными питателями не могли быть использованы при разработке системы автоматизированного управления процессом приготовления тукосмесей. Обоснована необходимость быстрой замены блоков оптимизированных программ ВУ, простого обращения с пульта управления к ячейкам оперативной памяти, используемых для переменной информации, применения при отладке оптимизационных программ элементов, допускающих многократное устранение возможных ошибок, использования интегральных элементов, доступных для сельскохозяйственного машиностроения. Обоснована целесообразность применения одноадресной

структуры команд, работа с числами, представленными в форме с фиксированной точкой. Рассматривается структурная схема ВУ и алгоритмы выполнения арифметических и логических операций.

Экономический эффект оснащения одной УТС-30 средствами автоматизированного управления составил 2593,0 руб. в год

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ АКТИВНЫМ ВЕНТИЛИРОВАНИЕМ СЕНА

В.А. ГРИНЬ

А.Ф. КАМЕНЮКИИ

ЦНИИМЭСХ

Одним из способов получения высококачественного сена является метод активного вентилирования при его досушивании.

Поэтому вопрос разработки рациональных систем автоматического контроля и регулирования досушивания сена является весьма актуальным. Анализ способов автоматического контроля и регулирования процесса досушивания сена методом активного вентилирования (без подогрева воздуха) показал, что наиболее эффективно управлять процессом по параметру разности влагосодержания продуваемого воздуха после и до объекта сушки. В этом случае обеспечивается контроль фактической влажности сушеного сена и автоматическое изменение требований к влажности атмосферного воздуха, используемого для сушки.

При гигроскопическом равновесии влажность выходящего из сена воздуха является информативной переменной влажности сена. Из-за отсутствия переносных преобразователей влажности сено-соломисных материалов контроль влажности сена можно выполнить по равновесной

влажности воздуха внутри стога (в верхних его слоях).

Рассматривая сушильную установку как объект автоматизации, необходимо знать характер изменения внешних воздействий (влагосодержание сена и воздуха). Учитывая случайный характер изменения этих величин, нами проведены исследования методами математической статистики с целью определения закономерностей этих изменений.

Определены статические характеристики процесса изменения влажности воздуха на входе и выходе из объекта автоматизации. Установлено, что корреляционные функции изменения контролируемых переменных достаточно точно аппроксимируются выражениями для процесса нерегулярной качки. Спектр дисперсии случайного процесса изменения входной контролируемой величины выделяется в диапазоне частот $0 \dots 8,8 \cdot 10^{-4}$ рад/с при граничной частоте среза $1,4 \cdot 10^{-4}$ Гц, что соответствует граничному периоду $7,1 \cdot 10^3$ с или около 2 часов. Можно считать, что процесс сушки подвержен низкочастотным возмущениям и необходимость в подаче регулирующего воздействия будет возникать не чаще, чем через 2 часа.

Система автоматизированного управления реализована на базе релейного позиционного регулятора разности влажности воздуха в двух точках. Для этой цели использован регулятор РРТ-2, у которого вместо термометров сопротивления установлены первичные преобразователи влажности воздуха типа ЗВЧ.

Контроль влажности сена с целью определения момента достижения заданной конечной влажности выполнен на регуляторе СПР и датчике ЗВЧ.

Контроль температуры сена с целью предупреждения его саморазогревания выполнен регулятором температуры ПТР-2 с термометром сопротивления.

Система автоматизации прошла проверку в производственных ус-

ловиях на сенохранилище с активным вентилированием. По сравнению с ручным управлением система автоматизации обеспечила сокращение продолжительности сушки на 16%, экономию электроэнергии - на 16%, Экономия эксплуатационных затрат составила 23 руб. на 100 т сена.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ЛИНИИ РАЗДЕЛЕНИЯ НАВОЗА

Б.И. НАЗАРОВ

В.А. РЫЧКОВ

ВНИИМ

Исследована система автоматизации процесса разделения навоза на твердую и жидкую фракции.

Система автоматизации состоит из следующих электроприводов: трех устройств выгрузки осадка из иловой камеры отстойника, двух насосов для перекачки осадка, двух центрифуг, трех транспортеров выгрузки густой фракции, двух насосов перекачки фугата, а также электронных датчиков уровня, мнемосхемы и станции управления. Система автоматизации обеспечивает программное управление процессом выгрузки осадка из отстойников, контроля уровня осадка в промежуточных накопителях, пуск механизмов поточной линии в заданной последовательности, дистанционный контроль и отображение работы механизмов на мнемосхеме.

Результаты испытания показали, что разработанная система управления обеспечивает работу поточной линии разделения навоза по заданной программе и на первом этапе соответствует производственным требованиям. Однако, для повышения качества разделения навоза на фракции требуется автоматический контроль процесса частичного разделения навоза в вертикальном отстойнике. Произ-

подставленная проверка показала, что предусмотренный для этих целей фирмой Джи-Эй-Джи электромеханический сигнализатор уровня осадка в иловой камере имеет очень большую погрешность, а отечественный промышленный фотоэлектрический сигнализатор уровня осадка и активного ила типа СУФ-42 в сельскохозяйственных сточных водах работать не может.

Нами проведены испытания сигнализатора уровня осадка и активного ила типа СУФ-210 и разработана схема автоматического регулирования уровня осадка на базе этого прибора.

Исследованы также ультразвуковые сигнализаторы уровня с целью применения их для контроля и управления процессом разделения негвоза в отстойниках. Приводятся материалы исследования.

РЕГУЛИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОАККУМУЛЯТОРНЫХ УСТАНОВОК

И.И.ШАТЕЙКИС

Р.Б.КАВАЛКНАС

ЛИТ.НИИМЭСХ

Для отопления-вентиляции животноводческих помещений перспективными являются электрические теплоаккумуляторные установки (ЭТАУ) с твердой аккумулирующей массой, использующие дешевую внепиковую электроэнергию.

При автоматическом регулировании теплосъема такой установки с целью поддержания заданной постоянной температуры в животноводческом помещении при постоянной воздухопроизводительности, установка в течение значительной части отопительного сезона работает в неэкономичном режиме с точки зрения минимизации расхода тепло-

вой энергии для создания требуемых микроклиматических условий.

Из результатов анализа температурно-влажностного режима в животноводческом помещении, обогреваемого теплоаккумулирующей установкой, выявилось, что минимизации расхода тепловой энергии для создания микроклимата можно достичь регулируя как теплосъем, так и воздухопроизводительность установки. При этом регулированием теплосъема достигается поддержание заданной температуры, а изменением воздухопроизводительности — поддержание относительной влажности на уровне, близком к максимально допустимому при условии, что концентрация вредодействующих газов не превысит нормативных значений.

Как известно, одним из самых эффективных и простых способов регулирования теплосъема ЭТАУ является изменение количества воздуха, проходящего через каналы теплоаккумулирующей массы. Поэтому, при регулировании воздухопроизводительности, будет изменяться и интенсивность теплосъема. Сложность такого регулирования состоит в том, что температура теплоаккумулирующей массы не является постоянной, а колеблется в зависимости от степени разрядки от 100–150 до 600–650°C. из-за чего значительно изменяется коэффициент передачи по каналу регулирования теплосъема.

Поэтому для регулирования как теплосъема, так и воздухопроизводительности ЭТАУ необходимо реализовать принципы взаимосвязанного регулирования.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ВЕГЕТАЦИОННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

А.М. КОВАЛЕНКО

НПО "Механика"

Решениями партии и правительства на Министерства сельского

хозяйства СССР и Министерства электронной промышленности была возложена задача по разработке и серийному освоению первых отечественных вегетационно-климатических установок (ВКУ) для широкого оснащения ими фитотронов и селекционных центров страны, что позволит поднять на качественно новый уровень селекцию сельскохозяйственных культур.

Одной из важных и актуальных проблем является разработка высоконадежных, экономичных и удобных в эксплуатации систем автоматического регулирования параметров микроклимата. Значимость этой проблемы подтверждается также координационной программой И6.13 МСХ СССР. Анализ состояния вопроса позволяет сформулировать следующие задачи исследования:

1. Разработка математической модели оптимального построения систем автоматического регулирования ВКУ по критериями надежности и стоимости.

2. Исследование и разработка систем автоматического регулирования для вегетационно-климатических камер.

3. Анализ результатов исследования и оценка на этой основе экономической эффективности.

4. Внедрение систем автоматического регулирования для вегетационно-климатических стеллажей и камер искусственного климата в серийное производство.

В докладе обоснованы критерии надежности и стоимости при разработке методов оптимального построения систем автоматического регулирования ВКУ. С использованием полученных методик расчета была разработана высоконадежная, экономичная и удобная в эксплуатации система автоматического регулирования и контроля для новой

модели вегетационно-климатической камеры КВ-4У, которая прошла межведомственные испытания и принята к серийному производству.

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КАМЕР ИСКУССТВЕННОГО КЛИМАТА ДЛЯ УСКОРЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Б.В. ПАРХОМЕНКО

НПО "Механика"

П.П. БЕРЕЖНОЙ

ВАСХНИЛ

В.Б. ХРАПОВ

БИМСХ

А.Н. КОВАЛЕНКО

НПО "Механика"

В постановлениях партии и правительства намечена большая программа создания в СССР отечественного серийно выпускаемого вегетационно-климатического оборудования для поднятия на новый качественный уровень селекции сельскохозяйственных культур.

В этой связи за последние 6 лет было сформулировано новое перспективное научное направление "Теория и практика создания систем искусственного климата для ускорения селекции сельскохозяйственных культур".

В настоящее время авторами данной работы были рассмотрены проблемные вопросы автоматизации камер искусственного климата для целей селекции растений. В докладе получила дальнейшее развитие теория уравнивания чувствительности по отдельным элементам сложной системы, на базе которой были созданы принципиально новые, достаточно простые и эффективные методы расчета кон-

струкций и надежности камер искусственного климата.

Используя результаты теоретических исследований, впервые в отечественном машиностроении было разработано и освоено серийное производство систем искусственного климата: вегетационно-климатические камеры типа КВ-1, КВ-2, КВ-3, КВ-4 с автоматическим регулированием параметров температуры, влажности и освещенности, камеры низких температур КНТ-1, вегетационные стеллажи типа СУВР и СВ-1Л также с автоматическим поддержанием температуры и влажности. Разработанные системы искусственного климата выполнены на уровне изобретений, с применением интегральных схем и современных достижений науки и техники в области электроники и автоматики и соответствуют лучшим зарубежным образцам подобного типа.

Стеллажи СУВР и СВ-1Л удостоены государственного знака качества СССР. На международной выставке в Чехословакии стеллаж СВ-1Л получил высшую награду - "Золотой серп".

Рассмотренные камеры и стеллажи внедрены более чем в 50-ти селекционных центрах страны, научных учреждениях МСХ СССР и ВАСХНИЛ.

✓ К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ ПЛАСТИНЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА-УТИЛИЗАТОРА

Ф.П. КАМЧАТОВ

К.Р. МОСКЕВИЧ

В.В. АНТИПОВ

В.С. ЗМУШКО

БИМСХ

Одним из путей повышения эффективности воздухообмена для

поддержания в допустимых пределах температуры, влажности и примесей вредных газов в животноводческих, птицеводческих и других помещениях является применение пластинчатого теплообменника, который утилизирует тепло вентиляционных выбросов и использует его для подогрева приточного воздуха.

Наиболее экономичный режим работы такого теплообменника зависит от концентрации водяных паров, температуры приточного и вытяжного воздуха, толщины слоя инея в каналах вытяжного воздуха и т.д.

В данной работе предложено решение задачи Стефана с граничным условием третьего рода, которое позволяет учесть все факторы, влияющие на интенсивность теплообмена в каналах утилизационного теплообменника и определить время таяния или намораживания слоя инея.

$$1 = \alpha \frac{5,84 \cdot 10^{-7} \text{ кДж} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2} - 0,8 \cdot 10^{-11} \text{ кДж} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}}{\sqrt{\frac{\lambda_{\text{эфф}} \cdot \Delta T}{0,166 \text{ кДж} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2} - 1,03 \cdot 10^{-5} \text{ кДж} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}} \cdot q \cdot c}}$$

- где:
- τ - время таяния слоя инея;
 - τ_1 - время намораживания;
 - ΔT - разность температур между вытяжным воздухом и поверхностью теплообмена;
 - $\lambda_{\text{эфф}}$ - эффективный коэффициент теплопроводности инея;
 - q - теплота фазового перехода;
 - α, k, c - коэффициенты пропорциональности, равные соответственно л/кг , л/с , л кг/м^3 .

УСТРОЙСТВО ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО КОНТРОЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В.Б.ХРАПОВ

С.В.ШУЛЬГИНОВ

БИМСХ

Применение в настоящее время на сельскохозяйственных объектах сложного технического оборудования, служащего для обеспечения соответствующих технологических режимов работы, обусловило необходимость создания специальных средств для организации контроля их технического состояния. Введение централизованного контроля позволяет значительно повысить надежность функционирования оборудования.

Представленное авторами устройство централизованного контроля состояния оборудования позволяет регистрировать изменение технического состояния оборудования, рассредоточенного по территории сельскохозяйственного объекта. Оно содержит узлы опроса группы датчиков, характеризующих состояние технического оборудования, и блок регистрации. Каждый узел опроса группы датчиков связи с блоком регистрации. Кроме этого, имеются еще две линии связи, являющиеся общими для всех узлов опроса.

Блок регистрации перед началом каждого цикла опроса формирует сигнал, который одновременно поступает на все узлы опроса датчиков и подготавливает их к началу опроса. Затем поочередно для каждой группы датчиков вырабатывается импульсная последовательность, с помощью которой узел опроса организует опрос состояний датчиков. Результаты опроса по линии связи, общей для всех узлов, поступают в блок регистрации. Данный блок регистри-

рует изменение состояния датчика и фиксирует номер датчика в группе, номер группы и время. Эта информация высвечивается на цифровом табло и распечатывается с помощью встроенного устройства узкой печати. Звуковой сигнал, сопровождающий регистрацию изменения состояния датчика, работает до момента принятия зашифрованной информации оператором, что обеспечивается введением специальной кнопки.

Кроме этого, устройство позволяет проводить автоматический контроль исправности линий связи и регистрацию их повреждения.

Устройство выполнено на базе микросхем серии К 155. В качестве устройства печати использовано печатающее устройство "Строка I90". Линии связи имеют гальваническую развязку как с блоком регистрации, так и с узлами опроса группы датчиков, и обладают необходимой помехозащищенностью.

Данное устройство может быть использовано для централизованного контроля состояния оборудования на различных сельскохозяйственных объектах: птицефабриках, животноводческих комплексах и др.

БЕСКОНТАКТНАЯ РЕГУЛИРУЕМАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОГРУЖНЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК

И.Ф.КУДРЯВЦЕВ

М.В.СТАНКЕВИЧ

БИМСХ

Анализ работы систем сельскохозяйственного водоснабжения (по данным "Промбурвод") показал, что основными причинами перебоев в снабжении потребителей водой являются следующие:

1. Отказ датчиков уровня или реле давления из-за несовершенства их конструкции - 60%.

2. Выход из строя насосного агрегата - до 30%.

3. Выход из строя скважин - до 5%.

4 Другие неисправности - до 5%.

В результате до 50% станций управления погружными насосами работает в ручном режиме из-за отказа датчиков уровня и др. элементов автоматики. В зимнее время этот показатель доходит до 80 - 95 %.

Выход из строя элементов насосного агрегата, фильтров, запорной арматуры в значительной степени обусловлен выносом песка из скважины в момент прямого пуска электродвигателя.

В колхозах им. XXV съезда КПСС, им. Гастелло Воложинского р-на Минской обл. в результате осциллографических исследований получены экспериментальные материалы, позволяющие судить о длительности и характере негативных воздействий прямого включения - отключения насосных агрегатов для скважин различной глубины, различного вида и расположения запорной арматуры.

На основании этих исследований на кафедре "Применение эл. энергии в с.х." БИМСХ осуществлена разработка станции управления для автоматизации систем сельскохозяйственного водоснабжения, позволяющей исключить гидравлические удары в момент пуска-остановки электродвигателя погружного насоса, до минимума свести пескование скважин.

Станция состоит из силового тиристорного блока, временного пускающего устройства, бесконтактного магнитомодуляционного регулятора давления, датчика давления, блока защиты. Она позволяет осуществить прямой и регулируемый пуск и остановку насосного агрегата как в ручном, так и в автоматическом режимах.

В качестве чувствительного элемента датчика давления применены магнитодиоды серии КД 304. Датчик устанавливается в помещении станции на нагнетательном или водоразборном трубопроводах и реагирует на гидравлическое давление. В комплекте с регулятором давления, выполненном на интегральных микросхемах, он позволяет осуществить как одно-, так и двухпозиционное регулирование работы насосного агрегата.

Внедрение этих разработок позволит в значительной степени снизить перебои в водоснабжении, увеличить срок службы скважин - наиболее дорогостоящих элементов систем водоснабжения.

ГЕНЕРАЦИЯ БЛОЧНОЙ МОДЕЛИ РАЗМЕЩЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И ЗАГОТОВОК В РАЙОНЕ

И. Я. ПОДАШЕВСКИЙ

А. Ф. НИКОЛАЕВА

БИМСХ

В условиях межхозяйственной кооперации планирование углубления специализации хозяйств района, размещения производства и закупок продукции между хозяйствами, а также определение межхозяйственных связей, требуют сбалансированного расчета основных плановых показателей одновременно по всем хозяйствам района.

Такие задачи решаются путем построения блочных моделей. Для обеспечения массового проведения расчетов необходимо автоматизировать построение этих моделей.

Описываемый генератор блочных моделей обеспечивает решение

следующих задач: прогноз важнейших показателей на основе статистических данных, выбор состава переменных и уравнений для каждого диагонального блока, описывавшего отдельное хозяйство, построение связывающего блока, учитывающего межхозяйственные связи и ограничения, заданные по данному району в целом, например, по объемам закупок.

Расчет производится на заданный конечный год хозяйства, выводится на печать в виде аналитических таблиц, результаты решения сохраняются для использования в других задачах, например, для распределения ресурсов, динамического планирования развития отдельных хозяйств и др. Решение выполняется под управлением ОС ЕС, с использованием пакета прикладных программ ННП ЛН АСУ.

Критерий оптимизации строится так, чтобы обеспечить полноту использования производственных ресурсов района для производства реализуемой государству продукции и путем использования ранжированных штрафных переменных получить решение при неполных исходных данных.

Целевым назначением задачи определяется степень агрегирования используемых показателей и переменных модели. Так, в блоке растениеводства основными переменными являются посевные площади по десяти культурам: зерновые, лен, сахарная свекла, картофель, овощи, корнеплоды, травы на пашне, семена многолетних трав, подпосевные травы, промежуточные посевы. Остальные виды посевов учитываются программно при вычислениях коэффициентов модели, например, приход зеленой массы с сенокосов и пастбищ, посевы семян сахарной свеклы, лекарственных культур и т.д. Выбором переменных определяется и процесс обработки статической отчетности.

Темпы роста урожайности в целом по району вычисляются на

основании директивных требований к росту заготовки сельскохозяйственной продукции, определяемых для района на уровне области. С целью выравнивания степени использования производственных ресурсов отдельными хозяйствами района темп роста урожайности в них планируется тем выше, чем меньше степень использования ресурсов по отношению к среднерайонному уровню.

При планировании производства в хозяйствах плановые значения урожайности отдельных культур могут быть изменены, но без изменения объема валовой продукции растениеводства, что позволяет сохранить определяемую при расчете по блочной модели специализацию хозяйств и показатели, характеризующие межхозяйственные связи.

С учетом реального развития межхозяйственной кооперации в БССР особое внимание уделено межхозяйственным покупкам-продажам по всем половозрастным группам крупного рогатого скота, которые представлены соответствующими переменными в каждом диагональном блоке. Благодаря этому, прирост численности скота на комплексах по откорму, увеличения выращивания нетелей определяют как изменение стада, так и производство и товарность молока во всех остальных хозяйствах. Другие виды животноводства учитываются в агрегированном виде. Для лучшего согласования кормовой базы с потребностями животноводства в балансе кормов учитываются продуктивный и поддерживающий корма, что требует учета в виде самостоятельных переменных модели различных удоев, привесов и сдаточных весов.

Блочная модель разработана как часть системы моделей, которая на основе единой системы данных и единого математического обеспечения должна обеспечивать планирование как сельскохозяйственного производства в районе, так и обслуживающих отраслей.

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МЕЖХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ТАБАКА

В.С.МКРТЧЯН

ЕРЕВАНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Производство табачного сырья коренным образом отличается от производства других продуктов сельского хозяйства. В нем неразрывно сочетаются два взаимосвязанных, но качественно разных процесса: выращивание растений табака и послеуборочная обработка спелых листьев, превращение их в промышленно-товарный продукт - табачное сырье для производства курительных изделий.

Высокая рентабельность производства табачного сырья высокого качества и необходимых табачной промышленности типов выдвигает на первый план для табаководческих хозяйств страны оптимальные размеры посевных площадей, высокую культуру возделывания табака и технологии послеуборочной обработки листьев, максимальную комплексную механизацию и автоматизацию производственных процессов. Однако, при этом не решается основная проблема: сочетание интересов сельскохозяйственного производства с интересами промышленности, в результате страдает качество конечной продукции.

В докладе, на примере одного из крупных табаководческих районов Армянской ССР - Иджеванского, даны практические рекомендации по созданию агропромышленного автоматизированного межхозяйственного комплекса послеуборочной обработки табака на базе районного ферментационного предприятия с объединением всех табаководческих хозяйств района. Показаны преимущества комплекса, перспективы развития, возможная техническая оснащенность средства-

ми механизации, автоматизации и вычислительной техники. Даны также рекомендации по дальнейшим исследованиям в области комплексной механизации и автоматизации послеуборочной обработки табака в условиях агропромышленных комплексов.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ЖИВОТНЫХ АЭРОЗО- ЛЯМИ В МОБИЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

А. Г. ДАВТЯН

ЕРЕВАНСКИЙ ПОЛИТЕХ-
НИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

В настоящее время одним из реальных путей совершенствования лечебно-профилактических и ветеринарно-санитарных обработок животных дезинфекции, дезинсекции помещения является применение химических и биологических препаратов в аэрозольном состоянии.

Однако работа с ядовитыми химическими дезинфицирующими и инсектоцидными средствами связана с известной опасностью для персонала, что выражается при использовании токсических веществ в форме аэрозолей, особенно аэрозолей в виде мелких частиц.

Самым эффективным методом защиты от вредного воздействия аэрозолей является полная автоматизация обработки животных.

В Ереванском зоотехническо-ветеринарном институте, на кафедре механизации и электрификации сельскохозяйственного производства ведутся исследования по созданию полностью автоматизированной мобильной установки для обработки профилактики и лечения животных.

Основная задача, которая решается, состоит из трех подзадач:

а/ Автоматическая загрузка и выгрузка животных на мобильную

установку.

б/ Автоматическая дозировка лекарственных препаратов в соответствии с состоянием обрабатываемых животных.

в/ Программное управление процессом обработки.

В докладе приводятся технические решения вышеуказанных подзадач, выразившиеся в целом в автоматизированной системе управления процессом обработки животных в мобильных условиях - АСУП ОЖМУ.

НАПРАВЛЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ АГРЕГАТОВ ДЛЯ СУШКИ КОРМОВ

И.Ф. КУДРЯВЦЕВ

БИМСХ

К.-С.А. ГИЦЯВИЧУС

ГЭКИ

Корма искусственной сушки в основном приготавливаются на механизированных комплексах оборудования для приготовления травяной муки, гранул и брикетов производительностью 0,65, 1,50, 3,00 т/ч. Основное место в технических линиях приготовления травяной муки по энергоемкости (до 3600 кДж на испарение 1 кг влаги) и влиянию на качество корма (недосушенный - портится при хранении, в пересушенном - уменьшается переваримость протеина) занимает процесс сушки.

Исследования ЛитНИИМЭСХ, ВНИИКОМЖа, ВИМа, ЛСХИ, МИИСПа и других организаций показывают, что системы автоматического регулирования процесса сушки путем изменения подачи топлива по сигналу температуры сушильного агента на выходе из барабана, которые установлены на агрегатах АВМ, требуют периодической коррек-

тировки заданной температуры сушильного агента на выходе из барабана. Исследователями предложен ряд более совершенных схем регулирования, изготовлены и испытаны макетные образцы, но широкого распространения эти схемы не получили.

Проведенные нами исследования показали, что при правильном выборе значения температуры отработанного сушильного агента и автоматического поддержания заданного значения температуры, коэффициент корреляции между влажностью высушенного корма и температурой сушильного агента на выходе из барабана достигает величины 0,87, при этом получается продукт требуемой влажности.

При ручном управлении коэффициент корреляции не превышает 0,42 и влажность корма колеблется в широких пределах. Поэтому первоочередной задачей является оснащение агрегатов приборами для измерения влажности зеленой массы и конечной влажности продукта сушки, чтобы была возможность правильно выбрать температурный режим сушки. В настоящее время в конструкцию модернизированного агрегата АВМ-1,5 введен диалкометрический прибор контроля влажности, а ультразвуковой датчик влажности испытывается в составе агрегата АВМ-3,0. После испытания датчиков и выбора более совершенного, сигнал о влажности будет использован для корректирования температуры в существующих системах автоматического регулирования. Дальнейшее совершенствование нами систем регулирования процесса сушки направлено на максимальное теплоиспользование и улучшение качества корма с учетом возникающих требований при использовании агрегатов в комплексно-механизированных линиях приготовления гранулированных и брикетированных кормов; поточности, непрерывности и надежности технологического процесса. Разработаны структурная схема регулирования процесса сушки путем изменения подачи топлива и зеленой массы по сигналу температуры сушильного

агента на выходе из барабана с коррекцией по влажности травяной муки на выходе из сушилки, которая максимально унифицирована с имеющимися системами.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ УДОБ- РЕНИЙ НА УСТАНОВКЕ УТС-30

А.Т.МОРЖЕВСКИЙ

ЦНИИМЭСХ

В.А.ЧУЕШКОВ

БИМСХ

При автоматизированном управлении тукосмесительной установкой УТС-30 с использованием цифрового вычислительного устройства, работающего в режиме советчика оператора, необходимо знать влияние на качество тукосмеси неадекватности математической модели процесса дозирования, погрешностей измерения влажности удобрений *W*, содержания питательных веществ в удобрениях *q*, а также неточности установки высот открытия дозирующих заслонок. Проведение опытов по определению влияния на отклонение качества тукосмеси от агротехнических требований требует больших материальных и трудовых затрат. В этой связи при разработке средства автоматизированного управления тукосмесительными установками целесообразно использование статической модели, состоящей из однотипных каналов по количеству компонентов тукосмеси, каждый из которых включает аналоговые схемы для моделирования процесса дозирования удобрений, набора модели смесителя непрерывного действия, а также устройства обработки поступающей из моделей смесителя статической информации.

Модель УТС-30 испытывалась на аналого-цифровом вычислительном комплексе. Для проведения испытаний модели разработан специальный алгоритм, который позволил автоматизировать процесс испытаний модели от ЦВМ. Задание режима работы аналоговых схем модели осуществлялось с использованием динамических характеристик УТС-30. Необходимые расходы фосфорных и калийных удобрений выдавались из ЦВМ в аналоговую схему модели через цифро-аналоговые преобразователи. Экспериментальная информация из моделей смесителя поступала в ЦВМ через аналого-цифровые преобразователи. ЦВМ решала задачу о выбросах случайных процессов.

Анализ результатов моделирования показал, что особо тщательно /+ 1...2 мм/ необходимо устанавливать высоты открытия дозирующих заслонок, а также знать влажность исходных минеральных удобрений. Неадекватность математической модели процесса дозирования удобрений и содержание питательных веществ в удобрениях оказывает незначительное влияние на отклонение качества тукосмеси от агротехнических требований.

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ЗАКОНА РЕГУЛИРОВАНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ТЕПЛИЦЕ

Г.Ф. БАИДИКОВ

Ю.С. БЕРНЕР

ЛСХИ

Известно, что повышение концентрации углекислого газа в теплицах способствует повышению урожайности выращиваемых культур. В настоящее время автоматическое управление подкормкой растений углекислым газом осуществляется с помощью программных систем

разомкнутого типа, без регулирования концентрации углекислого газа. При этом в теплицах устанавливается либо недостаточно высокая концентрация, что приводит к излишним потерям углекислого газа, вызываемым инфильтрацией наружного воздуха, и к соответствующему увеличению энергетических затрат.

Поэтому в будущем следует ожидать появления систем автоматического регулирования концентрации углекислого газа, используемых для автоматизации процесса подкормки. В этой связи представляют интерес исследования, направленные на выбор алгоритмов (законов) управления для систем подобного назначения.

В докладе излагаются результаты исследования динамики линейных и релейных систем регулирования концентрации углекислого газа. В результате синтеза линейной системы с ПИ-регулятором и исследования переходных процессов в такой системе установлено, что подобные системы имеют длительность переходных процессов при отработке малых управляющих воздействий порядка 800...1000 с, а при отработке больших управляющих воздействий (запуск системы) в силу ограниченности производительности исполнительных устройств переходный процесс затягивается до величин порядка 1200...2000 с, соизмеримых с длительностью сеанса подкормки. Это указывает на неприемлемость использования линейной системы регулирования при автоматизации процесса подкормки.

В докладе также приведены результаты проведенных исследований динамики релейной двухпозиционной системы регулирования концентрации углекислого газа. На основе этих результатов получены зависимости амплитуды и периода автоколебаний от таких параметров, как ширина петли гистерезиса статической характеристики регулятора, постоянная времени объекта управления, величина суммарного запаздывания в каналах и управления, длительность принудительного размыкания контура регулирования, вызываемого использованием одной

газоаналитической установки для регулирования концентрации углекислого газа одновременно в нескольких рабочих отсеках теплиц. Эти зависимости позволяют сделать определенные практические рекомендации о целесообразности использования чисто релейного управления, о возможности построения системы автоматизации подкормки растений в шести отсеках типовой блочной шестигектарной теплицы на базе одной газоаналитической установки и одной управляющей цифровой вычислительной машины, которая используется для автоматизации процесса измерения концентрации углекислого газа и для выработки команд управления включением исполнительных устройств в рабочих отсеках.

ЭЛЕМЕНТЫ АВТОМАТИКИ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СОРТИРОВКИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

И.Ф.БОРОДИН

МИИСП

В последнее десятилетие рядом научных сотрудников выполнены большие исследования по изучению электрических и оптических свойств сельскохозяйственных материалов и продукции (почв защищенного и открытого грунта, грубых зеленых кормов, корнеклубнеплодов, лука, комбикормов, зерна, плодов томатов, яблок, арбузов, листьев табака, молока и т.п.)

Установлено, что электрические параметры, оптические характеристики имеют хорошую корреляцию со многими технологическими, качественными и органолептическими свойствами указанных продуктов, например, влажностью зерна и почвы, зрелостью плодов и овощей, наличием у них мест механических повреждений и заболеваний, биологическими и посевными показателями.

Таким образом, использование электрических свойств и оптических характеристик позволяет предложить новые методы и широкий класс средств автоматики для количественного контроля и измерения показателей качества сельскохозяйственной продукции и ее сортировки на фракции по этим показателям.

В отличие от широко распространенных неэлектрических способов сортировки по размеру и форме, массе и плотности, аэродинамическим и другим внешним признакам электрическое поле и оптические излучения позволяют сортировать сельскохозяйственную продукцию по новым принципам, то есть по внутреннему составу и форме

связи входящих элементов, по физиологическим свойствам биологического объекта и его жизнеспособности. Использование подобных методов сортировки и средств контроля важно не только для объективной количественной оценки качественных показателей продукции, но особенно ценно в селекции новых сортов с.-х. культур для экспрессной оценки и получения при сортировке фракции семян с заданными свойствами, например, высокоурожайных сортов семян зерновых культур или семян овощных культур с минимальными потерями при длительном хранении.

Нами исследована для семян зерновых и овощных культур, почвы и молока, зеленых кормов и корнеплодов зависимость диэлектрической проницаемости и активной проводимости от температуры, влажности, плотности, сортовых признаков, засоленности, жирности в широком диапазоне частот (от 20 Гц до 2400 МГц).

Эти исследования легли в основу создания датчиков уровня и влажности сыпучих материалов, измерителей засоренности зернового потока, регистраторов жирности молока и интенсивности его выведения при машинной дойке коров, диэлектрических сепараторов семян и других приборов.

Диэлектрические сепараторы семян серийно выпускаются на заводе Госкомсельхозтехники. Они позволяют отделять карантинные семена сорняков от семян зерновых и овощных культур, а также разделять семенную массу на фракции с различной всхожестью и энергией прорастания.

Интересные и многообещающие результаты получены нами при использовании электромагнитных полей сверхвысокой частоты для борьбы с сорняками в почве и болезнями семенного фонда.

Результаты исследований оптических характеристик сельскохозяйственной продукции (молока, корнеклубнеплодов, плодов, яблок

и томатов, листьев табака и яиц) реализованы в ряде устройств контроля качества и сортировки с.-х. продуктов: приборы для измерения жирности молока и содержания в нем белка, определения свежести яиц перед закладкой в инкубаторы, установки для отделения от клубней картофеля корнеплодов, пораженных сухой и мокрой гнилью, камней и комков почвы, сортировальные машины для сортировки плодов томатов на 2...5 фракций по степени зрелости. Эти же методы используются для отделения от плодов яблок, имеющих механические повреждения, пятна гнили или следы болезней на своей поверхности, а также для деления листьев табака на три товарные сорта.

В докладе будут показаны принципы действия вышеуказанных электрических и оптических приборов и установок.

МЕТОДИКА ИНЖЕНЕРНОГО РАСЧЕТА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СВЧ-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА

В.К.БЕНЗАРЬ

В.В.ЛИСОВСКИЙ

БИМСХ

В докладе предлагается классификация первичных измерительных преобразователей влажности зерна для СВЧ-диапазона, определены области их применения. Это позволяет значительно упростить первый этап проектирования влагомеров зерна и других сыпучих материалов.

Приводится методика инженерного расчета измерительных преобразователей, которая включает в себя следующие элементы:

- анализ исходных данных для расчета и выбор оптимального метода

измерения;

- выбор оптимальной рабочей частоты и типа преобразователя;
- определение зависимости "параметр преобразования-объемная влажность", либо подбор соответствующего уравнения для функции преобразования;
- составление структурной схемы измерителя влажности, выбор типа генератора и функционального преобразователя;
- оценка инструментальной погрешности;
- выбор образцового метода определения влажности и окончательная тарировка влагомера. Оценка точности измерений.

В качестве примера дается расчет СВЧ-влагомера песка и песчаных почв на основе первичных измерительных преобразователей поглощающего типа. Приводится расчет инструментальной погрешности устройства и оценивается возможная точность измерения влажности.

К ВЫВОДУ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ВЛАЖНОСТЬЮ ЗЕРНА И ПАРАМЕТРАМИ СВЧ ПОЛЯ

В.В.ЛИСОВСКИЙ

БИМСХ

Представляя влажное зерно как сложную среду с эквивалентными объемами концентрациями воды V_w , сухого вещества V_s и воздуха V_a , и соответствующими коэффициентами затухания α и фазы β электромагнитной волны СВЧ на каждом компоненте, можно получить функции преобразования для амплитудно-фазового и СВЧ-весового методов измерения.

$$W = \frac{1}{1 - \frac{\rho_c}{\beta_c} \left[\beta_0 - (\beta - \beta_0 V_0) \cdot \frac{d_0}{d} \right]}$$

$$W = \frac{N_0 \cdot S}{8,686 \cdot d_0 \cdot \rho_{в.л.}}$$

где

ρ_c - плотность сухого вещества;

N_0 - затухание СВЧ-энергии во влажном зерне;

S - площадь "просвечиваемого" образца;

d - толщина образца;

$\rho_{в.л.}$ - вес влажного зерна.

Входящие в уравнения коэффициенты затухания d_0 и фазы β_0 воды в зерне определяются расчетным путем по диэлектрическим характеристикам свободной и связанной воды.

Приведенные соотношения представляют собой общий вид взаимосвязи между влажностью зерна и параметрами электромагнитной волны. В докладе приводится вывод конкретного вида функции преобразования с учетом типа и размера датчика, конфигурации образца и пр. для трех основных типов первичных измерительных СВЧ-преобразователей влажности зерна.

ИЗМЕРЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЛАГОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ МНОГОКРАТНЫХ ОТРАЖЕНИЙ ДЛЯ ТОНКОГО ОБРАЗЦА

В.К.БЕНЗАРЬ

Б.Л.ЦЕНДИПЕР

При разработке и конструировании СВЧ-влажномеров сельскохозяйственных и промышленных материалов знание диэлектрических свойств самих материалов является необходимым. В частности необходимо иметь данные о зависимости диэлектрических свойств материала от его влажности, температуры, насыпного веса и т.д.

Предлагаемый метод многократных отражений является эффективным при исследовании такого рода зависимостей в диапазоне сверхвысоких частот.

Сущность метода заключается в нахождении комплексного коэффициента отражения S_{12} тонкого образца влажного материала, помещенного в коаксиальный или волноводный измерительный датчик. Выход датчика нагружен на согласованную нагрузку.

Измерение комплексного коэффициента отражения осуществляется с помощью измерительной линии. При этом комплексный коэффициент отражения находится из выражений:

$$|S_{12}| = \frac{КСВ - 1}{КСВ + 1} \quad (1)$$

$$\varphi = \pi + \frac{4\pi \Delta \epsilon}{\lambda}, \quad (2)$$

где: $КСВ$ - коэффициент стоячей волны в измерительной линии;
 $|S_{12}|$ - модуль коэффициента отражения;
 φ - фаза коэффициента отражения;

Δl - расстояние узла стоячей волны в измерительной линии от передней границы образца.

Можно показать, что применение метода многократных отражений для тонкого образца позволяет избавиться от решения трансцендентных уравнений, характерных для близких этому методу, методов короткого замыкания и холостого хода.

Выражения для расчета ϵ' и ϵ'' влажного материала в первом приближении имеют следующий вид:

$$\beta_2^2 - \alpha_2^2 = \frac{\left\{ \beta_1^2 (A-1) + \frac{2\beta_1 B}{L} \right\} \left\{ A+1 - \frac{2}{3} \beta_1 B L \right\} + \left\{ \beta_1 B - \frac{2\beta_1 A}{L} \right\}}{\left\{ A+1 - \frac{2}{3} \beta_1 B L \right\}^2 + \left\{ \frac{2}{3} \beta_1 A L + B \right\}^2} \times \left\{ \frac{2}{3} \beta_1 A L + B \right\}$$

$$2\alpha_2 \beta_2 = \frac{\left\{ A+1 - \frac{2}{3} \beta_1 B L \right\} \left\{ \beta_1 B - \frac{2\beta_1 A}{L} \right\} - \left\{ \beta_1^2 (A-1) + \frac{2\beta_1 B}{L} \right\} \left\{ \frac{2}{3} \beta_1 A L + B \right\}}{\left\{ A+1 - \frac{2}{3} \beta_1 B L \right\}^2 + \left\{ \frac{2}{3} \beta_1 A L + B \right\}^2}$$

$$\epsilon' = \frac{(\beta_2^2 - \alpha_2^2) c^2}{\omega^2} + \rho$$

$$\epsilon'' = \frac{2\alpha_2 \beta_2 c^2}{\omega^2},$$

где $A = |S_{11}| \cos \varphi$

$B = |S_{11}| \sin \varphi$

ω - циклическая частота электромагнитного поля СВЧ;

c - скорость света в вакууме;

- β - волновое число в незаполненном измерительном датчике;
 β_2 - волновое число в образце влажного материала, помещенного в измерительный датчик;
 l - толщина образца;
 α_2 - постоянная затухания в образце влажного материала, помещенного в измерительный датчик.

$$\rho = \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_{кр}} \right)^2$$

λ_0 - длина волны СВЧ в свободном пространстве.

$\lambda_{кр}$ - критическая длина волны в измерительном датчике (в случае коаксиального датчика $\rho = 0$).

С учетом инструментальной погрешности измерительной линии при определении положения узла стоячей волны, собственных КСВ измерительной линии и измерительного датчика, приведенные выражения при выполнении условия $\beta_2 l \leq 0,2$ позволяют определять ε' с погрешностью $\pm 3\%$ и ε'' с погрешностью $\pm 10\%$ в диапазоне частот от 100 МГц, до 3 ГГц.

При невыполнении условия $\beta_2 l \leq 0,2$ необходимо пользоваться приближениями более высокого порядка.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СВЧ ВЛАГОМЕР ЗЕРНА

В.К.БЕНЗАРЬ

Б.М.ЦЕНЦИПЕР

В.А.ДАЙНЕКО

В.И.ГАПОНЕНКО

БИМСХ

Для измерения влажности зерна в условиях лабораторий колхозов и совхозов разработан СВЧ-влажномер, основанный на измерении

ослабления мощности излучения трехсантиметрового диапазона.

Влагомер состоит из автоматического измерителя ослабления мощности СВЧ излучения, электронного термометра, засыпного устройства, измерительной кюветы и выгрузного устройства. Отсчет ослабления производится по стрелочному прибору, шкала которого отградуирована в децибеллах от 0 до 10 дБ с дискретностью 0,1 дБ. Прибор имеет 5 пределов измерения по 10 дБ и позволяет измерять ослабление в диапазоне от 0 до 50 дБ. Переключение пределов измерения автоматическое. Влагомер имеет режим автоподстройки "0", который автоматически включается после выгрузки зерна из кюветы. После засыпки зерна в кювету при помощи засыпного устройства включается режим автоматического выбора предела измерения, который завершается включением соответствующего светодиода, сигнализирующего о ходе измерения в том или ином диапазоне. Процесс измерения ослабления в одной пробе занимает не более 1 минуты, включая загрузку и выгрузку зерна.

В измерительной кювете размещается датчик температуры зерна. Отсчет температуры производится по стрелочному прибору, размещенному на передней панели.

Испытания влагомера производились на образцах зерна естественной влажности. Истинная влажность зерна определялась согласно ГОСТ 3040-55.

Прибор испытан совместно с устройством засыпки материала и имеет следующие характеристики:

- диапазон измеряемого ослабления 0-50 дБ;
- погрешность измерения влажности пшеницы составила 0,5%;
- погрешность измерения влажности ржи составила 0,5% в диапазоне до 17% и 0,7% при влажности выше 17%.
- толщина пробы зерна - 70 мм, объем засыпки 3 дм³.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЕБАЕВСКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ

В.К.БЕНЗАРЬ

Б.Л.ЦЕНЦИНЕР

И.И.РЕНГАРТ

БИМСХ

Для получения спектров комплексной диэлектрической проницаемости $\epsilon(\omega) = \epsilon'(\omega) - i\epsilon''(\omega)$ в широком частотном диапазоне перспективными являются методы временной спектроскопии диэлектриков (КСД). Численное преобразование кривой отклика диэлектрика на быстронарастающий перепад напряжения требует применения больших ЭВМ, что не всегда удобно, и в какой-то степени сдерживает развитие этих перспективных методов.

Можно одноко показать, что для тонкого слоя диэлектрика, помещенного в коаксиальную или полосковую линии передачи с известным (в нашем случае дебаевским) типом релаксации, можно определить $\epsilon^*(\omega)$, не прибегая к численному преобразованию Фурье.

Диэлектрик, обладающий релаксационной поляризацией дебаевского типа, описывается следующим выражением в частотной области:

$$\epsilon^*(\omega) = \epsilon_{\infty} + \frac{\epsilon_s - \epsilon_{\infty}}{1 + i\omega\tau}, \quad (1)$$

где ϵ_{∞} - высокочастотная часть комплексной диэлектрической проницаемости;

ϵ_s - статическая часть комплексной диэлектрической проницаемости;

τ - релаксации.

Из выражения (I) очевидно, что для полного описания поведения диэлектрической проницаемости дебаевского типа диэлектрика в частотной области необходимо знать три параметра $\epsilon_\infty, \epsilon_s$ и τ .

Рассмотрим тонкий слой диэлектрика, помещенный в коаксиальную линию. Для не слишком высоких частот, где выполняется условие $\frac{\omega \ell}{c_0} \sqrt{\epsilon'} \leq 0,05$ (ℓ - толщина слоя диэлектрика, ω - скорость света в вакууме), внесение диэлектрика в коаксиальную линию эквивалентно параллельному включению в неё сосредоточенной емкости. Можно показать, что в этом приближении коэффициент передачи S_{12} для эквивалентного четырёхполюсника описывается следующей формулой:

$$S_{12} = \frac{1}{\frac{i\omega\ell}{2c_0}(\epsilon^* - 1) + 1}. \quad (2)$$

Пусть в коаксиальной линии распространяется быстро возрастающий скачок напряжения $u_1(t)$, который проходя через диэлектрик преобразуется в $u_2(t)$. Тогда,

$$u_2(t) = L^{-1}[u_1(i\omega) \cdot S_{12}(i\omega)], \quad (3)$$

где L^{-1} - обратное преобразование Лапласа.

Считая, что падающий перепад является идеальной ступенькой, т.е. что $u_1(i\omega) = \frac{1}{i\omega}$, и подставляя (2) и (I) в (3), можно получить:

$$u_2(t) = 1 - \frac{\tau_1 - \tau}{\tau_1 - \tau_2} e^{-\frac{t}{\tau_1}} - \frac{\tau - \tau_2}{\tau_1 - \tau_2} e^{-\frac{t}{\tau_2}} \quad (4)$$

Примем, что $A = \frac{\tau_1 - \tilde{\tau}}{\tau_1 - \tau_2}$, $B = \frac{\tau - \tilde{\tau}_1}{\tau_1 - \tau_2}$, (5)

тогда можно выразить параметры диэлектрика следующим образом:

$$\tau = A\tau_1 + B\tau_2 \quad (6)$$

$$\epsilon_s = \frac{2C_0}{\epsilon} B(\tau_1 - \tau_2) + 1 \quad (7)$$

$$\epsilon_\infty = 1 + \frac{2C_0\tau_1\tau_2}{\epsilon(A\tau_1 + B\tau_2)(\tau_2 + \tau_1)} \quad (8)$$

Таким образом для определения τ , ϵ_s и ϵ_∞ необходимо измерить параметры τ_1 , τ_2 , A или B ($A+B=1$). Техника измерений заключается в записи прошедшего сигнала $u_2(t)$ на двухкоординатный самописец и в определении постоянных времени и амплитуд экспонент τ_1 , τ_2 , A и B обычными графическими методами. Изложенная методика была проверена на спиртах (Пропиловый, этиловый) и гликоле. Полученные результаты с хорошей степенью точности совпадали с литературными данными. Погрешность для ϵ_s составила величину $\pm 5\%$, для $\epsilon_\infty \pm 40\%$, и $\pm 7\%$ для τ .

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОТОЧНОГО ПАСТЕРИЗАТОРА МОЛОКА С ПЛЕНОЧНЫМИ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЯМИ

Л.С. ГЕРАСИМОВИЧ

В.А. КОВАЛЕВ

БИМСХ

Для пастеризации молока в условиях молочных ферм и ком-

плексов перспективны пластинчатые пастеризационно-охладительные установки с пленочными электронагревателями. Процесс пастеризации требует точного поддержания температуры молока на определенном уровне и выдержки его при этой температуре определенное время. Для выполнения этих условий пастеризатор должен быть оснащен качественной системой автоматического регулирования.

При разработке в научно-исследовательской лаборатории пленочных электронагревателей БИМСХ поточного пастеризатора молока за основу был принят серийно выпускаемый паро-водяной пастеризатор ОПВ-I. При этом на разработанном пастеризаторе была применена система двухпозиционного автоматического регулирования аналогичная САР пастеризатора ОПВ-I.

Лабораторные и производственные испытания пастеризатора молока с пленочными электронагревателями показали, что данная система автоматического регулирования не в полной мере удовлетворяет предъявляемым требованиям. Анализ разгонных характеристик полученных экспериментально, а также аналитическое определение передаточных функций по различным каналам показали, что нагревательная часть пастеризатора молока с пленочными нагревателями, как объект автоматического регулирования, значительно отличается от нагревательной части пароводяного пастеризатора. Время запаздывания оказалось соизмеримым с постоянной времени объекта управления, следовательно позиционное регулирование нежелательно, необходима САР непрерывного либо импульсного действия.

Молоко-термолabile среда. При повышении его температуры сверх допустимых значений происходит снижение питательной ценности. В поточном пастеризаторе, где нагрев контактной поверхности теплопередачи осуществляется от поверхностно распределенного электронагревательного элемента, возможно образование режимов

локального ухудшения теплопередачи, повышение температуры контактной поверхности сверх допустимых значений и, как следствие, появление пригаров и снижение питательной ценности молока. Следовательно, САР такими установками, помимо контроля и поддержания в заданных пределах температуры нагрева молока, должна контролировать температуру теплоотдающей поверхности и ни в коем случае не допускать режимов, приводящих к пригарообразованию.

ПРОСТОЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

А.В. СОКОЛОВСКИЙ

А.А. ДУБОВИК

Л.В. МУРАВЬЕВ

БИМСХ

В настоящее время для непрерывного контроля технологических процессов большое распространение получили безынерционные методы экспресс-анализа. Преимущество отдается автоматизированным приборам, непосредственно индицирующим результаты измерений в цифровом виде. Приборы такого типа в большинстве своем имеют встроенные вычислительные устройства.

Предлагаемое простое арифметическое устройство позволяет проводить вычисления в цифровом виде по следующему алгоритму

$$C_x = A\tau_1 + B\tau_2 + C,$$

здесь информация (τ_1 и τ_2) поступает с измерительного блока, либо после соответствующего преобразователя в виде двух периодически повторяющихся последовательностей импульсов длительностью τ_1 и τ_2 (например, τ_1 - время прохождения зондирующего ультразвукового сигнала через контролируемую среду, а τ_2

- через эталонную); C_k - контролируемая величина, A , B и C - заранее программируемые коэффициенты.

Арифметическое устройство содержит: генератор тактовых импульсов, программируемый счетчик досчета и программируемый реверсивный счетчик.

Умножение на коэффициент A производится формированием в счетчике досчета последовательности из A импульсов длительностью T_1 . Далее каждый из импульсов последовательности заполняется импульсами, поступающими с тактового генератора. Импульсы тактового генератора, совпадающие с импульсами последовательности из A импульсов T_1 , подсчитываются реверсивным счетчиком. В зависимости от знака коэффициента A информация коммутируется на входы "+" или "-" реверсивного счетчика. Аналогично производится умножение на коэффициент B .

Константа C задается в реверсивном счетчике. Если $C > 0$, то коэффициент набирается в прямом десятичном коде, если $C < 0$, то в дополняющем, т.е. на программных переключателях устанавливается число $C' = 10^n - |C|$,

где n - разрядность арифметического устройства.

Счетчик досчета работает следующим образом. Пусть программными переключателями запрограммировано число A . Если $A > 0$, на ширину "+" подается логическая единица, на ширину "-" - 0, и, наоборот, если $A < 0$. При подаче положительного перепада на ширину "Пуск", счетчик устанавливается в исходное положение A . С приходом импульсов длительностью T_1 , начинается вычитание. При досчете до 0, т.е. при прохождении A целых импульсов, блокируется вход и выход счетчика. Отдельный триггер разрешает работу счетчика по переднему фронту первого импульса. После заполнения

прошедших A импульсов длительность T_1 импульсами с тактового генератора, вся новая последовательность сосчитывается в реверсивном счетчике.

Арифметическое устройство выполнено из недефицитных логических микросхем серии 155 и не требует никакой предварительной наладки. Описанное устройство использовано в приборе по определению концентрации жира в молоке. Частота тактового генератора выбрана 1 МГц и при необходимости может быть изменена.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ПРИБОР ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ЖИРА В МОЛОКЕ

Н. И. БОХАН

А. С. ШИЛЯЕВ

А. В. СОКОЛОВСКИЙ

А. А. ДУБОВИК

Л. В. МУРАВЬЕВ

БИМСХ

Содержание жира в молоке и молочных продуктах является одним из основных параметров, определяющих их состав и питательную ценность. Поэтому постоянный контроль этого параметра предусмотрен технологическими инструкциями и ГОСТами с высокой точностью, как при приемке сырья, так и при переработке и выпуске готовой продукции.

Существующие лабораторные химические методы (кислотно-бутировочный метод Герберера, весовой экстракционный метод Розе-Готлиба и др.) имеют ряд существенных недостатков, в частности: длительность одного определения — от четырех часов по наиболее

точному методу Розе-Готлиба до 15-20 минут по бутирометрическому методу; большой расход дорогостоящих реактивов (серной кислоты, изоамилового спирта и др.) и повышенные требования к их чистоте, от которых зависит точность измерения; сложность процесса определения; повышенная опасность для обслуживающего персонала; субъективность измерений; невозможность определять жирность в потоке продукта, что не позволяет автоматизировать технологический процесс и т.д.

Поэтому в последнее время и у нас в стране, и за рубежом широко развернулись работы по созданию новых методов и приборов для автоматического контроля содержания жира в молоке и молочных продуктах, основанных на современных достижениях науки и новейших методах физико-химического анализа.

В основе ультразвукового прибора для контроля содержания жира в молоке лежит зависимость скорости распространения ультразвуковых волн малых амплитуд от состава контролируемой среды.

Принцип работы ультразвукового прибора основан на использовании фазового метода измерения скорости ультразвука. Измерение производится при двух фиксированных температурах.

Конструктивно прибор состоит из двух блоков: блока термостатируемых измерительных камер и блока электроники. Прибор выполнен по двухканальной схеме.

Блок термостатируемых измерительных камер обеспечивает проведение измерений при постоянной температуре и исключает температурные погрешности измерения. Он состоит из двухступенчатого устройства предварительного подогрева пробы контролируемой жидкости и измерительных камер, помещенных в жидкостный термостат.

Блок электроники состоит из следующих функциональных узлов: высокостабильных задающего и опорного генераторов, усилителей-ог-

раничителей по двум каналам, преобразователя частоты и временных интервалов, программируемого арифметического устройства, устройства автоматического управления, источника питания. Результаты измерений индицируются на цифровом табло в процентном содержании жира. Предусмотрен вывод результатов измерений на цифропечатающее устройство.

Прибор работает в автоматическом режиме. После заливки молока нажимается кнопка "Пуск" и через 90 с высвечивается конечный результат.

Применение преобразователя частоты временных интервалов оригинальной конструкции позволило повысить точность измерений, одновременно упростив канал регистрации. Это, а также устройство статического накопления информации по большому количеству периодов с последующим усреднением, позволило достичь точности измерений, удовлетворяющей требованиям практики.

Положительным при применении описываемого прибора следует считать то, что он позволяет исключать предварительную обработку молока и обеспечивает возвратность исследуемой пробы молока.

В последствии планируется совместить в одном приборе измерение содержания жира и СОМО.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЖИДКИХ СРЕД

А.И.КОВАЛИНСКИЙ

Е.В.ГАЛУШКО

БИМСХ

В настоящее время в ремонтном производстве широкое рас-

пространение получили гальванические методы восстановления изношенных деталей с-х. машин, при этом остро стоит вопрос контроля физико-химического состояния электролитов. Одним из важных параметров, требующих непрерывного контроля, является концентрация, т.к. она прямо зависит от качественного состава электролита.

Существуют различные методы измерения концентрации жидких сред. Наиболее перспективным является ультразвуковой способ, основанный на измерении времени распространения ультразвуковых колебаний через контролируемую среду, которое пропорционально концентрации. Следовательно, точность работы концентрации в этом случае прямо зависит от точности измерения времени распространения ультразвуковых колебаний в исследуемой среде.

При формировании "начала" отсчета измерительного временного интервала по прямому акустическому сигналу, прошедшему через среду от излучающего пьезоэлектрического датчика к приемному, а "конца" - по дважды отраженному от стенок измерительной камеры сигналу, значительно повышается точность измерения, т.к. исключается систематическая погрешность, обусловленная задержкой сигнала при прохождении ультразвуковых колебаний через стенки измерительной камеры и электрической задержкой сигнала в приемном тракте концентратора. При этом снижаются требования, предъявляемые к измерительной камере, элементам входного и приемного тракта, что намного упрощает эл. схему и изготовление прибора.

Представление информации о контролируемом параметре в цифровом виде значительно упрощает обработку данных и позволяет автоматизировать процесс поддержания заданного состава электролита гальванической ванны.

ЧЕТЫРЕХПОЗИЦИОННЫЙ РЕГУЛЯТОР

А.Л.СИНЯКОВ

В.И.ГИРДКК

БИМСХ

В системах автоматического регулирования микроклимата животноводческих помещений широко применяются двух-, трехпозиционные регуляторы температуры и влажности воздуха. Эти регуляторы позволяют контролировать одно (двухпозиционный) и два (трехпозиционный) заданных значения температуры (влажности), и поэтому в САР микроклимата приходится применять дополнительные регуляторы для контроля большего числа заданных значений температуры (влажности). Кроме того, трехпозиционный регулятор температуры обеспечивает управление только двухсекционным электрокалорифером, что отрицательно влияет на качество регулирования и работу электрической сети.

На базе трехпозиционного регулятора нами разработан четырехпозиционный регулятор, позволяющий контролировать три заданных значения температуры или влажности воздуха.

Регулятор содержит компартор в виде измерительного моста, в одно из плеч которого включен датчик контролируемого параметра, например, температуры (влажности) воздушной среды помещения, усилитель, фазочувствительный выпрямитель с двумя основными и дополнительными выходными делителями напряжения. К выходам делителей напряжения подключены соответственно первый и второй триггеры с исполнительными реле, которые управляют работой четырех исполнительных механизмов.

При некоторой температуре t_0 воздушной среды помещения измерительный мост уравновешен, катушки исполнительных реле нахо-

III

дятся под током, и напряжение подается на первый исполнительный механизм через контакты исполнительных реле.

При понижении температуры воздушной среды помещения ниже t_0 до значения t_1 на выходе измерительного моста появляется сигнал, и напряжение подается на второй исполнительный механизм.

При повышении температуры воздушной среды помещения выше t_0 до значения t_2 на выходе измерительного моста появляется сигнал противоположной фазы, и напряжение питания подается к третьему исполнительному механизму.

При повышении температуры воздушной среды помещения выше значения t_2 напряжение подается на четвертый исполнительный механизм.

Изменяя коэффициент усиления усилителя, можно менять интервалы между значениями t_1, t_2, t_3 температуры срабатывания терморегулятора, при этом с увеличением коэффициента усиления интервала они уменьшаются и наоборот.

На основе трехпозиционного регулятора температуры ПТР-3-04 изготовлен и испытан четырехпозиционный регулятор, который контролирует три заданных значения температуры в диапазоне от + 5 до 35°C и выдает четыре сигнала на исполнительные механизмы. Разработанный регулятор прост в реализации и дает существенный экономический эффект за счет уменьшения количества регуляторов, применяемых в системах автоматического регулирования микроклимата помещений.

Разработанный регулятор защищен авторским свидетельством по заявке № 295 05 36

G 05 D

23/19.

БЕСКОНТАКТНЫЕ СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ
НАСОСНЫМИ УСТАНОВКАМИ

И.Ф.КУДРЯВЦЕВ

А.Н.МАНИКИН

В.К.СЕРИКОВ

В.И.ФЕШЕНКО

И.Ф.БУЛЫГА

БИМСХ

Интенсификация сельскохозяйственного производства, особенно животноводства, вызывает повышенный расход воды хозяйственно-питьевого и технологического назначения, а вместе с ним и рост числа **насосных установок** с подъемом воды из артезианских скважин.

В БССР к настоящему времени насчитывается свыше 34 тысяч безбашенных водокачек и установок с водонапорными башнями. Ежегодный прирост, в основном безбашенных установок, составляет около 1,5 тысяч.

Дискретный характер добычи и распределения воды позволяет **осуществить** полную автоматизацию всех насосных агрегатов. Для этого разработаны комплексные устройства усовершенствованных датчиков давления и **бесконтактных элементов управления**.

Основной недостаток промышленных разработок - низкая надежность первичных преобразователей и несоответствие **установок защитных элементов**.

Особенно много отказов (свыше 90%) в зимнее время. Дополнительные затраты для восстановления и перевод на обслуживаемый режим работы по республике составляют сотни тысяч рублей.

На кафедре "Применение электрической энергии в сельском хо-

зайстве" БИМСХ выполнен анализ средств автоматики сельскохозяйственных установок водоснабжения и создан ряд усовершенствованных датчиков на базе серийно выпускаемых промышленностью образцов, позволяющих исключить основные недостатки схем автоматического управления как башенных, так и безбашенных установок.

Совместно с республиканским трестом "Промоурвод", эксплуатирующим практически все насосные установки сельскохозяйственного водоснабжения, и республиканским объединением "Белсельэлектро" проводятся расширенные испытания усовершенствованных средств автоматизации насосными установками непосредственно в хозяйствах.

Результаты испытаний позволят выявить дополнительные возможности повышения надежности схем и узлов автоматизации, а также установить экономическую эффективность внедрения усовершенствованных средств в масштабах республики.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СУШИЛКИ ЛЬНОВОРОХА

В.В.ДУБИНА

Г.Г.СОЛОПОВ

БИМСХ

В данном случае рассматривается следящий измеритель влажности как измеритель времени задержки закона модуляции зондирующего сигнала. В его основу положен квазиоптимальный дискриминатор с фильтровой обработкой входного сигнала. Среднее значение ошибки измерения будет складываться из двух составляющих

$$\overline{\Delta^2} = \overline{\sigma_{\varphi\lambda}^2} + \overline{\Delta_g^2}.$$

Флуктуационная ошибка

$$\overline{\sigma_{\Delta}^2} = S_{\Delta \text{ д.в.}} + \Delta t_{\text{о.изм.}}$$

$$\Delta t_{\text{о.изм.}} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \overline{K_c^2(\omega)} d\omega = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d\omega}{1 + \frac{\rho}{K_v^2}} = \frac{K_v}{2},$$

где: $\overline{\sigma_{\Delta}^2}$ - флуктуационная ошибка измерения,

Δg - динамическая ошибка,

$S_{\Delta \text{ д.в.}}$ - эквивалентная спектральная плотность возмущающего воздействия,

K_v - коэффициент преобразования системы по скорости.

Отметим, что рассматривается здесь система с астатизмом первого порядка, т.е. следящий измеритель с одним интегратором. Для него передаточная характеристика

$$K(p) = \frac{K_v}{p}.$$

Передаточная характеристика замкнутой следящей системы с одним интегратором определяется выражением

$$K_o(p) = \frac{K(p)}{1 + K(p)} = \frac{K_v}{K_v + p} = \frac{1}{1 + \frac{p}{K_v}};$$

здесь: $K_v = K_{\Delta} \cdot K_{\text{из}} \cdot K_{\text{д.оп.}}$

Динамическая ошибка

$$\Delta g = \frac{\dot{d}}{K_v},$$

где $\dot{d}$ - скорость изменения параметра.

Среднее значение ошибки измерения будет иметь минимальное значение при оптимальном значении коэффициента преобразования по скорости, которое может быть найдено из условия

$$K_{\text{нонт}} = \sqrt{\frac{L(\Delta)^2}{S_{\text{нв}}}}$$

Ошибки измерения зависят от многих факторов, таких как: мощность сигнала на выходе преобразователя, длительность и закон модуляции сигнала, спектральная плотность помехи, отношение сигнал-помеха, время накопления и время реализации.

Все перечисленные характеристики влияют на точность измерения через $S_{\text{нв}}$.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА КОСВЕННЫЙ ПАРАМЕТР АКУСТИЧЕСКОГО АМПЛИТУДНОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ

О.М. ПЛЯЦ

БИМСХ

На регистрируемый косвенный параметр акустического амплитудного метода измерения влажности оказывает влияние ряд факторов. Количественную оценку влияния их наиболее просто осуществить методами планирования активного эксперимента. Проведенное ранжирование позволило выбрать 12 независимых управляемых факторов. К ним относятся: температура, толщина слоя, объемная плотность и влажность среды; частота и амплитуда зондирующего сигнала; толщина и материал защитной диафрагмы; акустическая база, распределение влаги, вид исходного сырья и химический состав.

Анализ априорной информации и предварительных экспериментальных исследований показал, что контролируемая сыпучая среда может быть представлена в виде линейной математической модели.

Планирование активного эксперимента проведено на примере травяной муки и хвойной муки, получаемых на сушильных агрегатах типа АЕМ. Измерительная экспериментальная установка содержала:

генератор сигналов типа ГЗ-7А, селективный микровольтметр типа В6-9, электронный милливольтметр типа ВЗ-7 и формирователь потока с измерительным преобразователем. В качестве электроакустических преобразователей применены пьезоэлементы типа ЦТС-19. Измерения проведены для одностороннего положения вибраторов по отношению к контролируемой среде. Число повторностей опытов равно трем. Оно определено из условий доверительной вероятности 0,7 и допустимой ошибки, выраженной в долях среднеквадратического отклонения, равной 1,0. Очередность проведения опытов определена из таблицы случайных чисел. Статическая оценка результатов эксперимента проведена с помощью ЭВМ ЕС1020.

Анализ уравнения регрессии амплитуды акустической волны позволил сделать следующие выводы:

1. На амплитуду акустической волны наибольшее влияние оказывает влажность среды. При увеличении влажности от 7 до 13 % амплитуда акустической волны возрастает. При этом чувствительность к влажности составляет 0,823 мВ/% вл.

2. По степени влияния дестабилизирующих факторов на амплитуду акустической волны установлена следующая очередность: амплитуда зондирующего сигнала, материал защитной диафрагмы, температура среды, толщина слоя, частота зондирующего сигнала, акустическая база, толщина защитной диафрагмы, вид исходного сырья, распределение влаги, химический состав, объемная плотность.

3. На амплитуду акустической волны малое влияние оказывают изменения объемной плотности, распределение влаги, вид исходного сырья и химический состав. Однако влияние этих факторов требует более тщательной проверки путем проведения полнофакторного эксперимента. Требуется также оценить влияние изменений гранулометрического состава среды.

4. Условия оптимального измерения влажности будут реализованы в том случае, если сумма влияний неинформативных факторов будет меньше заданной точности измерения влажности. В целях обеспечения заданной точности определения влажности измерения необходимо проводить при следующих неизменных параметрах установки: амплитуды и частоты зондирующего сигнала, акустической базы, материала и толщины диафрагмы, толщины слоя и температуре среды. Стабилизация толщины слоя среды будет обеспечена, если она превышает глубину проникновения акустической волны в среду.

РАЗРАБОТКА АКУСТИЧЕСКОГО ВЛАГОМЕРА СЫПУЧИХ СРЕД

О.М. ПЛЯЦ

БИМСХ

Разработка влагомера проводилась применительно к конкретным технологическим процессам получения и хранения травяной муки и льносемян. Одним из отличительных признаков этих сред является их сыпучесть. Травяная мука является малосыпучей средой, а семена льна обладают хорошей сыпучестью. В основу разрабатываемых влагомеров положен акустический принцип, основанный на зависимости от влажности амплитуды акустической волны.

а основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований и, исходя из требований, предъявляемых к сыпучим средам, а также учитывая особенность технологических линий, сформулированы основные требования к влагомеру.

При разработке акустических влагомеров, основанных на поглощении акустической энергии, важным является выбор рабочей частоты. От частоты зависят: величина поглощения, чувствительность,

влияние гранулометрического состава и др. факторы. Предварительный выбор рабочей частоты акустических колебаний сделан, исходя из условия получения равных коэффициентов поглощения акустической энергии в твердой и газообразной фазах среды. Диапазон рабочих частот ограничен и рядом других факторов. С одной стороны, рабочая частота должна находиться за пределами слышимости человеческого уха с тем, чтобы исключить влияние физиологического воздействия на человека. Известно, что это условие выполняется на частотах, превышающих 18 кГц. При перемещении сыпучей среды в потоке возникают фрикционные шумы вследствие шероховатости ее поверхности, спектр которых лежит в диапазоне ниже 20 кГц. Следовательно, и с этой точки зрения частоты ниже 20 кГц непригодны из-за влияния шумов на результат измерения влажности.

С другой стороны, увеличение частоты сопровождается ростом поглощения акустической энергии. Так, на частотах выше 70 кГц в сыпучих средах резко ухудшается передача акустической энергии через сухой точечный контакт, что приводит к увеличению общего поглощения и снижению чувствительности метода.

Таким образом, диапазон рабочих частот влагомера должен лежать в пределах 20-50 кГц.

Важнейшими элементами акустических влагомеров являются электроакустические преобразователи, один из которых является излучающим, а второй — приемным /измерительным/. Сопоставление технических характеристик различных типов электроакустических преобразователей и проведенные эксперименты позволили более четко определить требования, предъявляемые к электроакустическим преобразователям и сделать обоснованный выбор их типа. Требованиям, предъявляемым к электроакустическим преобразователям, наиболее полно удовлетворяют пьезоэлектрические преобразователи типа

ЦТС-19. Кроме того, в целях однообразия элементов, а также простоты изготовления измерительных преобразователей целесообразно применять в качестве излучающего и приемного пьезоэлементов однотипные пьезоэлементы.

На основе выбранных пьезоэлементов для контроля влажности сельскохозяйственной продукции разработаны первичные преобразователи, отличающиеся друг от друга положением вибраторов по отношению к контролируемой среде. Опозиционное положение вибраторов применено в преобразователях, предназначенных для влагомеров таких сыпучих сред, как семена льна, зерно, аммофос и др. Преимущество такого положения вибраторов заключается в получении интегрального по всему облучаемому объему пробы среды значения влажности. Однако большинство видов сельскохозяйственной продукции /травяная мука, травяная сечка, льноворох, сено и др./ отличается ограниченной или малой сыпучестью, большими различиями по форме и размерам. Для таких сред более подходящим является одностороннее положение излучающего и приемного вибраторов.

Помимо измерительного преобразователя, функциональная схема влагомера содержит генератор зондирующего сигнала и измерительный усилитель. Электрическая схема генератора и измерительного усилителя выполнена на интегральной элементной базе.

РАСЧЕТ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ АКУСТИЧЕСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ВЛАЖНОСТИ

О.М. ПЛЯЦ

БИИСХ

Передачная функция акустического амплитудного измери-

тельного преобразователя влажности представляет отношение операторного изображения напряжения на выходе преобразователя к операторному изображению напряжения на его входе:

$$W(P) = \frac{V_{\text{вых}}(P)}{V_{\text{вх}}(P)},$$

где $V_{\text{вых}}$, $V_{\text{вх}}$ — соответственно выходное и входное напряжения.

Для расчета передаточной функции акустического измерительного преобразователя выразим его в виде трех эквивалентных четырехполюсников, представляющих собой излучающий пьезовибратор, контролируемую среду и приемный пьезовибратор. Тогда выражение для передаточной функции примет вид:

$$W(P) = W(P)_н \cdot W(P)_с \cdot W(P)_п.$$

Выражение для передаточной функции можно записать в показательной форме:

$$\frac{V_{\text{вых}}}{V_{\text{вх}}} = y e^{j\varphi},$$

где y — модуль, а φ — аргумент передаточной функции;

$V_{\text{вых}}$, $V_{\text{вх}}$ — комплексные амплитуды электрических напряжений соответственно на излучающем и приемном пьезоэлементах.

Модуль передаточной функции /коэффициент передачи/ измерительного преобразователя $y = V_{\text{вых}} / V_{\text{вх}}$ характеризует амплитудный вариант акустического метода контроля влажности,

а аргумент ψ - его фазовый вариант.

Так как в предложенном акустическом влагомере косвенным параметром, зависящим от влажности, является изменение амплитуды акустической волны, при определении коэффициента передачи измерительного преобразователя и анализе его работы нас будет интересовать модуль коэффициента передачи. Тогда выражение для модуля коэффициента передачи можно переписать в виде:

$$K = K_{и} \cdot K_{п} \cdot K_{с},$$

где $K_{и}$, $K_{п}$, $K_{с}$ - модули коэффициентов передачи соответственно излучающего пьезоэлемента, приемного пьезоэлемента и контролируемой среды.

Модели коэффициентов передачи пьезоэлементов $K_{и}$ и $K_{п}$ удобно определить методом электромеханических аналогий с решением эквивалентных электрических схем.

Выражение для модуля коэффициента передачи измерительного преобразователя может быть записано в виде:

$$K = \frac{V_{вых}}{V_{вх}} = F e^{-\alpha l},$$

где F - постоянная, определяемая параметрами пьезоэлементов; $e^{-\alpha l}$ - параметр, зависящий от свойств среды.

Тогда модуль коэффициента передачи контролируемой среды будет иметь вид:

$$K_{с} = \frac{Ae}{A_0} = e^{-\alpha l},$$

где Ae - амплитуда колебаний на расстоянии от излучающего пьезоэлемента;

A_0 - начальная амплитуда колебаний;

L - амплитудный коэффициент поглощения.

Подставив значение L и, допустив, что зависимость коэффициента поглощения в среде от частоты в диапазоне 20-50 кГц носит линейный характер, получим:

$$K_e = e^{-kw}$$

где K - постоянная величина для конкретного вида среды и конструкции преобразователя,

w - угловая частота колебаний.

Выражение для модуля коэффициента передачи акустического амплитудного измерительного преобразователя влажности примет вид:

$$K = Fe^{-kw}$$

Знание передаточной функции акустического измерительного преобразователя влажности позволит провести его инженерный расчет, позволит конструировать более совершенные акустические влагомеры.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАСТЕНИЙ В ВЕГЕТАЦИОННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ КАМЕРАХ

В.А.СКРЕБЕЦ

БИМСХ

К.С.ТАРАССОВ

Важным инструментом для проведения углубленных теорети-

ческих и прикладных исследований роста и развития сельскохозяйственных растений являются вегетационно-климатические камеры, которые позволяют создавать строго контролируемые и воспроизводимые климатические условия, например: температуру, влажность, освещенность, газовый состав и т.д. воздушной среды в рабочем объеме камеры.

В связи с проблемами повышения урожайности и создания новых высокопродуктивных форм растений особенно остро стоит задача выполнения исследований не только при строго контролируемых и воспроизводимых параметрах воздушной среды, влияющих непосредственно на надземные части растений, но и при строго контролируемых параметрах почвы, например, влажности, температуры, минерального состава и т.д., влияющих на формирование и развитие корневой системы растений.

Особенность выращивания растений в горшках или иных емкостях, устанавливаемых на полах-стеллажах вегетационно-климатических камер, диктует необходимость использовать миниатюрные и надежные первичные преобразователи информации для создания систем автоматического управления и регулирования параметрами почвы. В настоящее время ряд первичных преобразователей для отмеченных выше целей находится в стадии разработок, в частности, к ним относятся и датчики влагосодержания почвы.

В докладе пригодятся сведения о конструкциях, технических характеристиках разработанных в БИМСХ датчиков влагосодержания почвы и построенных на их основе систем контроля и регулирования влажности почвы при выращивании растений в горшках, устанавливаемых на полах-стеллажах вегетационных камер.

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ АНАЛИЗАТОРА ФОРМЫ ИМПУЛЬСОВ ДОИЛЬНЫХ АППАРАТОВ

М.Н.ВИШНЕВСКИЙ
ВНИИТИСЖ

В настоящем докладе излагаются вопросы структурного построения цифровых анализаторов формы импульсов доильных аппаратов с аналоговыми датчиками.

Предметом рассмотрения являются функции анализатора. Уделено внимание обработке сигналов низкого уровня с тензорезистивных датчиков. Возможна обработка сигналов и от других датчиков, однако, входной сигнал должен быть сигналом постоянного тока.

Типичными узлами анализатора являются:

- схема нормализации сигнала, которая кроме масштабирования сигналов, обеспечивает их фильтрацию. Приведенная нормализация сигналов необходима для подавления помех, и для тензорезистивных датчиков, содержащих мостовые схемы, нормализация может осуществляться изменением напряжения питания;
- коммутирующее устройство, осуществляющее поочередный опрос датчиков;
- измерительное устройство, контролирующее значение входного сигнала и формирующее управляющие импульсы;
- устройства выборки-хранения аналогового сигнала, запоминающие входные сигналы;
- компараторы, сравнивающие входной сигнал с сигналом, задержанным устройством выборки-хранения.

Особое внимание уделено процедуре нормализации входных сигналов, необходимой для подавления помех.

При изменении входного сигнала в течение времени выборки амплитуда может изменяться, если на входе не включается схема выборки - память. С помощью пары преобразований Фурье

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt, \quad (1)$$

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega) e^{j\omega t} d\omega \quad (2)$$

импульс доильного аппарата, близкий к прямоугольной форме, может быть охарактеризован функцией специальной плотности. Большая часть энергии спектра импульсов сосредоточена в области низких частот.

С помощью графического материала **представлены** варианты использования анализатора формы импульсов доильных аппаратов для контроля автоматизированных доильных установок.

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ДЛЯ НАЛАДКИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

С.Н.КОТ

М.Н.ВИШНЕВСКИЙ

ВНИИТИМЖ

По мере усложнения техники требования к контролю ее технического состояния и наладке возрастают. Наиболее ответственными и трудоемкими операциями обслуживания являются поиск неисправностей и установление причин отказов оборудования. Опыт эксплуатации доильных установок показывает, что на эти операции техниче-

кий персонал затрачивает от 50 до 70% времени и только 30...50% — на устранение причин отказа, хотя современное доильное оборудование содержит в своем составе около 5% устройств, предназначенных для осуществления контроля.

Особенностью эксплуатации доильных установок является четкое разделение по времени, месту и обслуживающему персоналу функций подготовки к использованию и собственно использования. При этом подготовка к использованию включает несколько этапов: наладку вновь вводимого в эксплуатацию оборудования; контроль его соответствия зоотехническим требованиям перед доением; контроль доильных установок в процессе доения и периодическое техническое обслуживание оборудования.

Эти особенности эксплуатации доильного оборудования налагают свои требования к способам и техническим средствам контроля и наладки. С учетом этих требований разработанные технические средства объединены в три группы: мобильные технические средства, входящие в состав автопередвижных электроналадочных лабораторий; технические средства для оснащения станций технического обслуживания, технические средства, встроенные в доильное оборудование. Анализ способов контроля доильного оборудования как систем массового обслуживания позволил определить рациональный состав средств контроля и время обслуживания.

В докладе изложены результаты исследований по разработке отдельных технических средств контроля доильных установок: стенда для наладки электронных блоков и плат, устройства для контроля и наладки тепловой защиты; устройства для контроля доильных аппаратов и др. Приведены технические характеристики этих средств.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ТЕНЗИОМЕТРОВ

В.В.ХОДОСЕВИЧ

К.К.ЯСТРЕМСКИЙ

ЦИНИИМЭССХ

На практике для оценки доступности влаги растениям и регулирования влажности почвы в зависимости от физиологических особенностей сельскохозяйственных культур и фазы их развития широко используется тензиометрический метод, позволяющий с помощью выпускаемых приборов-тензиометров осуществлять непосредственное измерение сосущей силы почвы.

Однако на точность показаний тензиометров влияют изменение давления в их герметичной системе в результате выделения проникающих через пористый сосуд вместе с водой растворенных газов и колебание атмосферного давления. При величине сосущей силы почвы порядка 41 кПа, соответствующей предполивной ее влажности, и изменении атмосферного давления на 4 кПа относительная погрешность измерения достигает 10%.

Дополнительные погрешности измерений сосущей силы почвы тензиометрами обусловлены также необходимостью введения в показания поправок, величина и характер которых зависят от высоты столба воды в герметичной системе, расположения измерительных приборов или чувствительных элементов относительно пористого сосуда и процессов увлажнения или иссушения, протекающих в почве. С учетом возможного изменения уровня воды в реальных конструкциях тензиометров относительная погрешность оценки предполивной влажности почвы может составлять 5-18%. В полевых условиях введение поправок затруднено из-за гистерезиса сосущей силы почвы и невозможности определения в момент измерения протекающего в

почве процесса.

Эти недостатки устранены в конструкции тензиометра, чувствительный элемент которого выполнен в виде блока энероидных коробок и расположен в герметичной системе на незначительном расстоянии (около 0,1 м) от пористого сосуда. Деформация коробок блока, один конец которого закреплен неподвижно, а второй связан с движком потенциометрического датчика, изменяется в зависимости от величины сосущей силы почвы и преобразуется в электрический выходной сигнал.

Автоматическое удаление воздуха, накопление которого неизбежно в процессе эксплуатации тензиометра, осуществляется доливкой воды из дополнительной емкости через шлюзовую камеру поочередным открытием электромагнитных клапанов, управляемых с помощью контактов нижнего и верхнего уровней воды в воздухоуловителе и в шлюзовой камере. При этом повышается точность измерений за счет своевременного удаления воздуха без разгерметизации системы тензиометра до атмосферного давления и снижаются затраты труда на его обслуживание.

УСТРОЙСТВО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТЬЮ ПОЧВЫ

И.М.ЛЕВИТАН

А.А.ГОЛУБОВИЧ

ЦИНИИМЭСХ

Одним из условий поддержания оптимальных режимов роста растений при программированном выращивании урожая является возможность регулирования влажности почвы.

Устройство для программного управления влажностью почвы предназначено для регулирования влажности почвы по заданной программе с учетом конкретной агрометеорологической обстановки. Набор программы влажности почвы осуществляется в зависимости от фактической потребности растений во влаге в пределах 50-90% ППВ.

Устройство обеспечивает сравнение заданного на текущий момент уровня влажности почвы с фактическим и выдачу сигналов на включение исполнительных механизмов дождевальной системы при достижении почвой нижнего предела влажности или включение дренажной системы при достижении почвой верхнего предела влажности.

При повышении температуры верхнего слоя почвы (приземного воздуха) выдается сигнал на ее снижение частым внесением доз влаги путем освежительных поливов.

Процесс регулирования влажности и частично температуры почвы и приземного воздуха согласован с внешними условиями так, чтобы он протекал в наиболее благоприятных, с точки зрения эффективности регулирования, метеорологических условиях.

Устройство работает в ручном и автоматическом режимах. В обоих случаях все запрещающие и управляющие сигналы дублируются световой индикацией. В ручном режиме необходимые управляющие сигналы задаются с пульта управления. Программа влажности почвы набирается подекадно на 200 суток.

Устройство получает информацию от закладных датчиков влажности почвы, расположенных в различных точках орошаемого поля, и датчиков оценки метеорологической обстановки: датчика температуры воздуха, датчика выпадающих осадков, датчика скорости ветра, датчика количества осадков и датчика температуры приземного воздуха, которые входят в блок-анализатор погоды. Система включает также блок эталонных урожней, коммутационное поле, блок коммутации

и индикации, схему сравнения, логический блок согласования уровней, блок запуска.

Анализ метеорологической обстановки происходит в течение 10 минут. Световая индикация устройства позволяет контролировать работу исполнительных устройств.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОЛЩИНОМЕР ШПИКА "БИОЛОКАТОР"

О.И.ВУТТ

З.В.КОКА

Эст.НИИЖВ

Результаты прижизненного измерения толщины шпика у свиней позволяют производить массовую мясо-сальную оценку свиней в селекционных целях, а также при объективной оценке их упитанности, согласно существующему ГОСТу.

Одним из перспективных методов оценки мясности свиней является ультразвуковая биолокация.

В СКБ Эст.НИИЖВ разработана конструкция и изготовлены опытные образцы ультразвукового измерителя толщины шпика.

Основные технические данные прибора "Биолокатор". Пределы измерения 5...40 мм. Результаты измерений воспроизводятся на табло в цифровой форме (мм). Частота ультразвука 1,55 МГц. Погрешность измерения ± 3 мм. Питание от батарей или аккумулятора напряжением 9 В. Габаритные размеры 190х170х60 мм. Масса прибора 1,2 кг.

Принцип работы. Принципом работы прибора является отражение ультразвука от границы вещества с различными плотностями и его

распространение с постоянной скоростью в однородной среде - в шпике.

Методика измерения. Для измерения толщины шпика надо выбрать по визуальной оценке предел измерения 5...40 мм или 40...80 мм. Выбранное для измерения место следует брить. На чистое место нужно капнуть касторовое масло, чтобы улучшить акустический контакт между датчиком и поверхностью. Чем лучше контакт, тем достовернее будут показания прибора. Затем следует прижать датчик к коже и нажать на кнопочный переключатель. Датчик прикладывается к коже строго перпендикулярно. Слишком сильный нажим влияет на правильность результата, так как шпик сжат. Если индикация непостоянная, то значит датчик неплотно прижат к измеряемому телу или же выбран неправильный предел измерения.

Испытание "Биолокатора". Испытания проводились в отделении свиноводства Зст.НИИЖВ. Для сравнения результатов испытания, толщину шпика на живых свиньях измеряли с помощью "Биолокатора" и аналогичного прибора *USM-2*, выпускаемого фирмой "Крауткрамер" ФРГ, работающего от электросети.

В районе 6-7 ребра погрешность измерения при замерах прибором *USM-2* и "Биолокатором" составили в среднем соответственно 0,4 и 1,9 мм. В районе последнего ребра прибор *USM-2* показал на 1,2 мм меньше, а "Биолокатор" на 0,3 больше, чем при измерении в туше. В среднем разница при измерении с приборами *USM-2* и "Биолокатор" составила соответственно 0,2 и 1,1 мм, что соответствует практическим требованиям.

Принимая за основу величину допускаемого критерия оценки результатов измерения на тушах ± 3 мм, при 34 одиночных измерениях оба прибора превышают его на 8,8%, т.е. около 9% измерений было с

разницей, превышающей 3 мм. Точность измерения "Биолокатора" по сравнению с прибором *USM*-2 в районе 6-7 ребра несколько ниже, а в районе последних ребер выше. Выяснилась тенденция, что "Биолокатор" показывает толщину шпика несколько большую, чем в действительности. По сравнению с *USM*-2, для получения достоверного показания, "Биолокатор" требует большего времени, так как установить хороший акустический контакт в районе 6-7 ребра довольно трудно и требует опыта.

Исходя из критерия оценки результатов измерения ± 3 мм при одиночных измерениях, "Биолокатор" удовлетворяет требованиям при измерении толщины шпика экспрессивным методом.

Вышеуказанные недостатки будут учтены при дальнейшем усовершенствовании конструкции.

СИГНАЛИЗАТОР УРОВНЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

В.И.ХРУЦКИЙ

Л.Г.ЗИХМАНЧУК

Е.С.АНТИПИНА

ЦНИИМЭСХ

При автоматизации сельскохозяйственных процессов широкое применение находят приборы для контроля и регулирования уровня сыпучих материалов в емкостях.

Трудность в выборе устройств для измерения уровня кормовых материалов обусловлена специфическими условиями эксплуатации. Кроме того, контролируемые материалы обладают весьма разнообразным удельным весом, электропроводностью, химической активностью, крупностью, вязкостью. Все это накладывает значительное ограниче-

ние на применение датчиков контроля уровня в сельскохозяйственном производстве. Как показывает опыт эксплуатации, наиболее приемлемыми по надежности для контроля уровня кормов с высокой объемной массой, являются выпускаемые промышленностью электромеханические датчики уровня, принцип действия которых основан на свойстве сыпучих материалов оказывать механическое сопротивление в среде предмету, в частности указатель уровня УКМ. Однако для контроля измельченных сено-соломистых материалов, которые при загрузке не успевают уплотниться и имеют относительно небольшую насыпную массу, указатель УКМ является малоэффективным из-за небольшого тормозного момента, оказываемого этим материалом вращающейся крыльчатке.

В ЦНИИМЭСХ для контроля загрузки практически всех используемых в сельском хозяйстве сыпучих кормов разработан электромеханический датчик уровня с регулируемой настройкой на практически любую насыпную объемную массу кормов, состоящий из корпуса с преобразователем, электропривода, вращающего щупа и блока управления.

Преобразователь представляет собой шариковую муфту, состоящую из двух полумуфт, соединяющихся между собой шариковым зацеплением (подпружиненные шарики вставляются в отверстия верхней полумуфты и входят в зацепление с углублениями нижней полумуфты). Сила зацепления полумуфт регулируется за счет степени сжатия пружин шайбой. Блок управления состоит из источника питания 220/24 В выполненного на трансформаторе, выпрямителя со сглаживающей емкостной цепью, системы управления ББК-24, в прорезь которого входит флажок, установленный на валу вертушки, низкооборотного электродвигателя (практически может быть использован любой низкооборотный электродвигатель).

Возможность проскальзывания полумуфта друг относительно друга, в момент торможения вертушки, оберегает двигатель датчика от выхода из строя.

Разработанный сигнализатор прошел хозяйственную проверку в колхозе им. Гастелло Минского района.

Применение сигнализатора позволит обеспечить точность измерения сыпучего материала в емкости с любой насыпной массой.

УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГИСТРАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

В.В. ЕРМОЛОВИЧ

В.Н. ПРЯЖНИКОВ

ЦНИИМЭСХ

Схема передачи, сбора и обработки информации базируется на применении различных технических средств. Существующие методы обработки оперативной информации осуществляются с использованием радиотелефонной связи. Отдельные конструкции диспетчерских пультов позволяют осуществлять регистрацию информации на магнитную ленту путем ручного подключения диктофона, а автоматически записывающие телефонные устройства, например, электронный секретарь АС-I, телефонный автосекретарь САТ, не обеспечивают управление длительностью записи самим абонентом, передающим информацию. Это затрудняет использование подобных устройств в системах массового сбора информации.

Разработанное в ЦНИИМЭСХ н.э. СССР устройство автоматической регистрации информации обеспечивает автоматический сбор данных и регистрацию сообщений при отсутствии диспетчера и управление абонентом длительности записи по линиям автоматической телефон-

ной связи и возврат устройства в исходное положение при поступлении сигнала отбоя АТС. Принятая информация отсчитывается с помощью диктофона и одновременно обрабатывается на электронной машине по стандартным программам. Применение такой схемы позволяет сократить трудоемкость сбора и обработки информации в два раза.

Устройство автоматической регистрации информации состоит из блока управления и блока формирования управляющего сигнала отключения исполнительных устройств.

Блок управления содержит: узел коммутации, узел приема и посылки вызова, автоответчик.

Блок формирования управляющего сигнала состоит из активного фильтра, формирователя импульсов, счетчика импульсов и узла сброса.

Наличие блока формирования управляющего сигнала отключения исполнительных устройств, электрически связанного с телефонной линией, дает возможность подключить к устройству управления по телефонным линиям связи любые исполнительные устройства с электрическим питанием и регулировать абонентом продолжительность их включения.

Годовой экономический эффект от применения устройства 508 рублей. Применение устройства на диспетчерских пунктах Оршанского и Молодеченского районов позволило в 2,5 раза сократить время на сбор оперативной информации и ее последующую обработку.

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ И МЕТОДЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ
ПОЛНОСТЬЮ БЕСКОНТАКТНЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

В.Т.БЛАГИХ

ЧИМСХ

Безотказность и долговечность средств автоматизации — необ-

ходимое условие крупномасштабного внедрения их в сельское хозяйство. Для защиты их от вредного воздействия окружающей среды при работе и хранении мобильных сельскохозяйственных агрегатов, в стационарных технологических процессах, требуется надежная герметизация.

В герметических оболочках целесообразно размещать полностью бесконтактные элементы. В этих условиях особо ощутимы массогабаритные преимущества микроэлектроники и силовых тиристоров.

Применение микропроцессоров в полностью бесконтактных технических средствах автоматики для мобильных сельскохозяйственных агрегатов и стационарных машин может быть научно обосновано анализом требований к сельской автоматике и возможностей микропроцессора.

Результаты практической реализации герметических полностью бесконтактных управляющих устройств для автоматизации вентиляционных установок, паровых и водяных калориферов, установок горячего водоснабжения показали перспективность применения микро-схем малой и средней степени интеграции для этих целей (блок УПБЕТ). Основным направлением технического прогресса в этой области является внедрение микросхем большой степени интеграции. Целесообразна унификация микроконтроллеров сельскохозяйственного назначения с микроконтроллерами для автомобилей. Факторы экономики, организации эксплуатации, комплектации подтверждают необходимость такой унификации.

РАЗРАБОТКА ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ СОРТИРОВОЧНЫХ АВТОМАТОВ

В.С.МКРТЧЯН

С.М.ОВСЕПЯН

ЕРЕВАНСКИЙ ПОЛИТЕХ-
НИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На кафедре электрических машин и аппаратов Ереванского политехнического института имени Карла Маркса ведутся исследования по разработке фотометрических датчиков для сортировочных автоматов сельскохозяйственной продукции, в частности высушенных табачных листьев по цвету.

Анализ существующих датчиков показал, что в настоящее время в сортировочных автоматах пользуются принципом эталонного сравнения. Наряду с имеющимися положительными сторонами, эталонное сравнение имеет один существенный недостаток — необходимость периодического контроля состояния самого эталона.

Наши исследования показали, что при сортировке табачных листьев по цвету эталонная подложка быстро загрязняется и выходит из строя, вследствие чего процент ошибки при сортировке увеличивается и немного превосходит предельно допустимые ГОСТом 8073-77 "Табак-сырье неферментированное" значения.

В докладе анализируются полученные практические схемные решения, которые защищены авторскими свидетельствами авторов № 737029; 827197; 878367; 889152, даны их области применения и технические возможности иного назначения.

В разработанных фотометрических датчиках применялся принцип прямого преобразования световой информации, полученной от объекта сортировки, в нашем случае табачных листьев. Принцип прямого преобразования применен в сочетании с техническими

приемами, обусловленными специфическими физико-технологическими свойствами высушенных табачных листьев.

В докладе приводятся также результаты некоторых теоретических и экспериментальных исследований по созданию поточной линии по автоматической сортировке табачных листьев после сушки перед ферментацией.

АППАРАТУРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАБОТЫ ДОЯРОК

Х.Я.КАСК

В.Ф.СУВИСТЕ

Эст.НИИЖВ

При исследованиях процесса труда часто необходимо осуществлять наблюдения за распределением рабочего времени. Обработка данных наблюдений является трудоемким процессом. Для облегчения наблюдений, ускорения обработки данных и уменьшения трудоемкости в СКБ ЭСТ.НИИЖВ была разработана аппаратура, которая почти полностью позволяет автоматизировать этот процесс.

В состав этой аппаратуры входят:

1. Установка для регистрации данных наблюдений за распределением рабочего времени на перфоленту непосредственно в ходе проведения наблюдений.

2. Оборудованная данной установкой микроавтобус-лаборатория.

Приведенная аппаратура успешно применялась при исследованиях труда доярок, позволяя одновременно осуществлять контроль за соблюдением инструкций доения.

Толчок для создания такой системы дала идея регистрировать данные на ЭВМ в подходящем виде непосредственно в ходе проведения

наблюдений. Данные заносятся закодированными на перфоленту, каждой рабочей операции соответствует конкретный код. Обработка таким образом подготовленных данных производится с помощью ЭВМ "Наири-К".

Блоковая схема аппаратуры состоит из четырех блоков. Блок-1 - это пульт оператора, на котором имеется клавиатура для выбора наблюдаемой рабочей операции. С помощью установки можно регистрировать 64 различных рабочих операции. В шифраторе (блок 2), поступающий с клавиатуры сигнал (нажатие на одну из клавиш), переводят в промежуточный код. Блок 3 является генератором импульсов времени, который на основе выбранного интервала времени (0,2; 0,5; 1; 2 с) подает импульс в блок управления (4). Из блока управления на перфоратор при каждом импульсе времени наносят находящийся в шифраторе код, вместе с импульсами, управляющими работой перфоратора. Таким образом, через определенный интервал времени на перфоленте перфорируют находящийся в шифраторе код. При выборе новой рабочей операции меняется выдаваемый из шифратора код.

Продолжительность одной операции определяется числом перфораций соответствующего кода (до изменения кода). Число операций в рабочем процессе находят по числу одинаковых кодовых групп.

Выбором интервала времени определяют точность наблюдения. При исследовании работы доярок за интервал времени взята 1 секунда.

Сравнивая эту систему наблюдений за распределением рабочего времени с традиционным хронометражом рабочего времени вручную, видим следующие преимущества системы:

1. Затрата времени на обработку данных уменьшается в 15 раз.

2. Облегчается труд наблюдателя, поскольку необходимо следить только за рабочим процессом, выбирая на клавиатуре соответствующую кнопку. Отпадает запись результатов наблюдений и сверка времени по часам.

3. Улучшается качество полученных данных, повышается точность наблюдений, отпадает переписывание данных и перфорирование вручную.

ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ МО- БИЛЬНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ

Я.Г.ОЗОЛС

В.А.БУМАЖИН

К.Э.ВАРТУКАПТЕМИС

Лат.СХА

Средства механизации составляют существенную часть основных производственных фондов сельскохозяйственных предприятий. Между тем учет и контроль использования по времени средств механизации, в частности мобильных агрегатов, недостаточно эффективен.

Объективный контроль и учет может быть организован на основе применения специальных технических средств — приборов контроля для хозяйственного применения.

В СССР разработаны и используются приборы для исследований и испытаний техники (автохронометражисты, расходомеры и др.), но приборы для хозяйственного контроля и учета (для автоматизированного получения первичной информации) практически отсутствуют (за исключением счетчиков моточасов и спидометров).

Теоретическими и экспериментальными исследованиями доказано, что для широкого практического контроля и учета использования мобильных агрегатов наиболее приемлемы приборы, регистрирующие их колебания (отсутствуют кинематические и электрические связи с остовом агрегата). Для учета и контроля, прежде всего представляют интерес случайные низкочастотные колебания. Прибор контроля и учета должен выделять эту низкочастотную составляющую из всего спектра колебаний контролируемого агрегата.

Таксономия статических характеристик низкочастотных колебаний различных агрегатов показала, что наиболее информативны вертикальные колебания, исходя из желательности применения прибора на различных типах машин без внесения изменений в его конструкцию.

По опыту внедрения разработанного прибора РВ-3 и испытаниям иностранных аналогов разворачивается серийное производство прибора ИРВ. Индикатор рабочего времени (ИРВ) предназначен для цифровой индикации времени нахождения остова агрегата в низкочастотных колебаниях. Цифровая индикация кардинально меняет проблемы эксплуатации, возникшие у приборов с диаграммной регистрацией колебаний: РВ-3 (ТУ 70 ЭССР 208-75), "Кингле аппарате" (ФРГ), "Сервис рекордер" (США).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ
БАЗЫ В УСТРОЙСТВАХ АВТОМАТИЗАЦИИ СЕЛЬСКО-
ХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

И.Л.ДУДНИКОВ

РИМТХ

Перевод животноводства на промышленную основу вызывает

необходимость использования достаточно сложной техники и технологического оборудования.

Использование электрооборудования общепромышленного назначения не всегда себя оправдывает, так как оно работает в сложных воздушно-климатических условиях, которых часто нет на промышленных предприятиях. Кроме того, уровень технического обслуживания и квалификации персонала в сельском хозяйстве ниже, чем на промышленных предприятиях.

В связи с этим, особенно остро стоят вопросы повышения качества и надежности работы электрооборудования на животноводческих фермах.

Наиболее перспективным и целесообразным направлением в решении этих задач являются разработка и внедрение перспективных бесконтактных устройств. Однако они в настоящее время имеют еще ограниченное применение в системах автоматизации на фермах.

Используются устройства, содержащие транзисторы и тиристоры в комплексе с релейно-контактной коммутирующей аппаратурой общепромышленного применения.

Перспективно применение бесконтактных цепей управления и тиристорных пускателей вместо релейно-контактных устройств. При этом время наработки на отказ системы автоматизации возрастает в 2-3,6 раза.

Наши расчеты показывают, что капитальные затраты на электрооборудование для достижения определенного уровня надежности ($P \geq 0,8$) существенно возрастают и целесообразен переход на новую элементную базу - интегральные микросхемы. Преимущества устройств, выполненных на микросхемах, известны: меньшие габариты, повышенная надежность, экономичность, невысокая стоимость.

Нами разработаны и исследованы устройства и системы автома

тизации микроклимата и телеконтроля параметров для животноводческих помещений с использованием тиристорov, транзисторов и интегральных схем. Абстрактный и структурный синтез схем произведен согласно разработанным нами алгоритмам функционирования систем.

Таким образом, в настоящее время имеются все технические возможности для создания аппаратуры сельскохозяйственного назначения с использованием тиристорov и интегральных микросхем, что обеспечивает снижение: габаритов и массы в 2-4 раза, потребляемой мощности в 10-20 раз, интенсивности отказов 15-80 раз, стоимости систем в 2-3 раза при высокой их технологичности. Это позволит ускорить разработку АСУТП с использованием микропроцессоров для регулирования технологических процессов по вложенным программам.

РАСЧЕТ КОМПЛЕКСНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ, СВЯЗАННОЙ С ЗЕРНОМ ВОДЫ В ДИАПАЗОНЕ СВЧ.

В.В.ЛИСОВСКИЙ

Б.Л.ЦЕНЦИПЕР

БИМСХ

Диэлектрические свойства свободной воды на СВЧ достаточно хорошо известны и рассчитаны в широком температурном и частотном диапазонах.

Предполагая, что для случая адсорбированных диполей, которые не могут вращаться в поле СВЧ, можно использовать известные соотношения Дебая, рассчитаем ϵ' и ϵ'' связанной воды. Для такого расчета необходимо знать статическую ϵ_s и оптическую ϵ_o .

диэлектрические проницаемости, а также время релаксации τ .

В докладе обосновывается выбор конкретных значений этих параметров в зависимости от температуры для сантиметрового диапазона волны. Приводятся результаты расчета ϵ' и ϵ'' воды в зерне, а также коэффициентов затухания $\alpha_{\text{связ}}$ и фазы $\beta_{\text{связ}}$ в зависимости от объемной влажности для диапазона частот 2,5... 20 ГГц и температур 0...50 С. Полученные данные позволяют уточнить параметры слоистой модели, а также определить результирующее ослабление и фазовый сдвиг, наносимый образцом влажного зерна. Результаты расчета говорят о вполне удовлетворительном совпадении с экспериментом.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ СОЛЕСОДЕРЖАНИЯ ПОЧВЫ

В.М. ШЕСТАКОВ

ЛСХИ

Центральное место в системе комплексного регулирования факторов жизни растений на мелиорируемом поле занимает система регулирования влажностно-солевого режима почв.

Для нормального функционирования такой системы необходима оперативная информация о текущей влажности и солесодержании почв. Источниками такой информации могут быть измерители влажности и солесодержания почв с электрическим выходом.

В настоящее время для измерения солесодержания почвы не существует надежных измерительных средств, удовлетворяющих требованиям систем автоматизированного управления.

Известно, что влажность и солесодержание почвы оказывают

значительное влияние на ее диэлектрическую проницаемость и проводимость. Следовательно, по измеренным значениям диэлектрической проницаемости и проводимости почвы можно судить о ее влажности и солесодержании.

Измерение влажности и солесодержания почвы связано с определенными трудностями в связи с их влиянием друг на друга, так как при поливе происходит изменение солесодержания в корнеобитаемом слое почвы, связанное с выносом солей из этого слоя, и наоборот, внесение питательных растворов приводит к изменению влагосодержания почвы.

Экспериментальными исследованиями установлено, что диэлектрическая проницаемость почвы в диапазоне частот 1-10 мГц определяется, в основном, влажностью, а полная проводимость, измеряемая в пределах 50-1000 Гц, - влажностью и солесодержанием почвы.

Таким образом, измеритель солесодержания почвы должен быть реализован на базе высокочастотного диэлькометрического метода и метода измерения полной проводимости на низкой частоте.

В докладе рассматриваются принципы построения измерительных схем автоматических солемеров корнеобитаемого слоя. Приводятся структурные и принципиальные схемы реализованных измерителей, а также результаты лабораторных и полевых испытаний, оцениваются методические и инструментальные составляющие полной ошибки измерений.

РАСЧЕТ ДОПУСТИМОЙ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЯ МАССЫ УДОБРЕНИЙ В МЕРНОМ ПРОТИВНЕ ПРИ ИСПЫТАНИИ РАЗ- БРАСЫВАТЕЛЯ НА ПОПЕРЕЧНУЮ НЕРАВНОМЕРНОСТЬ

Ю. А. КАПУСТИН
ЛСХИ

В соответствии с ОСТом 70.7.1-74 неравномерность внесения минеральных удобрений вычисляется как отношение среднеквадратического отклонения (СКО) массы удобрений в противне к среднему значению этой массы. Сделав предположение о независимости ошибки измерения массы от измеряемой массы, можно получить соотношение, связывающее неравномерность внесения удобрений, рассчитанную по результатам измерений с истинным ее значением, нормой внесения, числом противней в линейке, шириной рабочей полосы разбрасывания и СКО ошибки массоизмерителя. Линеаризация этого соотношения относительно СКО ошибки массоизмерителя и разности между дисперсией его ошибки и ее приближенным значением, определенным по ограниченной выборке, позволяет записать формулы для расчета математического ожидания (МО) ошибки определения неравномерности и СКО этой ошибки. Расчет по второй формуле требует знания не только СКО ошибки массоизмерителя, но и ее четвертого центрального момента, который вычисляется как функция плотности распределения ошибки массоизмерителя.

В работе выведены формулы для расчета МО и СКО ошибки определения неравномерности внесения удобрений для двух видов распределения ошибки массоизмерителя, имеющих наибольшую практическую ценность: нормального и равномерного. Приводятся результаты расчетов. Показано, что принятая в настоящее время методика испытаний может быть откорректирована - либо снижением точности взвешивания, либо уменьшением числа проходов разбрасывателя через мерные противни.

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ГЕНЕРАТОРА ИМПУЛЬСОВ
ДАВЛЕНИЯ В АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

В.М.БОРОДИН

В.Б.СВЕТИК

А.И.СИМОНЕНКО

ЛСХИ

В автоматических оросительных системах, использующих гидравлический канал связи с поливными агрегатами, команды **телеуправления** передаются в виде импульсов давления по заполненным водой трубопроводам /1/. Формирование команд осуществляется генератором, в состав которого **входят** командная, перепускная задвижки и насосные агрегаты. Принадлежность импульса давления, являющегося командой телеуправления для некоторого поливного агрегата, определяется по **времени** его действия.

Реле давления на дождевальных машинах принимают созданные в трубопроводах импульсы давления. Для исключения "дребезга" реле давления, возникающего из-за явления гидроудара, скорость изменения давления выбирается, по возможности, малой. В результате получается, что форма импульса давления должна быть близка к трапецеидальной. При прохождении по трубопроводам к некоторому реле давления этот импульс претерпевает искажения, зависящие от местоположения поливного агрегата. Желая получить одинаковые формы импульсов давления во всех местах их приема, только разделенные во времени, необходимо осуществлять различные изменения давления в трубопроводе на насосной станции. Но программно задавать постоянный закон формирования импульса для каждого из поливных агрегатов системы нельзя, так как на параметры импульса оказывают влияние возмущения, например, изменение расхода.

Следовательно, генератором импульсов необходимо управлять так, чтобы, независимо от изменения возмущений в известных пределах импульс давления, формируемый генератором, имел требуемый вид, то есть ошибка по давлению не превышала заданной.

В докладе излагается принцип расчета оптимального управления генератором импульсов. В качестве критерия оптимальности выбран минимум квадрата ошибки и затрат энергии на управление. Последнее связано с тем, что в системах с гидроканалом связи нельзя пренебрегать затратами энергии при работе двигателей задвижек и насосов. Их нужно учитывать и по возможности уменьшать.

Методом динамического программирования на ЦВМ осуществлено решение уравнения по выбранному критерию и определены коэффициенты в законе оптимального управления генератором импульсов давления в автоматической оросительной системе.

Отмечено, что выбор шага дискретизации по времени при расчете по методу динамического программирования существенно сказывается на устойчивости результатов.

Цифровым моделированием процесса изменения давления в трубопроводе на насосной станции проверена правильность расчета оптимального управления генератора импульсов давления.

Л И Т Е Р А Т У Р А:

1. Бородин В.М. К вопросу создания системы автоматического управления (САУ) широкозахватными дождевальными машинами. - В сб. научных трудов Ленинградского СХИ "Электрификация и автоматизация технологических процессов в животноводстве и растениеводстве". - Л.: 1981, с.30-34.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СПОСОБ ОБОГРЕВА ПОРОСЯТ
ПОЛИМЕРНЫМИ ОБОГРЕВАЕМЫМИ КОВРИКАМИ

А.В. ГРИНЬ
В.Е. ДЕЛЕНДИК
М.В. ХАРИТОНОВИЧ
ЦНИИМЭСХ

Оптимальный микроклимат в животноводческих помещениях является важным фактором в сохранности и выращивании здорового поголовья поросят, а также и в расходе кормов, идущих при неблагоприятных условиях на биологический обогрев самого животного.

В холодное время года в помещениях с общим обогревом температура по высоте здания неодинакова и ее разность достигает $3..7^{\circ}\text{C}$. В связи с этим в станках над необогреваемым полом воздух прохладнее, насыщен влагой, аммиаком, и углекислотой. А у родившихся поросят почти нет шерстяного покрова и подкожного жира, и несовершенная физическая терморегуляция у них устанавливается только через 30 суток. Все это приводит к простуживанию молодняка, замедленному его развитию и слабому привесу.

Для создания нормируемых параметров воздушной среды как для подсосных свиноматок, так и для поросят-сосунов в помещении необходимо наряду с вентиляционно-отопительной системой иметь и локальные средства обогрева молодняка.

В ЦНИИМЭСХ разработан и испытан в хозяйствах автоматизированный способ обогрева поросят полимерными обогреваемыми ковриками. Комплект состоит из автоматизированной станции управления, электрокалориферной установки СФОА-40 и 50...60 полимерных коврик.

Принцип действия автоматизированной системы местного обогрева: воздух, проходя через электрокалориферный агрегат, нагревается до $45...55^{\circ}\text{C}$ и нагнетается по трубопроводам в отдельные коврики, нагревая их до температуры $22-32^{\circ}\text{C}$. Отработанный воздух с температурой $24...35^{\circ}\text{C}$ выходит из ковриков, освежает застойные зоны в местах отдыха поросят и участвует в общем тепловом балансе помещения, что соответственно **снижает мощность** отопительной установки системы микроклимата.

Автоматизированная станция управления служит для поддержания заданной **температуры** на поверхности ковриков, автоматического и местного (ручного) управления электродвигателем центробежного вентилятора, тремя секциями электрокалорифера и защиты электрооборудования от перегрузки и токов короткого замыкания.

Если температура будет соответствовать норме при одной, двух или трех включенных секциях, то электрокалорифер продолжает работать до тех пор, пока температура не изменится в любую сторону. При изменении температуры в сторону "выше" секции электрокалорифера поочередно автоматически отключаются, а при понижении "ниже" поочередно включаются.

По результатам ведомственных испытаний автоматизированного способа обогрева поросят полимерными обогреваемыми ковриками на племязаводе "Заречье" в январе-феврале 1982 года сохранность молодняка на 14 %, а отъемная масса на 2,64 кг выше, чем в контрольной группе.

ВЫБОР МЕСТА УСТАНОВКИ ДАТЧИКА АВТОМАТИЧЕСКОМ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ГЛУБИНЫ ХОДА (АССГХ) НО- ЖЕЙ КАТКИ ТОМАТОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА СКТ-2

А.В.СКОТНИКОВ

ЦНИИМЭСХ

Основным возмущающим воздействием для АССГХ является разни-
ца уровней колеи и грядки. Поэтому для выбора места установки
датчика необходимо иметь исходную информацию о поперечном про-
филе грядки по ее длине, которая была получена на плантациях сов-
хоза "Донской Плодоовощной" и НПО "Днестр" Молдавской ССР со схе-
мой посадки 90х50 см. Профилирование велось с шагом 0,2 м вдоль
оси грядки, шаг ординат в поперечном сечении грядки 0,1 м, дли-
на зачетных отрезков грядок 60 м.

Далее была составлена математическая модель процесса среза-
ния поверхности грядки ножами катки. При составлении модели бы-
ли сделаны следующие допущения:

1. При движении комбайна вдоль грядки его ось симметрии и
ось симметрии поперечного профиля грядки в продольно-вертикальной
плоскости совпадают.

2. Опорные катки жатки комбайна движутся по недеформируемой
поверхности поля и сохраняют с ней постоянный контакт.

3. Воздействие рельефа поля на правый и левый опорные катки
жатки одинаковые.

4. При движении комбайна вдоль грядки заданная глубина хода
ножей поддерживается без отклонений.

При моделировании изменяли место установки датчика и глубину
хода кромки ножей относительно поверхности грядки в этом месте
и вычисляли средние значения площади поперечного сечения грядки,

срезаемой ножами F_{cp} , площади зазора между кромкой ножей и поверхностью грядки в ее поперечном сечении F_z и дисперсии этих величин.

При выборе места установки датчика задавались допустимыми относительными потерями в зазор между кромкой ножей и поверхностью грядки, которые определяются следующим выражением:

$$П_{отн} = \frac{F_z \cdot \eta}{B_k \cdot \gamma \cdot \rho_{пл}^{-1} + F_{cp} \cdot \eta_{ос}^{-1}} \cdot 100\%,$$

где η - коэффициент, равный отклонению плотностей взрыхленной и плотной почвы;

B_k - ширина захвата жатки комбайна;

γ - урожайность томатов;

$\rho_{пл}$ - плотность плодов томатов;

$\eta_{ос}$ - коэффициент осыпавости плодов определенного сорта.

Из приведенного выражения видно, что относительные потери $П_{отн}$ в основном зависят только от соотношения площадей F_z и F_{cp} , так как остальные входящие в него величины можно принять постоянными для данных условий уборки. Кроме того, колебания величины F_{cp} влияют на производительность переборщиков, потери томатов при переборке и качество убираемого вороха. Из высказанного можно сделать вывод, что критерием для выбора оптимального места установки датчика является соотношение площадей F_z и F_{cp} , удовлетворяющее допустимым потерям под жатку при минимальной дисперсии площади F_{cp} .

В результате проведенного моделирования установлено, что датчик необходимо устанавливать на расстоянии 400...500 мм от

оси грядки.

ДАТЧИК КОНТРОЛЯ НАЛИЧИЯ КОРМА НА РАЗДАТЧИКЕ ДЛЯ КОРОВ

В.В. НЕСТЕРЕНКО

Б.И. ХРУЦКИЙ

В.М. КОМКОВ

ЦНИИМЭСХ

Разработка датчика наличия корма на раздатчике (транспортере) обусловлена необходимостью создания автоматизированного процесса раздачи кормов на МТЗ.

Контроль наличия и уровня корма на раздатчике имеет важное значение, так как переполнение или недосыпание корма на ленту раздатчика приводит к неравномерности раздачи корма, а это в свою очередь вызывает нарушение баланса кормления животных. Поэтому датчик наличия используется не только как сигнализатор хода загрузки и наличия корма на раздатчике, а как активно воздействующий элемент на уровень кормового материала. В этом случае наиболее полно используется возможность датчика и получается значительный экономический эффект от его применения.

Разработка датчика осложнялась прежде всего конструктивными особенностями раздатчика и физическими свойствами раздаваемого корма. Поэтому датчики, изготовленные промышленным способом, не обеспечивали необходимый контроль кормового материала.

Предлагаемое устройство состоит из чувствительного элемента, представляющего собой изолированную гибкую пластину, на ней

установлены два независимых электрода нижнего и верхнего уровня, которые могут перемещаться в плоскости пластины, и указателя контроля сопротивления (УКС), состоящего из блока питания, усилительного блока, регулятора чувствительности сопротивления и электромагнитного реле.

Устройство работает на принципе проводимости материала. При повышении уровня корма на раздатчике в него погружается **нижний** электрод. Как только корм поднимается до верхнего уровня электромагнитная цепь замыкается, в результате чего электромагнитное реле срабатывает, включая **контактами** исполнительный механизм. При понижении уровня корма верхний электрод уже не **контактирует** с ним, но реле не отключается, так как на вход подается импульс от нижнего электрода. В момент, когда электрод нижнего уровня перестает контактировать с кормом, реле отключается. Затем цикл повторяется.

Производственная проверка, проведенная на МТФ экспериментальной базы института, **показала** высокую надежность предлагаемого датчика уровня.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

РАСХОД ЖИДКОСТИ

В.И. ПРИСС

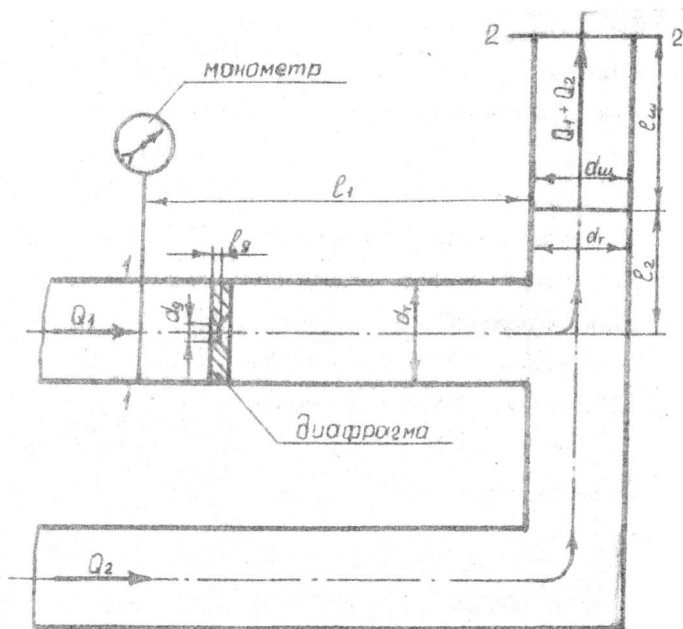
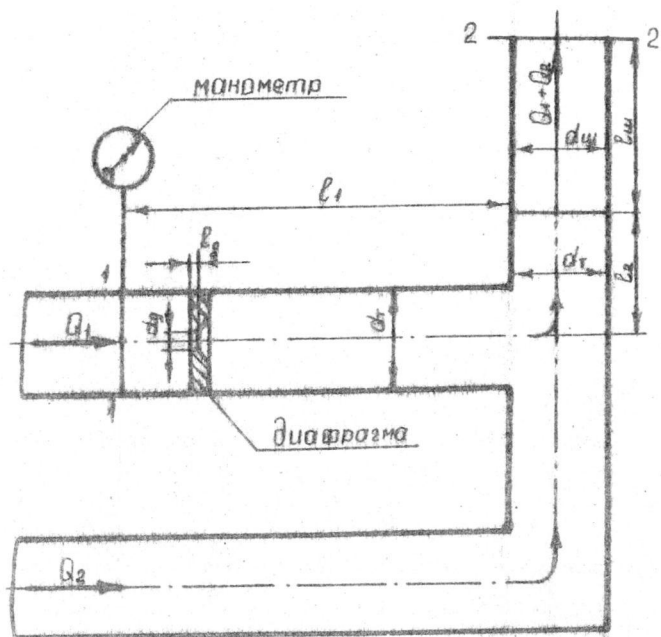
БИМСХ

В настоящее время отечественной и зарубежной промышленностью выпускаются сельскохозяйственные машины, которые оснащаются различными гидроприводами с широким диапазоном расхода жидкости и давления.

Для измерения расхода жидкости в элементах гидроприводов промышленностью выпускаются различные приборы и устройства (счетчики жидкости, щелевые дроссели-расходомеры, расходомеры переменного перепада давления и др.) Однако все выпускаемые приборы обладают ограниченными возможностями. Они имеют узкий диапазон измерения расхода жидкости ($\frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} \approx 3 \dots 10$), в то время, как гидропроводы машин имеют диапазон расхода от 5 до 200 литров в минуту.

Нами проведены исследования по обоснованию возможности использования гидравлического сопротивления диафрагмы для измерения расхода жидкости. Принципиальная схема этого расходомера показана на рисунке. Для измерения расхода измеряется давление P_m манометром, установленным перед диафрагмой (сеч. I-I). В сечении 2-2 жидкость вытекает в атмосферу.

Из уравнения Бернулли, записанного для сечений I-I и 2-2 и уравнения постоянства расхода, следует:



$$P_{\text{из}} + \frac{\lambda \rho Q_1^2}{2 S_T^2} = \frac{\lambda \rho (Q_1 + Q_2)^2}{2 S_{\text{ш}}^2} + \frac{\lambda_1 l_1 \rho Q_1^2}{d_T 2 S_T^2} +$$

$$+ \frac{\rho (Q_1 + Q_2)^2}{2 S_T^2} \left(\frac{\lambda_2 l_2}{d_T} + \frac{\lambda_{\text{ш}} l_{\text{ш}}}{d_{\text{ш}}} + \xi_{\text{тр}} \right) + \xi \frac{Q_1^2}{2 S_T^2} (1),$$

- где ρ - плотность жидкости
 λ - коэффициент кинетической энергии потока жидкости
 (для ламинарного режима $= 2$, турбулентного - 2,2).
 $Q_{1,2}, Q_2$ - расходы жидкости в трубопроводах;
 S_T - площадь сечения трубопровода;
 $S_{\text{ш}}$ - площадь сечения шланга;
 λ_1 и λ_2 - коэффициенты гидравлического трения трубопроводов;
 $\lambda_{\text{ш}}$ - коэффициент гидравлического трения шланга;
 d_T - диаметр трубопроводов;
 $l_1, l_2, l_{\text{ш}}$ - длины трубопроводов и шланга;
 $\xi_{\text{тр}}$ - коэффициент гидравлического сопротивления тройника;
 ξ - коэффициент сопротивления диафрагмы.

Гидроагрегаты испытываются при давлениях 10 МПа. Расход жидкости в гидроагрегатах достигает 200 л/мин. При этом величина

$$\frac{\lambda \rho (Q_1 + Q_2)^2}{2 S_{\text{ш}}^2} - \frac{\lambda \rho Q_1^2}{2 S_T^2}$$

не превышает 0,5...0,7 % от статического давления и ее можно пренебречь. Тогда потери давления на участке I-I...2-2 составят:

$$P_{\text{из}} = \frac{\rho Q_1^2 \lambda_1 l_1}{d_T 2 S_T^2} + \frac{\xi Q_1^2}{2 S_T^2} +$$

$$+ \frac{\rho (Q_1 + Q_2)^2}{2 S_T^2} \left(\lambda_2 \frac{l_2}{d_T} + \lambda_{\text{ш}} \frac{l_{\text{ш}}}{d_{\text{ш}}} + \xi_{\text{тр}} \right). \quad (2)$$

Используем зависимость коэффициента сопротивления диафрагмы от числа Рейнольдса ($Re = v d \rho / \nu$) при различных отношениях, $\frac{S_d}{S_r}$, где S_d - площадь отверстия диафрагмы;

ν - коэффициент кинематической вязкости.

При $\frac{S_d}{S_r} = 0,03$ и $Re = 1000$ коэффициент гидравлического сопротивления диафрагмы $\xi = 1400$.

Все коэффициенты, составляющие уравнения 2 $\frac{Re}{d}$, ξ_r , чрезвычайно малы и в сумме составляют 1,5 % по сравнению с коэффициентом ξ и ими можно пренебречь. Тогда формула 2 примет следующий вид:

$$P_m = \frac{\xi \rho Q_1^2}{2 S_r}, \quad (3)$$

откуда

$$Q_1 = \sqrt{P_m \frac{2 S_r^2}{\rho \xi}}. \quad (4)$$

Проанализируем значение коэффициента сопротивления диафрагмы.

Ввиду большой сложности структуры потока в местных сопротивлениях, в том числе и в диафрагме, значение коэффициента ξ , как правило, определяется только опытным путем.

Согласно теории подобия величина ξ при установившемся движении зависит от формы местного сопротивления и числа Re .

При турбулентном режиме коэффициенты сопротивления диафрагм практически не зависят от числа Рейнольдса. Так, при $\frac{S_d}{S_r} = 0,05$ коэффициент сопротивления ξ остается постоянным при числе $Re > 1000$. С уменьшением $\frac{S_d}{S_r}$, которое приводит ко все большему преобладанию роли вихревых потерь, границы линейного и квадратичного законов сопротивления смещаются в область меньших

значений числа *Re* .

Эти данные показывают возможность применения гидравлического сопротивления диафрагмы в сочетании с манометром в качестве расходомера жидкости.

Нами разработан, изготовлен и испытан прибор для диагностирования гидроприводов самоходных сельскохозяйственных машин КИ-2569I, обеспечивающий измерение расхода жидкости от 5 до 200 литров в минуту при давлении 0,5...35 МПа. Рассмотренный выше расходомер является основным элементом данного прибора. Максимальная относительная погрешность измерения расхода жидкости $\pm 2,5\%$.

Главремонтом Госкомсельхозтехники СССР прибор КИ-2569I рекомендован к серийному производству.

ПРИБОР НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ ЗА ОПТИМАЛЬ- НЫМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

М.С. КРИНКО

Н.И. БОХАН

М.И. ТКАЧЕНКО

БИМСХ

I. В условиях реальной эксплуатации машинно-тракторный агрегат работает на полях с переменным рельефом, непостоянной влажностью и твердостью почвы, изменяющейся глубиной обработки и неравномерным поступлением продукта к рабочим органам, что вызывает отклонение нагрузочного режима работы двигателя от оптимального значения (максимум производительности, минимум расхода топлива), который в процессе работы МТА должен постоянно поддерживаться. Отсутствие на тракторах приборных средств контроля за режимами работы МТА не позволяет правильно выбрать трактористу оп-

тимальный режим интуитивно (на слух, по дымлению) и обеспечить эффективную работу энергонасыщенной техники.

2. Нагрузочные режимы работы машинно-тракторных агрегатов как при испытаниях в хозяйственных условиях, так и в условиях рядовой эксплуатации, можно определить косвенным методом по частоте вращения коленчатого вала двигателя. Для этой цели необходимо иметь штатный прибор регистрации степени загрузки двигателя, принцип действия которого основан на реализации математической модели регуляторной характеристики двигателя.

3. Проведенные исследования прибора в эксплуатационных условиях позволили заключить о целесообразности использования его на тракторах для контроля за оптимальным нагрузочным режимом работы машинно-тракторного агрегата.

4. Используя прибор контроля режимов работы двигателя, представляется возможным иметь информацию о загрузке двигателя на различных режимах в процессе рабочей смены, накапливая ее на счетчиках режимов работы.

5. Имея данные о режимах работы трактора, возможно правильно комплектовать машинно-тракторный агрегат и обеспечить высокую производительность энергонасыщенной техники, повысить эффективность ее использования.

6. Информацию, выдаваемую прибором о работе МТА, можно использовать при нормировании механизированных работ в полеводстве, определении производительности труда и расхода топлива.

7. Лабораторные образцы таких приборов достаточно надежны и работоспособны, удобны в обслуживании.

Разработанные технические средства после доработки пригодны для установки на тракторах.

МАНИПУЛЯТОР ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ НАПЛАВКИ
НАМОРАЖИВАНИЕМ

Г.Ф.БЕТЕНЯ

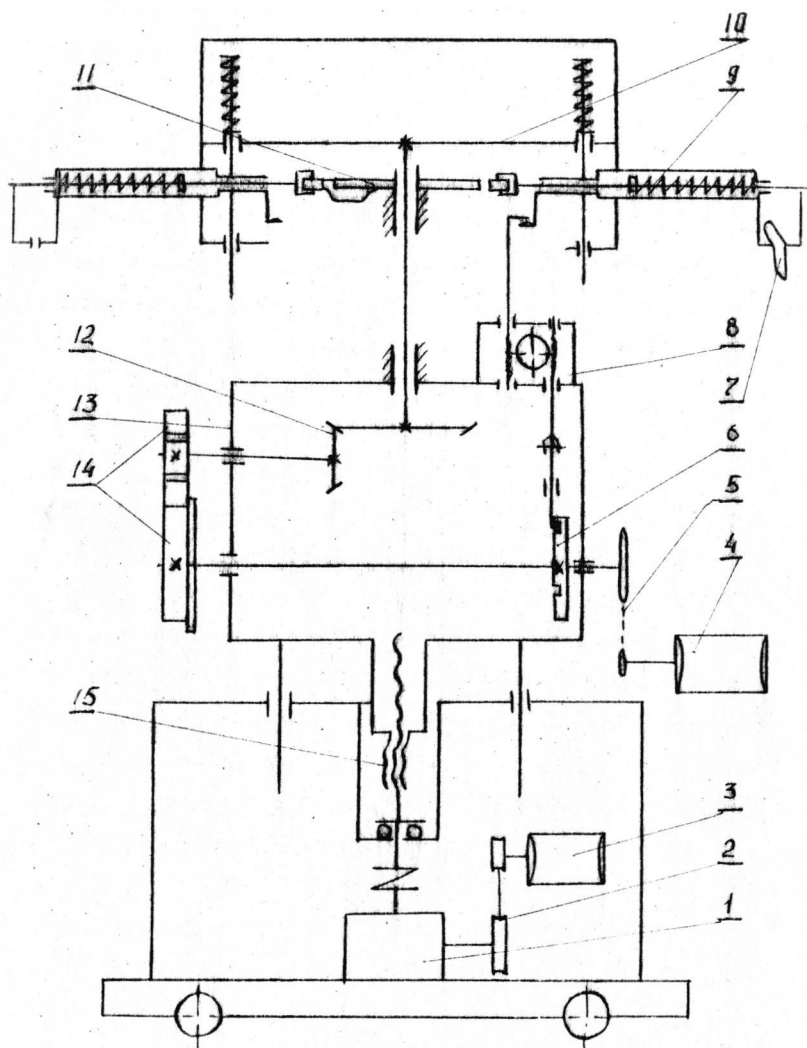
О.Ф.МИКУЛОВИЧ

БТИСХ

Требования современных стандартов к качеству продукции, изготовленной наплавкой, выдвигают перед технологами задачи по изысканию путей совершенствования технологических процессов упрочнения и восстановления деталей. К числу направлений совершенствования процесса наплавки деталей методом намораживания, в первую очередь, следует отнести разработку, проектирование, изготовление и внедрение манипуляторов. Применение их при наплавке намораживанием позволит повысить качество работ, стабильность процесса, производительность труда, улучшить условия труда, оптимизировать параметры технологического процесса.

Первоначально были исследованы технологические параметры процесса и апробированы на лабораторных моделях манипуляционные устройства, имитирующие действия человеческих рук на технологических операциях наплавки намораживанием. Результаты этой работы показали, что наибольший практический интерес представляют многопозиционные манипуляторы роторного типа с прерывистым вращением ротора. Кинематическая схема такого манипулятора представлена на рисунке.

Для осуществления операций технологического процесса наплавки методом намораживания на манипуляторе предусмотрены механизмы подъема и опускания карусели 13, привода ротора 10 и управления работой механической руки 9. Манипулятор работает следующим образом. Ротор 10, а вместе с ним механические руки, получает преры-



Кинематическая схема установки для механизированной наплавки методом намораживания погружением в расплав

висто-вращательное движение от мотор-редуктора 4 через цепную передачу 5, мальтийский механизм I4 и редуктор I2.

Направляемая деталь 7 подается в захваты механической руки и транспортируется к индуктору, где при определенной температуре обеспечивается ее флюсование. После флюсования деталь транспортируется к плавильной печи. Остановка ротора соответствует расположению детали над тиглем с расплавленным присадочным сплавом. Погрузке, выдержке и извлечению детали из расплава осуществляются толкателем 8, кинематически связанным с постоянно вращающимся кулачком 6 и механической рукой.

Направленная деталь перемещается на позицию разгрузки. Разжим захватов обеспечивается горизонтальным штоком механической руки и копиром II. При последующем повороте ротора цикл повторяется. Максимальное число устанавливаемых на роторе механических рук без учета их конструкции зависит от передаточного числа мальтийского механизма I4 и редуктора I2.

В цепи механизма подъем и опускания карусели для установки ее в рабочее положение движение осуществляется от электродвигателя I через клиноременную передачу 2, червячный редуктор 3, пару "винт-гайка" I5 и передается столу с закрепленной на нем каруселью.

Манипуляторы данного типа могут быть рекомендованы к применению на ремонтных предприятиях для восстановления и упрочнения деталей машин методом намораживания.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ГОТОВНОСТИ СИСТЕМ

АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПО СТОИМОСТНЫМ КРИТЕРИЯМ

Б.В.ПАРХОМЕНКО
НПО "МЕХАНИКА"

Одним из важных показателей систем автоматического регулирования (изделий), используемых в сельскохозяйственном производстве, является коэффициент готовности K_r . Однако, часто достижение требуемого значения коэффициента готовности изделий осуществляется интуитивно или исходя из опыта их эксплуатации. Известно, что повышение K_r изделия приводит с одной стороны к снижению ущерба от отказов, с другой, как правило, к повышению его стоимости, обусловленной затратами на повышение надежности различными способами.

Наряду с другими способами повышения надежности технических изделий (например резервирования), наиболее эффективным является повышение коэффициента готовности конструкторско-производственным способом. Исходя из вышеизложенного, научный и практический интерес представляет разработка эффективной методики для решения следующих задач:

1. Оптимизация коэффициента готовности единичного изделия конструкторско-производственным способом по критерию максимального снижения ущерба от отказов с учетом дополнительных затрат на повышение его надежности.

2. Оптимизация коэффициента готовности сложной системы по максимальному снижению ущерба от отказов.

В процессе исследований установлены оптимальные зависимости между коэффициентом готовности и стоимостными критериями, характеризующими снижение ущерба от отказов отдельных элементов системы при повышении их надежности конструкторско-производственным способом.

Разработанные методики оптимизации коэффициента готовности к единичного изделия, так и сложной системы автоматического регулирования, просты в своем применении и обладают достаточной точностью расчета.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ ПОСЛЕ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

Л.А.КАЛИНИН

П.Т.ШИПУЛЬ

М.А.ПРИЩЕЛОВ

В.А.ЧУРКИН

БИМСХ

На кафедре "Электрические машины и электропривод" БИМСХ разработаны и изготавливаются опытно-промышленные установки для испытания гидромеханических передач (ГМП) под выгрузкой и на холостом ходу.

Установки обеспечивают обкатку и испытание ГМП в большом диапазоне скоростных и нагрузочных режимов на одном стенде. В качестве приводного двигателя используется серийный двигатель постоянного тока мощностью 42,55 или 75 кВт, частота вращения которого регулируется от 300 до 3000 об/мин. с помощью тиристорных и дроссельных регуляторов напряжения. В качестве тормозной машины используется асинхронный трехфазный электродвигатель со специальным ротором или обычным короткозамкнутым в другой модификации, мощностью 55 кВт; частота вращения входного и выходного валов, а также их разность измеряется высокоточным электронным прибором на интегральных схемах.

Возбуждение тормозной машины осуществляется постоянным током для торможения в неподвижном состоянии и малых частотах вращения и переменным током при больших частотах вращения. Обеспечивается вращение и со стороны вторичного вала для испытания малого гидронасоса. Схемой предусмотрено автоматическое переключение режимов обкатки, блокировки от неправильного действия персонала, измерение потерь в передаче.

В установках используются новейшее силовое стандартное оборудование и некоторые нестандартные элементы, изготавливаемые на ремонтных предприятиях и в лаборатории кафедры.

Разработана методика выбора оборудования и расчета нестандартных элементов.

Такие установки изготовлены для Гомельского и Кировского ремонтных заводов, на которых в течение нескольких лет обеспечивают испытание всех отремонтированных ГМП. Установки отличаются простотой в эксплуатации, надежностью в работе и обеспечивают предприятиям экономический эффект 30...80 тыс.рублей в год.

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАКТОРОВ В УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВ И РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

М.М. АРАНОВСКИЙ

ЛСХИ

Обоснование автоматизации контроля технического состояния трактора в условиях хозяйств и ремонтных предприятий связано в первую очередь с выбором информационного обеспечения, рациональной методики нагрузки двигателя и систем трактора, а также при-

емлемого алгоритма контроля. Выбор первичной информации является определяющим для последних двух элементов.

Широкие возможности для автоматизации контроля технического состояния заложены в задресселированном давлении двигателя. Простота отбора давления из цилиндра двигателя, связанная лишь с практически независимыми от режимов работы потерями при дросселировании, делает его весьма доступным для измерения не только на ремонтных предприятиях и станциях технического обслуживания, но и в условиях хозяйств. Основное требование отбора — герметичность замкнутого задрессельного объема. Полученный объемом заряд газа из цилиндра при сжатии возвращается в цилиндр при такте расширения, что исключает сколько-нибудь заметное влияние отбора газа на объект.

Ценность получаемой информации заключается в системе показателей, определяющих как функциональный уровень по развиваемым значениям мощности и крутящего момента, так и возможность автоматизации поиска неисправностей двигателя и трактора в целом с использованием средств микроэлектроники и вычислительной техники.

Основой для автоматизации контроля может служить изобретение по авторскому свидетельству № 881562, предусматривающее контроль изменения уровня и длительности импульса задресселированного давления, значения которых зависят от общего технического состояния двигателя и трактора и от технического состояния отдельных систем. Наличие банка эталонных неисправностей позволяет в каждом конкретном случае выявить состояние трактора и двигателя.

Для условий хозяйств важным обстоятельством является приемлемая достоверность контроля при использовании безнагрузочных тестовых режимов двигателя и трактора. Двигатель необходимо

автоматически перевести с одного режима холостого хода на другой с установкой пороговых значений частоты вращения коленчатого вала, соответствующих номинальному и минимально заданному значениям, а трактор — последовательно перевести в режимы работы на разных передачах при движении без нагрузки с полной подачей топлива. Для условий ремонтных предприятий возможно сочетание нагрузочных режимов в процессе обкатки двигателей на стендах и безнагрузочных в процессе обкатки трансмиссии и ходовой части (трактора в целом). Использование задресселированного давления позволяет, кроме того, обеспечить автоматическую защиту объектов от возможных перегрузок в процессе обкатки. Централизованный дистанционный сбор контролируемой информации с использованием для ее обработки на участке обкатки средств вычислительной техники и защиты от перегрузок создает предпосылки для повышения производительности, точности оценки технического состояния, снижения затрат труда. Алгоритмы контроля предусматривают применение нормативных показателей.

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПОСЛЕРЕМОНТНОЙ ОБКАТКИ ДВИГАТЕЛЕМ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ /ДВС/

Г.К.НЫРОВ
ОРЕНБУРГСКИМ СХИ

Повышение ресурса отремонтированных двигателей требует совершенствования методов управления заключительной технологической операцией их изготовления и ремонта-обкаткой. Только за счет качественно проведенной обкатки межремонтный срок службы двига-

телей увеличивается на 20-30/. Существующие режимы и схемы автоматизации процесса не обеспечивают его оптимального течения. Это связано с тем, что показатели, характеризующие техническое состояние отремонтированных двигателей, имеют значительный разброс. В этих условиях система управления процессом обкатки должна быть адаптивной, обеспечивающей выбор режимов в функции технического состояния конкретного двигателя.

В результате исследований, проведенных Оренбургским СХИ, выявлены основные показатели, характеризующие техническое состояние двигателя без его разборки, получена математическая модель, адекватно отражающая процесс приработки с учетом вариации параметров, характеризующих техническое состояние двигателя, разработаны специальные алгоритмы идентификации параметров объекта /ДВС/, а также разработаны адаптивные алгоритмы управления процессом обкатки.

Реализация полученных алгоритмов требует наличия в системе управления быстродействующих вычислительных блоков и блоков памяти, что резко усложняет реализацию адаптивного управления на традиционной /элементной/ базе. Указанный недостаток устраняется при обеспечении управления на базе ЭВМ. Однако эффективность таких систем во многом зависит от типа ЭВМ. Сравнительный анализ, проведенный по ряду показателей, показал, что при реализации предпочтение следует отдать микропроцессорным системам, основными преимуществами которых являются: гибкость /модификация алгоритма состоит в замене одной интегральной схемы другой/, надежность, высокое быстродействие, сверхкомпактные габариты, совместимость с большими ЭВМ, низкая стоимость /изготовление одной программной схемы при их массовом производстве стоит несколько копеек/.

В условиях использования микро-ЭВМ и следовательно, отсутствия ограничений в сложности реализуемых алгоритмов, встала задача выбора наиболее приемлемого. Для ее решения была промоделирована работа различных вариантов адаптивного управления по составленному плану. В качестве критерия сравнения были применены среднеквадратические отклонения значений выходных параметров двигателей от идеальных /полученных при нулевых значениях вариаций/.

При окончательном анализе оценивались следующие типы регуляторов: оптимальный, самообучающийся, идеальный, поисковый, по высшей производной регулируемой величине, программный /реализующий режимы РК/, по ограничению мощности тепловых потерь /I/.

Анализ показал, что наилучшими системами являются идеальная, поисковая, самообучаемая и по высшей производной. Однако идеальная система нереализуема /частота вращения вала двигателя достигает 5×10^4 об/мин/, а время обучения и выхода в оптимальный режим самообучаемой и поисковой систем соизмеримо со временем течения процесса обкатки. В то же время алгоритм управления по высшей производной /I/ показал себя работоспособным и обеспечивающим выбор режимов обкатки в функции технического состояния двигателя. В нем отсутствует период обучения, реализация его не требует априорной информации о состоянии двигателя. Эти качества делают его особенно ценным для практической реализации

$$n_d = a_0 [\dot{x}_d(t) - \dot{x}(t)] + n(t), \quad (1)$$

где n_d - требуемое значение частоты вала двигателя;

$n(t)$ - ее текущее значение;

$\dot{x}_d(t)$ и $\dot{x}(t)$ - требуемое и фактическое значение скорости изменения регулируемой величины;

a_0 - коэффициент передачи.

В результате проведенных исследований была разработана схема управления процессом обкатки ДВС на базе микро-ЭВМ С5-12, реализующая вышеописанный алгоритм по каждому выходному показателю.

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ МЕТОДОМ УПРАВЛЕНИЯ АКТИВНОСТЬЮ СМАЗОЧНОЙ СРЕДЫ

Р.Т.АБДРАШИТОВ
А.И.ШЕВЧЕНКО
ОРЕНБУРГСКИЙ СХИ

1. Влияние обкатки на надежность отремонтированного двигателя широко известно. Решением этой проблемы занимались и занимаются большое количество исследователей. Например, Шаронов Г.П., Гаенко Л.М., Маслов Н.Н., Савченко Н.З. и другие. В работах этих авторов было сделано обоснование выбора оптимальных нагрузок и скорости вращения коленчатого вала в функции времени. Была проведена оценка эффективности действия приработочных присадок. В Оренбургском СХИ /Абдрашитовым Р.Т., Тюковым Н.И., Дурневым К.Ф. и Ныровым Г.К./ была разработана и исследована адаптивная система оптимального управления процессом обкатки автотракторных двигателей в функции технического состояния двигателя. В работе Нырова Г.К. на основе моделирования была показана ограниченность возможностей управления обкаткой изменением нагрузки и скорости вращения коленчатого вала. Очевидно, для дальнейшего совершенствования процесса необходимо дальнейшее изучение физико-химических процессов, происходящих в парах трения во время приработки, с позиции теории управления.

II. Рассматривая надежность прирабатываемого двигателя с позиций теории трения, нами была разработана модель процесса приработки. На основании полученной модели был выбран и обоснован критерий оптимального процесса приработки, связанный с техническим состоянием прирабатываемого двигателя. Количественной характеристикой предлагаемого критерия является критическое значение обратной числа Зоммерфельда.

III. При обкатке необходимо подготовить поверхность прирабатываемых пар трения к восприятию эксплуатационной нагрузки. Нами была высказана и проверена гипотеза о том, что в качестве дополнительного управляющего воздействия может быть использована активность смазочной среды. Под активностью смазочной среды мы понимаем обобщенный показатель, характеризующий влияние составляющих среды на величину интенсивности износа при условии нормального трения. Одним из способов управления активностью смазочной среды является добавка и поддержание различной концентрации присадок /в частности присадка "каолин", разработанный ИОНХ АН БССР/.

IV. Полученные результаты позволили разработать технические требования к проведению подготовительных операций двигателя после сборки и во время проведения приработки на обкаточно-испытательном участке. На базе Оренбургского авторемонтного завода был разработан проект обкаточно-испытательного участка, изготовлена опытно-промышленная централизованная система смазки и охлаждения. Проводятся работы по внедрению системы промывки двигателя после сборки перед обкаткой. Внедрение в производство отдельных систем, совместно с автоматами для поддержания оптимальных режимов обкатки, позволило повысить качество обкатываемого двигателя при увеличении ресурса до 15-20%.

ОПЫТ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБКАТКИ И ИСПЫТАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ОРЕНБУРГСКОМ АРЗ

Р.Т.АБДРАШИТОВ
ОРЕНБУРГСКИЙ СХИ

Л.Ф.АЛЕКСЕЕВ
ОРЕНБУРГСКИЙ АРЗ

К.М.ВЛАСОВ
УРАЛАВТОТРАНС

К.Ф.ДУРНЕВ
ОРЕНБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХ-
НИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Многолетняя практика использования автотракторных двигателей и специальные исследования показали, что фактические пробеги /наработку/ их можно значительно повысить за счет совершенствования технологии обкатки. Все исследования в этом направлении можно разделить на следующие группы:

а/ создание различного типа присадок в моторное масло и топливо: инактивных, поверхностно-активных и химически активных веществ /графита, дисульфида молибдена, олеиновой кислоты, сульфосалициловой кислоты и т.д./;

б/ технологическая подготовка трущихся поверхностей деталей для обеспечения качественной и ускоренной приработки: механическая, химическая, химико-термическая, электролитическая, электроискровая, накатка поверхностей роликом, хлорирование, анодирование, лужение, фосфотирование и другие виды обработки;

в/ использование дополнительных источников энергии для ускорения процесса приработки /обкатка под током, разработанная ГОСНИТИ/;

г/ управление режимами обкатки /оптимизация процесса/.

С 1970 г. на Оренбургском АРЗ специалистами и учеными Оренбургского сельскохозяйственного и Оренбургского политехнического институтов проводятся многоплановые исследования, в результате которых были сделаны выводы:

1. Двигатель является сложным объектом, который не описывается линейными дифференциальными уравнениями. Математическая модель двигателя может быть представлена соотношением

$$\dot{y}[F(\bar{u}, F)t] = 0$$

Идентификация объекта и модели сводилась к определению зависимости параметров модели от входа, для чего использовались методы теории планирования эксперимента.

2. Алгоритм оптимального управления процессом обкатки построен на принципе адаптации. При синтезе адаптивной системы следует исходить из предпосылки, что закон изменения режима **приработки** находится в функциональной зависимости от изменения основных показателей. Поэтому для формирования управляющего воздействия использованы только те показатели, которые характеризуют техническое состояние каждого двигателя без его разборки: момент сопротивления подкручиванию коленчатого вала двигателя, давление сжатых газов в цилиндре, тепловое состояние, давление в масляной магистрали.

Одним из результатов этих исследований является создание на Оренбургском АРЗ автоматизированного обкаточно-испытательного участка, который обеспечивает:

- полную автоматизацию управления режимами обкатки и испытания двигателей;
- автоматическую регистрацию основных параметров при приработке и испытании двигателей;
- автоматизацию централизованных систем смазки и охлаждения;

- автоматизацию подачи топлива с центрального склада топливосмазочных материалов, а также замера и регистрации его удельного расхода при испытании двигателей.

Положительный опыт эксплуатации автоматизированных систем на Оренбургском АРЗ позволяет рекомендовать разработанную техническую базу, организационную структуру и документацию другим ремонтным предприятиям.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ АСУ ОБКАТОЧНО-ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА

В.К.ДОВБНЯ

БИМСХ

Параметром, который поддается непосредственному изменению и характеризует техническое состояние двигателя внутреннего сгорания в процессе как холодной, так и горячей обкатки, является температура масла в поддоне картера. В настоящее время для определения момента окончания приработки по заданной ступени обкатки строят кривую изменения температуры масла в картере двигателя и по стабилизации температуры масла определяют время окончания приработки. Исследования, проведенные БИМСХ показали, что применение этого способа приводит к увеличению времени обкатки, так как двигатель обладает постоянной времени, зависящей от условий охлаждения. В результате исследований было установлено, что за показатель технического состояния двигателя в процессе обкатки нужно брать не само значение температуры, а установившееся значение, к которому стремится температура масла в поддоне картера.

В соответствии с разработанным способом определения оконча-

ния приработки по установившемуся значению температуры масла был разработан алгоритм управления для системы АСУ процессом обкатки. Алгоритм управления имеет вид равенства:

$$t_i \cdot a + t_{i-2} \cdot b - t_{i-1} \cdot c = 0,$$

где t_i, t_{i-1}, t_{i-2} - значения температуры в момент времени $\tau, \tau + \Delta\tau_4, \tau + 2\Delta\tau_4, ^\circ\text{C}$;

$\Delta\tau_4$ - промежуток времени между двумя соседними измерениями, с;

$a, b, c = a + b$ - постоянные коэффициенты, определяемые экспериментально.

Выполнение полученного равенства соответствует окончанию приработки двигателя на заданной ступени обкатки. В БИМСХ был разработан и изготовлен экспериментальный образец АСУ процессом обкатки с реализацией полученного алгоритма управления. Устройство подвергалось испытаниям на Дзержинском мотороремонтном заводе. Результаты испытаний подтвердили выводы, полученные в результате ранее проводимых исследований. В настоящее время в БИМСХ ведутся работы по изготовлению технической документации на изготовление автоматизированного обкаточно-испытательного стенда для обкатки и испытания дизельных двигателей в функции технического состояния.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОБКАТОЧНО-ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА

Н.И.БОХАН

Ю.В.ДРОБЫШЕВ

Н.А.КОНДРАШОВ

К.В.МИСКРА

Н.Н.СМАЛЬ

Г.Г.СОЛОШНИК

БИМСХ

Для обкатки и испытания двигателей внутреннего сгорания Бело-

русским институтом механизации сельского хозяйства разработан стенд, электропривод которого выполнен по схеме асинхронного вентильного каскада со специальной схемой инвертора, обеспечивающей повышение коэффициента мощности и снижение влияния тиристорного преобразователя на питающую сеть. Стенд снабжен устройством автоматизации обкатки в функции технического состояния двигателя. Экспериментальные исследования характеристик стенда проводились на испытательной станции Минского моторного завода и на Дзержинском мотороремонтном заводе.

Исследование поведения обкаточно-испытательного стенда в переходных режимах работы, при включении и выключении, а также при переходе с одного режима обкатки на другой — является важной задачей, решение которой необходимо для выяснения соответствия приводного устройства стенда заданным технологическим условиям: величине ускорения систем, ограничению колебаний частоты вращения и момента, величине перерегулирования и т.д. Исследования динамики стенда приводились на реальном стенде и на аналоговой модели. Для качественного исследования динамики стенда и определения приблизительных соотношений использован метод структурного моделирования. Удобная для синтеза замкнутой системы модель обкаточно-испытательного стенда получена при линейно-непрерывной аппроксимации инвертора асинхронного вентильного каскада и непрерывной нелинейной аппроксимации узла "асинхронный электродвигатель-роторный преобразователь". Разработаны структурные схемы АСР частоты вращения (на стадии холодной обкатки двигателя внутреннего сгорания)

и крутящего момента (на стадии холодной обкатки двигателя внутреннего сгорания) и крутящего момента (на стадии горячей обкатки под нагрузкой), электронные аналоговые модели АСР частоты вращения и крутящего момента с использованием АВМ МН-7.

Переходный процесс нескорректированной АСР частоты вращения, полученный на аналоговой модели, показал, что работа нескорректированной системы характеризуется режимом установившихся автоколебаний с периодом $T=3с$, амплитудой $A=100 \text{ мин}^{-1}$ и средним значением частоты вращения 700 мин^{-1} при напряжении с выхода задатчика 3 В.

Переходный процесс нескорректированной АСР момента обкаточно-испытательного стенда, полученный также на аналоговой модели, показал, что система обладает большим перерегулированием и малым запасом устойчивости.

В качестве корректирующего звена был использован пассивный - четырехполюсник. Анализ переходной характеристики скорректированной системы, снятой экспериментально на действующей установке, показал, что после введения корректирующего звена система полностью удовлетворяет предъявляемым требованиям: перерегулирование составляет 23%, время регулирования I_c . Разработанная система обеспечивает требуемые условия для работы устройства автоматизации процесса обкатки.

Экономическая эффективность от внедрения одного стенда составляет свыше 20 тыс. руб.

ДАТЧИКИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ МОЩНЫХ РАСТВОРОВ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н.И. БОХАН
Н.Г. ЕВТИХИЕВ
БИМСХ

До настоящего времени автоматическому контролю концентрации мощных растворов, применяемых в ремонтном сельскохозяйственном производстве и в ремонтном производстве транспортной техники других отраслей народного хозяйства, не уделялось должного внимания, хотя этот вопрос является актуальной производственной задачей. Одной из причин такого состояния контроля является отсутствие первичных преобразователей физико-химических параметров контролируемых растворов и измерительный сигнал.

Это объясняется тем, что мощные растворы, применяемые в ремонтном производстве, по своему физико-химическому составу, а также технологическим параметрам являются весьма сложными объектами контроля, представляющими собой температурные полидисперсные системы. Как показали исследования, применить для контроля концентрации растворов датчики, серийно выпускаемые отечественной промышленностью, не представлялось возможным.

Ранее авторами было обосновано, что наиболее эффективными способами контроля мощных растворов являются оптический, ультразвуковой и кондуктометрический. Проанализируем первичные преобразователи для осуществления этих способов.

Так, промышленные ультразвуковые датчики разработаны применительно к контролю чистых неагрессивных жидкостей при комнатных температурах и предназначены для лабораторных измерений.

Промышленные бесконтактные кондуктометрические датчики оказались нечувствительными к изменению концентрации мюющих растворов в ее рабочем диапазоне. В промышленных кондуктометрических контактных датчиках чувствительные электроды выполнены из графита, который в силу существенной пористости рабочих поверхностей не дает возможности контролировать загрязненные растворы. Лабораторные кондуктометрические датчики имеют стеклянный корпус и платиновые электроды, что ограничивает их производственное применение.

Оптические жидкостные датчики промышленного исполнения в виде отдельных блоков отечественной промышленностью не выпускаются. Обычно они являются составными частями моноблочных оптических анализаторов и имеют сложную конструкцию.

В этой связи на основании теоретических и экспериментальных исследований нами были разработаны достаточно чувствительные надежные и простые по конструкции датчики с использованием недорогостоящих материалов и комплектующих изделий оптоэлектронной техники.

Оптический датчик для контроля концентрации загрязнений в мюющих растворах был описан ранее.

Ультразвуковой и кондуктометрический датчик требуют более детального описания.

Ультразвуковой датчик содержит цилиндрический корпус, на одном конце которого в герметичном стакане установлен излучающе-приемный электрический пьезопреобразователь, а на другом конце - отражатель, выполненный в виде сферической головки с плоским экраном, позволяющей установить рабочую поверхность экрана перпендикулярно акустической оси пьезопреобразователя с наибольшей точностью при помощи регулировочных винтов. В корпусе датчика

между торцами излучателя и отражателя имеется рабочее окно, которое заполняется контролируемым раствором при погружении в него датчика. При возбуждении пьезопреобразователя электрическим полем ультразвуковой сигнал проходит через исследуемую среду, отражаясь от экрана отражателя проходит назад через ту же среду и воздействует на тот же излучатель, работающий в режиме приема. В этом случае ультразвуковые колебания, скорость распространения которых зависит от состава контролируемой среды, преобразуются в электрический измерительный сигнал.

Предложенный ультразвуковой датчик, благодаря регулировке, обеспечивает возможность более точной установки перпендикулярности акустической оси пьезопреобразователя и плоскости экрана отражателя, что позволяет максимально выделить и использовать полезный сигнал по отношению к сигналу помех и упростить вторичную измерительную схему. Датчик по сравнению с аналогами более прост по конструкции и технологичен в изготовлении.

Кондуктометрический датчик состоит из цилиндрического корпуса с резьбовым штуцером и переходной электроизоляционной втулки, на основании которой установлены чувствительные электроды, образующие с объемом контролируемого раствора электрическую ячейку. По результатам экспериментальных исследований в качестве материала электродов выбрана нержавеющая сталь. Оптимальные размеры ячейки с точки зрения чувствительности, точности и диапазона измерений определены также экспериментально.

Принцип действия датчика заключается в следующем. При погружении датчика в контролируемый раствор и при подключении к электродам электрического напряжения между ними возникает электрический ток, величина которого при постоянном напряжении питания определяется удельной проводимостью раствора, зависимой от состава

контролируемой среды. Изменение сопротивления ячейки преобразуется в электрический измерительный сигнал.

Датчик прост по конструкции, технологичен в изготовлении, надежен в работе, достаточно чувствителен и точен.

Лабораторные и производственные испытания разработанных датчиков показали перспективность их применения для автоматизации производственного контроля моющих растворов.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ МОЮЩИХ СРЕДСТВ И ЗАГ- РЯЗНЕНИЙ В МОЮЩИХ РАСТВОРАХ РЕМОНТНОГО ПРОИЗ- ВОДСТВА

Н. И. БОХАН

Н. Г. ЕВТИХИЕВ

БИМСХ

В настоящее время в ремонтном производстве автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин отсутствуют технические средства для контроля концентрации моющих растворов, характеризуемой содержанием синтетических моющих средств и накапливающихся отмытых загрязнений. Согласно литературным данным устройство для решения указанной задачи неизвестно.

Рекомендуемые методы контроля с помощью химического анализа периодически отбираемых проб моющего раствора весьма трудоемки и требуют наличия на ремонтном предприятии специальной химической лаборатории и соответствующего персонала специалистов-химиков.

Вследствие этих причин в производственных условиях контроль концентрации моющих растворов практически отсутствует, что крайне отрицательно сказывается на качестве очистки изделий.

На основании анализа состояния вопроса в качестве информационных параметров моющих растворов выбрана оптическая плотность, скорость распространения ультразвука в растворе и удельная электропроводность.

В результате проведенных исследований моющих растворов как объектов автоматического контроля концентрации установлено, что эти информационные параметры являются достаточно эффективными для измерения концентрации. Использование совокупности измерений оптической плотности растворов и скорости распространения ультразвука в них или оптической плотности и удельной электропроводности растворов позволяет однозначно определять концентрации моющих средств и загрязнений с достаточной для практических целей точностью.

При этом оптическая плотность моющего раствора определяется в основном только концентрацией загрязнений в растворе, а скорость распространения ультразвука или удельная электропроводность зависят как от концентрации моющего средства, так и концентрации загрязнений.

Авторами разработаны и испытаны в лабораторных условиях БИМСХ и в производственных условиях на Слонимском мотороремонтном заводе Госкомсельхозтехники БССР два устройства для автоматического контроля растворов, в которых используются указанные информационные параметры.

В одном устройстве реализован принцип совокупного измерения оптической плотности растворов и скорости распространения в них ультразвука, а в другом - оптической плотности и удельной электропроводности растворов. Устройства содержат по два независимых канала измерения: первое - оптический и ультразвуковой (ультразвуковое устройство), второе - оптический и кондуктометри-

ческий (кондуктометрическое устройство).

Датчик оптического канала конструктивно выполнен одинаковым для обоих устройств и состоит из блока оптического излучения и блока фотоприемника. Разработаны два типа датчиков: погружной и проточный. В качестве чувствительного элемента применен фоторезистор, максимум спектральной чувствительности которого находится в ближней инфракрасной области спектра, где имеет место максимум реакции светового излучения на изменение загрязненности мутного раствора и минимум на изменение концентрации мутного средства. Сигнал датчика с помощью электрической схемы выводится на показывающий прибор.

Датчик ультразвукового канала выполнен в виде цилиндрического шупа с излучающе-приемным пьезоэлектрическим преобразователем, работающим в эхо-режиме. С помощью датчика в растворе возбуждаются ультразвуковые колебания, скорость распространения которых зависит от состава раствора. С помощью специальной схемы устройства величина скорости ультразвука в растворе преобразуется в электрический сигнал, который также выводится на показывающий прибор.

Разработанная конструкция датчика позволяет использовать его как при погружном, так и проточном способе контроле.

Датчик кондуктометрического канала конструктивно выполнен также в виде цилиндрического шупа. В качестве чувствительного элемента удельной электропроводности растворов применены электроды из нержавеющей стали. Изменение удельной электропроводности растворов, зависящее от их концентрации, преобразуется датчиком в электрический сигнал и с помощью электрической схемы устройства контроля выводится на показывающий прибор. Кондуктометрический дат-

чик также применим как при погружном, так и проточном способе измерения концентрации раствора.

По показаниям измерительного прибора в каждом из устройств на двух каналах с помощью номограммы определяются значения концентраций мочущего средства и загрязнений в мочущих растворах.

Как показали лабораторные и производственные испытания разработанных устройств контроля, ультразвуковое устройство является более точным, чем кондуктометрическое устройство. Однако алгоритм функционирования первого реализован с помощью сложной электронной схемы, эксплуатация которой в условиях ремонтного сельскохозяйственного производства может быть затруднительной. Устройство с кондуктометрическим каналом измерения гораздо проще по схемному решению и его технической реализации, а также значительно дешевле ультразвукового устройства.

Таким образом, можно сделать вывод о перспективности применения кондуктометрического устройства для автоматического контроля концентрации мочущих растворов на ремонтных предприятиях сельскохозяйственного производства.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБКАТОЧНО-ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ПРИ РАБОТЕ В ТОРМОЗНЫХ РЕЖИМАХ

К. В. ДРОБИШЕВ

БИСХ

Использование современных каскадных и других электроприводов с вентильными преобразователями в автоматизированных стендах для обработки и испытания двигателей внутреннего сгорания приводит

к ухудшению качества электрической энергии в заводских сетях вследствие снижения коэффициента мощности и значительного искажения кривых токов и напряжений. Возникающие при этом высшие гармоники снижают надежность работы системы автоматики и вентильных преобразователей, способствуют сокращению срока службы электрооборудования и ухудшают энергетические характеристики электроустановок. Проблема снижения высших гармоник при использовании электроприводов с вентильными преобразователями сводится к количественной оценке уровней гармоник, оценке их влияния на работу электроустановок, разработке мероприятий по снижению уровней гармоник и защите электроустановок от их воздействия.

Применение в обкаточно-испытательных стендах автоматизированных электроприводов с вентильными преобразователями, например, асинхронных вентильных каскадов (АВК), существенным образом улучшает энергетические показатели стендов. Рекуперация электрической энергии по двум каналам значительно повышает КПД установки.

Работа асинхронного вентильного каскада в двигательном режиме достаточно подробно освещена в научно-технической литературе. Работа АВК в генераторном режиме, который имеет место в обкаточно-испытательных стендах при горячей обкатке под нагрузкой, исследована недостаточно. Так как горячая обкатка под нагрузкой является обязательным, достаточно продолжительным и энергетически насыщенным режимом, нами проведены теоретические и экспериментальные исследования энергетических характеристик к АВК, используемых в обкаточно-испытательных стендах.

В режиме генераторного торможения характер изменения потерь АВК и соотношения между ними отличаются от двигательного режима. В отличие от двигательного режима в генераторном режиме работы АВК следует различать не два, а три вида потерь: постоянные потери, пе-

ременные потери, зависящие от тока нагрузки. К постоянным потерям в режиме генераторного торможения относятся потери в меди статора от намагничивающего тока и потери в стали статора асинхронной электрической машины. Переменные потери, зависящие от нагрузки, определяются по тем же формулам, как и для двигательного режима.

Группу потерь, зависящих от частоты вращения, составляют механические потери, добавочные потери и потери в стали ротора. В отличие от двигательного режима эти потери взаимно не компенсируются, так как с возрастанием частоты вращения увеличивается абсолютное значение скольжения асинхронного нагрузочного генератора.

В результате анализа работы АВК в генераторном режиме получены аналитические соотношения для определения потерь и для расчета КПД и коэффициента мощности. Полученные соотношения положены в основу графо-аналитического метода расчета энергетических характеристик автоматизированного обкаточного испытательного стенда при работе его в тормозных режимах. Полученные расчетные данные с погрешностью, не превышающей 10...15 %, совпадают с экспериментальными данными.

По расчетным и экспериментальным данным эксплуатационный КПД АВК на стадии холодной и горячей обкатки под нагрузкой в среднем на 26% выше, чем у электропривода стенда с жидкостным реостатом, что дает значительную экономию энергии при обкатке и обеспечивает получение экономического эффекта при внедрении новых обкаточно-испытательных стендов.

ОБКАТКА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В ФУНКЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

В.К.ДОВЕНЯ

В.Г.АНДРУШ

БИМСХ

Непрерывное увеличение выпуска двигателей внутреннего сгорания приводит к разному увеличению числа их капитальных ремонтов на мотороремонтных заводах, т.к. межремонтный период капитально отремонтированного двигателя составляет 60...70 % от межремонтного периода нового двигателя. Все капитально отремонтированные двигатели подвергаясь стендовой обкатке, длительность которой составляет 20...30% ремонтного цикла двигателя. Если при этом учесть, что затраты на материалы (горючее, смазка, вода и т.д.) при проведении обкатки составляют 18...20 руб. на один двигатель, то становится очевидной актуальность вопроса снижения стендовой обкатки двигателей.

Снижение времени обкатки, без ухудшения ее качества, можно осуществить следующими способами:

1. Применение рациональных режимов обкатки.
2. Применение специальных смазочных масел.
3. Применение присадочных материалов.
4. Осуществление обкатки зависимостей от технического состояния двигателя внутреннего сгорания.

Первые три способа широко освещены в научно-технической литературе и нашли практическое применение в мотороремонтных заводах ГОСКОМСЕЛЬХОЗТЕХНИКИ БССР. Разработкой четвертого способа снижения времени обкатки двигателя занимаются в ГОСНИИТИ, НИИАТ, Оренбургском СХИ, Ставропольском СХИ, и Белорусском институте механизации сель-

ского хозяйства. По результатам анализа технической литературы по данному вопросу можно выделить два направления реализации этого способа:

1. Контроль параметров, характеризующих техническое состояние двигателя и назначение в зависимости от их значений режимов обкатки.

2. Обкатка двигателя по рациональным режимам и осуществлени^ея перехода со ступени на ступень в зависимости от технического состояния двигателя.

Преимущества следует отдать второму способу, так как он, в отличие от первого способа, не вступает в противоречие с методикой определения рациональных режимов обкатки, а лишь дополняет ее. В результате исследований, проведенных БИМСХ, в качестве информ^ационного параметра для АСУ процессом обкатки была принята температура масла в картере двигателя. В БИМСХ был разработан и изготовлен опытный образец обкаточно-испытательного стенда для обкатки двигателей в функции технического состояния. Этот стенд был подвергнут испытаниям на Минском моторном заводе, где получил положительные отзывы. В настоящее время этот образец работает в условиях обкаточно-испытательной станции Дзержинского мотороремонтного завода. Предполагаемый экономический эффект от внедрения стенда составляет 14000 рублей.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ МОЛКИ В РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Н.Г. ЕВТИХИЕВ

Трудоемкость процесса очистки агрегатов, узлов и деталей ав-

томобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин составляет порядка 12% от общей трудоемкости их ремонта, а на долю очистки приходится до 30% моторесурса отремонтированной техники.

В этой связи особо актуален вопрос совершенствования технологии очистки и, в частности, — операции контроля и управления процессом мойки, обеспечивающей единые технологические параметры очистки.

Важным технологическим объектом контроля и управления процесса очистки являются моющие растворы (особенно на основе синтетических моющих средств (СМС)), к основным технологическим параметрам которых относятся температура, концентрация, уровень и давление. Величины этих параметров тесно связаны с качеством мойки.

Для обеспечения оперативного управления процессом мойки, с целью получения высокого качества очистки, экономии дорогостоящих моющих средств необходим активный контроль технологических параметров моющих растворов.

Контроль температуры раствора, его уровня в баке и давления в напорном трубопроводе, а также управление этими параметрами в производственных условиях ремонтного производства не вызывает технических и технологических трудностей и решается известными способами с помощью серийно выпускаемого оборудования и приборов.

Количественный контроль технологических компонентов моющих растворов является весьма сложной задачей, так как концентрационные свойства эксплуатационных растворов недостаточно изучены.

Экспериментальными исследованиями, проведенными нами в производственных и лабораторных условиях, установлены тесные корреляционные связи между концентрациями истощающихся в процессе эксплуатации компонентов моющих средств, а также между концентрацией на-

капливающейся общей загрязненности растворов и концентрациями ее масляных и механических компонентов.

Установленные корреляционные зависимости позволяют определять неизвестные концентрации компонентов по отдельно измеренным концентрационным параметрам мочущих растворов.

По результатам исследований оказалось возможным свести к минимуму количество контролируемых концентрационных параметров и выбрать наиболее простые и эффективные способы их измерения, а именно, по оптической плотности и удельной электропроводности растворов, несмотря на их сложную физико-химическую структуру, состоящую из растворенных в воде на ионно-молекулярно-коллоидном уровнях компонентов щелочных солей и синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), а также полидисперсных частиц отмытых загрязнений, покрытых в результате адсорбционного взаимодействия пленками из молекул СПАВ и ионов электролита. Используя установленные корреляционные зависимости, по измеренной концентрации щелочной составляющей раствора, с помощью кондуктометрического устройства можно определить концентрацию СПАВ. Аналогично, измерив с помощью устройства концентрацию общей загрязненности раствора, можно определить концентрации масляных и механических примесей.

Из установленных корреляционных зависимостей между концентрационными параметрами следует важный практический вывод о возможности обеспечения эффективной мочущей способности растворов (при докритических концентрациях загрязнений) путем корректировки их отдельными компонентами мочущих средств и периодической очистки от накопившихся загрязнений.

Результаты проведенных исследований позволяют сформулировать технологические предпосылки автоматического контроля и управления

процессом мойки, на основе которых возможно совершенствование технологического процесса очистки в ремонтном производстве.

ОБ АЛГОРИТМАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

В.С.Зарицкий
В.В.Матвеев
В.Б.Светник
А.З.Шагал

ЛСХИ

Большинство типовых проектов автоматизации мелиоративных насосных станций базируется на использовании одного из двух алгоритмов управления их производительностью. Это алгоритм управления по расходу и алгоритм управления по давлению.

Достоинствами алгоритма управления производительностью по давлению являются: высокая надежность датчиков давления и малый диапазон изменения измеряемой в этом случае величины. В то же время крутизна напорной характеристики насосной станции при увеличенном числе включенных насосов (3-6 шт) мала. При этом, подключение дополнительной дождевальной машины, вызывающее значительное смещение рабочих точек насосов относительно оптимальных, не вызывает заметного снижения давления и, следовательно, не сопровождается изменением числа работающих насосов. Использование расхода и качества исходного параметра системы регулирования позволяет производить переключения насосов при отклонении их загрузки от требуемых значений независимо от крутизны напорной характеристики группы включенных насосов и, следовательно, исключить работу большого числа одновременно работающих насосов с недопустимыми отклонениями подач от оптимальных значений. Это является важнейшим преимуществом управления производительностью насосной станции по расходу. Широкий диапазон изменения расхода насосных станций обуславливает низкую точность измерения малых расходов и, следовательно, высокую вероят-

ность ложных переключений насосов при малом водопотреблении. Это является недостатком алгоритмов управления производительностью насосной станции по расходу.

Несмотря на широкое использование алгоритмов управления по давлению и по расходу на насосных станциях, вопросы анализа вероятности ложных переключений насосов для обоих алгоритмов не рассмотрены в специальной литературе.

В докладе обосновывается выбор вероятности принятия ложного решения о необходимости изменения числа работающих насосов в качестве критерия для сопоставления алгоритмов управления производительностью насосной станции по давлению и по расходу. Анализ вероятности принятия ложного решения для обоих алгоритмов проводится в предположении равномерного распределения мультипликативной и аддитивной составляющих ошибок измерения. При этом параметры распределений мультипликативных составляющих ошибок принимаются равными для обоих датчиков, а аддитивные составляющие определены как равные доли максимальных значений измеряемых величин.

Показано, что для оценки вероятности принятия ложного решения о необходимости изменения числа работающих насосов может быть использована ширина области изменения расхода, окружающей уставку переключения, в которой вероятность принятия ложного решения о переключении не равна нулю. Ширина этой зоны вычислена в единицах расхода при использовании датчика давления и при использовании датчика расхода. Показано, что ширина зоны, вычисленная для датчика расхода, в области малых расходов меньше, чем для датчика давления, а для больших расходов имеет место обратное соотношение.

Полученные в работе соотношения позволяют при заданных параметрах распределений ошибок измерителей и напорных характеристик насосов определить число одновременно работающих параллельно включенных насосов, при котором включение дополнительного насоса делает целесообразным преимущественное использование датчика расхода, а выключение - датчика давления.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ПРОИЗВОДСТВА, ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ И СРЕДСТВА АВ-
ТОМАТИЗАЦИИ

Тезисы докладов научно-технической конференции
(г. Минск, 28 - 30 сентября 1982 года)

Ответственный за выпуск Скульжин Н.В.

АТ 12199. Подписано к печати 6. IX. 1982 г. Формат 60x84 1/16. Усл. физ. л. 12, 0.
Усл. печ. л. II, I. Уч. - изд. л. II, 9. Зак. 891. Тир. 300. Бесплатно.

Отпечатано на ротапринте БИМСХ. Минск, Ленинский пр., 99, к. I.