

Министерство сельского хозяйства СССР

Белорусский институт механизации сельского хозяйства

Западное отделение ВАСХНИИ

Белорусское республиканское правление НТО сельского хозяйства

Минское областное правление НТО сельского хозяйства

Белорусский научно-исследовательский институт научно-технической информации и технико-экономических исследований Госплана БССР

**ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ПРОИЗВОДСТВА**

**Тезисы докладов
научно-технической конференции**

18...19 ноября 1985г.

Минск - 1985

СОДЕРЖАНИЕ

	с.
1.Хорошенко В.К., Гуляев Г.А. Важнейшие задачи автоматизации технологических процессов в сельском хозяйстве.....	9
2.Сташинский Р.С., Дробышевский Е.Г., Сашко К.В. Обоснование схемы и основных параметров ботвоподъемника моржовоуборочной машины.....	11
3.Пляц О.М. Контроль влажности - неотъемлемая часть технологических процессов сельскохозяйственного производства.....	14
4.Колесов Л.В., Манасян С.К. Прогнозирование характеристик процессов послеуборочной обработки зернового материала.....	16
5.Касимова Р.Т. Определение условий работы чувствительного элемента фотометрического датчика опущенности хлопковых семян.....	19
6.Лютко Г.И., Деревянко В.А. Автоматический влагомер торфяных почв.....	20
7.Трибуналов М.Н. Разработка датчика положения ленты льна.....	22
8.Солопов Г.Г., Пляц О.М., Дубина В.В. Время измерения поточного измерителя влажности зерна.....	23
9.Пляц О.М., Дубина В.В., Дудников И.Л., Солопов Г.Г. Поточные измерители влажности сыпучих сельскохозяйственных материалов.....	25
10.Вутт О., Кока Э. Автоматический измеритель площади.....	27
11.Гатих М.А., Лис Л.С., Казак С.И. Высокочастотные емкостные влагомеры фрезерного торфа.....	28
12.Мкртчян В.С. Применение микропроцессоров при автоматизации первичной обработки табака.....	30
13.Павлов Н.В., Кузьмина Е.Е., Лавров Н.А. Исследование динамики шахтной зерносушилки с цифровым регулятором.....	33
14.Норенькова Г.А., Раженков Е.Т. Адаптивная микропроцессорная система управления барабанной зерносушилки.....	34
15.Раженков Е.Т., Арутюнян Б.А., Судаченко В.И. Адаптивное управление климатом теплиц на базе микропроцессорной системы УВК-2.....	36

16. Федорова Е.П. Применение микропроцессоров для управления световым режимом в теплице с жалюзийным экраном..... 38

17. Бернер Ю.С., Чистякова Г.М. Пути совершенствования систем управления микроклиматом теплиц при использовании микропроцессоров..... 40

18. Раженков Е.Т., Арутюнян Б.А., Литновский Г.В. Математическая модель температурных процессов в зимних блочных теплицах в отопительный период..... 43

19. Мисса И.С. САУ процессом приготовления суспензий пестицидов по качеству..... 44

20. Соколов И.А. Контроль, обработка и выдача информации о качестве процесса линтерования..... 47

21. Гуляев Г.А., Гришин Е.Ф., Волков В.В. К обоснованию необходимости разработки микропроцессорной системы управления предприятиями послеуборочной обработки зерна и семян 48

22. Изаков Ф.Я., Железнякова Р.М. Проблема автоматической оптимизации режимов машинного доения..... 50

23. Пастушенко В.С., Кальной А.П., Притака А.И., Страхов С.М. Информационное табло..... 52

24. Сериков В.К., Капасев О.Б., Гедейша А.А. Автоматическая информационно-измерительная система в инкубаторах..... 53

25. Захидов Ш.Ш., Абдулаев М.А., Якубов М.С. Автоматический емкостной уравнимер для сельскохозяйственного производства..... 55

26. Кудрявцев В.И. Интегральный тензопреобразователь давления и температуры..... 56

27. Герасимович Л.С., Прищепов М.А., Власенко А.П. Оптимизация поточных пленочных нагревателей-датчиков для тепловой обработки термолабильных сред..... 58

28. Кранев А.С. Микропроцессорная система для решения задачи учета и сортировки яиц на конвейере на базе МИКРО-ЭВМ "Электроника-60"..... 60

29. Наконечный В.В., Кистень Г.Е., Гуоак В.В. Применение средств микроэлектроники для автоматизации технологических процессов в кролиководстве..... 62

30. Борисевич В.А., Каптур З.Ф., Черненко И.В. К воп-

росу пастеризации и стерилизации молока.....	63
31.Каптур З.Ф. Усовершенствование технологических линий автоматизированного агрегата ОКЦ-50.....	66
32.Бохан Н.И., Евтихийев Н.Г. Влияние длины волны контролирующих излучений на основные информативные пара- метры контроля концентрации синтетических моющих раство- ров ремонтного производства.....	70
33.Шилев А.С., Ивинский В.И., Стукин С.А. Расчет скорости подачи волноводной присоединочной проволоки при электродуговой наплавке в ультразвуковом поле для разра- ботки средств автоматического управления процессом обра- ботки и регулирования остоаом наплавки.....	74
34.Шилев А.С., Ивинский В.И., Стукин С.А. Уравнение для расчета на ЭВМ гарантированных условий ввода ультра- звука в расплавленный металл при восстановлении деталей машин сельскохозяйственной техники электродуговой на- плавкой.....	76
35.Ивинский В.И., Шилев А.С., Фролов Е.Н., Стукин С.А. Станок наплавочный ультразвуковой для восстановления деталей машин сельскохозяйственной техники с использова- нием ЭВМ.....	79
36.Бохан Н.И., Муравьев Л.В., Муравьев Г.В. Многока- нальное устройство централизованного контроля основных технологических параметров моющих растворов на ремонтном предприятии.....	81
37.Валюшкевич Г.Г. Анализ эквивалентности спектральных характеристик воздействия на воспринимающий орган автома- тической системы вождения.....	82
38.Ловкис З.В., Кустанович С.Л., Борейша Е.В. ГСОМ и регулирование скорости рабочих органов сельскохозяйственных машин.....	83
39.Романский А.А., Бобрышов А.В. Исследование динамики процесса включения фрикциона ВОМ трактора кл. 20 ЮН.....	84
40.Карако И.П. К вопросу об оптимизации кривошипно- шатунного механизма поршневых двигателей.....	88
41.Коваль В.А., Харагоргиева С.С. Оптимальные энерге- тические режимы работы автоматизированных тракторов.....	91
42.Демидов В.Г. Расчет энергонагруженности фрикционных	

предохранительных муфт.....	94
43.Скотников В.А., Солонский М.А., Гладкова Г.А. Комплектование машинно-тракторных агрегатов с использо- ванием ЭВМ.....	95
44.Тарасик В.П., Крутолевич С.К., Бедункевич В.М. Методика определения характеристик автоматического пере- ключения передач самоходных сельскохозяйственных машин.....	98
45.Тарасик В.П., Мрочек В.И. Некоторые вопросы про- ектирования САУ скоростными и нагрузочными режимами трактора.....	100
46. Гируцкий И.И. Особенности функционирования радио- изотопного обнаружителя инородных предметов в системе защиты измельчителя кормов ИСК-100.....	102
47.Гром-Мазничевский Л.И., Коваль В.А., Ляшук В.А. Счетчик расхода топлива дизелем.....	104
48.Галас А.В. Синтез оптимальной системы безмар- керного вождения широкозахватных МТА на базе микро-ЭВМ.....	105
49.Фройницкая Ж.П. Применение ЭВМ при проектировании навесных систем сельскохозяйственных тракторов.....	106
50.Фурунжиев Р.И. Управление напряжениями в конструк- циях многоосных транспортных сельскохозяйственных агрегатов на базе микропроцессорной техники.....	108
51.Озеров В.Г. Алгоритмы контроля качества работы мобильной сельскохозяйственной техники.....	111
52.Волков Ю.И., Смирнов В.А. Вопросы стандартизации автоматизированного планирования экспериментальных иссле- дований сельскохозяйственных машин.....	113
53.Левин Г.Д., Кузьмичев Д.С. Вопросы оптимизации осу- шительно-увлажнительных систем Белоруссии.....	114
54.Суслов В.П., Антонио Рамирес Валье. Система техни- ческого обслуживания и ремонта машинно-тракторного парка на Кубе.....	117
55.Благих В.Г., Яшков Л.В. Исполнительные механизмы для автоматического управления технологическими процессами в сельском хозяйстве.....	119
56.Владимирова Г.В. Информационное обеспечение автома- тизированного проектирования с.х. машин на основе исполь- зования СУБД ИНЕС.....	122

57. Малков В.Э. Система автоматического регулирования питания технологических машин переработки хлопка-сырца.....	124
58. Ким Я.С., Цай Ф.В., Жаникулов Ш. Исследование отдельных элементов автоматической поточной линии по производству кишмишей.....	126
59. Суслов В.П., Антонио Рамирес Валье. Ремонтно-обслуживающая база машинно-тракторного парка Кубы.....	129
60. Смирнов В.А., Тлепбаев А.А. Организация информации при автоматизированном планировании экспериментальных исследований с:х. машин.....	131
61. Ковалев Л.М., Жидунова С.Е. Исследование динамики электроприводов сельскохозяйственных машин.....	134
62. Ясьюкович Э.И. Моделирование на ЭВМ динамики электромеханических систем привода тягово-транспортных машин.....	135
63. Соколик Л.И. Получение механических характеристик асинхронных короткозамкнутых электродвигателей тем цифрового моделирования на ЭВМ "Минск-32"	136
64. Кадыров Т.М., Газиев А.Х., Казакбаев У.Ю. Структурный метод анализа электромагнитных цепей сельскохозяйственных приборов с дискретным выходом.....	138
65. Турабов О., Хакимов А.Э., Байор С. Сельсин-фазовращатель - элемент автоматики сельхозпроизводства.....	140
66. Усманов А.М. Контроль уровня раствора в бланширователе.....	141
67. Соколик Л.И. Автоматизация проверки механических характеристик асинхронных двигателей на основе микропроцессора "Электроника МС-2702".....	142
68. Шавров А.В., Солдатов В.В. Адаптивное многоизмерительное управление объектами агропромышленного комплекса с применением микропроцессоров.....	144
69. Буга В.К., Алехно А.Г. Методические основы обоснования экономической эффективности автоматизации сельскохозяйственного производства.....	146
70. Гуринович В.М. Модернизация системы управления и регулирования для вегетационно-климатической камеры КВ-1 с применением микропроцессорной техники и результаты ее испытания.....	149

71. Зеляковский И.Ю., Шульгинов С.В. Микропроцессорный комплекс для автоматизации установок искусственного климата.....	150
72. Глуховский А.М., Шульгинов С.В. Организация централизованного контроля и управления фитотронно-тепличным комплексом с применением микропроцессорной техники.....	151
73. Зеляковский И.Ю., Глуховский А.М. Применение микроконтроллера "Электроника КТ-20" в основе отладочного пульта для разрабатываемых микропроцессорных средств.....	152
74. Скотников В.А., Алексеенко А.Г. Оптимизация управления комбайном-роботом для уборки томатов.....	153
75. Захидов Ш.Ш., Турабов О., Алиева С.Х., Закирова М.Н. Контроль температуры в барабанных сушилках.....	155
76. Иванов С.А. Автоматизации управления производственными и технологическими процессами на предприятиях Госкомсельхозтехники СССР	157

УДК 658.012.011.56:631.1

Хорошенков В.К.
Гуляев Г.А.

ВАЖНЕЙШИЕ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Автоматизация управления сельскохозяйственным производством является одним из важнейших направлений научно-технического прогресса народного хозяйства нашей страны. Сельскохозяйственное производство с точки зрения управления и автоматизации обладает целым рядом специфических особенностей, к основным из которых для растениеводства относятся:

- большое разнообразие технологических объектов управления (мобильные агрегаты, стационарные участки, предприятия индустриального типа);
- неподготовленность объектов к автоматизации (отсутствие датчиков ряда важных технологических параметров, отсутствие регулирующих органов с дистанционным управлением);
- малое число часов использования в году (200...300 часов - для большинства объектов);
- сравнительно невысокая стоимость технологического оборудования;
- низкая квалификация обслуживающего персонала.

Указанные особенности сельскохозяйственных объектов не позволяют в полной мере использовать опыт автоматизации технологических объектов из других отраслей народного хозяйства и ставят перед специалистами, занимающимися исследованием и разработкой вопросов автоматизации сельскохозяйственного производства, ряд сложных задач, важнейшими из которых являются следующие.

Исходя из того, что управление указанными объектами должно быть оптимальным и автоматизированным, т.е. часть функций по контролю и управлению должна осуществляться человеком-оператором (или коллективом операторов), то одной из важнейших задач является обоснование оптимального распределения функций системы управления между человеком-оператором и автоматическими устройствами. Эта задача может быть решена в первом приближении на основе анализа

качества и потоков информации в системе и оценке возможностей человека-оператора по приему и обработке этой информации с последующим определением наиболее ценной информации, функции приема и обработки которой целесообразно передать автоматическим устройствам.

В настоящее время указанная задача применительно к большинству объектов решается на недостаточном уровне, что приводит в ряде случаев к разработке несовершенных средств отображения информации и к информационной перегрузке оперативного персонала этих объектов.

Вторая важная задача, решение которой в настоящее время может осуществляться весьма приближенно — это вопросы идентификации объектов управления. При разработке математических моделей некоторых сложных объектов не учитывается нелинейность их характеристик, распределенность параметров, что приводит в конечном счете к созданию технически несовершенных и технологически недостаточно эффективных автоматических устройств. Совершенствование математических моделей объектов должно проводиться с учетом технологически обоснованных критериев оптимальности управления этими объектами. Оптимальное управление объектами потребует в ряде случаев более сложных, чем традиционные (П, ПИ, ПИД), законов регулирования, которые могут быть реализованы при использовании микро-ЭВМ.

Одной из важнейших задач является разработка специализированных датчиков и регулирующих органов машин и установок. Сложность этой задачи обуславливается тем, что она не может быть решена специалистами одного ведомства. Для успешного создания датчиков требуется сотрудничество специалистов Минсельхоза, Минсельхозмаша и Минприбора. Разработка регулирующих органов с требуемыми характеристиками возможна лишь содружеством специалистов Минсельхозмаша, Минэлектронпрома. Указанная особенность разработки свойственна и робототехническим комплексам, при создании которых необходимо участие конструкторов, специалистов по приводам и системам управления. Таким образом, для успешного решения поставленной задачи необходимо законодательное содружество указанных ведомств.

К важнейшим задачам необходимо отнести совершенствование экономической оценки эффективности автоматизации. Сложность этой

задачи в большинстве случаев объясняется наличием нетрадиционных источников эффективности (например, уменьшение дисперсий показателей качества обрабатываемой продукции и т.п.). Известные достижения в этой области связаны с методическими разработками инженеров и технологов. Для успешного решения этой задачи необходимо участие экономистов.

Успешное решение вышеуказанных задач будет способствовать созданию технически совершенных, технологически и экономически эффективных систем автоматизированного управления объектами сельскохозяйственного производства.

УДК 631.3.71:006.80

Сташинский Р.С.
Дробышевский Б.Г.
Сашко К.В.

ОБСНОВАНИЕ СХЕМЫ И ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ БОТВОПОДЪЕМНИКА МОРКОВОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ

Выпускаемые отечественные и зарубежные морковоуборочные машины извлекают корнеплоды из почвы тереблением за ботву, поэтому необходимо предусматривать ботвоподъемники для формирования ее в пучки перед захватом ее теребильными ручьями. Подъем полегшей ботвы создает также нормальные условия для ручного или автоматического направления машины по рядкам.

На кафедре сельхозмашин БИМСХ предложена схема ботвоподъемника, состоящая из пассивного носка и двух сопряженных с ним активных конусов, имеющих встречное вращение. Конуса имеют спиральную навивку, улучшающую процесс подъема ботвы и перемещения ее к теребильному аппарату. Рабочие элементы подъемника жестко связаны с копирующим ползком, установленным на раме машины при помощи четырехшарнирной параллелограммной подвески.

Основными параметрами ботвоподъемника, определяющими характер взаимодействия со стеблями, являются: длина пассивной и активной части подъемника L_1 и L_2 ; угол при вершине конуса α_k ; угол наклона рабочей поверхности конуса к горизонту α ; угол установки оси конуса к горизонту α_0 ; угол пассивной части подъем-

ника в плане $2/3$ и угол между осями активных частей подъемника $2/3_0$, а также высота активной части H и шаг витков t .

Взаимодействие пассивной части подъемника со стеблями ботвы нами рассматривалось исходя из допущений, что стебли лежат на почве в поперечном к направлению грядки положении, например, по линии $O'B_0$ и носок подъемника начинает поднимать ботву в точке B_0 . Для скольжения стеблей по пассивному подъемнику Н.Е.Резник [1] предлагает определять угол подъема α по формуле

$$\alpha \leq b \left(\frac{\sqrt{P}}{2} - \varphi - j \right). \quad (1)$$

где P - коэффициент, учитывающий изменение сил, действующих на поверхность ботвоподъемника ($P = 0,8 \dots 0,9$); φ - угол наклона растения делителем; j - угол трения. Расчеты показывают, что угол α равен $30 \dots 35^\circ$. Если принять затылочный угол $\varepsilon = 10 \dots 15^\circ$, то угол при вершине конуса $2\alpha_k = \alpha - \varepsilon$ составит $20 \dots 25^\circ$.

Сила трения F отклоняет направление перемещения стебля от нормали на угол трения j , поэтому за время перемещения подъемника на расстояние OQ , отгиб стеблей по ходу машины составит

$$X_0 = L_1 \left(\frac{\cos j}{\cos \alpha_k \cos(\alpha + j)} - \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_k} \right) \quad (2)$$

Если подставить приведенные выше значения углов α , α_k и j в формулу (2), то получим

$$X_0 \approx L_1 \quad (3)$$

Чтобы ботва, не сходя с пассивной части подъемника, попадала на активную, необходимо выполнить условие

$$l_0 \leq l, \quad (4)$$

где $l_0 = OB'$ (расстояние от основания стебля до точки В), l - длина стебля.

Исходя из последнего условия, с учетом высоты расположения головок корней C , глубины борозды Q и глубины вдавливания в почву ΔQ

$$L_1 \leq \frac{\sqrt{\ell^2 - \frac{C^2}{\cos(\beta_0 + \varphi)}} + C + Q + \Delta Q}{\sin \alpha} \quad (5)$$

Для подачи пучков ботвы к теребилному аппарату в положении, близком к вертикальному, необходимо, чтобы за время перемещения подъемника на величину S_2 стебли переместились активной частью на величину $S_2 + X_0$, то есть продольный отгиб стеблей активной частью должен компенсироваться за счет перемещения их активной частью.

Расчеты показывают, что это условие выполняется, если значение величины шага шнека t_x на любом расстоянии X от меньшего его основания будет изменяться по выражению

$$t_x = \frac{120KV_m \left(1 - \frac{L_1 \cos \alpha_x}{X \cos \alpha}\right)}{n} - t, \quad (6)$$

где K - коэффициент пробуксовки.

Чтобы сформированный пучок не распадался до момента захвата теребильной секцией, высота установки конца делителя

$$H \leq \ell - R \cos \alpha_0. \quad (7)$$

С учетом последнего условия, длина активной части подъемника

$$L_2 = \frac{H - h_1}{\sin \alpha_0 \cos \beta_0} \quad (8)$$

Приведенные зависимости позволяют обосновать основные параметры предлагаемой схемы ботвоподъемника.

УДК 631.031.865

Пляц О.М.

КОНТРОЛЬ ВЛАЖНОСТИ - НЕОТЪЕМЛЕМАЯ ЧАСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Важнейшим условием успешной реализации Продовольственной программы, решений маргзовского Пленума ЦК и XXVI съезда КПСС является переход к индустриальным методам работы на всех этапах сельскохозяйственного производства. Колхозы и совхозы оснащаются высокопроизводительными линиями послеуборочной обработки льновороха, травы и зерна, полива почвы, создаются высокопроизводительные совхозы-комбинаты по производству свинины.

Применение индустриальных методов экономически оправдано, если при этом обеспечивается высокое качество продукции, соблюдаются правильные рационы кормления животных и т.п.

Важнейшим качественным показателем сельскохозяйственных материалов является влажность. Для сохранения биологической, питательной и технологической ценности сельскохозяйственных продуктов в процессе их переработки и хранения, поддержания высокой продуктивности животных, а также для обеспечения эффективности процессов очень важен непрерывный и дискретный экспрессный контроль влажности продуктов, комбикормов и почв.

От конечной влажности зерна после сушки зависит сохранность в нем ценных питательных веществ. При хранении должно сохраняться качество и количество зерна. Показатель влажности необходим для ведения торговли. От качества зерна зависит качество продукта, получаемого при его переработке и потери при хранении зерна. Определение влажности должно быть быстрым и простым, потому что на элеваторах обрабатывается большое число крупных партий зерна. Все это говорит о необходимости непрерывного контроля влажности зерна современными техническими средствами.

Качество готовых льняных семян зависит от правильности ведения технологического процесса на сушильных пунктах льновороха. Отсутствие средств непрерывного контроля приводит к значительным колебаниям влажности готового продукта. Влажность льняных семян изменяется в пределах 5-16%. При хранении семян льна в бункере-

в допустимых пределах оператору необходима информация о влажности исходного комбикорма. Наличие такой информации позволит изменять количество подаваемой воды в ванну-смеситель и поддерживать тем самым необходимую влажность готового корма.

Для решения указанной задачи необходима разработка технологического устройства контроля влажности исходного комбикорма, информация которого должна быть передана на пульт оператора кормоцеха.

УДК 658 012.011.56:658.512.4:
631.576.331.2

Колесов Л.В.
Манасян С.К. (ЛСХИ)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССОВ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА

Ритмичность работы предприятий послеуборочной обработки зерна (ПОЗ), выбор режимов работы и настройки систем управления технологическими процессами зависят от параметров зернового материала, поступающего на обработку. Поэтому прогнозирование характеристик зернового материала, поступающего на обработку, является важной задачей, позволяющей правильно организовать функционирование ПОЗ [1]. Для этой цели было применено имитационное моделирование характеристик зернового материала по дням сезона: W_i - влажность, Ψ_i - засоренности, Q_i - интенсивности поступления и V_i - неоднородности зерна по спелости, $V_i = (V_{1i}, V_{2i}, V_{3i})$, $i = 1, \dots, N$.

Каждая из этих характеристик рассматривалась как N - мерная случайная величина с учетом данных часового распределения каждой характеристики в течение суток. За исходные данные прогнозирования принимались значения коэффициентов, которые учитывали: K_z - зону сбора зернового материала; K_T - тип объекта ПОЗ; K_m - метеорологические условия; K_n - неравномерность и K_p - степень созревания убираемой культуры в процессе уборки. Кроме этого, задавались сезонные характеристики процессов ПОЗ: G - валовой сбор

зерна, N - продолжительность поступления дней; B - средняя сезонная влажность зерна. Предусмотрено использование данных за предыдущие годы по мере наличия информации (до 10 сезонов). Глубина прогнозирования 10 сезонов, после чего происходит уточнение коэффициентов модели для данных условий.

Алгоритм решения задачи прогнозирования построен по принципу выделения наиболее существенных связей между указанными процессами и выявления величин, с наибольшей достоверностью отвечающих наиболее распространенным простым законам распределения.

Засоренность $\Psi_i = 1, \dots, N$; рассматривали как систему независимых нормальных случайных величин и неравномерность по спелости (как перераспределяющиеся весовые коэффициенты) $U_{j1} + U_{j2} + U_{j3} = 1, U_{ji} > 0, U_{i1} > U_{i2}, U_{i1} \neq U_{i2}, 1 \leq i, \neq i_2 \leq N, j = 1, 2, 3$.

Для прогнозирования значений влажности $W_i, i = 1, \dots, N$ (которые представляются как система зависимых нормальных случайных величин) и интенсивности поступления $Q_i, i = 1, \dots, N$ (которая не может быть описана непосредственно) - введены новые величины: суточное поступление

$$K_i^c = \frac{Q_i}{Q}, \quad \bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i}{N},$$

и накопление зерна перед сушкой

$$K_i^N = X(K_i^c + S_i); \quad S_i \triangleq K_{i-1}^N - \frac{G \cdot N_{\text{суш}}}{G_{\text{суш}} \cdot N}$$

Первая из них связывает основные величины, а вторая подчиняется нормальному закону распределения и может быть выражена через первую (индекс "суш" относится к сушилке), $K_0^N \triangleq 0, K_0^c \triangleq 1$.

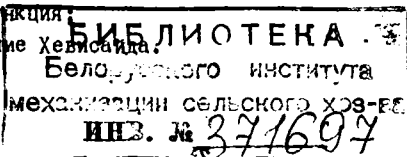
$$K_i^c(\omega) \triangleq X\left(\frac{1}{2}^{a_i}(\omega) + S_i(\omega)E\left(\frac{1}{2}^{a_i} + S_i\right) + (K_{i-1}^N(\omega) - S_i(\omega))E(K_{i-1}^N, K_i^N)\right),$$

$i = 1, \dots, N,$

где $\frac{1}{2}^{a_i}$ - равномерно распределенная в (0,1) случайная величина аргумента ω ;

E - единичная функция;

X - преобразование Хевисайда.



Тогда генерирование значений $Q_i, i=1, \dots, N$ происходит по формуле:

$$Q_i = \frac{G \cdot K_i^e}{N},$$

а значения параметров распределения $w-(a_i, \sigma_i), i=1, N$:

$$a_i = B - k_{ni} + \sum_{m=1}^{i-1} \sum_{j=1}^{i-1} (1 - E(K_{i-j}^e \dots K_{i-j-m}^e)) E(K_i^e),$$

$$\sigma_i^e = (10K_n K_n + 0,1 K_m K_i^m) \frac{i}{K_n} E(K_i^e)$$

Описанный алгоритм реализован на ЕС ЭВМ в виде программы, состоящей из шести подпрограмм.

В качестве примера были прогнозированы характеристики зернового материала (ячмень), поступившего на обработку в совхоз "Гомонтово" Ленинградской области в 1974 году. Для интервала времени $\Delta n = 5$ дней они составляли

$$w_n \% = 23,7; \quad 22,9; \quad 20,5; \quad 21,2$$

$$Y_n \% = 6,21; \quad 4,92; \quad 5,36; \quad 4,51$$

$$Q_n, T = 52,3; \quad 49,3; \quad 67,1; \quad 57,7$$

$$U_n = (0,52; 0,37; 0,11), (0,39; 0,40; 0,21), (0,25; 0,46; 0,29), (0,20; 0,42; 0,38).$$

Коэффициенты модели $K_3 = 3$; $K_T = 2$, что соответствует объекту среднего уровня обеспеченности, находящемуся в Нечерноземной зоне РСФСР. Начальные значения коэффициентов второго уровня, зависящих от культуры K_n, K_n, K_m приняли равными 0,47; 0,25; 0,39. Исходную информацию брали за 1966-1973 годы [2], в результате математической обработки данные коэффициенты были уточнены следующим образом: 0,58; 0,31; 0,36.

Сравнение полученных характеристик с идентичными характеристиками, приведенными в [2], дало следующие значения относительной средней квадратической погрешности характеристик $A = (w, Y, Q, U)$, вычисляемых по формуле:

$$\varepsilon(A) = \frac{\delta(A)}{A^{3T}} = \frac{N \sqrt{\sum_{i=1}^N (A_i - A_i^{3T})^2}}{\sum_{i=1}^N A_i^{3T}}$$

даю следующие значения:

$$\varepsilon(\omega) = 0,22; \varepsilon(\psi) = 0,37; \varepsilon(Q) = 0,29; \varepsilon(\nu) = 0,51 = \sum_{j=1}^3 \varepsilon(\nu_j);$$

$$\delta(\omega) = 3,18\%; \delta(\psi) = 2,35\%; \delta(Q) = 21,7\tau; \delta(\nu) = 0,78$$

Сравнение абсолютных среднеквадратических погрешностей с дисперсионными свойствами реальных опытных данных [2] показало:

$$\delta_A \ll 3\sigma_A^{\text{ЭГ}}$$

где $\sigma_A^{\text{ЭГ}}$ - среднее квадратическое отклонение экспериментального значения характеристики A в течение сезона.

УДК 535,241.6:/631,53.027:633.51/

Касимова Р.Т. (ТИИМСХ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ФОТОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ОПУШЕННОСТИ ХЛОПКОВЫХ СЕМЯН

Возрастающие потребности народного хозяйства в сельскохозяйственной продукции требуют большого объема производства хлопка - сырья. Хлопок является одним из ценных растений для различных отраслей производства.

Недостаточная обработка хлопковых семян приводит к ухудшению условий прорастания и к потере технических средств.

Опушенность хлопковых семян является одним из важнейших качественных показателей. В настоящее время для определения опушенности хлопковых семян существует химический метод, который имеет высокую точность, но очень продолжителен. Поэтому существует необходимость дальнейших разработок этих методов.

Проведенные анализы по определению опушенности хлопковых семян в непрерывном потоке показывают, что методы контроля, основанные на оптических свойствах семян являются наиболее перспективными.

В разработанном датчике использован принцип фотометрического сравнения, а в качестве чувствительного элемента выбраны гальваномагнитные фотоэлементы.

Основанием применения этих фотоэлементов явилось возможность большой воспринимающей поверхности, стабильность статических характеристик и относительно большой выходной сигнал.

Для практического пользования гальваномагнитных фотоэлементов необходимо учесть изменение статических характеристик во времени. Для того, чтобы избежать влияния непостоянства характеристик фотоэлемента по времени на результаты измерений прибора, необходимо иметь два фотоэлемента с одинаковыми статическими характеристиками.

По изучению вопроса старения фотоэлементов были проведены опыты по определению изменения статических характеристик на отношении выходных сигналов. Эксперименты были проведены через каждые 7-10 дней.

Следовательно, результаты опытов показывают, что чувствительные элементы фотометрического датчика могут быть использованы в паре в течение 7-10 дней. В дальнейшем опять периодически нужно произвести проверку стабильности статических характеристик этих элементов.

УДК 631.432.2.002.56: 681.586: 53.093 681.542.4

Льтко Г.И.

Деревянко В.А. (БелНИИМ и ВХ)

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЛАГОМЕР ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

Управление водно-воздушным режимом мелиорируемых торфяных почв требует наличия оперативной и достоверной информации о текущем значении влажности почвы. Такая информация может быть получена только при использовании автоматизированных влагометрических систем. Основным препятствием для создания таких систем является отсутствие надежных автоматических влагомеров, которые могли бы работать длительное время в полевых условиях при сложных погодных условиях.

Результаты проведенных НИР показывают, что создание таких влагомеров возможно при использовании зависимости реактивная

проводимость датчика - влажность образца почвы, помещенного в междуэлектродное пространство датчика. При этом необходима компенсация активной проводимости, величина которой в несколько раз превышает реактивную (коэффициент диэлектрических потерь для торфяных почв имеет значение $1 \div 5$). Большие значения коэффициента потерь накладывает ограничения на выбор рабочей частоты влагомера, так как с увеличением частоты в результате измерений вносятся дополнительные значительные погрешности, обусловленные индуктивностью датчика.

Экспериментальный образец влагомера состоит из генератора высокой частоты (7 МГц), измерительной схемы, схемы автокомпенсации активной проводимости, схемы измерения реактивной проводимости как функции влажности почвы и программатора. Датчик стационарный ("закладной") и представляет собой многоэлектродную систему, выполненную из коррозионностойких материалов.

Влагомер выполнен на элементной базе с очень малым уровнем мощности потребления, что обеспечивает повышенную экономичность его работы в полевых условиях. Питание влагомера осуществляется по двухпроводной линии связи, которая служит также для съема информации. Выходной сигнал числоимпульсный.

Введение в схему влагомера программатора и наличие линейной зависимости реактивная проводимость - влажность почвы дало возможность посредством реализации определенного алгоритма значительно сократить градуировочные работы и снизить требования к стабильности элементов и узлов влагомера.

Применение термочувствительного элемента и изменение режима работы программатора позволяют одновременно измерять влажность и температуру почвы.

Предварительные испытания и анализ электрофизических характеристик торфяных почв показывают, что влагомер обеспечивает автоматическое измерение текущего значения массового влагосодержания в диапазоне $0,7 \div 3$ г/г с погрешностью не более 3% непосредственно в месте размещения датчика (без отбора проб).

УДК 631.358-52:633.521

633.521: 63 .358:681.586

Трибуналов М.Н. (ЦИНИМЭСХ)

РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА ПОЛОЖЕНИЯ ЛЕНТЫ ЛЬНА

Подъем стеблей льна характеризуется рядом специфических условий: высокие запыленность и уровень вибрации в зоне подбирающих рабочих органов, постоянно изменяющиеся кривизна расположения комлевой части лент льна и длина стеблей, малая жесткость стеблей на изгиб при их повышенной влажности и другие. Это предъявляет жесткие требования к датчику автоматической системы направления подбирающих рабочих органов на ленты льна и во многом определяет ее работоспособность.

На основании проведенных исследовательских испытаний автоматической системы направления подбирающих рабочих органов на ленты льна установлено, что конструкция датчика положения ленты льна должна удовлетворять следующим основным требованиям.

1. Форма и расположение датчика не должны препятствовать нормальному протеканию технологического процесса.

2. Чувствительные элементы датчика должны быть установлены так, чтобы проекция плоскости контакта их с лентой льна на продольно-вертикальную плоскость агрегата была нормальна к траектории движения ленты льна. Это требование обеспечит использование максимальной жесткости ленты льна.

3. С целью уменьшения времени чистого запаздывания зона контакта чувствительных элементов с лентой льна должна быть максимально приближена к началу заземления ленты между подбирающим барабаном и прижимными прутками.

4. Корпус датчика должен конструктивно вписываться в поверхность цилиндра с диаметром, равным диаметру подбирающего барабана.

5. Конструкция датчика должна обеспечивать защиту его деталей от попадания пыли, атмосферных осадков и вибрации.

Для того, чтобы автоматическая система с одинаковым быстродействием обрабатывала положительные и отрицательные сигналы рассогласования между лентой льна и подбирающим барабаном, необходимо чтобы датчик имел симметричную характеристику, т.е. чтобы время срабатывания чувствительных элементов равнялось времени возвращения

в исходное положение под действием пружин.

С целью определения необходимых усилий для срабатывания чувствительных элементов выполнены специальные исследования по определению жесткости ленты льна в различных условиях уборки.

На основании проведенных исследований разработан датчик положения ленты льна дискретного типа, отвечающий предъявляемым требованиям. Датчик представляет собой линейку чувствительных элементов, размещенную в обечайке с цилиндрической поверхностью. Чувствительными элементами датчика являются механоэлектрические преобразователи автогенераторного типа: в цепь коллектора транзистора автогенератора включена катушка индуктивности. В обечайке датчика имеются радиальные пазы, по которым под действием ленты льна перемещаются шупы чувствительных элементов. Под действием ленты льна шупы поворачиваются и соединенные с ними металлические лепестки входят в кольцевые зазоры катушек индуктивности. Когда лепесток находится вне кольцевого зазора катушки, преобразователь генерирует периодический сигнал, который после выпрямления дает на выходе чувствительного элемента единичный сигнал постоянного тока. При вхождении лепестка в кольцевой зазор катушки происходит срыв генерации и на выходе чувствительного элемента появляется сигнал нулевого уровня. фактическая величина и знак рассогласования определяются комбинацией этих сигналов.

Испытания датчика положений ленты льна на автоматическом двухленточном обрабатывателе показали его достаточно высокую надежность и работоспособность.

УДК 681.542.4:633.11

Солопов Г.Г.

Пляц О.М.

Дубина В.В.

ВРГЧЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОТОЧНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА

Измерение параметров сельскохозяйственной продукции в потоке имеет важное значение при ее производстве, переработке и хранении в условиях массового высокомеханизированного производства. Основ-

ным параметром, подлежащим измерению и играющим главную роль при оценке качества, количества и режима хранения зерна, является влажность. Нами разработан и находится сейчас в стадии внедрения ультразвуковой поточный измеритель влажности зерна. В качестве зондирующего в нем используется монохроматический сигнал. Замечено что спектр информационного сигнала на выходе вторичного пьезопреобразователя по сравнению с зондирующим значительно расширен. Это расширение спектра определяется наличием низкочастотных и высокочастотных флуктуаций в информационном сигнале.

Высокочастотные флуктуации (этот термин следует считать относящимся к области несущей частоты зондирующего сигнала) определяются наличием в зерновом потоке элементов, сопровождающих процесс получения зерна, т.е. стебли, части колосьев, соломинки, пыль и даже мелкий гравий.

Медленные флуктуации возникают за счет неодновременности созревания зерна, неоднородности почвы, нестабильности работы средств переработки и др.

Все эти факторы приводят к тому, что информационный сигнал изменяется во времени по случайному закону, а, следовательно, и оценка его параметров будет тоже носить случайный характер. Поэтому при разработке структуры измерителя нами были выбраны параметры его элементов таким образом, чтобы оценка параметра (влажность) бралась как результат усреднения по большому количеству реализаций.

Время единичного измерения сравнительно мало и может быть определено из соотношения

$$t = \frac{l}{c},$$

где l — база измерительной камеры;

c — скорость распространения ультразвуковых колебаний в зерне.

Наличие быстрых флуктуаций наложило требование к полосе пропускания предварительного усилителя информационного сигнала, т.е.

$$T_{\phi} \gg \frac{1}{\Delta f_{\phi}},$$

где T_{ϕ} — постоянная времени фильтра предварительного усилителя;
 Δf_{ϕ} — ширина спектра быстрых флуктуаций информационного сигнала.

Однако сглаживание быстрых флуктуаций не могло дать окончательного решения задачи измерения параметра, так как указанные выше медленные флуктуации существенно влияют на точность измерения в потоке. Поэтому необходимо было время измерения увеличить путем сужения полосы пропускания всего измерителя в целом.

На основании изложенного можно записать алгоритм обработки информационного сигнала

$$F_i = \sum_{n=1}^n |d_n|^2,$$

где F_i - значение выходного эффекта за время одного измерения;
 d_n - результат обработки i -й реализации информационного сигнала;
 n - число реализаций за время одного измерения.

На основании выбранного алгоритма синтезирована структура измерителя, которая показана на рис.1.

Выбранный алгоритм работы и синтезированная структура измерителя реализованы в поточном измерителе влажности зерна.

Производственные и ведомственные испытания измерителя показали приемлемые его точностные характеристики.

УДК 53.082.4:681.542.4

Пляц О.М.
 Дубина В.В.
 Дудников П.Я.
 Солопов Г.Г.

ПОТОЧНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ СЫПУЧИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Для управления технологическими процессами переработки зерна, льнопродукции, приготовления корма и др. на основе амплитудного и фазового акустических методов разработаны поточный сигнализатор и измеритель влажности. Они состоят из двух узлов: измерительной камеры с формирователем потока и пульта управления с индикацией. Измерительная камера с формирователем потока устанавливается на пульте управления сушилкой.

Структурная схема амплитудного поточного сигнализатора содержит возбудитель электрических колебаний, усилитель мощности, излучающий вибратор, приемный вибратор, согласующее устройство, предварительный усилитель, полосовой усилитель, амплитудный детектор, блок компараторов, индикация и источник питания.

Возбудитель вырабатывает синусоидальные электрические колебания, которые усиливаются усилителем мощности и поступают на излучающий вибратор. Последний преобразует электрические колебания в акустические и излучает их в среду. При изменении влажности среды изменяется затухание акустической волны, ослабленная амплитуда которой преобразуется приемным вибратором в электрический информативный сигнал. Последний через согласующее устройство поступает на предварительный усилитель. После фильтрации и усиления в полосовом усилителе информативный сигнал преобразуется амплитудным детектором в напряжение постоянного тока. Информация о влажности сыпучей среды, заключенная в амплитуде информативного сигнала поступает на блок компараторов. Последний состоит из трех компараторов с тремя разными порогами срабатывания. В качестве нагрузки выходов компараторов используются светодиоды или лампы накаливания с белым, зеленым и красным свечением. Инверсные входы компараторов объединены и на них подается сигнал с амплитудного детектора. При изменении влажности среды меняется выходной уровень с амплитудного детектора, а значит и очередность срабатывания компараторов, которые имеют возрастающий порог срабатывания. При увеличении входного уровня поочередно включается белый, затем зеленый и, наконец, красный светодиоды.

В докладе дано описание схемы цифрового фазового измерителя влажности зерна и других сыпучих сельскохозяйственных материалов. Она содержит задающий кварцевый генератор, усилитель мощности, излучающий вибратор, камеру с зерном, приемный вибратор, усилитель, формирователь, заполняющий кварцевый генератор, схему совпадения, делитель с переменным коэффициентом деления, счетчики, фазовый детектор, формирователь временных интервалов, источник питания и индикация. Схема работает следующим образом. Сигнал с задающего генератора поступает на фазовый детектор и усилитель мощности, который формирует прямоугольные импульсы, поступающие на излучающий вибратор. Акустические колебания с излучающего вибратора проходят через камеру с зерном, регистрируются приемным вибратором и усили-

ваются усилителем. Формирователь согласует сигнал усилителя с логикой, на которой собран фазовый детектор. Длительность импульса на выходе фазового детектора прямопропорциональна сдвигу фаз сигналов, поступающих на его входы. Формирователь временных интервалов определяет количество информационных импульсов с фазового детектора для получения необходимой точности отсчета, которые через схему совпадения заполняются импульсами кварцевого генератора. Заполняющие импульсы поступают на делитель с переменным коэффициентом деления, служащий для калибровки прибора, и регистрируются счетчиками. Информация со счетчиков отображается на цифровом индикаторе.

Диапазон контролируемой влажности составляет 10-40%. Абсолютная погрешность измерения влажности отдельных культур в потоке не превышает $\pm 1,0 - 1,5\%$ в диапазоне ее изменения 10-25%.

Проведенные исследования подтверждают принципиальную возможность использования акустического метода для контроля и измерения влажности сыпучих сельскохозяйственных материалов. Созданные экспериментальные образцы поточных сигнализаторов и измерителей влажности удовлетворяют требованиям сельскохозяйственного производства.

УДК 53.082.52:513.622.11.002.56

Вутт О.

Кока З.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ПЛОЩАДИ

Для измерения площадей сложной конфигурации длительное время использовались планиметры с подвижной системой наблюдения. Наиболее распространены планиметры с ручной системой наблюдения, но их недостатком является трудоемкость, малая точность и невозможность автоматизации обработки полученных данных. Особенно трудоемким по этому методу является измерение площади листьев сложной конфигурации, т.к. планиметром необходимо измерять их бумажные копии.

В СКБ Эст. НИИЖВ сконструирован фотоэлектрический измеритель площадей сложной конфигурации, на котором имеется числовой пока-

затель и в случае необходимости возможно суммировать данные измерений.

В основу измерителя площади (в дальнейшем измеритель) положен фотоэлектрический преобразователь на основе сканируемой линейки фотоприемников "ФТ" (рис.1). Графический носитель информации или плоские объекты помещаются между двумя подвижными лентами и перемещаются с постоянной скоростью между излучателем и сканируемой линейкой оставших транзисторов. Шелевая диафрагма обеспечивает высокую точность измерения площади фигур. Коммутатор "К" (рис.2) осуществляет сканирование фототранзисторов "ФТ" в такте управляющего тактового генератора "ГТ" через круговой счетчик "КС" на компаратор "У" с усилителем. Компаратор работает с регулируемым порогом переключения. Синхронизатор & на элементе "И" синхронизирует сигналы тактового генератора и компаратора с усилителем. Выделенный сигнал подается на делитель частоты "Т сч1" с коэффициентом деления 16. С последнего сигнал поступает на счетчик и индикатор "Н".

Калибровка измерителя осуществляется при измерении площадей эталонных объектов путем подстройки частоты тактового генератора, управляемого через круговой счетчик коммутатора. Электрическая схема измерителя выполнена на микросхемах серии 176. Ширина активной части транспортной ленты 100 мм. Погрешность измерения площадей оставляет от 1,0 до 5,0%. Прибор может работать в лабораторных условиях, а также в полевых с питанием от аккумулятора напряжением 12 В.

УДК 53.082.722.093:622.33

Гатик М.А.

Лис Л.С.

Казак С.И. (ИТ АН БССР)

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ЕМКОСТНЫЕ ВЛАГОМЕРЫ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА

В институте Торфа АН БССР в результате многолетних исследований разработаны физико-технические основы и принципы построения нескольких модификаций высокочастотных емкостных влагомеров

фрезерного торфа и продуктов его переработки. Они предназначены для оперативного и автоматического контроля влажности торфяной продукции в процессах добычи и переработки на торфобрикетных заводах (ТБЗ), автоматизации процессов сушки на ТБЗ и в процессах химической переработки торфа. В основу построения влагометрических приборов положены уравнения статики, отражающие степень воздействия основных возмущающих (влияющих) факторов на их показания $I_{пр}$. Для поточных и лабораторно-полевых влагомеров фрезерного торфа оно имеет вид:

$$I_{пр} = K(4,0W + 0,59\rho + 0,165T + 0,13X(\rho H) + 0,105R_{ак} + 0,054P_{р}),$$

где K - коэффициент преобразования; W, ρ, T - влажность, насыпная плотность и температура торфа; $X(\rho H)$ - физико-химические свойства (ρH); $R_{ак}$ - активная составляющая общего сопротивления первичного преобразователя (ПП) с материалом; $P_{р}$ - прочие влияющие факторы, включающие структуру торфа и инструментальную погрешность измерительной схемы. Значения коэффициентов при отдельных членах управления отражают степень воздействия на $I_{пр}$ отдельных параметров по отношению к контролируемой влажности.

В разработанных влагомерах фрезерного торфа предусмотрены схемы компенсации или методы минимизации последних, позволяющих существенно повысить точность измерения влажности до уровня приемлемого для производства. Поточные и дискретные влагометрические приборы содержат ПП плоскопараллельного типа, электрическая емкость которых, пропорциональная влажности W, ρ, T , преобразуется с помощью измерительных схем в выходной электрический сигнал. Дискретный влагомер укомплектован весами, смонтированными во внутрь корпуса, для компенсации влияния насыпной плотности материала, а поточный - вибродозатором, формирующим поток материала в ПП с заданными параметрами с минимальной динамической погрешностью.

Измерительные схемы (вторичные преобразователи В) обоих приборов работают по принципу F -метров. Основным узлом В является рабочий генератор (РГ), в котором происходит преобразование приращенной емкости ПП в соответствующее изменение частоты выходного сигнала. Остальная часть схемы предназначена для преобразования выходной частоты РГ в электрический сигнал, пропорциональный влажности W . Поскольку зависимость частоты РГ от влажности торфа обратная, в схеме используется метод бжениа. Сигнал РГ совместно с

сигналом опорного генератора (ОГ), частота которого стабилизирована с помощью кварцевого резонатора ($f = 10$ МГц), поступает на смеситель, собранный на двухзатворном полевом транзисторе. На выходе смесителя получается разностная частота в пределах $0,1-0,5$ МГц, прямо пропорциональная контролируемому параметру W . Полученный сигнал поступает на усилитель-ограничитель для формирования его по амплитуде до уровня, необходимого для срабатывания микросхем. У переносного влагомера полученный сигнал поступает на делитель частоты и далее на счетчик-дешифратора, в котором сигнал преобразуется в специальный код для подачи на семисегментный индикатор, в качестве которого используется индикатор на жидких кристаллах. Путем соответствующей настройки схемы на выходе получается цифровой сигнал, соответствующий влажности измеряемого материала.

В поточном влагомере фрезерного торфа сигнал с выхода усилителя-ограничителя поступает на преобразователь частоты в напряжение. Это необходимо для получения информации об измеряемой величине в аналоговой форме, поскольку именно такой сигнал наиболее удобен для дальнейшего использования его в системах управления и регулирования технологических процессов.

УДК 663.97.051:681.325.5-181.4.004.14

Мкртчян В.С. (Ер.ПИ)

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРОВ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ТАБАКА

Зародившееся в начале 70-х годов и интенсивно развивающееся новое направление в разработке радиоэлектронной аппаратуры, основанное на широком применении программно-управляемых универсальных цифровых микроэлектронных устройств - микропроцессоров имеет широкие перспективы применения при автоматизации процессов обработки табака весьма трудоемкой, но одновременно высоко рентабельной культуры как табака.

На кафедре "Электрические аппараты" ордена Трудового Красного Знамени Ереванского политехнического института им.К.Маркса с 1980 года ведутся исследования и разработки технических средств для

автоматизации управляемых технологических процессов первичной обработки табака на базе вычислительной техники.

При реализации разработанных алгоритмов нами применялся программный способ, который имеет ряд преимуществ перед аппаратным способом. Так как в нашем случае регулируемые параметрами являются температура, относительная влажность и скорость агента обработки, изменение которых осуществляется по влажности, температуре и цвету табачных листьев, то однотипные операции выполняются одним операционным блоком, но в разное время, распределение переменных (регулируемых величин) по входам и выходам изменяется в процессе последовательной реализации разработанного алгоритма, порядок выполнения операций определяется агротехническими требованиями, на основании которых составляется программа.

В своем составе разработанное вычислительное устройство имеет совокупность операционных блоков - арифметическое устройство (АУ), при этом для осуществления переключения с одной структуры на другую, одно из АУ заменено на арифметико-логическое устройство (АЛУ), которое переключает структуры системы по изменению параметров табачных листьев во время первичной обработки.

В состав разработанного устройства входят совокупность ячеек памяти для хранения исходных (программных - заданных) чисел и результаты вычислений для их дальнейшего использования. Для общего управления процессом в состав системы входит управляющее устройство (УУ). Для согласования работы указанных функциональных узлов в состав системы входит генератор тактовых импульсов (ГТИ), с определенной частотой повторения. Разработанное устройство работает следующим образом. Предварительно в запоминающее устройство заносится программа управления, соответствующая агротехническим требованиям. С началом процесса обработки табака включается управляющее устройство и из запоминающего устройства выбирается команда по температуре теплоносителя (для процесса сушки), агента увлажнения (для процесса увлажнения), демпфируется и превращается в систему сигналов, управляющим состоянием контактов (включением или выключением секций электрокалорифера). Арифметико-логическое устройство выполняет над выбранными из запоминающего устройства числами операцию, предписываемую сигналами поступающих из управляющего устройства. Результат на выходе арифметико-логического устройства

записывается в запоминающем устройстве в порядке номеров ячейки памяти.

По окончании выполнения одной команды (например, температуры) из запоминающего устройства выбирается новая (следующая) относительная влажность (теплоносителя – при оушке, агента увлажнителя – при увлажнителе) по новому адресу, который формируется счетчиком прибавлением единицы и предыдущему адресу. Далее действие производится по скорости потока и процесс снова повторяется. Здесь применяется так называемый естественный способ формирования адреса очередной команды.

При управлении работой вычислительного устройства управляющее устройство учитывает результат выполненных вычислений по каждой команде. Учет ведется по признакам результата: нулевой, единичный, переполнение и т.д.

Признаки, представляемые 0 или 1, записываются в триггере регистра признаков и передаются в управляющее устройство.

После испытаний разработанной системы в лабораторных условиях мы убедились, что программный способ реализации алгоритмов имеет по сравнению с аппаратным два основных преимущества: во-первых, с уложением алгоритма объем оборудования увеличивается незначительно, главным образом за счет ячеек памяти, во-вторых, путем изменения программы можно на одном оборудовании решать различные задачи.

Именно последнее преимущество позволяет одним микропроцессором (например, марки МК-46) осуществить автоматизацию всех управляемых технологических процессов первичной обработки табака на основе систем с переменной структурой. В докладе приведены разработанный в соответствии с агротехническими требованиями алгоритм управления, принципиальные схемы и результаты испытаний и экспериментальных исследований в лабораторных условиях. В дальнейшем планируется использование для вышеназванных целей микропроцессоров и соответствующих им микросхем на базе вычислительных и управляющих средств четвертого поколения.

УДК 681.325.5 - 181.4.004.14: 631.243.33

Павлов Н.В.
Кузьмина Е.Е.
Лавров Н.А. (ЛЭТИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ШАХТНОЙ ЗЕРНОСУШИЛКИ С ЦИФРОВЫМ РЕГУЛЯТОРОМ

Шахтные зерносушилки (ШЭС) как объекты управления (*OU*) вплоть до последнего времени оснащались регуляторами с фиксированной структурой и параметрами. Микропроцессоры позволяют по-новому подойти к проблеме регулирования процесса сушки зерна в ШЭС. В частности, возникает возможность применения оптимальных регуляторов. При этом существенно улучшаются как экономические показатели, так и качество выпускаемой продукции.

Однако применение оптимальных регуляторов требует создания более совершенных моделей шахтной зерносушилки как объекта управления.

В докладе предлагаются результаты исследования матричной модели ШЭС при управлении температурой агента и подачей зерна. Модель позволяет учесть все наиболее существенные факторы, в том числе действие возмущений. Хотя модель базируется на известной модели ШЭС, ранее построенной и изученной коллективом под руководством Е.Т.Раженкова, предлагаемые в докладе преобразования позволяют заменить систему двух уравнений переноса уравнениями в пространстве состояний, а из них получить передаточные функции.

Изучается влияние свойств зерна на динамику процесса сушки. Исследуются частотные свойства различных каналов ШЭС, чувствительность модели к вариациям параметров, коэффициентов усиления и другие свойства объекта.

В связи с тем, что оптимальный регулятор ШЭС реализуется на микропроцессоре, с помощью преобразования строится также дискретная по времени модель ШЭС. Для этой модели изучаются структуры регуляторов применительно к различным критериям функционирования: точности регулирования, минимума удельного расхода топлива и др. Показывается, что точность регулирования в сушилках СШЗ-16, ДСП-32 и др. потенциально ограничена статистикой входных параметров зер-

на (начальной влажностью и начальной температурой). Приводятся формулы предельной точности.

Рассмотрена структура микропроцессорного регулятора и программное обеспечение для него. Общее программное обеспечение включает редактор текста, перемещающий Ассемблер, компоновщик, супервизор ввода-вывода. Специальное программное обеспечение (СПО) производит управление объектом. Микропроцессор берет на себя как управление процессом, так и служебные функции: включение и отключение оборудования, перевод его в рабочий режим, контроль аварийных ситуаций, аварийные отключения. СПО ориентировано как на автономную работу, так и на работу в составе многомашиной системы управления зерноочистительно-сушильным комплексом. СПО построено по модульному принципу. Каждой функции системы отвечает отдельная программа - функциональный модуль. Предусмотрены также модули управления (модуль супервизора задач), обработки прерываний и др.

Применение оптимального регулятора, реализованного на микропроцессорной основе позволяет существенно повысить качество выпускаемой продукции при одновременном улучшении экономических показателей.

УДК 631.365.22:681.325.5-181.4+681.513.6

Коренькова Г.А. (ИХИ)

Раменков Е.Т. (ЛЭТИ им.В.И.Ульянова (Ленина))

АДАПТИВНАЯ МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БАРАБАННОЙ ЗЕРНОСУШИЛКОЙ

Барабанные зерносушилки (БЭС) получили широкое распространение в сельском хозяйстве нашей страны. В настоящее время промышленность приступила к серийному выпуску БЭС производительностью 8 т/час с повышенными технико-экономическими показателями (ТЭП). Дальнейшее улучшение ТЭП связано с применением микропроцессорных управляющих систем (МПСУ). Можно назвать следующие основные направления применения МПСУ применительно к БЭС: а) создание высокоэффективных систем регулирования БЭС, обеспечивавших максимальную производительность сушилки при минимуме удельных затрат топлива и ручного труда операторов и, естественно, при выполнении задан-

ных агротехнических требований; б) автоматизация вспомогательных технологических операций при сушке; в) полная автоматизация БЭС, что явится одним из этапов на пути к безлюдной технологии послеуборочной обработки зерна.

БЭС является весьма сложным объектом, управления (ОУ) с определенными параметрами. К этому следует добавить тот факт, что при изменении вида сушеного материала или при изменении уставок и режимов сушки динамические свойства БЭС как ОУ также меняются. Следовательно, для управления БЭС необходимы соответствующие по сложности системы регулирования. Однако до появления микропроцессоров такие регуляторы были экономически не оправданы, поэтому практика регулирования БЭС ограничивалась относительно простыми структурами систем управления.

МПСУ, особенно МПСУ, подготовленные для выпуска в 12-й пятилетке, практически снимают ограничения на уровень сложности алгоритмов управления, что ставит перед исследователями две крупные задачи: создание более адекватных моделей БЭС как ОУ и разработка новых структур регуляторов (управляющих алгоритмов).

В первой части доклада рассматриваются существующие модели БЭС как ОУ. Приводятся результаты численного моделирования БЭС и сравнение с результатами экспериментов. Показывается, что наиболее точное описание удается получить в случае, когда модель БЭС содержит систему из 6-ти уравнений в частных производных параболического типа. Эта модель учитывает также влияние массы барабана БЭС и эффекты перемешивания зерна в барабане на динамику процесса сушки. Несмотря на сложность такой модели, предложены эффективные методы исследования полученной системы уравнений и выполнено исследование влияния тех или иных упрощений модели на соответствие теории и эксперимента. Приводятся примеры переходных процессов при сушке ряда культур в различных режимах.

Во второй части доклада рассматриваются адаптивные алгоритмы управления БЭС. Целесообразность введения адаптации в алгоритмы управления БЭС вызвана целым рядом обстоятельств. Во-первых, как отмечается в первой части доклада, параметры БЭС как ОУ существенным, иногда непредсказуемым образом меняются в зависимости от типа (вида) зерна. Во-вторых, количество измерительных приборов, главным образом, влагомеров по техническим и экономическим сообра-

жениям ограничено. Отсюда возникает дополнительная неопределенность в определении состояния процесса сушки. Наконец, как известно, применение адаптивных алгоритмов управления во многих случаях позволяет применить более простую модель \mathcal{U} , что в итоге уменьшает требования к быстродействию и объему памяти микропроцессора, а также упрощает математическое обеспечение МПСУ.

Структура адаптивного регулятора процессом сушки зерна в БЭС включает в себя двумерный регулятор с подстраиваемыми параметрами, подстраиваемую модель объекта, группу оптимальных фильтров и блок вычисления оптимальных настроек регулятора. Регулятор воздействует на величину подачи топлива в теплогенератор и на величину подачи зерна в БЭС. Основными измеряемыми величинами являются влажность и температура зерна на входе и выходе барабана, а также температура агента на входе и выходе БЭС. Предусмотрена возможность включения в контур управления значений влажности агента на входе и выходе. Адаптивная система реализована на базе микро-ЭВМ "Электроника 60М". Исходной информацией для МПСУ является задание на влагосъем (или на конечную влажность), а также код марки сушеного материала. Приводятся результаты исследования адаптивной системы управления БЭС и сравнение с известными (неадаптивными) системами регулирования.

УДК 681.513.6: 681.325.5-181.4:631.234

Раженков Е.Т. (ЛЭТИ им.Ульянова (Ленина))
Арутюнян Б.А. (НИТИМЭСХ НЗ РСФСР)

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КЛИМАТОМ ТЕПЛИЦ НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ УВК-2

В существовавших до настоящего времени системах управления климатом теплиц содержатся, как правило, локальные регуляторы отдельных каналов: температуры воздуха в рабочем пространстве, влажности воздуха, полива и т.д. Регуляторы имеют фиксированную настройку коэффициентов усиления, а учет взаимодействия каналов в регулирующих алгоритмах не предусматривался.

Однако, в связи с развитием микропроцессорной техники, все более широкое применение начинают получать адаптивные методы управ-

ления микроклиматом теплиц, позволяющие добиться наиболее высоких экономических показателей использования защищенного грунта. Ниже рассматривается вариант реализации адаптивной системы управления теплицей на базе микропроцессорного вычислительного комплекса УВК-2, центральным процессором которого олужит микро-ЭВМ "Электроника-60М". Система включает в себя: собственно теплицу как объект управления, пакет управляющих алгоритмов, пакет алгоритмов пассивной идентификации, пакеты моделей внешней и внутренней среды, пакет модели теплицы. Управляемые, управляющие и возмущающие переменные обозначены соответственно X, U, E . Уставки и программные воздействия обозначены символом U_0 .

Кратко опишем основные блоки. Алгоритмы пассивной идентификации параметров процессов X, E, U выдают наряду с оценками процессов \hat{X}, \hat{E} текущие значения параметров моделей теплицы, модель внешней среды и моделей растительной массы.

Блоки моделей выдают исходные данные для формирования параметров управляющих алгоритмов. Модели в состоянии имитировать динамику соответствующих процессов как в реальном, так и в ускоренных масштабах времени. При отключении алгоритмов идентификации (разрыв контура адаптации), блоки моделей сохраняют значения параметров, соответствующие моменту отключения.

В режиме разомкнутого контура идентификации модель растительной массы имитирует тепловлажностные процессы в биомассе: эффекты дыхания растений, транспирация, изменение температуры листа и т.п.

Модель внешней среды при разрыве контура подстройки полностью прекращает воздействие на управляющие алгоритмы. Модель динамики теплицы при отключении контура самонастройки возвращается в состояние, определяемое начальными значениями параметров модели. В итоге регулятор осуществляет управление по фиксированным алгоритмам управления.

При отработке алгоритмов адаптивного управления теплицей в качестве объекта управления использовалась имитационная модель теплицы, реализованная на одной из ЭВМ двухпроцессорного комплекса. Для имитации условий внешней среды (температуры наружного воздуха, скорости ветра, потока солнечной радиации и др.) использовались метеорологические записи.

Отладка программ адаптивного управления теплицей осуществляется при использовании ГМД. Объем программ адаптивного регулирования

составляет - 16 К слов, что позволяет записать его в стандартные блоки ПЗУ (ППЗУ).

Модульный принцип организации программ позволяет легко встраивать новые модули, модернизировать и совершенствовать все элементы системы, а также, что очень важно, позволяет поэтапно проводить исследовательские работы на теплице.

УДК 681.325.5-181.4: 631.234:628.9

Федорова Е.П. (ЛХИ)

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОВЫМ РЕЖИМОМ В ТЕПЛИЦЕ С ЖАЛЮЗИЙНЫМ ЭКРАНОМ

Рост площадей культивационных сооружений защищенного грунта тесно связан с увеличением расхода электроэнергии на обеспечение радиационного и температурного режимов, расширением номенклатуры облучательных установок, с разработкой материалов ограждающих конструкций. По данным ВИЭХ на осветительные нужды расходуется до 25% всей потребляемой в сельском хозяйстве энергии. В промышленных теплицах расход электроэнергии на создание радиационного режима составляет 50% общего расхода. Годовые потери тепла через огражденные теплицы в зависимости от зоны строительства достигают 6 гкал-м². Потери светового излучения при использовании искусственных источников излучения в теплицах составляют 20-25%. Это значительно снижает эффективность использования сооружений защищенного грунта.

Одним из путей решения проблемы значительного снижения тепловых и световых потерь, снятия перегревов в южных районах и улавливания света в период его дефицита является применение принципиально нового типа пространственных облучательных установок, у которых в качестве светотехнической арматуры используются узкополосные жалюзийные экраны из металлизированной пленки на лавсановой основе типа ПЭФ. Применение жалюзийных экранов позволяет более эффективно использовать тепловую энергию и энергию облучательных установок. Однако, в дневное время при достаточной для растений солнечной радиации необходимо ориентировать жалюзи таким образом, чтобы максимально использовать солнечную энергию. Слежение за движением солнца вручную, путем воздействия на исполнительные механизмы экранов на не может решаться оператором на оптимальном уровне, поэтому

целесообразно автоматизировать систему управления углом поворота жалюзиного экрана. Проведенные исследования показали, что существуют углы поворота экрана, обеспечивающие максимальную освещенность. При отыскании таких углов можно повысить освещенность в теплице на 30-40%. На основании этого можно сделать вывод, что система управления радиационным режимом должна быть экстремальной, то есть обеспечивать максимум освещенности при различных азимутах солнца.

По заданию ОНТБ НИПТИМЭСХ НЗ РСФСР и института "Гипрони-сельпром" (г. Орел) на кафедре автоматизации сельскохозяйственного производства разработан макетный образец системы управления жалюзиным экраном и облучательными установками на базе микропроцессора К5801К80. Микропроцессорная система управления имеет ОЗУ емкостью 2 Кбайта, ПЗУ емкостью 2 Кбайта и 6 портов ввода-вывода. Порты ввода-вывода представляют собой буферные регистры, имеющие определенные адреса и выполняющие функции сопряжения микропроцессорной системы с периферийными устройствами, например, с первичными преобразователями-датчиками освещенности. Информация от датчиков освещенности поступает в АЦП и после преобразования в двоичный код вводится в микропроцессорную систему. Сигналы управления через порты вывода подаются на исполнительные механизмы облучательных установок. Опрос датчиков и выработка управляющих сигналов осуществляется с циклом не ниже 0,1 с, что достаточно для такого инерционного объекта, как теплица.

. Проведенные исследования показали, что программное управление не приемливо в связи с большой нагрузкой вычислителя и требованием большого объема памяти. Поэтому были разработаны адаптивные алгоритмы управления, обеспечивающие поиск максимума освещенности при любых метеорологических условиях и параметрах теплицы. Управление по этим алгоритмам ведется по циклической программе, которая состоит из нескольких подпрограмм:

- подпрограмма отыскания максимума освещенности;
- подпрограмма управления приводом жалюзиного экрана;
- подпрограмма включения и отключения облучательных установок;
- подпрограмма накопления экспериментальных данных для дальнейшей обработки.

Натурные испытания экспериментального образца и дальнейшая

доработка алгоритмов управления позволят создать без изменения оборудования алгоритмическим путем многообразную систему управления температурой воздуха в теплице и освещенностью с учетом внутренних и внешних возмущающих воздействий. Кроме того, применение микропроцессора допускает подключение к каналам управления систем управления поливом, газовой подкормки и т.д.

УДК 658.012.011.56: 631.234:628.8

Бернер Н.С.

Чистякова Г.М. (ЛСХИ)

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ ТЕПЛИЦ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИКРОПРОЦЕССОРОВ

В современных промышленных теплицах не все параметры микроклимата, имеющие важное значение для жизнедеятельности растений, могут быть регулируемыми, т.к. в некоторых случаях отсутствуют необходимые элементы автоматики, а в некоторых - соответствующее технологическое оборудование. Но даже тогда, когда исполнительные устройства и установки для регулирования того или иного параметра имеются, тем не менее, применяются самые простые и малоэффективные принципы управления. Достаточно сказать, что в большинстве промышленных теплиц замкнутые системы регулирования используются в основном для управления температурой воздуха и только в незначительной части теплиц для регулирования относительной влажности воздуха. Параметры почвенного слоя, концентрации углекислого газа в воздухе регулируют с помощью разомкнутых систем программного управления.

Примитивность применяемых методов управления находится в резком противоречии со сложностью задач управления параметрами микроклимата теплиц, и это, естественно, приводит к неудовлетворительным результатам. Поэтому весьма актуальной задачей является совершенствование систем управления микроклиматом теплиц, повышение точности и качества регулирования, в частности, за счет применения микро-ЭВМ и микропроцессоров. Это совершенствование может быть ориентировано по следующим направлениям.

Коррекция динамических свойств систем регулирования. Как показывают исследования динамических свойств теплиц, они как объекты управления интегральными (средними по объему или площади) параметрами микроклимата могут считаться простыми инерционными звеньями первого порядка с большой инерционностью (постоянные времени 100...2000 с). Однако, неблагоприятные динамические свойства остальных элементов систем регулирования (инерционность и запаздывание в каналах измерения и в исполнительных устройствах с постоянными времени, измеряющимися десятками, а иногда, и сотнями секунд) усложняют задачу управления. В подобных случаях для повышения быстродействия и запасов устойчивости эффективно применяются внутренние корректирующие контуры, что возможно только при вводе в регулирующее устройство и обработке в нем дополнительной измерительной информации о промежуточных координатах системы. Применение микро-ЭВМ и микропроцессоров открывает такую возможность и в системах регулирования параметрами микроклимата теплиц.

Много связность регулирования. Теплица при управлении микроклиматом является многосвязным объектом. Некоторые управляющие воздействия являются возмущающими для других каналов управления. Например, для поддержания высокой (до 90%) относительной влажности воздуха в одногектарном рабочем отсеке типовой блочной теплицы необходимо распылять влагу со средним расходом порядка 0,10 кг/с. Но испарение этой влаги за счет теплопоглощения из воздуха эквивалентно охлаждающему воздействию мощностью порядка 250 кВт, сильно возмущающему канал регулирования температуры воздуха. В то же время повышение температуры снижает относительную влажность воздуха, а включение вентиляции для охлаждения приводит к снижению относительной влажности воздуха и концентрации углекислого газа. Включением мощных осветительных установок при досвечивании растений или газогенераторов при подкормке их углекислым газом создается возмущающее воздействие, подогревающее теплицу. Следовательно, для повышения точности управления параметрами микроклимата теплиц целесообразно проектировать многосвязные системы регулирования с перекрестными связями по управляющим воздействиям, что невозможно осуществить при использовании обычных регуляторов.

Комбинированное управление. Стеклоянные ограждающие конструкции теплиц обладают весьма слабыми теплоизолирующими свойствами и не обеспечивают герметизации рабочих отсеков. Поэтому быстрые

изменения температуры наружного воздуха, мощности солнечной радиации (при переменной облачности), скорости и направления ветра способны привести к существенному изменению температуры воздуха внутри теплицы, если действие этих возмущений не будет своевременно скомпенсировано соответствующими изменениями управляющих воздействий. Учитывая большую инерционность объектов управления и измерителей, можно утверждать, что для ослабления действия возмущающих факторов целесообразно применение принципа управления по возмущению одновременно с использованием обратной связи. Это требует изменения алгоритмов управления и учета в регулирующем устройстве дополнительной информации, поступающей от датчиков возмущений.

Повышение точности измерений. При регулировании интегральных параметров повышение точности управления может быть достигнуто за счет повышения точности измерения и оценивания регулируемых координат. В частности, может быть увеличено количество точек измерения и усложнены алгоритмы обработки измерительной информации (усреднение, фильтрация, комплексирование и т.д.). Для этого прежде всего необходимы достаточно совершенные вычислительные устройства.

Учет распределенности параметров. Определенной особенностью современных промышленных теплиц являются большие размеры рабочих отсеков. В типовых блочных теплицах отечественного производства полезная площадь в одном отсеке достигает одного гектара. Как следствие этого, возникает проблема неравномерности распределения регулируемых величин или по объему, или по площади теплицы. Это усложняет управление. Даже если решены технически сложные задачи измерения и оценки распределенных параметров, то остается еще более сложная задача создания распределенных управляющих воздействий, которая не может быть решена без изменения технологических установок, используемых для создания и управления микроклиматом теплиц, и без резкого усложнения алгоритмов управления. Без применения микро-ЭВМ или микропроцессоров реализация таких алгоритмов, обеспечивающих координированное управление множеством исполнительных устройств, не представляется возможной.

Среди других направлений совершенствования (прежде всего, алгоритмического) систем автоматического управления микроклиматом теплиц можно отметить также возможность применения адаптивного

управления, устраняющего неблагоприятное влияние неустойчивости динамических параметров систем, возможность применения автоматического встроенного контроля систем регулирования, обеспечивающего передачу информации о состоянии системы на центральный диспетчерский пункт и т.д.

В докладе приводится конкретный пример эффективности применения некоторых из указанных направлений для улучшения динамики регулирования температуры в теплицах с водяным обогревом.

УДК 631.234:628.852

Раженков Е.Т. (ЛЭТИ им.Ульянова (Ленина))
 Арутюнян Б.А.
 Литновский Г.В. (НИИТМЭСХ НЗ РСФСР)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗИМНИХ БЛОЧНЫХ ТЕПЛИЦАХ В ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Для создания совершенных систем управления на базе средств микропроцессорной техники необходима разработка моделей теплицы как объекта управлений (OU), более адекватных, чем ранее созданные модели на основе упрощенных балансовых соотношений, статических регрессионных моделей и других моделей типа "вход-выход", т.е. моделей теплицы как "черного ящика".

В целом задача описания теплицы как OU является весьма сложной задачей в силу распределенного характера температурно-влажностных полей в рабочей объеме теплицы и сложной динамики процессов. В связи с тем, что существовавшие ранее технические средства не позволяли реализовать законы регулирования, соответствующие по сложности OU, актуальность детального рассмотрения динамики процессов в теплице возникла лишь с появлением возможности применения в контуре управления недорогих средств микропроцессорной техники.

В данной работе рассматривается математическая модель зимней блочной теплицы как OU, позволяющая более детально по сравнению с имеющимися моделями описать динамические свойства теплицы. Модель описывает процесс формирования температурного поля $T(x)$, где x - вертикальная координата, в воздушном объеме теплицы с учетом

растительной массы, заключенном между двумя горизонтальными границами: нижняя - поверхность почвы с нагревательными регистрами напочвенного отопления и верхняя - внутренняя поверхность кровли с нагревательными регистрами кровельного отопления.

При описании была выполнена гомогенизация управляющего поля дискретно расположенных труб нагревательных регистров эквивалентной непрерывной поверхностью.

Динамика температуры теплоносителя в нагревательных регистрах описывалась уравнениями в частных производных с последующей процедурой осреднения по длине регистра с учетом эквивалентных начальных и граничных условий.

Динамика температурных процессов в почве и кровле описана с учетом внешних и внутренних радиационных эффектов, наружной температуры и скорости ветра, а также эффектов испарения и конденсации влаги.

Несмотря на свою сложность, решение уравнений модели может быть представлено в аналитической форме, а также в форме передаточных функций.

Поскольку многие теплофизические соотношения, описывающие процессы тепло-массопереноса носят эмпирический и полумпирический характер, свойственный многим расчетам по теплофизике, в данной работе было также выполнено численное моделирование полученных уравнений и сравнение теоретических данных с экспериментом, подтвердившее совпадение, достаточное для решения задач автоматического управления.

В заключение отметим, что данная модель разработана применительно к решению задач адаптивного управления температурно-влажностным режимом в зимней блочной теплице.

УДК 681.51: 632.981.11:632.95

Мисса И.С. (ЦНИИМЭСХ)

САУ ПРОЦЕССОМ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СУСПЕНЗИЙ ПЕСТИЦИДОВ ПО КАЧЕСТВУ

В ЦНИИМЭСХ разработана система автоматического управления (САУ) циклично непрерывным процессом приготовления суспензии пестицидов по качеству для специализированного отделения агрегата АПЗ-10.

Из циклограммы процесса приготовления суспензий следует, что время ручного дозирования пестицидов по массе в смеситель АПЗ-10 объемом 350 л составляет не более 13 мин, длительность перемешивания 12 мин, а перекачивание готовой суспензии в рабочую емкость 4,3 мин. Таким образом, длительность цикла приготовления суспензий пестицидов при ручном управлении составляет 29,3 мин.

С целью оптимизации процесса приготовления суспензий пестицидов по времени и качеству смеситель АПЗ-10 дополнительно оснащен автоматическим порционным дозатором типа ДСС-1 и кондуктометрическим концентратомером. Это позволило сократить длительность цикла до 13,9 мин при достижении неравномерности массовой доли пестицида по объему суспензий в смесителе $\pm 5\%$, что соответствует требованиям ГОСТ 4764-82.

Разработка оптимального управления процессом приготовления суспензий пестицидов по качеству произведена для статического режима работы смесителя, так как продолжительность цикла значительно больше времени перемешивания. Аналитическое выражение модели смесителя АПЗ-10 в статике определяется выражением:

$$C = M_2 \cdot 100 / (M_1 + M_2 + M_3),$$

обязывающим выходной параметр C - массовую долю пестицида с входными: массами воды M_1 , пестицида M_2 и силикатного клея или КБК - M_3 .

Математическая модель смесителя АПЗ-10 в динамике описывается периодическим звеном первого порядка и звеном чистого запаздывания, соединенных последовательно:

$$W(p) = K \cdot \exp(-\tau \cdot p) / (T \cdot p + 1),$$

где K - коэффициент передачи, равный - 2,44; 2,42 и 2,41 для суспензий I, II, III типов (вода - ТМТД, вода - гекоахлорбензол, вода - пентатиурам); T - постоянная времени процесса приготовления суспензий, равная 148,5; 178,5; 208 с., соответственно для I, II и III типов;

τ - время чистого запаздывания, равное продолжительности перекачивания готовой суспензии из смесителя в рабочую емкость, 4,3 мин.

Разработанный кондуктометрический концентратомер суспензий пестицидов состоит из двух (плоскопараллельных или коаксиальных)

ячеек переменного тока, которые подсоединяются на два входа электромагнитного элемента сравнения и к автономным источникам стабилизированного напряжения. К выходу элемента сравнения подключается реле минимального напряжения и измерительный прибор, проградуированный в процентах. При этом индуктивные сопротивления входных катушек элемента сравнения выбираются равными емкостному сопротивлению ячеек, согласно с треугольниками сопротивлений каждой из измерительных цепей.

Исходя из метрологических требований к измерениям определены две базовые точки контроля: у вала мешалки на верхней отметке у уровня суспензии и нижней отметке у боковой поверхности смесителя. Применение ячеек переменного тока из нержавеющей стали позволило исключить электролизационные и уменьшить на два порядка поляризационные явления, а соответственно и погрешность от них. Устранение погрешностей от колебания температуры суспензии в смесителе и от теплового эффекта в измерительных ячейках концентромера достигается: - автоматической стабилизацией температуры в смесителе на уровне $25 \pm 1^\circ\text{C}$, с помощью регулятора РТ-2;

- ориентацией продольной оси электродов ячеек перпендикулярно вихревым течениям жидкости в смесителе.

Экспериментальные исследования удельных электропроводностей суспензий пестицидов от их массовых долей проводились методом амперметра и вольтметра на специальной установке. Из полученных результатов следует, что линейная зависимость между удельной электропроводностью суспензий пестицидов и их массовыми долями имеет место в диапазоне 0,7...1 от нормированной дозы. Погрешность кондуктометрического концентромера составляет $\pm 2,6\%$ при вероятности 0,95.

Автоматический контроль уровня воды и суспензии в смесителе АПЗ-10 осуществляется уровнемером типа ЭСУ-2, а в рабочей емкости уровнемером ЭСУ-3. Два преобразователя которого используются для контроля уровня в рабочем диапазоне, а третий - для сигнализации аварийного уровня.

Для синтеза САУ процессом приготовления суспензии в смесителе АПЗ-10 использовано математическое описание этого объекта в виде логико-динамической модели. На ее основе реализована структура САУ, состоящая из логического блока и управляющего устройства.

Аппаратурная реализация САУ осуществлена на интегральных

модулях.

Внедрение САУ позволяет оптимизировать процесс приготовления суспензий пестицидов по времени и качеству, повысить производительность линии протравливания на 24%, обеспечить нормальные санитарно-гигиенические условия труда и исключить загрязнение окружающей среды.

УДК 631.3.061.8

Соколов И.А. (ТИИИМСХ)

КОНТРОЛЬ, ОБРАБОТКА И ВЫДАЧА ИНФОРМАЦИИ О КАЧЕСТВЕ ПРОЦЕССА ЛИНТЕРОВАНИЯ

Опушенность хлопковых семян является одним из показателей качества процесса линтерования. На современных хлопкоочистительных заводах опушенность олинтерованных семян определяют химическим методом. Длительность определения (2-3 часа) исключает возможность применения полученных результатов для автоматизации линтерных машин. В связи с этим в ТИИИМСХ были проведены поисковые исследования по созданию экспрессивных методов контроля опушенности.

В результате поисковых исследований выявилась возможность применения поляриметрического и фонометрического методов для контроля опушенности. При этом образец опушенных хлопковых семян помещался в затемненную камеру и в первом случае освещался поляризованным светом и по степени деполяризации отраженного от семян потока судили о степени опушенности, а во втором случае семена освещались потоком от лампы накаливания и по интенсивности отраженного от семян света судили об опушенности.

Применение оптических методов лабораторного контроля опушенности позволило сократить время определения до 3...5 минут. Разработка специального пробоотборника со слоеформирователем позволила производить контроль опушенности хлопковых семян непосредственно в технологическом процессе линтерования. Особое внимание было уделено обработке и выдаче информации о степени опушенности хлопковых семян. Сигнал о степени опушенности в виде аналога напряжения снимался с фотоэлемента.

В процессе экспериментов было установлено, что отражательная способность опущенных семян хлопчатника (для фотометрического метода) находится в существенной зависимости от разновидности и сортности хлопка-сырца. В связи с этим возникла необходимость в сравнении полученного от образца сигнала с эталонным сигналом.

Для этого была использована мостовая схема, в одном из плеч которой находится фотоэлемент, в другом плече эталонный переменный резистор. Для выбора эталонного сопротивления через установку пропускались семена заданной опущенности и диагональ моста настраивалась на "0", после этого через установку пропускались опущенные семена хлопчатника и по величине напряжения дисбаланса моста судили о степени опущенности. Знак снятого с диагонали напряжения показывал недолинтровку или перелинтровку семян от заданного значения.

Другим вариантом получения эталонного сигнала является применение стабилизированного источника питания промышленного образца "Б5-10" с регулируемым выходным напряжением. Величина эталонного сигнала определялась следующим образом: отбирают контрольные пробы хлопковых семян различной опущенности из перерабатываемой партии хлопка-сырца, определяют их отражательную способность в качестве анализа напряжения, снятого с фотоэлемента для данной опущенности. Затем величину эталонного напряжения задают с помощью регулируемого стабилизированного источника питания и при сравнении его с сигналом, полученным от контролируемых семян, судят о качестве процесса линтерования. Для простоты реализации оптических методов было разработано световое табло, применение которого даст световую индикацию нормальной работы линтерных машин, перелинтровку или недолинтровку хлопковых семян. В настоящее время работа ведется по использованию полученной информации для автоматической подрегулировки линтерных машин.

УДК 631.362: 62-52. .001.5

681.325.5-181.4.004.14:631.362

Гуляев Г.А. (ВИМ)

Гришин Е.Ф. (ВНИИЭЛЕКТРОПРИВОД)

Волков В.В. (НИИТИМСУХ НЗ РСФСР)

К обоснованию необходимости разработки микропроцессорной системы управления предприятиями послеуборочной обработки зерна и семян

Необходимость перевода систем управления предприятиями послеуборочной обработки зерна и семян на микропроцессорную основу диктуют требования технологии и унификации.

Требования технологии. Главным недостатком проектов современных пунктов и заводов послеуборочной обработки зерна и семян является необходимость большого количества обслуживающего персонала, загруженного очень коротким срок (I-I,5 месяца).

На наш взгляд представляется необходимым приступить к разработке предприятий послеуборочной обработки зерна и, в первую очередь семенного, оснащаемых устройствами управления с использованием микропроцессорных систем (МПС), позволяющих сократить до минимума, а на некоторых линиях исключить полностью использование обслуживающего персонала.

В разработке МПС (микро-ЭВМ, микроконтролеров) должно быть уделено внимание двум направлениям - управлению маршрутами движения зерна и управления технологическим процессом на отдельных операциях (сушка, очистка). Причем, основным здесь должно быть первое направление, а автоматизация управления технологическим процессом должна быть осуществлена на базе упрощения самого процесса и стабилизации режимов обработки материала.

Требования унификации. Технологический процесс послеуборочной обработки зерна концентрирован и взаимосвязан не только информационными потоками, но и материально, единими транспортно-технологическими системами с различным количеством единиц оборудования. Это приводит к тому, что приходится разрабатывать широкую номенклатуру управляющих устройств, работающих по жестким технологическим блокировкам. Так, например, номенклатура низковольтных комплектных устройств управления (НКУ) для зернообрабатывающих предприятий колхозов и совхозов, освоенных серийно Минэлектротехпромом в прошедшей пятилетке насчитывает 29 различных единиц и число их продолжает увеличиваться дальше.

Основным отличием управления с помощью МПС является возможность многократного использования программ для различных технологических процессов и единиц оборудования. Поэтому применение МПС как

раз и позволяет осуществить унификацию ИЮ по функциональным признакам и тем самым обеспечить сокращение номенклатуры изделий.

УДК 637.116-52

Изаков Ф.Я.

Железнякова Р.М. (ЧИМЭСХ)

ПРОБЛЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ МАШИННОГО ДОЕНИЯ

Факторы, влияющие на процесс молокоотдачи, весьма разнообразны по своей природе. Но наибольшее влияние на быстроту, полноту и другие параметры молокоотдачи оказывает доильный аппарат.

В основном все современные доильные аппараты работают по принципу отсасывания молока из вымени, по конструкции исполнительного органа имеют двухкамерные доильные стаканы.

При конструировании доильного аппарата оптимизируют следующие параметры: разрежение, которое колеблется в пределах 33, 25-53, 2 кПа; частоту пульсаций в пределах 0,75 - 1,33 Гц; соотношение тактов, изменяющееся от 2:3 до 4:1.

У различных коров различны сопротивление отдачи молока, скорость образования молока в момент дойки, а также форма и размеры сосков. Эти индивидуальные особенности коров вызывают необходимость в индивидуальном подходе к выбору режимов машинного доения.

Для оптимизации режимов машинного доения необходимо выбрать критерий. В качестве критерия оптимизации могут быть выбраны средняя интенсивность молокоотдачи, машинный удой, время машинного доения. По нашему мнению наиболее целесообразна оптимизация по интенсивности молокоотдачи. Как показали материалы исследований, на этот критерий режим доения оказывает значительное влияние.

Неправильно выбранный режим доения, с одной стороны может вызвать заболевание животного субклиническим маститом, а с другой, от излишне затраченного времени на машинное доение, от недополучения продукции, хозяйство будет нести экономический ущерб.

Какими же путями можно разрешить проблему выбора оптимального режима? Во-первых, необходимо разработать методику поиска оптимального режима. Такая методика должна базироваться на обработке данных спланированного многофакторного эксперимента.

Во-вторых, нужно определиться, по какому признаку делить животных на группы, так как очевидно, что единого режима для всех животных быть не может. Это связано с физиологическими особенностями живого организма.

Режим можно определять для каждого животного, для группы животных. По какому же признаку формировать эти группы? Таким признаком может быть и продуктивность коровы за лактации, и средняя интенсивность молокоотдачи. Решение этого вопроса требует самостоятельных исследований. На наш взгляд наиболее прогрессивным и частично оправдавшим себя является признак разделения животных по типу высшей нервной деятельности (в.н.д.). Согласно учению И.П.Павлова выделяются четыре основных типа в.н.д., различных по сочетанию силы, подвижности и уравновешенности нервных процессов. Методика определения типа в.н.д. разработана (1) и позволяет в течение 1-2 суток по контрольным дойкам определить его. Есть исследования (2), которые показали, что марка доильного аппарата, а значит и режим доения, влияют на интенсивность молоковыделения, уровень продуктивности и состояние молочной железы коров. Так животных с низкой стрессоустойчивостью (стр) и наиболее низкой чувствительностью к стимулирующим молокоотдачу воздействиям рекомендуют доить доильным аппаратом "Майга", а для коров первого типа СТР, обладающих наиболее высокой чувствительностью к стимулирующим молокоотдачу воздействиям, рекомендуют доильный аппарат "Волга".

Для того, чтобы на животноводческих комплексах возможно было осуществить доение по группам, должна быть создана специальная аппаратура, которая могла бы осуществлять автоматическую оптимизацию режимов машинного доения. Эта система должна выполнять следующие функции:

1. Распознавать номер животного, пришедшего на дойку, или номер группы, к которой оно относится;
2. Настраивать параметры доильного аппарата на заданный режим доения, для чего необходима вакуумная установка с вакуум-регулятором, электромагнитный пульсатор, позволяющий регулировать частоту пульсаций и соотношение тактов, устройство, отключающее систему при окончании доения.
3. Выдавать порции подкормки в зависимости от продуктивности животного.

Отдельные звенья этой системы разработаны. Это позволяет на-

деяться на скорейшее разрешение проблемы оптимизации машинного доения.

Создание такой системы позволит повысить продуктивность животных, сократить время, необходимое на машинное доение, снизить количество заболеваний коров субклиническим маститом.

УДК 656.012.45.002.5

Пастушенко В.С.

Кальной А.П.

Притака А.И. (УкрНИИМЭСХ)

Страхов С.М. (Госплемптице завод "Кучаковский")

ИНФОРМАЦИОННОЕ ТАБЛО

Важным и распространенным способом решения задач управления в сельском хозяйстве является способ, основанный на оборе информации о состоянии отдельных элементов производства и выработке с ее помощью отдельных решений и мероприятий, исходя из опыта, квалификации, таланта, интуиции руководителей и специалистов хозяйства. К сожалению, такая информация не всегда доступна или она может быть получена с некоторым опозданием. Эти существенные недостатки могут быть устранены за счет применения автоматических систем сбора и обработки информации. Однако, в настоящее время это перспективное направление еще не нашло широкого применения на сельскохозяйственных предприятиях, т.к. такие устройства требуют значительных капитальных затрат и высококвалифицированного технического обслуживания. Отсюда, следует признать целесообразным разработку и внедрение более простых информационных устройств, позволяющих при существующем уровне обслуживания выполнять некоторые информационные функции.

К таким устройствам можно отнести разработанное в УкрНИИМЭСХ информационное табло о производственно-хозяйственной деятельности Госплемптице завода (ГППЗ) "Кучаковский".

Информационное табло состоит из блоков питания, коммутации, индикации, ввода информации и линии связи. Блок индикации состоит из устройств индикации птичников и инкубатория, устройства индикации хозяйственной деятельности. Он оформлен в виде мнемосхемы плана птицефабрики с нанесением всех птичников и инкубатория, а также таблиц хозяйственной деятельности. В качестве элементов индикации

в блоке использованы газоразрядные знаковые индикаторы тлеющего разряда типа ИИ-12А, ИИ-12Б, ИИ-15А. Блок индикации устанавливается в месте потребления информации, например, в кабинете директора.

Блок ввода информации состоит из устройства ввода информации о времени посадки и высадки птицы по птичникам и, устройств ввода информации о производстве суточных цыплят и мяса, взрослой птицы и молодняка, о производстве и реализации яиц, об удельных показателях хозяйственной деятельности ГППЗ, устройства ввода информации о времени вывода и о выводимости цыплят в инкубатории.

Устройства информации состоят из набора галетных переключателей и тумблеров, так что информация на них набирается в десятичном коде, что прямо согласуется с индикаторными лампами, установленными на блоке информации. Тумблеры служат для введения первой цифры, обозначающей десятки месяцев года, и для введения при необходимости плавающей запятой.

Блок ввода информации располагается в диспетчерском пункте хозяйства, который оборудован оперативными средствами сбора информации. Занесение информации в блок ввода информации производят вручную, что в какой-то мере снижает оперативность ее поступления на блок индикации, однако значительно упрощает обслуживание всей системы, снижает ее стоимость.

Блок коммутации состоит из двух коммутаторов. Он позволяет по желанию оператора поочередно подключить любое из устройств ввода информации к блоку индикации. Это позволяет значительно (примерно в 10 раз) сократить число жил линии связи.

Блок питания позволяет получить все необходимые для работы табло напряжения.

Максимальная информация, закладываемая в табло, составляет 238 показателей, которые отражаются на блоке индикации 1079 цифровыми десятичными знаками.

УДК 631.3-52:636
636.082.474.1:631.5

Сериков В.Н.
Карасев О.Б.
Гелейша А.А.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА В ИНКУБАТОРАХ
Важнейшей составной частью экономической стратегии партии является-

ся Продовольственная программа, направленная на то, чтобы обеспечить население нашей страны всеми видами продовольствия, существенно улучшить структуру питания. В выполнении этой задачи основное внимание уделяется сейчас развитию мясного птицеводства, в первую очередь бройлерной промышленности.

С развитием бройлерного производства в стране из года в год возрастает объем инкубации яиц мясных кур. Средний процент вывода молодняка этой птицы составляет всего лишь 67-68, что свидетельствует о наличии больших, но не используемых пока резервов увеличения производства бройлеров. Одним из них является использование информационно-измерительных систем для контроля работы технологического оборудования инкубаторов.

Для инкубации крупных партий яиц в последние годы были созданы отечественные инкубаторы "Универсал-55" и ИКП-90. Они более совершенны, чем ранее выпускавшиеся, оснащены системами автоматики для регулирования температурно-влажностного режима, управления поворотов лотков. Однако и это оборудование по своим техническим возможностям, а также по показателям инкубации оставляет желать лучшего. Системы автоматики довольно часто дают сбой в работе и не смотря на то, что в инкубатории круглосуточно дежурит обслуживающий персонал не всегда удается обнаружить нарушения режима инкубации.

Первоочередную важность при инкубации играет правильное соблюдение температурного режима в камерах. Он должен поддерживаться в пределах $37,2...38,2^{\circ}\text{C}$ с погрешностью $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$.

Отклонение от заданных пределов влечет за собой значительное снижение процента вывода цыплят. По данным отдела инкубации птицепрома ЕССР повышение температуры в камере на $39...40^{\circ}$ продолжительностью до I часа снижает процент вывода от $1,5...2\%$; до $2...4$ часов на $5...6\%$; более 4 часов - на 70% .

Это обстоятельство вызывает необходимость строго контролировать ход технологического процесса.

В настоящее время промышленность не выпускает устройства, предназначенные для централизованного контроля и измерения в инкубаторах. Применение же, для этих целей серийных устройств сопряжено целым рядом трудностей (несоответствие функциональных возможностей, сложность, дороговизна, дефицитность).

Разработка методов и аппаратуры для измерения температуры при инкубации яиц с допустимой погрешностью, не превышающей

$0,1^{\circ}\text{C}$, представляет актуальную задачу, учитывая быстрый рост требований, предъявляемых к точности измерений, автоматизации производства, совершенствование технологических процессов.

Предназначенная для измерений такого рода аппаратура помимо общих требований, предъявляемых к термометрам, должна удовлетворять целому ряду требований, отражающих специфику измерений в условиях инкубатория — обеспечить прямой цифровой отсчет температуры и необходимую дистанционность измерений, обладать достаточной помехозащищенностью и устойчивостью к воздействию механических и технологических факторов. Помимо этого желательным является наличие вывода измерительной информации на регистрирующее устройство и возможность включения устройства в систему автоматического управления технологическим процессом.

Основываясь на указанных требованиях разработана автоматическая информационно-измерительная система, предназначенная для дистанционного измерения и регистрации текущих значений температуры в инкубаторах.

Система состоит из центрального устройства и преобразователей "температура-частота" (по количеству необходимых точек измерения).

Информационно-измерительная система позволяет измерить температуру в 64 инкубаторах с точностью $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$.

Ожидаемый экономический эффект от внедрения системы составит 40 тыс. руб.

УДК 532.3:631.3

Закидов Ш.Ш.

Абдулаев М.А.

Якубов М.С. (ТИИМСХ)

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ЕМКОСТНОЙ УРОВНЕМЕР ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Одной из характерных особенностей выбора первичных преобразователей при автоматизации сельскохозяйственного производства является получение достоверной информации о параметрах технологического процесса. При автоматизации кормопроизводства, переработке и хранении различного сырья, в агрохимии и проч. контроль уровня является одной из наиболее информативных параметров.

Большое распространение получили для измерения уровня емкостные уровнемеры, отличающиеся надежностью, отсутствием подвижных частей, возможностью работы в широком диапазоне температур и малой инерционностью измерения.

В докладе рассматриваются вопросы разработки автоматического емкостного уровнемера на основе квазиуравновешенного измерительного моста. Выбор такой измерительной цепи обусловлен тем, что, во-первых, уровень в основном связан с емкостной составляющей комплексной проводимости, во-вторых, простотой процесса уравновешивания. Последнее дало возможность в качестве следящей системы уравновешивающей части выбрать серийно выпускаемый потенциометр КСП-4.

Особенностью разработанного уровнемера является возможность дистанционного измерения уровня благодаря трехточечному подключению емкостного датчика к измерительной цепи.

Собственно измерительная цепь состоит из трансформатора с тесно индуктивной связью, что обеспечивает большой диапазон измерения, уравновешивающего реохорда и образцового конденсатора. Применение потенциометра КСП-4 дает возможность автоматизировать процесс уравновешивания, регистрации, регулирования, а также в многоточечном варианте контролировать поочередно уровень в нескольких точках. Динамические характеристики емкостных уровнемеров могут варьироваться в весьма широких пределах и в основном зависят от динамики выбранной базовой следящей системы КСП.

Погрешность измерения уровня составляет 0,5%, что вполне удовлетворяет требованиям, предъявляемым к технологическим процессам сельхозпроизводства.

УДК 681.586: /531.787 + 536.5/

Кудрявцев В.И. (МИИЭП)

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ТЕНЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ

Давление и температура - важнейшие теплотехнические параметры, дающие представление о состоянии многих технологических процессов и объектов сельскохозяйственного производства. Измерение давления и температуры позволяет уточнять значения влажности газовых сред, уровень, объем или массу технологических жидкостей.

В настоящее время автоматизация идет по пути использования полу-

проводниковых приборов в интегральном исполнении. Выпускаемые промышленностью интегральные тензопреобразователи (ИТП) давления Д 2,5, "Интеграл" и другие являются первичными измерительными преобразователями.

Исследования показали, что их входное сопротивление и выходной сигнал зависят от давления и температуры и слабо коррелированы между собой. Таким образом, совместное решение двух уравнений, связывающих входное сопротивление и входной сигнал с давлением и температурой, будет представлять собой математическую модель вторичного измерительного преобразователя. Тогда ИТП давления и такой вторичный преобразователь на базе микро-ЭВМ образуют измерительный прибор ИТП давления и температуры.

Получение искомой математической модели связано с проведением индивидуальной градуировки для каждого ИТП давления. Предлагаются следующие три градуировки:

- метрологическая однофакторная;
- прямая многофакторная;
- обратная многофакторная.

Метрологическая однофакторная градуировка связана с проведением отдельных однофакторных экспериментов с определением стандартных метрологических и ряда дополнительных характеристик ИТП давления.

Прямая и обратная многофакторные градуировки основываются на теории планирования активного многофакторного эксперимента.

При названных градуировках вместо входного сопротивления контролируется падение напряжения на нем и протекающий через нее ток, т.е. ток питания ИТП давления. Кроме того имитируется тепловое сопротивление и питающее напряжение или ток, которые он имеет в реальных условиях работы.

Результатом метрологической однофакторной и прямой многофакторной градуировок являются уравнения, связывающие входное и выходное напряжения ИТП с давлением, температурой и током питания, определение из которых температуры и давления связано с вычислительными сложностями и применением итеративных алгоритмов. Однако, несмотря на сложность получаемых математических моделей вторичных измерительных преобразователей для ИТП давления и температуры эти градуировки привлекают относительной простотой, возможностью их автоматизации и большой производительностью.

При обратной многофакторной градуировке можно получить непосредственно математическую модель вторичного измерительного преобразователя с независимым определением значений давления и температуры по величинам входного и выходного напряжения и тока питания ИТП давления. Применение такой градуировки ограничено рядом условий, она обладает сложностью и малой производительностью, а некоторые ее модификации возможны только при автоматизации градуировки.

УДК 621.365.036.21:681.536

Герасимович Л.С.

Прищепов М.А.

Власенко А.П.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОТОЧНЫХ ПЛЕНОЧНЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ-ДАТЧИКОВ ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ТЕРМОЛАБИЛЬНЫХ СРЕД

Известно, что для того, чтобы нагреватель одновременно выполнял функции датчика, необходимо наличие в нем хотя бы одного термочувствительного параметра, существенно изменяющегося при изменении температуры. В качестве такого термочувствительного параметра в пленочном электронагревателе (ПЭН) можно использовать его термозависимое сопротивление или проводимость.

Однако, применение в ПЭН токопроводящего покрытия с термозависимым сопротивлением или проводимостью противоречит одному из основных требований, предъявляемых к электронагревателям, в связи со значительным усложнением их расчетов, особенно для поточных электронагревательных установок (ЭНУ). Кроме того, ведение расчетов усложняется ограничениями, вносимыми допустимыми эксплуатационными характеристиками ПЭН - удельной мощностью W_n доп. и температурой перегрева θ_n доп., а в некоторых случаях еще дополнительным ограничением температуры на контактной поверхности теплообмена (КПТ) (из-за пригара для термоллабильных сред, из-за возгонки органической пыли для воздуха) до значения не выше технологически допустимого θ_k доп.

Исходными выражениями при расчете и оптимизации поточных пленочных нагревателей-датчиков являются зависимости распределения удельной мощности $W_n(x)$ и температуры $\theta_n(x)$ на ПЭН, а также температуры на КПТ $\theta_k(x)$ по длине L поточного электронагревателя,

имеющие соответственно следующий вид:

$$\theta_n(x) = \frac{I^2 \rho_0 K (1 + \alpha_\theta \theta_{сг})}{K \Pi^2 - \alpha_\theta I^2 \rho_0} \exp \left[\frac{\alpha_\theta I^2 \rho_0 K \Pi x}{C M (K \Pi^2 - \alpha_\theta I^2 \rho_0)} \right]$$

$$\theta_n(x) = \frac{I^2 \rho_0 \cdot K \Pi^2 \left[(1 + \alpha_\theta \theta_{сг}) \exp \left[\frac{\alpha_\theta I^2 \rho_0 K \Pi x}{C M (K \Pi^2 - \alpha_\theta I^2 \rho_0)} \right] - 1 \right]}{K \Pi^2 - \alpha_\theta I^2 \rho_0}$$

$$\theta_n(x) = \frac{(1 + \alpha_\theta \theta_{сг}) \exp \left[\frac{\alpha_\theta I^2 \rho_0 K \Pi x}{C M (K \Pi^2 - \alpha_\theta I^2 \rho_0)} \right] \left(\frac{\alpha_\theta I^2 \rho_0 K}{C M (K \Pi^2 - \alpha_\theta I^2 \rho_0)} \right) - 1}{\alpha_\theta}$$

- где λ - текущее значение длины поточного элемента;
 Π - периметр канала;
 C - теплоемкость обрабатываемой среды;
 ρ_0 - удельное поверхностное сопротивление ПЭН;
 α_θ - температурный коэффициент сопротивления ПЭН;
 K - коэффициент теплоотдачи от пленки к обрабатываемой среде;
 α - коэффициент теплоотдачи от КПТ в обрабатываемую среду;
 $\theta_{сг}$ - температура обрабатываемой среды на входе в ЭНУ;
 M - массовая подача среды;
 I - ток нагрузки ПЭН.

При питании ПЭН от источника постоянного напряжения значение тока нагрузки определяется из выражения:

$$I = \frac{C M (1 + \alpha_\theta \theta_{сг}) \left(\exp \left[\frac{\alpha_\theta I^2 \rho_0 K \Pi L}{C M (K \Pi^2 - \alpha_\theta I^2 \rho_0)} \right] - 1 \right)}{\alpha_\theta}$$

Оптимизация нагревателя-датчика проводится по минимуму площади КПТ (условие оптимизации нагревателя) и максимуму чувствительности датчика (условие оптимизации датчика).

Предложенная методика расчета поточных ПЭН позволяет уменьшить площадь его КПТ на 25...30%.

УДК 681.325.5-1В1.4:637.4.027

Кранев А.С. (ЛСХИ)

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ УЧЕТА
И СОРТИРОВКИ ЯИЦ НА КОНВЕЙЕРЕ НА БАЗЕ МИКРО-ЭВМ
"ЭЛЕКТРОНИКА-60"

Дальнейшая интенсификация промышленного птицеводства требует значительного развития технических средств управления и контроля технологическими процессами. В настоящее время процесс обработки и сортировки яиц является одним из самых трудоемких. Применяемые для этих целей механические устройства контроля непосредственно взаимодействуют с продукцией. Это приводит, во-первых, к увеличению боя яиц в процессе их обработки, величина которого достигает 0,5... 0,92% [1], а во-вторых, требует создания упорядоченных потоков яиц, то есть усложнения всего процесса обработки.

Переход на новую технологию бесконтактной сортировки яиц позволит значительно снизить трудозатраты, бой яиц и увеличить производительность всей системы контроля. Эта задача может быть успешно решена путем создания робототехнического устройства (РТУ) на основе современных средств микропроцессорной техники.

Для функционирования РТУ в условиях поточного производства необходимо разработать комплекс технических средств и программного обеспечения, к основным частям которого можно отнести:

1. Систему технического зрения (СТЗ), позволяющую РТУ получать информацию об объектах контроля.
2. Алгоритмы и программы работы РТУ, обеспечивающие его максимальную производительность.
3. Устройство управления РТУ, работающее в соответствии с заданной программой.

Для исключения влияния РТУ на технологический процесс производства яиц оно должно функционировать в реальном масштабе времени. Исходя из этого, в качестве устройства управления необходимо использовать микро-ЭВМ. В настоящее время наибольшее распространение, связанное с относительно низкой стоимостью и развитым аппаратным и программным обеспечением получила микро-ЭВМ "Электроника-60", выполненная на базе микропроцессорного комплекта К581. Поэтому в разрабатываемом устройстве сортировки яиц функции управления СТЗ, а также алгоритмического и программного обеспечения РТУ в целом возложены на микро-ЭВМ "Электроника-60".

В настоящее время завершены работы по созданию СТЗ и разработке алгоритмов и программ классификации яиц по сортности. В основу принципа классификации яиц по сортности положена корреляционная зависимость между геометрическими размерами яиц и площадью поверхности их проекции. Применяемая в птицеводстве весовая сортировка яиц обеспечивает проведение пяти градаций по сортности. С учетом того, что средние квадратические отклонения (СКО) яиц составляют по диаметру и длине соответственно $D = 2,5$ мм и $L = 3,74$ мм, при проведении классификации яиц по размерам и сохранении указанной степени градаций по сортности, СТЗ должна иметь высокую разрешающую способность по определению размеров яиц. На основе проведенных исследований в разработанной СТЗ в качестве устройства формирования изображений используется малогабаритная телевизионная камера (ТВК) [2]. Для получения высокой разрешающей способности СТЗ в основу метода формирования изображений положен непрерывно-построчный принцип получения изображений перемещаемых объектов. Строка изображения формируется из телевизионного покадрового изображения камеры путем выделения одного дискрета изображения из каждой строки - 400-строчного кадра ТВК:

Данный метод позволил получить шаг дискретизации $0,5 \dots 1 \cdot 10^{-3}$ м при ширине конвейера $0,2 \dots 0,4$ м.

Сформированное ТВК аналоговое изображение преобразует аналого-цифровым преобразователем АЦП в цифровую форму и вводится в ЭВМ. С целью сокращения времени обмена между ТВК и ЭВМ ввод информации осуществляется в режиме прямого доступа к памяти. Полученная информация преобразуется в двухградационное по яркости изображение объектов контроля. Определение сортности яиц производится путем сравнения площади проекции сформированного изображения каждого из объектов с нормирующими коэффициентами, соответствующими определенной градации сортности. Для проведения классификации в неорганизованных потоках предварительно осуществляется дополнительная обработка изображений объектов контроля, заключающаяся в разделении соприкасающихся изображений на изолированные области.

Разработанные алгоритмы и программы при использовании управляющей микро-ЭВМ "Электроника-60" обеспечивают проведение классификации яиц по сортности в неорганизованных потоках при скорости перемещения яиц до 10 м/мин, в организованных - до 15 м/мин.

Представленный материал указывает на одно из возможных направ-

лений по созданию робототехнических систем в промышленном птицеводстве на основе микропроцессорных средств и достижений оптоэлектроники.

УДК / 658.012.011.56:658.512.4 / 636.92.08

Наконечный В.В.

Кистень Г.Е.

Гусак В.В. (ЦНИИМЭСХ)

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В КРОЛИКОВОДСТВЕ

Украинский научно-исследовательский институт
механизации и электрификации сельского хозяйства

На кролиководческих фермах Украинской ССР с закрытой системой содержания для разведения и выращивания кроликов используют стационарные металлические клетки, установленные в 1...3 яруса. При этом такие технологические операции как раздача кормов, очистка кормушек и поилок, посадка кроликов в клетки, осмотр и выбраковка, а также транспортные операции, связанные с перемещением животных в крольчатнике, выполняются вручную. В связи с этим затраты труда достигают 82 человеко-часов на 1 ц привеса живой массы или 1,7 человеко-часов на голову выращенного молодняка.

Анализ технологии содержания кроликов в клетках стационарных клеточных батарей показал, что электрифицировать технологические операции, выполняемые в настоящее время вручную, возможно путем применения автоматизированных конвейерных батарей.

Конвейеризация в кролиководстве, как высокий этап электро-механизации и автоматизации процессов, позволит увеличить производительность труда кролиководов почти в 2 раза по сравнению с затратами при выращивании в стационарных клеточных батареях.

Автоматизация основных технологических процессов при содержании кроликов в конвейерной батарее требует создания гибкого логического автомата, способного воспринимать от датчиков информацию о ходе технологического процесса и на основании ее анализа обрабатывать заданный алгоритм управления. При этом автомат должен обладать достаточным быстродействием, поскольку выполнение таких операций, как выдача кормов, воды, очистка кормушек и поилок, уборка навоза совмещено во времени.

Применение микроэлектроники, и в частности, микропроцессорных устройств позволяет значительно сократить аппаратные затраты на реализацию такой системы управления.

При нормированном кормлении кроликов оператор-кроликовод ежедневно перед раздачей корма определяет массу порции, выдаваемую в каждую клетку, учитывая график изменения нормы выдачи, возраст и количество кроликов в клетке, поедаемость корма за предыдущие сутки. Включение микро-ЭВМ в систему автоматического управления освобождает человека от вычислительных операций, тем самым увеличивая точность выдачи корма за счет исключения возможных ошибок расчета.

Эффективным направлением является также применение вычислительной техники для хранения и оперативной выдачи технологической информации. Процесс воспроизводства и выращивания кроликов в условиях промышленных форм сопровождается большим объемом перерабатываемой информации. Это объясняется, прежде всего высокой концентрацией животных, когда в одном крольчатнике установлены более 1000 клеток с кроликами, для которых необходимо знать время посадки и реализации, возраст и количество животных, расход кормов, динамику привесов, даты случки и окрола самок и т.п. Возможность оперативно получить такую информацию позволит специалистам ферм улучшить организацию работы подразделения.

В УНИИМЭСХ ведется работа по применению микропроцессорных устройств в промышленном кролиководстве. В частности, разработанная микроконтроллерная система управления конвейерной батареей для выращивания кроликов, применение которой позволит повысить качество выполнения технологических операций и увеличить производительность труда оператора-кроликоведа.

УДК 637.13.001.5
637.133.3/.4

Борисевич В.А.
Каптур З.Ф.
Черненко И.В.

К ВОПРОСУ ПАСТЕРИЗАЦИИ И СТЕРИЛИЗАЦИИ МОЛОКА

молоко является благоприятной питательной средой для развития и размножения различных микроорганизмов. Для их уничтожения и подавления

используют различные способы пастеризации и стерилизации молока.

При пастеризации в молоке уничтожаются патогенные бактерии, но в нем еще остаются другие бактерии и их споры. Хранение пастеризованного молока требуется осуществлять при низкой температуре.

При полной стерилизации молока в нем уничтожаются все микроорганизмы и их споры.

В настоящее время наибольшее распространение получила тепловая пастеризация молока, заключающаяся в нагреве его до определенной температуры и разной выдержке в зависимости от выбранного режима пастеризации. Для этой цели используются обычно паровые или водяные пастеризаторы, которые имеют большую материалоемкость и энергоемкость.

В настоящее время исследовано и разработано несколько типов электрических пастеризаторов. Это простые электродные пастеризаторы, которые имеют существенные недостатки, заключающиеся в отложении молочного камня на электродах и местного нагрева молока. Эти недостатки устранены при высококачественной пастеризации, которая отличается быстродействием и равномерностью прогрева молока, что вызывает лишь незначительные изменения физико-химических свойств его. При высококачественной пастеризации происходит прямой нагрев всех компонентов молока одновременно, в то время как у электронных пастеризаторов теплообразование происходит в основном в водяной части. Однако в высококачественных пастеризаторах наблюдается большой расход энергии, что сдерживает их широкое распространение. Кроме того, известные способы пастеризации молока с предварительной очисткой и нормализацией его по содержанию жира, путем нагрева до определенной температуры, охлаждением до 8°C и дальнейшим хранением его при этой температуре имеют и другие существенные недостатки.

Основные недостатки этих способов заключаются в затратах большого количества энергии на нагрев молока и его охлаждение, а также в изменении его состава из-за высокой температуры, снижения питательной ценности, измельчении жировых шариков и изменении вкусовых качеств молока.

В задачу нашей работы входило исследование и разработка способа стерилизации молока с целью снижения энергетических затрат на его стерилизацию и сохранение свойств исходного молока.

Нами исследован вопрос о возможности применения ионизирующего излучения на молоко-товарном комплексе для обработки молока

в потоке, т.е. его стерилизации.

В экспериментальной части работы были определены оптимальные дозы облучения, необходимые для стерилизации молока. Излучатель изменял физико-химического состава молока и состояние микрофлоры, находящейся в молоке, от мощности поглощения дозы.

Исследований способ включает очистку молока от механических примесей, нормализацию его по содержанию жира и стерилизацию его в поле ионизирующего излучения мощностью 70...80 р/с разной дозой облучения.

Опыты проводились в поле гамма-излучения на молоке одного и того же бактериального состава при непрерывном облучении. Отмеривались четыре равных объема молока по 2000 мл и распределялись тонким слоем в радиационном поле вдоль источника излучения. Облучение производили дозами по 0,1; 0,2; 0,3 и 0,4 М рад.

В 1 мл. исходного молока до облучения находилось по 2280000 бактерий, а Коли-титр составлял менее 10^{-4} . После облучения дозой 0,1 Мрад количество бактерий в 1 мл. молока снизилось до 310000, Коли-титр увеличился до 10^{-1} , процент обеззараживания составил 86,4%. При увеличении дозы облучения до 0,2 Мрад обеззараживание достигло 93,0%. При облучении 0,3 Мрад количество бактерий снизилось до 38300. Коли-титр составил 1,0, а обеззараживание достигло 98,3%. При дозе облучения 0,4 Мрад эти показатели соответственно составили 4200, больше 1 и обеззараживание достигло 99,8%.

Общая бактериальная обсемененность молока нормируется по ГОСТ. В соответствии с этим допустимое в молоке количество бактерий не должно превышать $300 \cdot 10^3$ микробных тел в 1 мл. при показателях по Коли-титру не ниже 1,0.

При облучении, как видно из приведенных данных, обработанное молоко соответствует требуемому стандарту при дозе облучения, равной 0,3 Мрад.

Опытами установлено, что после радиационной обработки физико-химический состав молока остается без изменения в отличие от теплового способа пастеризации.

Для сравнительной оценки теплового и радиационного способов обработки молока в качестве базового объекта взята молочно-товарная ферма совхоза "Гдановичи" Минского района. Приведенные затраты на пастеризацию 1 тонны молока в молочном блоке этого хозяйства (типовой проект № 801-274) с производительностью 16 тонн в сутки

составляют 5,23 руб/т, в том числе 3,75 руб на энергетические затраты.

Расчеты показывают, что при радиационной обработке молока на гамма-установке, производительностью 5840 т/год при КИМ равной 70% с активностью облучателя 1058 кКи, приведенные затраты составят 3,15 руб/т.

Следовательно, при замене теплового способа пастеризации молока радиационной обработкой можно получить на каждой тонне молока экономический эффект равный 2,08 руб практически при полном отсутствии энергозатрат, так как стерилизация на гамма-установке происходит за счет радиоактивного распада источников излучения.

При использовании радиационных установок для обработки молока на фермах и комплексах с поголовьем 1200...2000 коров затраты будут еще меньше.

Следует отметить и тот положительный эффект, что при обработке молока радиационным гамма-излучением (без нагрева) отпадает необходимость использования охладителя.

Бурный рост атомной науки и техники, начавшийся в настоящее время, создал необходимые предпосылки для использования ионизирующего излучения в широких промышленных масштабах. К настоящему времени накоплен значительный опыт проектирования, строительства и эксплуатации различных радиационных установок, доказана экономическая целесообразность их применения, разработаны новые принципы решений научных и практических задач в области радиационной техники.

Наши исследования показали, что внедрение радиационной обработки молока на крупных молочных фермах и комплексах намного экономичнее, чем применяемая сейчас тепловая пастеризация.

Удачные сочетания радиационно-технологических процессов с эффективными автоматизированными конструкциями различных облучательных установок обеспечивают внедрение радиационных процессов в широких масштабах.

УДК 636.085.55.002.5

Каптур З.Ф.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АГРЕГАТА ОКЦ-50

Для производства комбикормов в хозяйственных условиях широ-

ко используются автоматизированные комбикормовые агрегаты типа ОКЦ.

Наиболее производительным из них является агрегат ОКЦ-50, на базе которого строят межхозяйственные комбикормовые заводы.

Однако, несмотря на большое распространение, надежность работы оборудования ОКЦ-50 и его производительность недостаточны, конструкции применяемых кормодробилок КДМ-3 и смесителей периодического действия несовершенны.

Зерновая кормодробилка КДМ-3 является модификацией дробилки КДМ-2. В отличие от КДМ-2 она имеет большую производительность, однако недостаточно надежна в работе.

Это было учтено нами при совершенствовании технологических линий на Рогачевском межколхозном комбикормовом заводе. В производственном цехе завода две кормодробилки КДМ-3 заменили на две более производительные А I-ДДП, одну на КДМ-2. Это позволило повысить надежность работы технологической линии измельчения зерна и увеличить ее производительность.

У кормодробилок типа КДМ подача измельченного продукта осуществляется имеющейся пневматической системой подачи, а у дробилок А I-ДДП она отсутствует. Поэтому для подачи измельченного зерна от дробилок в сборный шнек агрегата потребовалось установить дополнительно два наклонных шнека.

Для ввода в комбикорма премиксов и других балансирующих добавок, входящих в небольших дозах, была разработана и смонтирована специальная технологическая линия без применения смесителя периодического действия.

Линия состоит из бункера-накопителя, микродозатора непрерывного действия, направляющих течек с перекидным клапаном, сборного шнека и системы загрузки.

Технологический процесс осуществляется в такой последовательности. Премиксы шнековым погрузчиком ПШП-4А подаются в бункер-накопитель, из которого они самотеком поступают в микродозатор, установленный над сборным шнеком комбикормового агрегата.

Микродозатор позволяет регулировать количество подаваемых компонентов в зависимости от их вида и рецепта комбикорма.

Из микродозатора материал по направляющей течке поступает в сборный шнек агрегата, который перемешивает его и другие компоненты комбикорма в смеситель непрерывного действия.

Для определения количества вводимых компонентов в направ-

лящей точке имеется перекидной клапан, позволяющий направлять поток материала в тару для взвешивания.

Специальная конструкция тункера-накопителя позволяет вводимым компонентам равномерно и непрерывно поступать в микродозатор.

Для улучшения равномерного послойного распределения массы по всему объему бункера путем одновременного разбрасывания ее по периферии и центральной части нами предложена новая конструкция распределителя.

Для достижения этой цели в распределителе сыпучих материалов, имеющем вращающийся вокруг вертикальной оси метательный диск с лопастями, под метательным диском на валу привода установлен дополнительный лопастной аппарат, соединенный с верхним посредством наклонных пластин, и дозирующего отверстия, выполненного в метательном диске.

Дозирующее отверстие выполнено в центре метательного диска и его диаметр не превышает диаметр отверстия подающего транспортера.

Распределитель сыпучих материалов содержит метательный диск с лопастями и дозирующим отверстием в его центральной части, соединенный с валом привода при помощи конусообразной крестовины, образующей дополнительный лопастной аппарат распределителя. Вал привода соединен через редуктор с электродвигателем. Над метательным диском установлен подающий трубопровод.

Дозирующее отверстие в метательном диске выполнено по его центру и его диаметр не превышает диаметра отверстия подающего трубопровода транспортера.

Работает распределитель сыпучих материалов следующим образом.

При загрузке бункера или башенного хранилища масса корма при выходе из подающего трубопровода поступает на метательный диск распределителя, вращающиеся лопасти которого разбрасывают часть сыпучего материала по периферии хранилища. Остальная часть материала поступает через дозирующее отверстие к конусообразной крестовине, которая распределяет ее по центральной части бункера. Так как окружная скорость конусообразной крестовины вдоль ее образующей к валу привода уменьшается, то это способствует постепенному уменьшению скорости разбрасывания и дальности полета частиц материала от осевой линии башни и одновременному распределению массы по всей площади хранилища.

Установка дополнительного лопастного аппарата под метательным диском, в центре которого выполнено дозирующее отверстие, обеспечивает более равномерное распределение сыпучего материала по всему объему бункера, что, по сравнению с известными распределителями, улучшает охранный корма и повышает коэффициент заполнения.

Основной целью наших исследований явилась разработка высокопроизводительной технологической линии по качественному приготовлению обогатительных добавок и их непрерывному вводу в корм из имеющихся в хозяйствах минеральных добавок (соль, мел, кормовой фосфат, премиксы и др.) и измельченного зернового сырья.

Разработанная схема этой линии предусматривает возможность точного ввода пяти компонентов обогатительной добавки в смеси с наполнителем. Для наполнения в схеме предусмотрено использование измельченного зерна. Измельченное зерно поступает через бункер с дозатором в сборный транспортер, куда после дозирования направляются и другие компоненты обогатительной добавки. После перемешивания обогатительная добавка поступает в один из бункеров мучного блока кормоцеха.

Для накопления компонентов обогатительной добавки перед их дозированием предусмотрены бункеры специальной конструкции, которые позволяют равномерно истекать компонентам и непрерывно поступать в дозирующие устройства.

Бункеры установлены в один ряд. Над ними установлен транспортер шнекового типа. Под всеми бункерами имеются дозаторы, которые подают исходные компоненты в оборный транспортер.

Технологический процесс приготовления обогатительных добавок осуществляется в такой последовательности. Поступающие из дробилки измельченные компоненты подаются в норию. Сюда засыпаются и другие компоненты обогатительных добавок. Все эти компоненты двухпоточной нормой подаются в распределительный шнековый транспортер, который распределяет эти компоненты по наддозаторным бункерам. Над последним бункером линии установлен наклонный шнек, через который подается определенная часть измельченной зерновой смеси в бункер. Отдозированные на дозаторах компоненты смеси поступают на сборный шнек, которым подаются на наклонный шнековый смеситель, а затем на вертикальный, и после перемешивания смесь поступает в один из бункеров готовой продукции.

Подачу измельченной соли предусмотрено осуществлять через

левую ветвь норки сразу в первый бункер линии по отдельной тачке, минуя распределительный транспортер. Это позволяет подавать соль только в один бункер, что исключает возможность попадания ее в другие компоненты при загрузке.

На Всесоюзном конкурсе на лучшее предложение по созданию технических средств для механизации приготовления кормов оме-сей на фермах крупного рогатого скота предложенная линия получила поощрительную премию.

Оборудование технологической линии по приготовлению обога-тительных добавок смонтировано и работает на Рогачевском меж-колхозном комбикормовом заводе.

Ввод в работу новой линии обога-тительных добавок позволил увеличить производительность завода, улучшить культуру труда работников, а главное значительно повысить качество пригото-вляемых кормов. За счет этого хозяйства получает дополнительную животноводческую продукцию от имеющегося у них фуража.

УДК 541.135:661.185.6

Бохан Н.И.
Евтихийев Н.Г.

ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ВОЛНЫ КОНТРОЛИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ОСНОВНЫЕ ИНФОРМАТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ СИНТЕТИЧЕСКИХ МОЮЩИХ РАСТВОРОВ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Из теории электропроводности сильных электролитов, к которым относятся и СМР, известно, что при протекании переменного тока че-рез раствор электролита наблюдается тормозящий движение ионов эффект релаксации. С увеличением частоты (уменьшением длины волны) переменного тока эффект релаксации сильно уменьшается или исчезает полностью (эффект Дебая-Фалькенхагена), что обуславливает увеличе-ние электропроводности раствора. Последнее должно иметь следстви-ем повышение чувствительности кондуктометрического способа контро-ля СМР. Частота f , при которой возникает эффект Дебая-Фалькен-хагена, равна

$$f = 1,66 C \cdot Z_i \cdot 10^{10}, \text{ Гц}, \quad (1)$$

где C - концентрация раствора (для СМР $C = 0,05 \dots 0,2$), моль/л;
 Z_i - заряд (валентность) иона (для СМР $Z_i = 1 \dots 2$).

Реализация измерительных средств, обеспечивающих в жидкости контролируемые электротокы с частотой (I), имеет определенные технические трудности. Поэтому в практической контактной кондуктометрии применяются в основном электрические поля низкой частоты I...20 кГц, обусловленные стремлением уменьшить поляризационные погрешности измерений.

В результате теоретических исследований с учетом экспериментальных данных о размерах стабилизированных частиц загрязнений авторами была получена аналитическая зависимость для оптической плотности D мутных растворов на основе СМР:

$$D_{mp} = \frac{4,7 \cdot \delta \cdot K_z}{\rho_0 \cdot \rho_{z2} \cdot \lambda}, \quad (2)$$

где δ - толщина контролируемого слоя раствора, м;
 K_z - концентрация загрязнений в СМР, г/л;
 ρ_0 - средняя плотность стабилизированных в растворе частиц загрязнений, г/см³;
 ρ_{z2} - средний параметр дифракции частиц загрязнений, характеризующий их степень дисперсности;
 λ - длина волны светового излучения, мкм.

Из формулы (2) следует, что оптическая плотность СМР находится в обратной зависимости от длины волны λ контролирующего излучения. Однако для реальных жидких сред эта зависимость не является однозначной. В результате взаимодействия электромагнитной энергии световой волны с микроструктурой контролируемой среды (на электронно-атомном уровне вещества частиц) и в силу собственных колебаний электронов в атомах и самих атомов в молекулах вещества происходит спектральное поглощение, и спектральная зависимость оптической плотности (светопропускания τ) приобретает весьма сложный характер. Резонансное поглощение света наблюдается тогда, когда частота световой волны совпадает или близка одной из собственных частот колебаний электронов в атомах или атомов в молекулах вещества.

Спектральные зависимости были установлены опытным путем. Опыты проводили на модельных и производственных СМР на основе МС-15 и Лабомид-203 в диапазоне длин волн $\lambda = 200 \dots 2000$ нм (0,2...2,0 мкм), охватывающих ультрафиолетовую (200...400 нм), видимую (400...760 нм) и ближнюю инфракрасную (760...2000 нм) области спектра. Статистическая

обработка и анализ экспериментальных данных показали, что спектральные оптические характеристики чистых СМР на основе разных типов СМС практически адекватны, и в ближней инфракрасной (БИК) области спектра (715...1100нм) расхождение между ними составляет не более 1,2%. При постоянных концентрациях СМС с увеличением λ увеличивается и τ , причем с приближением к БИК области спектра приращение τ от приращения λ уменьшается и в диапазоне λ 715...950нм эта зависимость имеет слабо выраженный осциллирующий около ее среднего значения характер. С дальнейшим ростом λ , начиная с $\lambda \approx 1100$ нм, спектральные характеристики чистых СМР круто падают до нуля и не зависят от концентрации СМС. В БИК диапазоне длин волн наблюдается минимальное поглощение светового излучения растворами СМС, и в области 715...910нм светопропускание практически не зависит от длины волны. Увеличение концентрации СМС в растворе до максимальной рабочей величины 30г/л уменьшает его светопропускание по сравнению с водой, примерно, на 12%, то есть незначительно. При данной концентрации СМС в спектре 420...1100нм светопропускание τ чистых СМР связано с длиной волны λ корреляционной зависимостью вида (для Лабомид-203):

$$\tau = 1,4 \lambda^{0,7} e^{-0,0008\lambda} \quad (3)$$

В случае загрязненных СМР при постоянных концентрациях загрязнений K_z спектральные характеристики τ также увеличиваются с возрастанием λ до 1100нм. С дальнейшим увеличением λ , начиная с $\lambda \approx 1290$ нм, эти зависимости круто падают до нуля и не зависят от K_z . В БИК области длин волн спектральные характеристики производственных и модельных (на основе разведенных в дизельном масле естественных загрязнений из роторов масляных центрифуг тракторных двигателей) СМР практически адекватны и расхождение между ними не превышает 5,3%. В данной области спектра наблюдается сильная зависимость светопропускания мутных растворов от их загрязненности. С ростом концентрации загрязнений от 0 до 30,4 г/л светопропускание СМР (например, при $K_{мс} = 20$ г/л) уменьшается порядка в 300 раз.

При $K_{мс} = 20$ г/л и $K_z = 13,8$ г/л в спектре 420...1100нм эмпирическая зависимость светопропускания τ от длины световой волны λ имеет вид:

$$\epsilon = 0,48 - 0,0037\lambda + 0,000006\lambda^2 \quad (4)$$

В спектральной области 835...1100нм при изменении K_2 в диапазоне 0...30,4г/л спектральные зависимости ϵ загрязненных СМР имеют более осциллирующий около их средних значений характер, чем в случае чистых растворов. Эта колеблемость спектральных характеристик требует выбора конкретной длины волны при исследовании оптической плотности СМР в качестве информативного параметра контроля их загрязненности, чтобы исключить погрешность измерения от изменения λ .

Частотные исследования акустических характеристик чистых и загрязненных растворов СМС показали, что в исследуемом диапазоне частот $f = 2,5...25$ МГц (обеспечиваемости современной измерительной аппаратурой) скорость ультразвука не зависит от частоты акустических колебаний в чистых СМР. С увеличением концентрации загрязнений K_2 в растворах и повышением частоты ультразвука, начиная с $f \approx 10$ МГц, наблюдается уменьшение зависимости скорости ультразвука от загрязненности СМР. Например, при $K_{МС} = 25$ г/л (МС-15), $K_2 = 21,6$ г/л и $f = 25$ МГц скорость ультразвука по сравнению с ее величиной на частотах 2,5...8 МГц уменьшается на 0,25%. В этом случае корреляционная зависимость скорости ультразвука $C_{УЗ}$ от частоты акустических колебаний f имеет вид:

$$C_{УЗ} = 1552,0 f^{-0,154} \approx 0,025 f \quad (5)$$

Из анализа экспериментальных акустических характеристик СМР следует, что выбрать резонансный спектр частот, в котором исчезла бы зависимость скорости ультразвука от концентрации загрязнений, не представилось возможным. Поэтому технические средства для акустического контроля СМР лучше разрабатывать с использованием частотного диапазона 2,5...5 МГц.

Таким образом, результаты спектральных исследований кондуктометрических, оптических и акустических информативных параметров контроля концентрации СМР позволили определить оптимальные области частот (длин волн) контролируемых излучений, в которых наиболее целесообразно разрабатывать устройства контроля мочных растворов.

УДК 621.791.927.5:66.084.004.14

Шиляев А.В.

Квинский В.И.

Стукин С.А. (ПО "Строймаш")

РАСЧЕТ СКОРОСТИ ПОДАЧИ ВОЛНОВОДНОЙ ПРИСАДОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ
ПРИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКЕ В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПОЛЕ ДЛЯ
РАЗРАБОТКИ СРЕДСТВ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ
ОБРАБОТКИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ СОСТАВОМ НАПЛАВОК

Отсутствие теории расчета условий ультразвуковой подготовки расплавов материалов к затвердеванию, создает трудности в практической реализации технологии, в разработке средств автоматического управления процессом обработки и регулирования составом материала.

В работе, проведенной ранее, получена формула для расчета скорости подачи расходуемого присадочного волновода, обеспечивающая гарантированный ввод ультразвуковых колебаний в высокотемпературный расплав металла.

$$v = \frac{4\lambda\rho(T_p - T_0)}{\pi r \rho \kappa + \pi r \rho c (T_{пл} - T_0)} \quad (1)$$

где λ - удельная теплопроводность расплава;

T_p - температура расплава;

T_0 - температура волновода;

$\kappa, c, \rho, T_{пл}$ - удельная теплота плавления, теплоемкость, плотность и температура плавления материала волновода;

r - радиус волновода.

Рассмотрим случай, когда ультразвуковая обработка расплава, легирование металла, получение биметаллических систем и композиционных материалов осуществляются не с поверхности расплавленного металла, а при некотором заглублении волноводной проволоки в расплавленный металл, проходящего расплавленный флюс. Именно такой режим наиболее соответствует практике, как уже показали эксперименты.

Связь скорости ввода v_n в случае заглубления с величиной заглубления присадочной проволоки h и скоростью v , рассчитанной по формуле (1), можно найти следующим образом. Конец волновода, погруженный на глубину, оплавляется по всей боковой поверх-

ности S_0 , без заглабления - только в площади сечения. Поэтому при заглаблении скорость будет равна

$$v_n = v \frac{S_0}{S_1} \quad (2)$$

Рассмотрим два возможных состояния:

- волноводная присадочная проволока расплавляется равномерно с нижней части, но сохраняет цилиндрическую форму, тогда

$$v_n = v \frac{2\pi r h}{\pi r^2} = v \frac{2h}{r} \quad (3)$$

- толщина волноводной присадочной проволоки по мере заглабления уменьшается, и в результате оплавления волновод приобретает форму, близкую к конусу, тогда

$$v_n = v \frac{\pi r L_c}{\pi r^2} = v \sqrt{\frac{r^2 + h^2}{r^2}} = v \sqrt{1 + \left(\frac{h}{r}\right)^2}, \quad (4)$$

где L_c - образующая конуса;

r и h - соответственно радиус проволоки и глубина ее погружения в расплав.

Плавнo регулируя скорость подачи волноводной проволоки, можно установить режим скорости ввода, при которой расплавление проволоки наступает на заданной глубине ванны расплава, вплоть до максимальной скорости подачи, когда проволока расплавляется у самого дна ванны. Если глубина погружения известна, то формула (1) для расчета скорости подачи волноводной присадочной проволоки с учетом (3) и (4) будет иметь следующий вид:

$$v_n = A \frac{4\lambda_0 (T_0 - T_0)}{\pi^2 r h + \pi^2 r c (T_{n1} - T_0)} \quad (5)$$

где $A = \frac{2h}{r}$ и $A = \sqrt{1 + \left(\frac{h}{r}\right)^2}$ - коэффициент увеличения скорости при расплавлении волновода на заданной глубине соответственно в случае цилиндрического и конического волновода.

Рассчитанные на ЭВМ значения скоростей подачи волноводной приса-

дочной проволоки по формуле (5) близки к экспериментальным, полученным в процессе электродуговой наплавки с использованием стальной проволоки СВОБГА диаметром 2,5 мм. В том случае, когда в расплавленный металл будет вводиться волноводная присадочная проволока с температурой плавления большей, чем температура расплава, для реализации принципа ультразвукового легирования, получения биметаллических систем и композиционных материалов, необходимо каким-либо способом дополнительно вводить нужное количество тепла в проволоку.

Поэтому к подводимому тепловому потоку, от расплавленного металла к торцу волноводной проволоки нужно прибавить тепловой поток в проволоку, находящуюся над поверхностью расплавленного металла. В этом случае в расчетных уравнениях для скорости подачи волноводной присадочной проволоки в числителе прибавится дополнительный источник теплового потока.

Полученные аналитические выражения для вычисления скорости подачи расходуемого присадочного волновода могут явиться базовыми для расчета технологических процессов получения новых материалов: ультразвукового легирования, получения биметаллических систем и композиционных материалов с помощью расходуемого присадочного волновода.

УДК 621.791.927.5.03+66.084

Шляев А.С.
Ивинский В.И.
Стукин С.А.

УРАВНЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА НА ЭВМ ГАРАНТИРОВАННЫХ УСЛОВИЙ
ВВОДА УЛЬТРАЗВУКА В РАСПЛАВЛЕННЫЙ МЕТАЛЛ ПРИ ВОССТА-
НОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ
ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ

Одним из перспективных способов улучшения эксплуатационных свойств металлов при восстановлении деталей машин является ультразвуковая обработка их расплавов при затвердевании, в том числе при электродуговой наплавке.

Гарантированные условия ультразвуковой обработки расплавов черных металлов и сплавов с использованием непрерывно оплаиваемо-

го присадочного волновода, работающего в резонансном режиме, состоят в том, что путем подачи волновода с определенной скоростью создается надежный акустический контакт в системе "присадочный волновод-расплав".

Скорость подачи расходуемого присадочного волновода, обеспечивающая гарантированный акустический контакт в системе "волновод-расплав", определяется из следующих условий.

При установившемся режиме работы системы по длине проволоки будет стационарное распределение температуры. За начало координат ($X = 0$) примем торец волновода, находящийся в контакте с расплавом.

Дифференциально уравнение стационарной теплопроводности для движущегося с постоянной скоростью волновода имеет вид:

$$a \frac{d^2 T}{dx^2} + v \frac{dT}{dx} = f(x), \quad (1)$$

где a - температуропроводность материала волновода;

v - скорость его ввода в расплав;

$f(x)$ - функция, учитывающая выделение тепла в волноводе за счет поглощения им ультразвука, а также утечку тепла в окружающее пространство через его поверхность.

При этом температура по сечению волновода считается постоянной, вследствие достаточно высокой теплопроводности материала волновода. На торце волновода происходит его плавление, поэтому при $X = 0$ должно выполняться условие

$$T_0 = T_{пл} \quad (2)$$

Кроме того, на границе $X = 0$ должно выполняться условие баланса тепла:

$$\alpha (T_p - T_{пл}) + \lambda \left. \frac{dT}{dx} \right|_{x=0} = \rho \kappa v, \quad (3)$$

где T_p - температура расплава;

$T_{пл}$ - температура плавления расходуемого волновода;

α - коэффициент теплообмена между расплавом и волноводом;

λ, κ, ρ - соответственно удельные теплопроводность, теплота плавления и плотность материала волновода.

На границе $X = \infty$ (расходуемый волновод, например, волноводная присадочная проволока в случае электродуговой наплавки в ультразвуковом поле, считается бесконечно длинным) примем условие:

$$T|_{x \rightarrow \infty} = T_0, \quad (4)$$

где T_0 - начальная температура волновода.

Система уравнений (1)-(4) является замкнутой, т.е. позволит определить как стационарное температурное поле с движущимся, плавающим с торца волноводом, так и скорость его движения. Задачи можно решать различными путями. Можно, например, температурное поле искать путем решения системы (1)-(3), скорость v^* в этом случае найдется путем использования условия (4). Можно температурное поле искать путем решения системы (1), (2), (4), тогда скорость v^* найдется из уравнения (3). Окончательный результат в обоих случаях будет одинаков.

Решая систему (1), (2), (4) уравнений и принимая во внимание, что уходящее в волноводную присадочную проволоку тепло за счет теплопроводности не успевает сколько-нибудь заметно отводиться в окружающий воздух, а в основном идет на нагрев проволоки, коэффициент поглощения ультразвука в материале волновода для используемой частоты мал, поэтому можно пренебречь также теплом выделяемым в волноводе за счет поглощения ультразвука, получим формулу для расчета скорости подачи расходуемого присадочного волновода

$$v = \frac{\alpha (T_p - T_{пл})}{\rho R + \rho c (T_{пл} - T_0)} \quad (5)$$

В литературе практически отсутствуют данные по численным значениям коэффициента теплообмена для случая расплавленных металлов вообще, а для условий, близких к рассматриваемым, в частности. Правда, значение α можно определить на основании соотношения (5), найдя экспериментально минимальную скорость, обеспечивающую непрерывный режим ввода излучателя.

Для инженерной практики воспользуемся приближенным выражением для мощности теплового потока, подводимого от зеркала расплавленного металла к торцу волноводной проволоки, приведенным в работах

ранее.

$$Q = 4\lambda_p r (T_p - T_0), \quad (6)$$

где λ_p - удельная теплопроводность расплава;
 r - радиус расходуемого волновода.

Для плотности теплового потока, вместо (6) получим

$$q = \frac{Q}{\pi r^2} = \frac{4\lambda_p}{\pi r} (T_p - T_0) \quad (7)$$

Подставляя это выражение вместо $\alpha (T_p - T_{ам})$ в формулу (5), получим

$$v = \frac{4\lambda_p (T_p - T_0)}{\pi r \rho c + \pi r \rho c (T_p - T_0)} \quad (8)$$

По уравнению (8) производится расчет на ЭВМ скорости подачи волноводной присадочной проволоки, обеспечивающей гарантированные условия ввода ультразвука в расплавленный металл при восстановлении деталей машин сельскохозяйственной техники электродуговой наплавкой.

УДК 621.791.927.5.03+681.31.004.14+66.084

Ивинский В.И.

Шияев А.С.

Фролов Е.Н.

Стукин С.А.

СТАНОК НАПЛАВОЧНЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВМ

Для восстановления деталей машин сельскохозяйственной техники разработан, изготовлен и внедрен в промышленное производство ультразвуковой наплавочный станок СМР-051 с использованием средств ЭВМ для оперативной переналадки, в связи с изменением номенклатуры восстанавливаемых деталей и оптимизации режимов наплавки.

Станок предназначен для электродуговой наплавки деталей типа тел вращения (колес, барабанов, полых валов, полых осей и т.п.) в ультразвуковом поле при восстановлении изношенных поверхностей

деталей.

Станок состоит из станины, на которой расположены механизированный привод вращения и подачи детали и поворотная стойка с кронштейном. Механизированный привод состоит из мотор-редуктора, редуктора, шпинделя с устройством для закрепления детали. На кронштейне, имеющем возможность перемещаться вдоль стойки, установлен механизм подачи электродной проволоки, механизм подачи волноводной проволоки и стойка с закрепленными на ней бункером для флюса и пультом управления. К механизму подачи волноводной проволоки прикреплен магнитоострикционный преобразователь. Под наплавляемой деталью установлен бункер для шлака. В комплекте станка также имеются сварочный генератор, ультразвуковой генератор, шкаф с электрооборудованием, стойка для бухты электродной проволоки, стойка для бухты волноводной проволоки.

Для оперативной переналадки и нахождения оптимальных режимов наплавки в ультразвуковом поле производится расчет на ЭВМ скорости подачи волноводной присадочной проволоки в наплавляемый металл.

Скорость подачи волноводной присадочной проволоки, обеспечивающая гарантированный ввод ультразвуковых колебаний в расплавленный металл, определяется по формуле, полученной теоретически, исходя из теплофизической ситуации в системе "волноводная присадочная проволока - расплавленный металл":

$$v = \frac{4\lambda_p (T_p - T_0) \sqrt{1 + \left(\frac{h}{r}\right)^2}}{\pi \tau_p h + \pi \tau_{pc} (T_m - T_0)},$$

где λ_p — удельная теплопроводность расплава;

T_p — температура расплава;

T_0 — температура окружающей среды;

π, τ_p, τ — соответственно теплота плавления, теплоемкость, плотность, радиус волноводной присадочной проволоки;

h — глубина погружения волноводной присадочной проволоки в расплав.

Опыт промышленной эксплуатации станка показывает, что использование формулы и средств ЭВМ дает возможность, не прибегая к трудоемким экспериментальным исследованиям, связанными с определением скорости подачи волноводной присадочной проволоки, получить ее значение близкое к номинальному расчетным путем.

УДК 631.3.061.81

Бохан Н.И.
Муравьев Л.В.
Муравьев Г.В.

МНОГОКАНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО КОНТРОЛЯ ОСНОВНЫХ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МОЮЩИХ РАСТВОРОВ НА РЕМОНТНОМ
ПРЕДПРИЯТИИ

На базе лабораторного анализатора моющих растворов АМР-2 авторами разработано, изготовлено и в настоящее время проходит производственную проверку многоканальное устройство централизованного контроля концентрации синтетических моющих средств в растворах и их температуры. Такое устройство в условиях крупных ремонтных предприятий имеет преимущества перед лабораторным, так как оно непрерывно обеспечивает обслуживающий персонал оперативной информацией о состоянии раствора во всех моющих установках цеха очистки, что позволяет своевременно принимать меры по корректировке параметров техпроцесса и тем самым исключить выход некачественной продукции.

Состоит устройство из пульта управления и индикации, расположенного непосредственно в цехе очистки, и датчиков, установленных в каждой машине и подсоединенных к центральному пульту четырехжильным кабелем. Пульт управления и индикации в свою очередь состоит из четырех основных блоков: генератора переменного напряжения, блока обработки сигналов, блока коммутации и блока индикации.

Сигнал с генератора блоком коммутации поочередно подается на датчики электропроводности моечных машин, которые выполнены совмещенными с датчиками температуры. При этом блок обработки по измеренным значениям электропроводности и температуры в аналоговом виде вычисляет концентрацию моющего средства в данной машине. После чего результат вычисления сравнивается с допустимой величиной и на панели блока индикации загорается сигнальная лампа "меньше", если концентрация недостаточна. При опросе последующих ванн эта информация на панели сохраняется, т.к. каждой моечной установке соответствует своя сигнальная лампа. Кроме того, значения концентрации и температуры выводятся на цифровые индикаторы, которые в автоматическом режиме работы могут быть отключены.

Блок коммутации обеспечивает два режима работы: автоматический, при котором опрос датчиков производится периодически, и ручной, когда датчики подключаются механическим переключателем на блоке управ-

ления.

Два уровня управления и двойная индикация результата обеспечивают высокую надежность работы устройства, что имеет большое значение при длительной непрерывной эксплуатации в условиях ремонтного производства.

УДК 631.355-52

Вальшкевич Г.Г. (ЦНИИМЭСХ)

АНАЛИЗ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОСПРИНИМАЮЩИЙ ОРГАН АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВОЖДЕНИЯ

В системе автоматического вождения комбайна для уборки глубоотебельных культур копируется один или, поочередно, два смежных рядка из находящегося в пределах ширины захвата жатки комбайна. В зоне захвата жатки могут находиться рядки, образованные за один или за два соседних прохода посевного агрегата.

Для оценки соответствия воздействия на воспринимающий орган автоматической системы любого из рядков в пределах ширины захвата сравним его энергетические спектры, полученные для основного и стыкового междурядья. Применим тест эквивалентности спектральных характеристик.

Статистика

$$D_{x-y}^2 = \left(\frac{2}{n_x} + \frac{2}{n_y} \right)^{-1} \sum_{i=1}^{N_f} \left[\log \frac{\hat{S}_x(f_i)}{\hat{S}_y(f_i)} \right]^2 \sim \chi_{N_f, \alpha}^2. \quad (I)$$

Используя спектральные характеристики, полученные для трех смежных рядков, образующих основное и стыковое междурядья, вычислим тест (I)

№ рядка	n	N_f	D_{1-2}^2	D_{2-3}^2	$\chi_{N_f, 0,05}^2$
1	13	6	0,298	0,511	1,64
2	13	6			
3	8	6			

При 6 степенях свободы и уровне значимости 0,05 значения D_{x-y}^2 попадают в область принятия гипотезы о эквивалентности спектральных характеристик.

Следовательно, каждая из трех реализаций с 95% вероятностью отражает спектр воздействия на воспринимающий орган автоматической системы вождения.

УДК 631.3.081.12

Ловкис Э.В. (БИМСХ)

Кустанович С.Л.

Борейша Е.В. (МТЗ)

ГСОМ И РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Подлинно революционные изменения в сельскохозяйственных машинах может внести гидропривод рабочих органов. Анализ экспонатов международных выставок последних лет дает основание сделать заключение о все более широком применении гидропривода. Это объясняется рядом преимуществ: исключаются механические звенья; обеспечивается реверсирование, регулирование скорости рабочих органов, предохранение их от поломок; появляется возможность в дистанционном управлении и автоматизации; снижается металлоемкость и улучшаются компоновка машин и санитарно-гигиенические условия работы механизаторов.

В настоящее время для привода активных рабочих органов сельскохозяйственных машин используют гидросистемы малой, средней (ГСОМ) и большой мощности. Эти гидросистемы применяются для гидроуправления положением рабочих органов, гидропровода активных рабочих органов, гидравтоматики, гидростатической трансмиссии ходовой части, гидрообъемного рулевого управления.

Проводимые исследования гидропривода рабочих органов сельскохозяйственных машин, работающих от ГСОМ, показывают, что гидропривод находится в сложных эксплуатационных условиях: колебание нагрузки и скорости агрегата вызывает динамические удары и явления в трубопроводах и элементах гидросистемы, колебания давления жидкости и расхода в допустимых пределах и за пределами, сказывается на характеристиках гидропривода, жесткости системы, надежности, долговечности и других характеристиках.

На основании изучения процесса нагрузки на рабочих органах на примерах плуга с роторными отвалами, рыхлителя лемеха картофеле-

уборочной машины, элеваторов картофелеуборочного комбайна, транспортеров загрузки и выгрузки сельскохозяйственных материалов, рыхлителей почвы исследована гидросистема отбора мощности при работе с гидроприводом возвратно-поступательного и вращательного движения.

Изучены параметры изменения давления и расхода жидкости от нагрузок, зависимости утечек жидкости в гидродвигателе, взаимосвязь скоростных и нагрузочных параметров в процессе регулирования.

На основании моделирования и расчета на ЭВМ получены зависимости динамики расхода жидкости и давления от нагрузок и рабочей скорости, изучены параметры регулирования скорости.

Анализ исследований позволяет сделать некоторые предпосылки к расчету и проектированию гидропровода. На основании теоретического анализа и полевых экспериментов предложены отдельные рекомендации по снижению динамических нагрузок и совершенствованию систем гидропривода.

Применение гидравлического привода рабочих органов сельскохозяйственных машин ввиду его преимущества и снижения металлоемкости на 8-20% позволят получить значительный экономический эффект.

УДК 621.85-57:681.521.34

Рожанский А.А.

Бобрышов А.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРОЦЕССА ВКЛЮЧЕНИЯ ФРИКЦИОНА ВОМ ТРАКТОРА КЛ. 20 КН

С ростом энергонасыщенности тракторов и увеличением количества сельскохозяйственных машин с активными рабочими органами большое значение приобретает повышение надежности и долговечности систем отбора мощности. Известно, что надежность и долговечность во многом зависят от динамических характеристик трансмиссий агрегатов и уровня их нагруженности.

Как показало моделирование на аналоговых вычислительных машинах работы двух агрегатов в составе трактора МТЗ-142 с комбайнами кормоуборочным КПКУ-75 и картофелеуборочным ККД-3, на динамические нагрузки в их трансмиссиях при разгоне рабочих органов можно влиять, изменяя значения податливостей, моментов инерции, демпфирования, зазоров в приводе и режима включения муфты вала отбора мощности (ВОМ). Режим включения муфты характеризуется величиной и временем

нарастания момента трения, начальной относительной скоростью буксования.

Менять величины моментов инерции, податливостей и других динамических параметров трансмиссий агрегатов не всегда конструктивно возможно.

Начальная относительная скорость буксования муфты не может устанавливаться произвольно, так как часто зависит от выполнения агрегатом технологического процесса.

Уменьшение момента трения муфты позволяет значительно снижать динамические нагрузки, но при этом увеличивается удельная работа буксования. Поэтому момент трения следует выбирать в зависимости от энергоёмкости агрегата.

Наиболее приемлемым и простым решением по снижению нагруженности трансмиссий агрегатов в период разгона их активных рабочих органов является увеличение времени нарастания момента трения во фрикционной муфте ВОМ. Для трактора МТЗ-142, оснащенного гидрорегулируемой муфтой (фрикционом), эта задача сводится к увеличению времени роста давления масла в бустере, определяющего момент трения.

Для обеспечения плавного включения фрикциона ВОМ на тракторе установлено специальное гидравлическое устройство, которое получило название клапана плавности. Плавность включения достигается ограничением расхода масла в бустер фрикциона.

Экспериментальные исследования были проведены с целью замера динамических нагрузок в трансмиссиях агрегатов при включении фрикциона ВОМ и изучения путей их снижения за счет оптимизации времени нарастания давления масла в бустере.

На испытания были представлены две конструкции клапана плавности. Первая конструкция клапана служила только для плавного включения фрикциона. Вторая конструкция позволяла, одновременно с включением фрикционной муфты, регулировать ее момент трения. В дальнейшем в тексте первый клапан будем называть серийным, поскольку он установлен на трактор заводом, второй - опытным.

В опытах замерялись следующие параметры: частота вращения коленчатого вала двигателя, ведущих и ведомых частей фрикциона; крутящий момент на хвостовике ВОМ; давление масла в бустере; время. Запись производилась осциллографом К-20-22.

В качестве оценочных измерителей процесса включения фрикциона

ВОМ принято: время выборки зазоров во фрикционе t_1 ; время нарастания момента трения t_2 ; время буксования фрикциона t_3 ; максимальный крутящий момент на хвостовике ВОМ; удельная работа буксования фрикциона.

Во всех опытах начальная частота вращения коленчатого вала двигателя устанавливалась максимальной, чтобы получить наиболее неблагоприятный режим разгона. Клапан плавности включался вручную одним и тем же оператором во всех опытах. Включение клапана производилось резким перемещением рычага его управления из положения "выключено" в положение "включено". Требуемый момент трения фрикциона устанавливался опытным клапаном плавности путем регулирования давления масла в бустере. Каждое фиксированное положение на секторе перемещения рычага управления клапаном соответствовало определенному давлению.

Так как при включении фрикциона ВОМ динамические процессы в трансмиссиях обоих агрегатов протекают аналогично, то, в качестве примера, на рисунке представлены осциллограммы опытов одного агрегата в составе трактора МТЗ-142 с комбайном КПКУ-75.

Анализ осциллограмм позволяет установить, что уровень нагруженности трансмиссий агрегатов в период включения фрикциона зависит от двух этапов нарастания давления масла в бустере. На осциллограммах эти этапы отмечены интервалами времени t_1 и t_2 . В интервале времени первого периода t_1 давлением масла происходит выборка зазора во фрикционе, преодолевая силы трения поршня о цилиндр и сжатия отжимных пружин. Второй этап характеризуется резким ростом давления и соответствующего ему момента трения до максимальных значений. Это результат того, что на первом этапе бустер фрикциона является проточным для поступающего в него масла, величина давления на протяжении всего этого промежутка изменяется незначительно, а на границе между этапами практически мгновенно становится тупиковой. Если в гидравлической магистрали между клапаном и фрикционом не предусмотрено устройства, позволяющего снижать естественную жесткость привода, то рост давления до максимальной величины происходит за короткий промежуток времени.

Серийный и опытный клапаны не содержат таких устройств. Однако опытный клапан позволяет использовать естественную жесткость гидравлического привода для получения заданного темпа включения за

счет применения в нем малых проходных сечений и заменой перед фрикционом в нагнетательной магистрали металлических трубок на резиновые шланги.

Результаты обработки осциллограмм включения фрикциона ВОМ трактора в агрегате с комбайнами сведены в таблицу.

Из анализа результатов можно сказать, что наибольшую нагруженность трансмиссии агрегатов испытывает при включении фрикциона серийным клапаном плавности. Максимальный крутящий момент на хвостовике составил 2428 Нм в агрегате трактора с КПКУ-75 и 2429 Нм с ККД-3. Время нарастания момента трения во фрикционе для обоих случаев разгона находилось в интервале 0,08...0,1 с.

Использование опытного клапана плавности при включении фрикциона позволило увеличить время нарастания момента трения до 0,2...0,35 с. Большее значение времени соответствует агрегату с комбайном КПКУ-75, меньшее с комбайном ККД-3. Это дало снижение максимальных динамических нагрузок в трансмиссии первого агрегата на 19%, второго на 8%, по сравнению с результатами серийного крана.

Установка момента трения фрикциона 590 Нм/ при исходном - 1370 Нм/ при разгоне активных рабочих органов комбайнов уменьшила максимальные крутящие моменты на хвостовике ВОМ, соответственно: в первом и втором агрегатах на 60% и 37%, по сравнению с наибольшим, полученным в опытах. При этом удельная работа буксования фрикциона увеличилась, но не превысила предельно-допустимого значения 1200 кДж/м².

ВЫВОДЫ

1. Серийный клапан плавности не обеспечивает необходимой плавности включения фрикциона ВОМ.
2. Увеличение продолжительности нарастания момента трения фрикциона во время его включения благоприятно влияет на снижение динамических нагрузок в приводе ВОМ.
3. Добиваться снижения динамических нагрузок в трансмиссиях агрегатов в период разгона их активных рабочих органов за счет уменьшения момента трения фрикциона возможно. Величину момента трения следует выбирать для каждого агрегата индивидуально и не в ущерб долговечности фрикционных дисков муфты.

УДК 621.432.011-231.311

Карако И.П.

К ВОПРОСУ ОБ ОПТИМИЗАЦИИ КРИВОШИПНО- ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Основным направлением дальнейшего совершенствования поршневых двигателей внутреннего сгорания является повышение эффективной мощности и долговечности при снижении удельной массы и габаритных размеров двигателя. С этой точки зрения выбор рациональных размеров и конструкции кривошипно-шатунного механизма (КШМ) двигателя является решающим. В этой связи важно уточнить параметры КШМ, влияющие на долговечность и металлоемкость двигателя, и направление их оптимизации.

При проектировании ДВС обычно оперируют такими параметрами кривошипно-шатунного механизма как S -ход поршня, равный двум радиусам кривошипа r , и λ - характеристика кривошипно-шатунного механизма, равная отношению радиуса кривошипа r к длине шатуна l . Известно, что параметр S определяет мощностные качества двигателя, а λ активно влияет на удельную металлоемкость и долговечность двигателя по износу гильзопоршневой группы. Кроме того, как показали наши исследования, λ - влияет также и на износ другого важного узла трения в двигателе - шеек и подшипников коленчатого вала. Однако, для полной оценки влияния размеров и конструкции КШМ на долговечность двигателя следует ввести еще один параметр.

В обобщенном анализе КШМ поршневых двигателей традиционно используется двухмассовая модель шатуна. Согласно этой модели масса шатуна m_w заменяется двумя дискретными массами m_1 и m_2 , расположенными соответственно в центрах верхней и нижней головок шатуна. Масса m_2 участвует во вращательном движении, а масса m_1 в возвратно-поступательном. Общая масса m , возвратно-движущихся частей является суммой масс m_1 и массы поршневого комплекта.

Исследования показывают, что отношение масс $m_2/m = X$ существенно влияет на динамику КШМ и износ его основных сопряжений. Поэтому имеет все основания считать X вторым, наряду с λ , основным параметром КШМ.

Одним из критериев оптимизации КШМ является обеспечение минимального износа шеек и вкладышей подшипников коленчатого вала.

Нестационарно-нагруженные подшипники коленчатого вала ДВС рабо-

тает в режиме жидкостного трения. Этот режим обеспечивается в том случае, когда в любой момент цикла нагрузка на подшипник будет уравновешиваться реакцией сил, возникающих в смазочном слое от гидродинамического эффекта. Не все моменты цикла в этом отношении равнзначны.

Полная несущая способность смазочного слоя нестационарно-нагруженного подшипника может быть выражена формулой

$$p = \frac{2\mu\omega n r^2 L}{\psi^2} \zeta + \frac{6\mu r L}{\psi^2} \frac{d\chi}{dt} \vartheta \quad (I)$$

- где μ - динамическая вязкость масла;
 r - радиус шипа;
 L - длина подшипника;
 ψ - относительный зазор;
 χ - относительный эксцентриситет;
 $\omega n r$ - приведенная частота вращения шипа;
 ζ и ϑ - безразмерные функции положения шипа в подшипнике.

Первое слагаемое формулы выражает несущую способность смазочного слоя, обусловленную вращением шипа и линии центров, соединяющей центры шипа и подшипника. Второе слагаемое - дополнительную несущую способность смазочного слоя, возникающую при сближении шипа и подшипника. Величина этой составляющей определяется главным образом производной $d\chi/dt$, т.е. скоростью изменения положения шипа в подшипнике в радиальном направлении. Высокие скорости смещения шипа возможны при резком изменении величины нагружающей силы. Такое в цикле нагружения подшипников коленчатого вала поршневых двигателей наблюдается только при прохождении ВМТ в конце такта сжатия и начале такта расширения, когда возникает действие газовых сил. Однако, протяженность этой части цикла невелика и составляет не более 90° . На всем остальном его протяжении (630° и более) несущая способность практически определяется первым слагаемым уравнения (I). При установившемся режиме работы двигателя существенно изменяющимся в цикле фактором является ω пр. Поэтому прежде всего ее величиной в каждый момент цикла будет определяться несущая способность смазочного слоя.

Из гидродинамической теории смазки подшипников скольжения извест-

но, что

$$\omega_{пр} = \omega - 2\Omega, \quad (2)$$

где ω - частота вращения шипа;
 Ω - частота вращения линии центров.

При анализе работы подшипников коленчатого вала поршневых двигателей частоту вращения линии центров можно приравнять частоте вращения вектора нагрузки. Тогда из формулы (2) следует, что $\omega_{пр}$ обращается в нуль при частоте вращения вектора нагрузки, равной половине частоты вращения шейки коленчатого вала. На участке цикла, где такое условие удовлетворяется, будет иметь место резкое снижение неосушей способности смазочного слоя. Исследования показывают, что для подшипников коленчатого вала поршневых двигателей такое явление наблюдается при прохождении нижних мертвых точек.

Итак, отношение $\Omega_{вн} / \omega = 0,5$ является критическим. Для усиления гидродинамического эффекта в смазочном слое подшипника в периоды прохождения НМТ следует отнестись к тому, чтобы это отношение как можно больше отличалось от 0,5.

В работе [1] показано, что для шатунных подшипников поршневых двигателей отношение $\Omega_{вн} / \omega$ зависит только от параметров χ и λ и выражается формулой

$$\frac{\Omega_{вн}}{\omega} = \frac{\chi^2 + \chi\lambda(1-\lambda) + \lambda(1-\lambda)^2}{\chi^2(1-\lambda) + \chi(1-\lambda)^2 + (1-\lambda)^3}.$$

Графическое представление этой зависимости для $\lambda = 1/4$ и $\lambda = 1/3$ показывает, что более высокие значения $\Omega_{вн} / \omega$ достигаются при возрастании χ и λ . Из этого следует, что оптимизация параметров КШМ поршневых двигателей должна идти по пути увеличения χ и λ .

Увеличение χ достигается уменьшением массы возвратно-движущихся частей. Так как она является суммой масс поршневого комплекта и части массы шатуна, то следует идти по пути дальнейшего уменьшения массы поршневого комплекта и рационализации конструкции шатуна. Замена материала поршней с чугуна на алюминиевый сплав заметно повысила значение χ . Дальнейшим неиспользованным резервом явля-

ется уменьшение массы поршневого пальца. Переход на изготовление поршневых пальцев из титановых сплавов с износостойким поверхностным покрытием сулит дополнительное увеличение параметра χ . Рационализация конструкции шатуна путем смещения центра массы к нижней головке служит тем же целям. В перспективе можно предположить возможность применения составной по материалу конструкции шатуна - верхняя часть шатуна изготавливается из титановых сплавов, нижняя из стали. Реализация этих направлений в совершенствовании конструкции КШМ к тому же понизит массу возвратно-движущихся частей, что приведет к уменьшению инерционных сил. А это для быстроходных двигателей имеет немаловажное значение.

В практике автотракторного двигателестроения параметр λ выбирается в пределах от $1/3,5$ до $1/4,5$. За последние три-четыре десятилетия произошел сдвиг в сторону большего значения λ . Для отечественных тракторных дизелей параметр λ находится в пределах $1/3,78 \dots 1/3,57$. В зарубежной практике, например, встречается $\lambda = 1/3,14$ (дизель D 330 фирмы "Катерпиллар"). Тенденция к созданию двигателей с относительно более коротким шатуном является правильной, поскольку это обеспечивает меньшую металлоемкость двигателя и большую долговечность подшипников коленчатого вала. Сдерживающим фактором здесь может быть только опасность возрастания износа гильзо-поршневой группы в связи с увеличением нормального давления на стенку цилиндра.

ВЫВОДЫ

1. К основным параметрам КШМ, определяющим долговечность поршневых двигателей внутреннего сгорания, следует относить характеристики χ и λ . Если λ принято называть кинематической характеристикой КШМ, то χ является его динамической характеристикой.

2. Оптимизация параметров кривошипно-шатунного механизма должна идти в направлении повышения значений характеристики χ и λ в сравнении с достигнутыми к настоящему времени.

УДК 629.114.2:621.4-44

Коваль В.А.

Харагоргиева С.С. (УКРНИИМЭСХ)

ОПТИМАЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ТРАКТОРОВ

Для определения оптимальных энергетических режимов работы тракт-

торов целесообразно использовать математические модели типовых энергетических характеристик их двигателей и трансмиссий. Такой моделью для двигателя является часовая расход топлива, аппроксимированный по типовым кривым тормозных испытаний двигателя подходящей функцией его угловой скорости и крутящего момента. Для трансмиссии — это ее общий и кинематический КПД, аппроксимированные по типовым кривым тяговых испытаний трактора соответствующими зависимостями от угловой скорости и крутящего момента на ведущих колесах трактора и передаточного отношения трансмиссии.

Экономически оптимальные энергетические режимы работы трактора характеризуются наименьшим удельным расходом топлива двигателем во всем диапазоне рабочих мощностей трактора. Поэтому для их определения необходимо минимизировать функцию отклика, представляющую собой математическую модель часовой расхода топлива двигателем, отнесенную к мощности на ведущих колесах трактора при агротехнически заданном режиме работы трактора и ограничениях типа равенств, описываемых моделями общего и кинематического КПД трансмиссии. С помощью указанных ограничения многомерная функция отклика сводится к функции от одной независимой переменной — передаточного отношения трансмиссии, минимизация которой осуществляется одномерным поиском. Подстановкой найденного значения передаточного отношения в ограничительные равенства определяется экономически оптимальный режим работы двигателя при агротехнически заданном режиме работы трактора. Для реализации этого режима двигателя необходимо определить соответствующую скоростную характеристику его всережимного регулятора. Последняя однозначно координируется угловой скоростью холостого хода двигателя и зависящей от нее степенью неравномерности всережимного регулятора. Математическая модель этой зависимости, полученная аппроксимацией (или интерполяцией) по типовым данным тормозных испытаний двигателя, позволяет рассчитать эту скорость для любого определенного режима двигателя. Расчетное значение угловой скорости холостого хода двигателя задает скоростную характеристику всережимного регулятора двигателя, которая совместно с найденным выше передаточным отношением трансмиссии является оптимальным управлением для автоматизированного трактора при агротехнически заданном режиме его работы.

Такой порядок расчета позволяет построить оптимальные кривые режимов работы двигателя для каждого заданного скоростного режима трактора во всем диапазоне его нагрузок. Для бесступенчатых транс-

миссий эти кривые гладкие, для ступенчатых — кусочно-гладкие, гладкость которых нарушается линиями переключения смежных передач.

Приведенную выше методику расчета оптимального управления трактором по агротехнически заданному режиму его работы можно использовать в качестве алгоритма управления экстремальной системы автоматической оптимизации энергетических режимов работы трактора. Однако для этого случая аналитические выражения энергетических характеристик трансмиссии следует вводить в виде зависимостей от ее входных величин, т.е. от режима работы двигателя и передаточного отношения трансмиссии. Для тракторов со ступенчатыми КПД с целью устранения циклического переключения смежных передач при вычислении оптимального значения передаточного отношения следует предусмотреть зону нечувствительности функции отклика, адекватную колебаниям внешней нагрузки. Этим достигается перекрытие поддиапазонов нагрузки между переключениями смежных передач. Системы с таким алгоритмом управления обеспечивают наибольшую экономичность двигателя и высокую точность стабилизации текущей скорости движения трактора на уровне технически заданной.

В системах автоматической оптимизации энергетических режимов работы трактора, работающих в соответствии с принципом регулирования по отклонению, зона оптимальных режимов двигателя занимает площадь, ограниченную огибающими множества оптимальных кривых, построенного для всех скоростных режимов трактора. Для тракторов со ступенчатой КПД во избежание циклического переключения смежных передач следует предусмотреть расширение этих зон, исходя из величины колебания внешней нагрузки. С этой целью на скоростных характеристиках двигателя, проходящих через его расчетные оптимальные режимы, принадлежащие верхней границе зоны, определяют режимы двигателя, соответствующие возросшей нагрузке трактора. Аналогично для нижней границы на скоростных характеристиках определяются режимы, соответствующие уменьшенной нагрузке трактора. Величина варьирования нагрузки задается ее амплитудой. Для упрощения функционирования вычислительного устройства автоматической системы желательно сгладить контуры границ оптимальной зоны, проводя огибающие гладкие кривые и аппроксимируя их подходящими выражениями. Расширение зоны нечувствительности автоматической системы снижает экономичность двигателя и ухудшает стабилизацию заданной скорости движения трактора. Погрешность стабилизации скорости трактора, связанная со степенью нерав-

номерности всережимного регулятора, растет при удалении искомого режима двигателя по его скоростной характеристике от расчетного оптимального. Эту погрешность можно устранить соответствующим по условию стабилизации изменением скоростного режима двигателя.

УДК 631.31-8.004.67

Демидов В.Г. (НПО ВИСХОМ)

РАСЧЕТ ЭНЕРГОНАГРУЖЕННОСТИ ФРИКЦИОННЫХ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ МУФТ

Как показали результаты анализа поломок фрезерного культиватора КФГ-3,6, а также почвообрабатывающих частей комбинированных агрегатов КА-3,6; АЗ-2,4; КФС-3,6 и АКР-3,6 на долю временных потерь, связанных с устранением поломок элементов привода, приходится до 40% от общих потерь.

Значительное количество отказов приводных элементов обусловлено недостаточной эффективностью защиты привода с помощью срезных муфт. Кроме того, временные потери, связанные с заменой срезных штифтов предохранительных муфт, составляют 12% от потерь, обусловленных отказами элементов привода.

Одним из путей снижения указанных потерь при эксплуатации ротационных почвообрабатывающих машин является оборудование их предохранительными устройствами автоматического действия. Поэтому, начиная с 1977 г., проводятся работы по оборудованию культиватора КФГ-3,6 фрикционными предохранительными муфтами. Однако проверочные испытания различных вариантов муфт показали, что наработка на отказ, обусловленный тепловым разрушением фрикционных накладок предохранительной муфты, не превышала 18 га.

Известно, что фрикционные узлы могут удовлетворительно работать в широком диапазоне нагрузок и скоростей только в том случае, если в режиме буксования не превышены значения удельной мощности трения. Удельная мощность трения определяется энергонагруженностью муфты, которая, в свою очередь, зависит от угловой скорости буксования, момента трения и конструктивных характеристик муфты.

Для обеспечения надежной работы фрикционной муфты в приводе фрезы в ВИСХОМЕ изучалась энергонагруженность узла трения муфты с учетом случайного характера момента сопротивления на валу предохранителя. В результате теоретических исследований, проводимых с

использованием теории выбросов, установлены зависимости для расчета работы трения, угловой скорости и длительности буксования, длительности интервала между буксованиями и удельной мощности трения. Полученные соотношения позволили установить зависимость энергонагруженности муфты от статистических характеристик момента сопротивления, предельного момента муфты и ее конструктивных параметров.

Экспериментальные исследования фрикционной муфты, работающей в приводе фрезы культиватора КФГ-3,6, подтвердили пригодность полученных выражений для инженерного расчета параметров режима буксования.

Установленные зависимости позволили также рассчитать максимальную температуру поверхности трения и определить тем самым долговечность работы фрикционного узла муфты. Сформулированы требования к величине предельного передаваемого момента, исключающей тепловую перегрузку узла трения предохранительной муфты.

УДК 631: 372.001.24:681.31

Скотников В.А.

Солонский М.А.

Гладкова Г.А.

КОМПЛЕКТОВАНИЕ МАШИНО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВМ

Производительность, экономичность, работоспособность и надежность машинно-тракторных агрегатов (МТА) во многом определяются их рациональным комплектованием и выбором оптимальных режимов работы в условиях рядовой эксплуатации.

Комплектование МТА включает расчет состава агрегата и составление его в натуре. На первом наиболее трудоемком этапе рассчитываются основные параметры агрегатов, однако точность расчетов недостаточна, так как не всегда учитываются конкретные производственные условия, а также возможны ошибки.

Наличие ЭВМ и соответствующего программного обеспечения позволяет автоматизировать процесс расчета состава агрегата, благодаря чему можно существенно сократить затраты времени на выполнение расчетов и оптимизировать параметры агрегата.

Эта задача может решаться как на тракторных заводах, где составляются карты агрегатирования трактора и набора сельхозмашин к нему

для основных почвенно-климатических зон, так и в отделениях Госкомсельхозтехники. При этом эффективность работы по автоматизированному расчету агрегата в отделениях Госкомсельхозтехники выше, чем на заводах, так как здесь учитываются конкретные производственные условия хозяйства (рельеф полей, характеристики почв, урожайность культур и др.), действительные параметры тракторов и сельхозмашин на основе результатов диагностики и т.д.

Особенность такого подхода к комплектованию МТА — использование одного и того же пакета прикладных программ (ППП) на тракторных заводах и в отделениях Госкомсельхозтехники — сокращает затраты времени и средств на разработку программного обеспечения и повышает эффективность использования сельхозтехники.

При комплектовании согласовываются следующие параметры МТА:
1. Потребная мощность двигателя:

$$N_H \geq N_0 + \frac{1}{\gamma_{доп}} \left[\frac{1}{\eta_{тр}} (P_{кр} + \sum R_{ки} f) v_t + \frac{N_{вотм}}{\eta_{вотм}} + \frac{N_{гсом(I)}}{\eta_{гсом}} \right]$$

где N_H — номинальная мощность двигателя;

N_0 — мощность, потребляемая постоянно включенными потребителями;

$N_{вотм}, N_{гсом}$ — мощность, расходуемая на привод активных рабочих органов (АРО) через вал отбора мощности (ВОМ) и гидросистему отбора мощности (ГСОМ);

$\eta_{тр}, \eta_{вотм}, \eta_{гсом}$ — КПД трансмиссии, привода ВОМ и ГСОМ;

$P_{кр}$ — тяговое сопротивление;

$R_{ки}$ — нагрузка на колесо трактора;

f — коэффициент сопротивления перекачиванию;

v_t — теоретическая скорость трактора;

$\gamma_{доп}$ — допустимый коэффициент загрузки двигателя.

Этот показатель характеризует способность МТА качественно выполнять все технологические операции при обеспечении максимальной возможной производительности.

2. Тяговые показатели, характеризующие способность трактора преодолевать тяговое сопротивление агрегируемых машин:

$$P_k = 10^3 N_H \eta_{тр} \eta_{тр} / \omega_H \cdot \eta_k \geq \sum P_{сопр} \text{ и л.и. } P_y = \varphi \sum R_{ки} \geq \sum P_{сопр}$$

где R_k, R_f - касательная сила тяги по двигателю и по сцеплению;
 $\Sigma R_{\text{доп}} = R_{\text{кр}} + \Sigma R_{ki}$ - суммарное сопротивление движению;
 $i_{\text{тр}}$ - передаточное число трансмиссии;
 ω_n - номинальная угловая скорость коленвала;
 r_k - радиус качения ведущих колес.

3. Нагрузки на колеса трактора, характеризующие способность агрегата работать без перегрузки шин и без потери управляемости:

$$R_{ki} \leq R_{k\text{доп}}; \Sigma R_{kl} \geq \Sigma R_{упр. доп.}, \quad (3)$$

где $R_{k\text{доп}}, \Sigma R_{упр. доп.}$ - допустимая нагрузка на каждое из колес по грузоподъемности шин или удельному давлению на почву и на управляемые колеса;

ΣR_{kl} - нагрузка на управляемые колеса.

4. Грузоподъемность навесной системы трактора, которая характеризует способность осуществлять необходимое силовое воздействие на навесную или на полунавесную сельхозмашину:

$$P_{н. доп.} \geq P_{схм},$$

где $P_{н. доп.}$ - допустимая грузоподъемность навесной системы;
 $P_{схм}$ - вертикальная составляющая на навесную систему от воздействия сельхозмашин.

Нагрузка на колеса трактора R_{ki} определяется путем решения на ЭВМ систем дифференциальных уравнений движения МТА в рабочем и транспортном положении.

Анализ комплектования универсально-пропашного трактора класса 20 кН позволил установить следующее; трактор с наибольшей балластировкой может агрегатироваться с плугом ПНТП -4х35 при удельном сопротивлении почвы 90 кН/м² и выше и глубине пахоты свыше 0,2м только в трехкорпусном варианте. Трактор с культиватором КРШ-8, I и подкормщиком-опрыскивателем ПОУ-1200 не может агрегатироваться по величине потребной мощности на высших агрегатически допустимых скоростях, что ведет к потере производительности. У этого агрегата перегружены задние колеса трактора.

Автоматизированный расчет состава МТА и режимов его работы с использованием ЭВМ с учетом рассмотренных параметров согласования позволяет сократить сроки комплектования МТА и повысить их эффективность.

УДК 631.171-585

Тарасик В.П.
Крутолевич С.К.
Бедункевич В.М. (ММИ)

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМАТИЧЕСКОГО
ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ САМОХОДНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
МАШИН

Оптимальное управление скоростными и нагрузочными режимами двигателя во многом определяет эффективное использование потенциальных возможностей самоходных сельскохозяйственных машин. Оно может быть достигнуто путем автоматического переключения передач и регулирования скоростного режима двигателя. При этом возникает задача выбора оптимальных характеристик автоматического переключения передач.

Обычно она решается графо-аналитическими методами, основанными на использовании тягово-динамических и топливно-экономических характеристик машин. Однако эти методы весьма трудоемки и обладают низкой точностью.

В Могилевском машиностроительном институте разработана новая методика определения характеристик и законов переключения передач. Отличительной ее особенностью является использование оптимизационного алгоритма при определении фазовых координат системы. Методика дает возможность непосредственного получения законов для различных сочетаний информационных переменных.

Математическая модель машины при этом должна учитывать характеристики двигателя по крутящему моменту и удельному расходу топлива как функции угловой скорости коленчатого вала двигателя и положения органа управления подачей топлива, безразмерные характеристики бесступенчатой передачи (при ее наличии на машине), параметры трансмиссии и ходовой системы, инерционные свойства динамической системы машины, а также характеристики внешней среды и режима движения машины. В описание внешней среды входят характеристики коэффициентов суммарного дорожного сопротивления и буксования движителя. Кроме того, учитывается величина отбора мощности, в том числе на привод рабочих органов агрегатируемой машины.

Для определения оптимальных характеристик переключения передач формируется целевая функция L , выбор которой зависит от требований, предъявляемых к системе автоматического управления (САУ) и

обеспечиваемых ею режимов работы машины. Например, для тракторного агрегата наиболее характерными являются три режима работы: стабилизации максимальной мощности, стабилизации скорости и экономичного регулирования мощности. На первом режиме целевой функцией может быть принята максимизация средней скорости движения машины, определяющей ее производительность, на втором и третьем режимах – минимизация удельного расхода топлива, которая может быть обеспечена при условии равенства мгновенных расходов топлива G_T на двух смежных передачах. В последнем случае целевая функция имеет вид:

$$L = (G_T^i - G_T^{i+1})^2 \rightarrow \min.$$

При работе машины на различных режимах формируется комплексная целевая функция, составленная из частных критериев по методу ранжирования коэффициентов.

Для достижения приемлемой точности искомых характеристик и законов переключения передач необходимо адекватное описание характеристик основных элементов динамической системы машины, прежде всего, двигателя, бесступенчатой передачи и буксования движителя. Эти характеристики предпочтительнее всего получить путем регрессионного анализа результатов экспериментальных исследований. Для машины с дизельным двигателем, снабженным всережимным регулятором, математическая модель должна включать его уравнения.

Рассматривая в общем случае движения условие динамического равновесия элементов модели машины и вводя силы инерции на основе принципа Даламбера в число заданных сил, ее математическая модель приводится к системе нелинейных алгебраических уравнений, для решения которых применяется итерационный метод Ньютона-Рафсона. Окончанием итерационного процесса является условие, при котором функция L не превышает заранее заданной величины, определяющей точность решения. После выполнения этого условия вычисляются фазовые координаты машины, которые могут быть использованы в качестве информационных переменных САУ переключением передач. Из их числа выделяются группы равноценных с точки зрения информативности характеристик. Окончательное решение о выборе информационных переменных принимается с учетом характеристик преобразователей, компоновочных особенностей машины и автоматизируемой трансмиссии.

На основе предложенной методики расчета характеристик и зако-

нов автоматического переключения передач разработан пакет прикладных программ для ЭВМ, который был использован при проектировании САУ трансмиссией гусеничной машины и показал высокую точность и эффективность.

УДК 629.114.2:681.51.001.53

Тарасик В.П.

Мрочек В.И.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ САУ СКОРОСТНЫМИ И НАГРУЗОЧНЫМИ РЕЖИМАМИ ТРАКТОРА

При выполнении многих сельскохозяйственных операций по условиям агротехники требуется поддержание постоянной скорости машинно-тракторного агрегата (МТА). В связи с этим в системе автоматического управления скоростными и нагрузочными режимами (САУР) должен быть предусмотрен режим стабилизации скорости. Обеспечивается этот режим связанным управлением двигателем и трансмиссией путем автоматического переключения передач и изменения скоростного режима двигателя. При этом САУР имеет два контура управления: переключением передач и изменением скоростного режима двигателя. Указанные контуры образованы путем включения в обратные связи динамической системы МТА блоков автоматического переключения передач и стабилизации скорости.

Для обеспечения высокого качества функционирования САУР должна обладать требуемыми запасами устойчивости. Это достигается путем оптимизации параметров блока стабилизации скорости в процессе проектирования.

Наибольшее распространение для оценки устойчивости находят частотные методы. Однако известные методы позволяют проводить исследования только сравнительно простых систем, содержащих одну-две нелинейности. Особенностью рассматриваемой САУР является то, что она представляет собой сложную динамическую систему, содержащую большое количество нелинейностей. Попытки применения для исследования ее устойчивости известных методов оказались безуспешными. В связи с этим возникла необходимость в разработке методики определения параметров блока стабилизации скорости, позволяющей на стадии проектирования обеспечить требуемые запасы устойчивости и показатели качества переходных процессов, а также снять ограничения на число нелинейностей исследуемой системы.

Сущность предложенной методики заключается в следующем. Вначале составляется исходная система нелинейных дифференциальных уравнений. При этом САУР рассматривается с позиций системного подхода. Существенные нелинейности полученной системы уравнений подвергаются гармонической линеаризации, а несущественные нелинейности линеаризуются путем разложения в ряд Тейлора. Применяя преобразование Лапласа к линеаризованной системе дифференциальных уравнений и записывая координаты в отклонения относительно исходного положения статического равновесия, получаем линейные алгебраические уравнения, описывающие динамику системы, а также систему уравнений относительно средних значений координат, описывающую статику системы. При прохождении сигналов через нелинейности происходит смещение координат на их выходах. Поскольку система замкнутая, то это приводит к изменению и координаты на их входах, что также учитывается системой уравнений статики. Обе системы уравнений связаны между собой третьей системой уравнений, предназначенной для вычисления коэффициентов гармонической линеаризации, зависящих от амплитуд и смещений сигналов на входах нелинейностей, а также от их частоты.

Для решения этих систем уравнений использовались оптимизационные алгоритмы. Целевой функцией при этом принималась минимизация суммы квадратов разности координат на входах существенных нелинейностей на предыдущем и последующем шаге. При этом использовался метод квазиградиентного спуска. Функционал качества выбиралась положительно определенная форма, составленная из модулей эквивалентных комплексных коэффициентов усиления нелинейностей.

Оценка устойчивости САУР производилась по логарифмическим частотным характеристикам (ЛЧХ). Применение последних предусмотрено предлагаемой методикой с целью обеспечения возможности стыковки теоретических и экспериментальных частотных характеристик.

При исследованиях устойчивости САУР моделировались два вида работ МТА: транспорт и культивация во всем диапазоне изменения скоростного режима двигателя. Определение ЛЧХ МТА производилось теоретическим и экспериментальным путями. Экспериментальные ЛЧХ МТА определялись на специально разработанном стенде для физического моделирования МТА. ЛЧХ блока стабилизации скорости определялись теоретическим путем.

В результате выполненного комплекса исследований установлено,

что в зависимости от вида работ и величины скоростного режима двигателя запасы устойчивости САУР изменяются в широких пределах. Минимальными запасами устойчивости САУР обладает при работе двигателя на низких скоростных режимах, на которых и следует выбирать ее параметры. Исследования показали, что на этих режимах в САУР обеспечиваются требуемые запасы устойчивости при угловой скорости рычага управления всережимным регулятором двигателя 0,025...0,030 рад/с. Установлено, что аналоговая система при приемлемых конструктивных размерах не позволяет выполнить указанные требования. В основу функционирования разработанного для трактора МТЗ-100 гидравлического блока стабилизации скорости положен релейно-импульсный способ регулирования. В ходе исследований установлено также, что у САУР с принципом регулирования по отклонению регулируемой величины переходные процессы характеризуются высокими значениями перерегулирования скорости, что обусловлено высокой инерционностью системы. В связи с этим при разработке САУР реализован комбинированный принцип регулирования.

Стендовые испытания САУР показали ее высокую эффективность и надежность функционирования. Точность поддержания скорости МТА, обеспечиваемая разработанной САУР, находится в пределах $\pm 4\%$.

УДК 631.3-52:53.082.79:621.039.84/

Гируцкий И.И. (ЦНИИМЭСХ)

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАДИОИЗОТОПНОГО ОБНАРУЖИТЕЛЯ ИНОРОДНЫХ ПРЕДМЕТОВ В СИСТЕМЕ ЗАЩИТЫ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КОРМОВ КСК-100

Анализ поломок измельчающих аппаратов высокопроизводительных кормоуборочных комбайнов КСК-100 от попадания твердых предметов показывает, что чувствительный элемент системы защиты должен обнаруживать и камни, и металлические предметы. Некоторые зарубежные фирмы устанавливают на своих комбайнах металлоискатели и пьезодетекторы, однако первые не позволяют обнаруживать немагнитные предметы, а другие обладают низкой чувствительностью.

Исследования, проведенные в ЦНИИМЭСХ, показали перспективность применения радиоизотопного обнаружителя инородных предметов (РОИП), основанного на существенном различии ядерно-физических свойств инородных предметов и растительной массы.

Чувствительный элемент радиоизотопного обнаружителя расположен в зоне первой пары уплотняющих валцов самоходного измельчителя. Такое устройство имеет следующие преимущества:

- датчик является стандартным элементом корпуса измельчителя комбайна и является единым для всех сменных рабочих органов комбайна;
- благодаря уплотнению, значительно уменьшаются размеры зоны поиска инородных предметов;
- сигнал с выхода плотномера, входящего в состав РОИП, может быть использован в других системах автоматизации.

Специфическими особенностями радиоизотопного обнаружителя инородных предметов являются статистический характер сигнала на выходе детектора излучения, обусловленный природой радионуклидного источника излучения, нелинейность первичного преобразователя, а также мультипликативный характер помехи, в качестве которой выступают случайные флуктуации поверхностей плотности потока растительной массы в зоне обнаружения. Сюда добавляются априорная неопределенность времени появления и параметров инородных предметов. Все это затрудняет синтез и анализ оптимальных алгоритмов обнаружения. Кроме того, значительное влияние на характеристики обнаружителя оказывает пара валцов, которая уплотняет растительную массу и выталкивает инородные предметы в нижние слои.

Поиск квазиоптимальных алгоритмов проведен с использованием теории марковских процессов и оптимальной фильтрации. Учет мультипликативности и нестационарности помехи осуществляется благодаря шумовой автоматической регулировке порога обнаружения (КАРП). В макетных образцах РОИП использованы радионуклидные источники гамма-излучения типа ИГИА I-4 на основе америция-241 ($E_{\gamma} = 60$ кэВ, $T_{1/2} = 500$ лет, $A = 30$ мКи) и сцинтилляционные блоки детектирования 693I-I7. Применение низкоэнергетических источников, высокоэффективных детекторов излучения и размещение чувствительного элемента в труднодоступном и удаленном от оператора месте позволило достаточно просто выполнить требования радиационной безопасности.

Установка радиоизотопного обнаружителя в питающем аппарате комбайна обусловила необходимость разработки быстродействующего останова питающих валцов. Тормозной путь инородного предмета должен быть меньше расстояния от зоны обнаружения до измельчающего барабана комбайна, равного 0,35 м.

Проведенные исследовательские испытания показали, что обнаружитель позволяет надежно определять попадание в кормоуборочный комбайн камней и других инородных предметов при значительных колебаниях влажности и подачи растительной массы. Средняя вероятность обнаружения камней массой 0,4...0,6 кг и металлических болтов массой 0,2 кг составила 0,95.

На основе разработанного обнаружителя возможно создание автоматической системы предотвращения попадания инородных предметов в измельчающий аппарат кормоуборочной машины, позволяющей значительно сократить число аварий и повысить годовую загрузку комбайнов.

УДК 681.121:621.436-444

Гром-Мазничевский Л.И.

Коваль В.А.

Мироненко В.Г.

Ляшук В.А.

(УкрНИИМЭСХ)

СЧЕТЧИК РАСХОДА ТОПЛИВА ДИЗЕЛЕМ

Одним из важных этапов создания автоматического управления и контроля режимов работы машинно-тракторных агрегатов является эксплуатационно-технологическая оценка работы этих агрегатов. Показателем этой оценки служит, в первую очередь, удельный расход топлива.

Для измерения расхода топлива в УНИИМЭСХ разработан поршневой расходомер объемного типа "Квант". Одна его часть (входная) устанавливается в магистрали, соединяющей бак с насосом высокого давления, а вторая (выходная) — в магистрали, через которую излишки топлива сливаются от насоса высокого давления в бак. Расход топлива получается как разность между данными первой и второй частей расходомера.

Результаты испытаний расходомера на тракторе Т-150К показали, что он сохраняет нормальную работоспособность при кренах, перекосах, колебаниях и вибрациях, возникающих на тракторе. Погрешность измерений не выходит за пределы $\pm 1,0\%$.

УДК 621.396.98.004:681.31

Галус А.В. (ВНИИ Сельхозмаш)

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ БЕЗМАРКЕРНОГО ВОЖДЕНИЯ ШИРОКОЗАХВАТНЫХ МТА НА БАЗЕ МИКРО-ЭВМ

В числе сложных вопросов, связанных с созданием широкозахватной техники, возникают особые трудности при решении задач обеспечения тракториста-оператора информацией о положении движущегося агрегата относительно предыдущего прохода, с целью обеспечения стыковки смежных проходов с заданными агротехническими допусками. Применение традиционных механических маркеров и следоуказателей для управления движением широкозахватных (более 15 м) почвообрабатывающих и посевных агрегатов оказалось невозможным. При создании широкозахватных агрегатов для внесения удобрений и опрыскивания, технологическая ширина захвата которых существенно больше конструктивной ширины машины, до сих пор окончательно не решен вопрос выбора средств ориентации.

Большими потенциальными возможностями в решении задач стыковки смежных проходов и переходу к автоматизированным робототехническим агрегатам обладают системы управления движением МТА, оснащенные на принципах радионавигации. Основной особенностью такого типа систем ориентации является отказ от использования маркерного следа в качестве опорной траектории для управления движением агрегата; она состоит в определении плановых координат местоположения МТА в произвольной системе координат, связанной с опорными внешними ориентирами и выработкой сигнала отклонения агрегата относительно требуемой траектории, координаты которой задаются аналитически или хранятся в запоминающем устройстве бортовой микро-ЭВМ радионавигационной системы ориентации.

Задача полного синтеза системы ориентации включает в себя формирование радионавигационного поля и разработку средств преобразования радионавигационных сигналов с целью определения координат МТА. Естественно ожидать наибольшего выигрыша при оптимизации всей системы ориентации в целом.

При синтезе системы ориентации используется ряд моделей:

- модели радиотрассы и распространения радиоволн;
- модели движения управляемого МТА;
- модели структуры радионавигационной системы и бортового вычислителя;

Модели можно подстраивать, пользуясь различными алгоритмами адаптации. Решение задачи определения сигнала отклонения от заданных траекторий движения агрегата в условиях априорной неопределенности может быть реализовано с помощью трех основных процедур: - формирования оценки определяемых координат \hat{u} и на основе имеющихся сведений о процессах излучения и распространения, о движении управляемого агрегата; - сравнение полученной оценки \hat{u} с реальными координатами МТА (u) в соответствии с выбранным критерием степени их близости $J(\hat{u}, u, c)$, где c - вектор неизвестных параметров моделей; - поиска вектора оценок \hat{c} , который обеспечивает экстремальное значение выбранного критерия J .

Таким образом задача сводится формально к следующей:

$$\hat{c} = \{c: J(\hat{u}, u, c)\} = \underset{c \in C}{\text{extr}} J(\hat{u}, u, c).$$

где C - область допустимых значений параметров моделей.

В результате исследований получены обоснованные технические требования, предъявляемые к бортовой микро-ЭВМ и другим радиотехническим устройствам, входящим в состав системы безмаркерного вождения широкозахватных сельскохозяйственных агрегатов.

УДК 631.3.072.3

Фойницкая К.П.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭВМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НАВЕСНЫХ СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ

Ускорение темпов научно-технического прогресса как решающего фактора повышения эффективности общественного производства и улучшения качества продукции является важнейшим условием дальнейшего подъема сельского хозяйства. В этой связи перед тракторостроителями остро встает проблема сокращения сроков проектирования при одновременном повышении качества и технико-экономического уровня выпускаемой продукции, уменьшения стоимости и трудоемкости процесса проектирования. Решение проблемы возможно лишь на базе интенсификации процесса проектирования узлов, механизмов и систем трактора, а также механизации и автоматизации самого процесса про-

ектирования.

Математические модели и методы, всевозможная вычислительная техника при проектировании тракторов применяется около 20 лет, но применительно к отдельным узлам и системам без целостной их увязки.

В настоящее время возникла необходимость перехода от решения на ЭВМ частных задач проектирования к созданию систем автоматизированного проектирования (САПР), в которых математические методы и модели органично включены в технологический процесс создания трактора, начиная от прогнозирования потребности в новой технике, проектных, научно-исследовательских, испытательных работ и кончая эксплуатацией сельскохозяйственного тракторного агрегата. Одним из первых этапов перехода к системам автоматизированного проектирования является разработка пакетов прикладных программ, являющихся неотъемлемой основной частью САПРа, позволяющих решать конкретные задачи проектирования и расчета узлов, механизмов и систем трактора.

Могилевским машиностроительным институтом совместно с Минским тракторным заводом разработан комплексный аналитический метод расчета гидравлических навесных систем трактора и создается библиотека прикладных программ расчета гидравлической навесной системы, позволяющая на стадии проектирования выбирать рациональные параметры систем.

Библиотека прикладных программ расчета гидравлических навесных систем трактора включает решение следующих задач:

I. кинематического расчета подъемно-навесного устройства трактора, которая, в свою очередь, включает задачи анализа и синтеза. Задача анализа возникает при проверочном расчете с целью проверки выполнения основных требований, предъявляемых к гидравлическим навесным системам, и ГОСТу 10677-82 "Устройство навесное заднее сельскохозяйственных тракторов классов 0,6...4. Типы. Основные параметры и размеры". Задача синтеза ставится при проектировании подъемно-навесных устройств трактора с целью выбора их оптимальных геометрических параметров, т.е. таких параметров, которые соответствуют определенным наиболее выгодным соотношениям между размерами звеньев подъемно-навесного устройства, удовлетворяющие требуемым условиям и ГОСТу 10677-82.

2. расчет гидропривода, основная цель которого – определение динамических параметров гидравлической навесной системы при подъеме навесной машины;

3. расчета грузоподъемности навесной системы.

Решение задачи позволяет оценить возможность агрегатирования трактора с полным комплектом навесных машин как с точки зрения нагруженности гидравлической системы, так и управляемости агрегата;

4. расчеты на прочность основных элементов подъемно-навесного устройства и гидропривода.

Разработанная методика расчета позволяет на стадии проектирования выбрать оптимальные геометрические параметры подъемно-навесных устройств, рассчитать гидропривод, скорректировать основные показатели, определяющие выполнение требований к навесным сельскохозяйственным тракторным агрегатам. Применение методики позволяет автоматизировать проектирование навесной системы трактора, сокращает сроки проектирования.

УДК 681.325.5-181.4.004.14:631.3

Фурунжиев Р.И.

УПРАВЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯМИ В КОНСТРУКЦИЯХ МНОГООСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ

Постановка вопроса. Для многоосных транспортных сельскохозяйственных агрегатов кроме критериев управляемости, стабилизации положения массы и плавности хода важное значение имеет условие непревышения напряжений заданных уровней в элементах несущих конструкций при движении по макронеровностям. Одним из направлений совершенствования многоосных транспортных систем с тремя и более осями является создание конструкций с увеличенным ходом подвески. Однако у современных многоосных транспортных систем величина полного хода подвески сравнительно невелика. Например, у многоосных автомобилей эта величина не превышает 200–300 мм. Одним из наиболее эффективных путей дальнейшего повышения проходимости многоосных транспортных агрегатов является введение активных средств виброзащиты, автоматически управляемых на базе микропроцессорной техники.

Рассматривается микропроцессорная система управления параметрами подвески многоосных транспортных агрегатов с целью автоматической подстройки геометрических параметров опорных устройств путем принудительного их изменения, с целью "сглаживания" значительных неровностей рельефа местности.

При этом отклонения усилий, передаваемых опорными устройствами на поддрессоренные конструкции, либо взаимные смещения отдельных ее частей должны находиться в заданном допустимом диапазоне, который обеспечивает непревышение напряжений в конструкциях предельных допустимых значений. При этом учитывается критерий плавности хода и стабилизации положения поддрессоренной массы. Рассматриваемый подход допускает также использование сумествующих пассивных подвесок.

Техническое решение. Силовой привод каждой независимой подвески многоосной системы в виде исполнительного гидроцилиндра своими выходными звеньями связан с опорными концами упругого элемента подвески. Это позволяет с помощью гидроцилиндра растягивать и сжимать упругий элемент, увеличивая или уменьшая тем самым его длину. В статистическом положении силовой привод не несет никакой нагрузки и не препятствует сжатию или растяжению упругого элемента. При наезде на выступающую неровность упругий элемент начинает сжиматься, а на вогнутость — начинает растягиваться.

Математическая формулировка задачи. В основе метода управления напряжениями лежит приближенное решение следующей задачи оптимального управления. Необходимо минимизировать функционал.

$$J = \int_0^{t_f} (1 + \sum_i \beta_i |u_i|) dt, \quad (1)$$

при $\dot{x} = Ax + Bu$;

$$x(t_0) = x_0, |u_i| \leq u_i^*, t_f - \text{ произвольно. } (2)$$

В формуле (2) x и u — соответственно векторы состояния (перемещения) системы и управления (ход гидроцилиндра управления). Предполагается, что уравнения динамики объекта (2), построены на основе метода конечных элементов, благодаря чему охватывает чрезвычайно широкий класс объектов. Уравнения (2) приведены к усеченной (конденсированной) системе уравнений методом динамической кон-

денсации. Неизвестными в этой системе являются только примененные состояния (перемещения), соответствующие управляемым переменным.

В целевой функции (1) заложены противоречивые требования: обеспечение малого времени запаздывания при небольшом расходе энергии на гидропривод. Соотношение между этими величинами задается проектировщиком путем соответствующего выбора весовых коэффициентов β_i . В частном случае $\beta_i = 1$. Для приближенного решения задачи уравнения динамики приводятся к модульным координатам с помощью стандартного преобразования

$$x = \Phi y, \quad (3)$$

где Φ - матрица собственных векторов. Фазовое уравнение (2) на основе преобразования (3) приводится к виду:

$$\dot{y} = \Lambda y + \Phi^{-1} B u, \quad \text{где } \Lambda = \Phi^{-1} A \Phi. \quad (4)$$

Гамильтониан в задаче оптимального управления системой, динамика которой описывается уравнениями (4), имеет вид

$$H = 1 + \sum_i \beta_i |u_i| + p^T (\Lambda y + \Phi^{-1} B u), \quad (5)$$

где p - сопряженная переменная. Оптимальное управление минимизирует эту функцию.

Решение имеет вид

$$\begin{aligned} u_i &= +u_i^* & , \text{ при } d_i < -\beta_i \\ u_i &= 0 & , \text{ при } -\beta_i < d_i < \beta_i \\ u_i &= -u_i^* & , \text{ при } d_i > \beta_i. \end{aligned} \quad (6)$$

где вектор-строка $[d_1, d_2, \dots] = p^T \Phi^{-1} B$.

Величина d_i зависит от сопряженной переменной p_i , которая в общем случае не известна и зависит от заданных начальных условий x_0 и y_0 . Используется соотношение $p_i = \frac{\partial J_{\text{оп}}}{\partial y_i}$ для определения d_i .

Микропроцессорная система автоматического управления предлагает следующие элементы, подключенные к общей шине: микроконтроллер,

выполненный на базе микропроцессора повышенного быстродействия; постоянной и оперативной памяти объемом не менее 16 Кбайт; программируемое постоянное запоминающее устройство до 8 Кбайт; устройство сопряжения с объектом, пульт управления оператора, систему отображения информации; датчики входной информации, терристорные устройства для управления исполнительным оборудованием. Текущая информация о переменных состояниях (перемещениях в опорных точках) получается путем преобразования данных об измеряемых опорных усилиях по известным функциональным соотношениям. Разработана программа управления в системе команд микропроцессора типа К 588.

УДК 681.325.5-181.4:681.3.06

Озеров В.Г. (НИПТИМЭСХ ИЗ РСФСР)

АЛГОРИТМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Широкое внедрение в сельскохозяйственное производство микропроцессорной техники требует прежде всего ее алгоритмического и программного обеспечения.

Если рассматривать показатель качества y как случайный процесс $y(t)$, то оценить работу сельскохозяйственного агрегата можно средним значением m_y , средним квадратическим отклонением σ_y , коэффициентом вариации V_y , спектральной плотностью $S_y(\omega)$, вероятностью сохранения заданного допуска P_Δ и числом превышений λ допуска за заданный промежуток времени T .

Таким образом, для достоверной оценки качества работы мобильной сельскохозяйственной машины в составе системы контроля (управления) необходимо иметь вычислительное устройство, позволяющее прежде всего по известным алгоритмам вычислять оценки m_y , σ_y и $S_y(\omega)$, необходимые для дальнейших расчетов.

Далее реализуется алгоритм $V_y = \sigma_y / m_y$, расчетное значение V_y сравнивается с заданным $V_{y,доп}$ и при $V_y > V_{y,доп}$ вырабатывается сигнал о нарушении технологического процесса. Одновременно вычисляется оценка P_Δ вероятности сохранения агротехнического допуска, которая в общем случае равна

$$P_\Delta = \int_{m-\Delta y}^{m+\Delta y} f(y) dy,$$

где $f(y)$ — плотность распределения ординат контролируемого параметра.

При нормальном распределении и одностороннем допуске $P_A = 0,5 + \Phi(\Delta y / \sigma_y)$, для двухстороннего симметричного допуска $P_A = 2\Phi(\Delta y / \sigma_y)$, а для несимметричного $P_A = \Phi(\Delta 1 / \sigma_y) + \Phi(\Delta 2 / \sigma_y)$, где $\Phi(x)$ — функция Лапласа, причем $\Phi(0) = 0,5$, $\Phi(\infty) = 1$.

В вычислительном устройстве оценивается также частотный состав контролируемого параметра, в частности определяется частота ω_0 на которой $S_y(\omega)$ имеет максимальное значение и полоса существенных частот ω_c . Сведения об ω_0 и ω_c используются для расчета оценки σ_y среднего квадратического отклонения скорости изменения контролируемого параметра в общем случае равной

$$\sigma_y = \sqrt{1/2\pi \int_{-\infty}^{\infty} \omega^2 S(\omega) d\omega}.$$

При упрощенном расчете можно использовать выражение $\sigma_y = \omega_c \sigma_y$ для узкополосного процесса или $\sigma_y = \omega_c \sigma_y / \sqrt{3}$ для широкополосного.

Оценка λ числа превышений контролируемым параметром заданного допуска вычисляется по выражению $\lambda = (\sigma_y / 2\Delta y) \exp(-\Delta^2 / 2\sigma_y^2)$. При малых отклонениях контролируемого параметра от среднего ($\Delta y \gg \sigma_y$) можно использовать $\lambda = (\omega_c / \sqrt{3}) \exp(-\Delta^2 / 2\sigma_y^2)$ для узкополосного процесса, а для широкополосного $\lambda = (\omega_c / \sqrt{3}) \exp(-\Delta^2 / 2\sigma_y^2)$.

Расчетные значения P_A и λ сравниваются с допустимыми и при $P_A > P_{A\text{доп}}$ и $\lambda > \lambda_{\text{доп}}$ вырабатываются сигналы о нарушениях технологического процесса.

Анализ приведенных алгоритмов с учетом алгоритмов вычисления m_y , σ_y и $S_y(\omega)$ показывает, что при данном способе контроля на каждом сельскохозяйственном агрегате необходимо иметь микроЭВМ, что при современном уровне развития микроэлектроники экономически неоправдано. Это требует упрощения общего алгоритма. Например, можно считать, что оценка P_A представляет собой отношение времени T_A нахождения контролируемого параметра в поле допуска ко всему интервалу наблюдения $P_A = T_A / T$, а за базу отчета колебаний контролируемого параметра принимать не среднее значение m_y , а настроечное (установочное) y_n . Это сокращает необходимый объем

памяти вычислительного устройства.

Общий алгоритм оценки качества становится еще проще, если протекание контролируемого параметра в поле допуска считать при нормальной работе машины не подлежащим контролю, а измерять и обрабатывать лишь отклонения его за пределы допуска. Здесь вычислительные операции сводятся к расчету оценок P_d и L . Используя в качестве теоретической базы выбросы случайной функции за заданный уровень, можно при необходимости довольно просто оценить среднее значение m_y контролируемого параметра, его среднее квадратическое отклонение σ_y и частотный состав.

Предположенная алгоритмическая структура статистической оценки качества работы сельскохозяйственной техники позволяет упростить аппаратную реализацию систем контроля. Для этой цели можно использовать аналоговый микропроцессорный набор, микрокалькулятор с платой связи с объектом и ряд других схемных решений.

УДК 006:002.6 : 631.3.001.5

Волков Ю.И.

Смирнов В.А. (ВИСХОМ)

ВОПРОСЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С-Х.МАШИН

В связи с проблемой автоматизации планирования экспериментальных исследований (ЭИ) в ВИСХОМе разрабатывается диалоговая дисплейная программа "Диплекс", которая является обучающей, советующей программой и включает последовательную схему планирования ЭИ, массивы математической и нормативно-справочной информации и информации прошлых экспериментальных исследований.

До разработки указанной программы необходимо было решить проблему стандартизации планирования (ЭИ) и преодолеть ряд трудностей в связи с творческим характером планирования на этапе НИР и ОКР, а также из-за большого разнообразия исследуемых машин и видов исследований. Проблема решена методами ограниченной стандартизации:

1. Предлагается классифицировать тандем "машина-испытание" на основе таблиц типовых отраслевых ситуаций с включением во все такие таблицы позиций "Нетиповая ситуация". Кроме этого, использовать групповые разряды Общесоюзного классификатора продукции (в ОКП 4,5,6 и 7 разряды). Задачей классификации является разработка 16-ти разрядного шифра для каждого проводимого ЭИ, включающего наиболее

оущественные признаки ЭИ. Например, для определения 6-го разряда шифра используется таблица "Основная цель конструирования":

- 1 - экономия энергоресурсов,
- 2 - повышение производительности,
- 3 - снижение металлоемкости,
- 4 - повышение надежности,
- 5 - улучшение технологичности,
- 9 - цель отличается от перечисленных,
- 0 - классификация не проводилась.

2. Предлагается универсальная последовательная схема автоматизированного планирования ЭИ, включающая этапы:

- предварительное изучение проблемы,
- идентификация машины-испытания /определение шифра/,
- определение цели и подцелей ЭИ, соответствующих одной группе опытов,
- определение математических задач ЭИ,
- составление схем экспериментальных исследований,
- определение режимов ЭИ,
- определение календарных сроков проведения ЭИ,
- определение требований к измерительным и вычислительным системам.

3. Для режима автоматизированного планирования определяется постоянный состав разделов "Программы-методики экспериментальных исследований" в соответствии с этапами последовательной схемы.

УДК 621.3.008:621.6

Левин Г.Ю.

Кузьмичев Д.С. (БелНИИМВХ)

ВОПРОСЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ОСУШИТЕЛЬНО-УВЛАЖНИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ БЕЛОРУССИИ

В решениях Октябрьского Пленума ЦК КПСС (1984г.), Ноябрьского Пленума ЦК КПБ (1984г.) большое внимание уделяется повышению эффективности использования мелиорированных земель. Основой для этого являются: создание совершенных конструкций мелиорированных систем, высокая агротехника возделывания сельскохозяйственных культур, широкое внедрение средств механизации и автоматизации технологических процессов.

В БССР последнее требует решения ряда проблем, связанных с отсутствием опыта проектирования и строительства таких систем. Имеющиеся разработки в зоне орошения невозможно использовать в полном объеме из-за существенных отличий мелиорированных систем республики.

К таким отличиям относятся, например, более сложная технология регулирования водно-воздушного режима почвы (двухстороннее регулирование с помощью изменения уровня грунтовых вод, водособорные системы); не столь ярко выраженная зависимость урожайности с.-х. культур от мероприятий по автоматизации регулирования водного режима; наличие существенных возмущающих факторов, усложняющих методике определения оптимального водного режима и выполнение принятой технологии регулирования и др.

Широкое внедрение автоматизации таких систем требует больших капиталовложений, наличия специализированных строительных, монтажных и наладочных организаций, системы централизованного обслуживания средств автоматизации, подготовки кадров для эксплуатации таких систем, наличия соответствующих нормативных материалов, регламентирующих порядок выбора объектов для автоматизации, средств измерения и контроля основных мелиорированных параметров, исполнительных механизмов, средств передачи и обработки информации для принятия решения на управление и др.

Кроме того, объект автоматизации должен отвечать ряду технологических требований:

- обладать достаточным быстродействием по регулируемому параметру (УГВ, влажность почвы, водораспределение), позволяющим поддерживать этот параметр в оптимальных пределах;
- наличием гарантированного водисточника;
- необходимым потенциальным плодородием почвы, обеспечивающим высокие урожаи с.-х. культур.

По данным обследований, проведенных Минским филиалом КГЦ "Автоматизация и метрология" в 1983г. на объектах-представителях, элементов мелиоративные объекты с автоматизацией лишь отдельных элементов систем - насосных станций, регулирующих сооружений на водоподводящей сети и некоторые другие. Принятые решения на автоматизацию таких объектов не охвачены единой методологической основой. Это не позволяет использовать унифицированные решения

для развития функций автоматики на таких объектах под требования автоматизации осушительно-увлажнительных систем.

В Белорусском НИИ мелиорации и водного хозяйства в настоящее время завершается строительство опытно-производственной автоматизированной осушительно-увлажнительной системы на площади 800га по проекту, разработанному Союзгипроводхозом. Объект расположен на мелкозаемных торфяниках в Лунинецком районе. Проектом предусматривается автоматизация водозабора, водораспределения и управления водным режимом (автоматизация двухстороннего регулирования). Решения по проекту могут быть использованы в районах, где почвенные условия позволяют применить подпочвенное увлажнение шлюзованием.

В процессе строительства объекта выявились ряд трудностей, вызванных как организационными причинами, так и несовершенством средств автоматизации. Последнее касается средств измерения и контроля регулируемых мелиоративных параметров, каналов передачи данных к месту обработки и принятия решения на управление.

Так:

- а) примененные средства измерения рассчитаны в основном на условия аридной зоны СССР, громоздки, требуют гарантированных источников электропитания, используют устаревшую элементную базу. Отсутствуют надежные датчики контроля УГВ, влажности торфяных почв. Теоретические и экспериментальные исследования, например, показывают, что на мелкозалежных и среднemosных торфяниках, подстилаемых песчаными отложениями, уровень воды в колодце при осушении (увлажнении) не соответствует истинному УГВ. Имеет место пьезометрический эффект в колодце, врезанном в подстилающий песок;
- б) для организации каналов передачи использованы кабельные линии связи. Они дороги, требуют применения дефицитных видов кабеля;
- в) примененные в качестве исполнительных механизмов электрифицированные плоские колесные затворы без шандоры с истечением (з-под чита требуют наличия уровня воды в каналах и постоянного маневрирования затворами, что не отвечает требованиям применения энергосберегающих технологий управления и качества регулирования.

В связи с вышеизложенным опытом строительства автоматизированной ОУС в Полесье институт занимается решением вопросов совер-

венствования АОУС, разработкой и испытанием отдельных средств измерения, созданием бескабельных систем сбора информации по основным мелиорированным параметрам.

Так, в институте разработаны и внедрены в производство датчики влажности почвы для экспрессных измерений. На стадии завершения находятся работы по созданию стационарного датчика для автоматизированных систем. Разработан индикатор УГВ, предназначенный для слоистых грунтов. Подготовлена к производственным испытаниям автоматизированная информационно-советующая система сбора данных по УГВ.

УДК 631.173 (729.1)

Суслов В.П.

Рамирес Валье А.

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА НА КУБЕ

В сельском хозяйстве Республики Куба в настоящее время наблюдается несоответствие между быстрым ростом средств механизации и организацией технического обслуживания и ремонта машинно-тракторного парка.

В 1960 г. на Кубе использовалась система технического обслуживания и ремонта, такая же как в СССР для всех марок тракторов, т.е. система планово-предупредительного ремонта (ППР) включающая:

- ежедневное техническое обслуживание;
- техническое обслуживание №1 через 60 мото-ч;
- техническое обслуживание №2 через 240 мото-ч;
- техническое обслуживание №3 через 960 мото-ч.

Что касается двигателей, то при поступлении их на ремонтное предприятие, оно производило капитальный ремонт, хотя можно было ограничиваться текущим ремонтом, который выполнялся примерно через 1920 мото-ч.

С 1972 г. внедряется техническая диагностика, чтобы обобщено производить ремонтные воздействия поступающих машин с полным знанием их технического состояния. Проведенные исследования на Кубе показали, что с использованием технической диагностики до уровня сельскохозяйственного предприятия 18% двигателей вовремя направили на капитальный ремонт, 20% потребовали текущий

ремонт и 62% продолжали нормально свою работу. Это позволило по результатам исследований, проведенных исследовательским институтом механизации сельского хозяйства Республики Куба увеличить ресурс двигателя на И960 мото-ч, то есть систему ремонта и ТО МТП можно представить в следующем виде:

Вариант 1.

- ежедневное техническое обслуживание;
- техническое обслуживание № 1 через 60 мото-ч;
- техническое обслуживание № 2 через 240 мото-ч;
- техническое обслуживание № 3 через 960 мото-ч;
- текущий ремонт через 2880 мото-ч;
- капитальный ремонт через 5760 мото-ч.

Но наработку в мото-часах было очень трудно контролировать, т.к. счетчики мото-часов выходили быстро из строя, а поэтому решено было производить ремонтные воздействия исходя из расхода топлива или наработки по коэффициенту перевода в зависимости от марки трактора.

С 1983 г., после внедрения новых смазочных материалов и изменения нескольких операций в зависимости от условий Республики Куба периодичности ремонтных воздействий стали различными для каждой марки тракторов:

Вариант 2. Трактор МТЗ-80

- ежедневное техническое обслуживание;
- техническое обслуживание № 1 через 649 кг топлива (60 мото-ч);
- техническое обслуживание № 2 через 2596 кг топлива (240 мото-ч);
- техническое обслуживание № 3 через 10384 кг топлива (960 мото-ч).

Трактор ММЗ-6М

- ежедневное техническое обслуживание;
- техническое обслуживание № 1 через 630 кг топлива (90 мото-ч);
- техническое обслуживание № 2 через 2920 кг топлива (360 мото-ч);
- техническое обслуживание № 3 через 8760 кг топлива (1080 мото-ч).

Трактор ДТ-75

- ежедневное техническое обслуживание;
- техническое обслуживание № 1 через 927 кг топлива (75 мото-ч);
- техническое обслуживание № 2 через 3708 кг топлива (300 мото-ч);
- техническое обслуживание № 3 через 11124 кг топлива (900 мото-ч).

Трактор К-700

- ежедневное техническое обслуживание;
- техническое обслуживание №1 через 1948 кг топлива (60 мото-ч);
- техническое обслуживание №2 через 7792 кг топлива (240 мото-ч);
- техническое обслуживание №3 через 31168кг топлива (960 мото-ч).

Трактор Т-150К

- ежедневное техническое обслуживание;
- техническое обслуживание №1 через 1484 кг топлива (60 мото-ч);
- техническое обслуживание №2 через 5936кг топлива (240 мото-ч);
- техническое обслуживание №3 через 23744кг топлива (960 мото-ч).

В СССР в 1982г. и других странах-членах СЭВ с 1983 года рекомендуется использовать следующую периодичность проведения ТО для энергоемких тракторов:

Вариант 3.

- ежедневное техническое обслуживание;
- техническое обслуживание №1 через 100 мото-ч;
- техническое обслуживание №2 через 500 мото-ч;
- техническое обслуживание №3 через 1000 мото-ч.

То-есть вариант 1 системы ремонта и технического обслуживания уже не применяется. Используются вариант 2 и возникла необходимость применять вариант 3.

С другой стороны, проведение технической диагностики увеличивает потребность в ремонтных предприятиях, а поэтому необходимо пересмотреть их производственные планы.

Исходя из вышеизложенного, необходимо сделать анализ периодичности ремонтных воздействий, а также обосновать сеть ремонтных предприятий с учетом дальнейшего развития их ремонтной базы.

УДК 621.3.008:621.6

Елагих В.Т.

Яшков Л.В. (ЧИМЭСХ)

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Комплексная механизация, электрификация и автоматизация технологических процессов является генеральным направлением развития современного сельского хозяйства.

Высокая техническая оснащенность и широкая электрификация на-

ряду с разработкой прогрессивной технологии сельскохозяйственных процессов создали условия для автоматизации практически всех производственных процессов в сельском хозяйстве. Однако, несмотря на это, процесс автоматизации сельскохозяйственного производства идет пока крайне медленно.

Целый ряд довольно эффективных разработок различных научно-исследовательских институтов пока не нашли еще широкого практического применения. Одной из причин этого является то, что сельскохозяйственному производству присущи свои специфические особенности. К ним относятся:

- большое число помещений с агрессивными средами, повышенной запыленностью, с широкими пределами изменения влажности и температуры;
- связь сельскохозяйственных машин и другой техники с биологическими объектами (животными и растениями), которые оказывают определенное влияние на работу установок;
- большое число мобильных машин подвержены сильной вибрации;
- недостаточно устойчивое энергоснабжение, а также удаленность от ремонтной базы, создают определенные трудности и диктуют особые условия, которые необходимо учитывать при разработке и конструировании устройств, предназначенных для автоматизации сельскохозяйственного производства,

В числе разработанных и выпускаемых промышленностью исполнительных механизмов мало пока устройств, которые можно широко применить для автоматизации сельскохозяйственного производства, а те, которые можно применить, к сожалению, выпускаются в крайне незначительных количествах и зачастую бывает довольно громоздки и дороги.

Для автоматизации сельскохозяйственного производства необходимы малогабаритные исполнительные механизмы, устойчивые к агрессивным и запыленным средам, устойчивые к вибрации и перегрузкам, не чувствительные к перепадам температур, влажности и энергопитания, с высокой степенью надежности, а также несложные и недорогие в изготовлении, наладке и эксплуатации.

Учитывая эти требования, кафедрой автоматизации сельскохозяйственного производства (ЦИМЭСХ) ведутся работы по поиску наиболее оптимальных вариантов исполнительных механизмов, которые бы позволили решить вопросы более широкой автоматизации сельскохозяйственных технологических процессов.

В частности, разработан и изготовлен исполнительный механизм (ИМ) с электродвигателем РД-09 (автор к.т.н. Благих В.Т.), выпускаемым промышленностью серийно.

Конструктивно ИМ выполнен в виде круглого, герметичного алюминиевого корпуса с крышкой, внутри которого в герметичных отсеках размещены редуктор с передаточным отношением 1:230 и электродвигатель РД-09. Редуктор выполнен из двух тектолитовых плат, соединенных между собой распорными стойками, и четырех пар ведущих и ведомых шестерен.

На одном конце выходного вала редуктора ИМ, имеющем резиновое уплотнение, насажена полумуфта, предназначенная для соединения с рабочим органом автоматизируемого устройства, на другом конце вала закреплен рычаг, который по достижении ИМ крайнего положения нажимает на кнопки концевых выключателей, отключая тем самым электродвигатель и в целом ИМ. По окружности соединительной полумуфты профрезеровано по спирали углубление, по которому скользит шток специального указателя, который позволяет визуально определить, в каком положении находится полумуфта ИМ и, соответственно, рабочий орган. Кроме того, указатель позволяет закрепить на нем катушку индуктивного датчика, который позволит дистанционно наблюдать за работой ИМ и рабочего органа.

В последние годы в исполнительных механизмах автоматики все чаще стали использовать шаговые двигатели.

Учитывая, что ИМ с шаговым электродвигателем достаточно просты, надежны и имеют малые габариты, а также позволяют применять их в программных системах управления, когда программа записывается на перфокарту или магнитную ленту, откуда потом считывается в виде импульсов, поступающих в обмотки управления шаговым двигателем, на кафедре ведутся работы по разработке ИМ на основе шагового двигателя.

Один из опытных образцов ИМ с шаговым двигателем, разрабатываемым на кафедре, предназначен для автоматического управления рабочими органами рабочих машин и механизмов, в частности, кранами, задвижками, жалюзи и т.п. при автоматизации технологических процессов и для поддержания заданного микроклимата в животноводческих и других помещениях.

Конструктивно ИМ и ШД состоит из герметичного алюминиевого корпуса, в котором размещен двухступенчатый редуктор, одноступенный

четырёхсекционный шаговый двигатель и блок управления.

Шаговый двигатель работает при последовательной подаче блоком управления и обмоткам импульсных напряжений I_1, I_2, I_3 , отрубая за каждый импульс один угловой шаг в $7,5^\circ$, причем, при подаче импульсов в порядке $I_1-I_2-I_3-I_1$ ротор вращается в одну сторону, при подаче импульсов в порядке $I_1-I_3-I_2-I_1$ двигатель работает в обратном направлении.

УДК 621.3.006:664.112.382.6

Владимирова Г.Ф. (ИПО ВИСХОМ)

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СХ.МАШИН НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУБД ИНЕС

Проблемы автоматизации с.-х. производства тесно связаны с эффективностью создаваемой с.-х. техники и в конечном счете - с качеством и сроками проектно-конструкторских разработок. Для интенсификации проектирования с.-х. машин и их составных частей в подотрасли разрабатывается система автоматизации проектных работ.

При проектировании и разработке с.-х. техники проектировщик вынужден решать задачи инженерного расчета, оптимизации параметров изделий СХМ, задачи определения потребности в объектах проектирования, выбора изделия из ряда ранее разработанных и т.п.

Даже упрощенное представление задач проектирования показывает необходимость рационализации процесса создания новых изделий. Инструментом для этого служит система автоматизированного проектирования, с помощью которой проектировщик имеет возможность проводить более сложные многовариантные исследования и расчеты, получать более качественные проектные решения, осуществлять проектирование, которое без применения ЭВМ просто невозможно.

Ускорение проведения расчетов и повышение их качества становится возможным за счет накопления, хранения и поиска информации и представления результатов в установленной форме.

Автоматизированное проектирование представляет собой процесс формирования пользователем в памяти ЭВМ конечного описания объекта проектирования, необходимого для его изготовления и эксплуатации в заданных условиях. Под объектом проектирования понимаются с.-х. машины, ее составные части, сборочные единицы и детали, т.е. то, что в ЕСКД соответствует термину "изделие". К конечному описанию, которое по существу является информационной моделью проектируемого объекта, пользователь приходит путем последовательного преобразования

и развития исходного описания объекта проектирования, дополняя его постепенно новыми элементами, свойствами и отношениями.

Анализ задач, решаемых в процессе проектирования с помощью ЭВМ, показал, что объем обрабатываемых данных значительно возрастает, усложняется характер связей между свойствами и отношениями элементов описаний. Бывшие до недавнего времени традиционными способы организации данных в подсистемах информационного обеспечения в виде отдельных массивов, содержащих необходимую для конкретной проектной процедуры информацию, уже не являются достаточно эффективными.

Незначительное изменение в постановке задачи влечет за собой организацию новых массивов, что требует многократного повторения обработки одной и той же информации, создания новых программных средств, предназначенных для выполнения типовых процедур. Новое значение какого-либо параметра приходится записывать сразу в несколько массивов, а если потребуется расширить некоторую характеристику, то это может вызвать реорганизацию целого ряда массивов.

Благодаря привязке к конкретным программам данные приходится многократно дублировать и при решении различных задач, что приводит не только к перерасходу машинной памяти, но и требует сложной организации ведения, поддержания работоспособности в процессе функционирования подсистемы информационного обеспечения. Все это снижает производительность автоматизированного проектирования за счет траты времени на внутренние перестройки.

Принципиально новый подход к организации данных заключается в создании баз данных. При этом все работы по автоматизации направлены на создание массивов высокой релевантности и низкой избыточности. Установление связей между массивами дает возможность получать качественно новую информацию. Эта информация дополняет конечное описание объекта проектирования. Поэтому информационное обеспечение общифункциональных задач по элементам с-х. машин как подсистема САПР должна рассматриваться с позиции проектирования базы (баз) данных. Проектирование базы данных является основой для дальнейшего совершенствования САПР сельскохозяйственных машин.

Использование базы данных в подсистеме информационного обеспечения САПР основано на следующих положениях:

- любой объект проектирования представляет собой иерархическую

структуру, включающую как минимум три уровня декомпозиции: объект проектирования в целом, сборочные единицы, детали;

- конечное описание объекта проектирования представляет собой ограниченное множество результатов проектных процедур, полученных по элементам исходного описания объекта проектирования.

В процессе разработки информационного обеспечения обшефункциональных задач по элементам ст.х. машин предложена модель такой информационной базы, которая включает общую информацию и:

- содержит исходное описание объекта проектирования;
- осуществляет представление данных в виде, удобном для дальнейшего использования в задачах автоматизированного проектирования.

Разрабатываемая база данных по ст.х. машинам с использованием системы управления базами данных СУБД ИНЕС предназначена для снижения трудоемкости разработки системы информационного обеспечения различных задач проектирования, имеющих близкую по смыслу и содержанию информацию, и унификации состава и способов представления этой информации.

УДК 677.21.03:631.563.2

Малков В.Э. (ТИНИМСХ)

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН ПЕРЕРАБОТКИ ХЛОПКА-СЫРЦА

Существующая поточно-батареиная компоновка технологического оборудования первичной переработки хлопка-сырца требует обеспечения сопряжений производительностей батарей. В настоящее время разработана и внедрена на 2-х заводах УзССР САР питания машин в технологическом процессе. Суть системы заключается в том, что в последней батарее джинов задается необходимая производительность. Суммируя фактические сигналы о производительности машин подают их на задание предыдущей батарее очистителей. Таким образом обеспечивается соответствие задания и производительности во всех последовательно расположенных батареях технологических машин.

Производительность машин задается и контролируется по частоте вращения допустных питающих валиков, расположенных над приемной частью технологического агрегата. Для сглаживания неравномерности поступления хлопка-сырца над питающим органом установлен

накопитель. Размеры, способ и угол установки накопителей для различных батарей машин различен. Физико-механические свойства хлопка-сырца изменяются после каждого технологического перехода. Эти параметры влияют на изменение плотности хлопка-сырца в зоне питающих валков и соответственно влияют на производительность питателя. Эти суждения позволяют сделать вывод, что обеспечить соответствие производительностей лишь путем поддержания равенства сумм частот вращения питающих валков невозможно. Для сопряженной работы необходимо учитывать не только частоту вращения, но и плотность хлопка-сырца в зоне питающих валков.

Нами изучен вопрос изменения плотности хлопка-сырца в процессе движения его в накопителе. Построена математическая модель данного процесса. Выявлены факторы, влияющие на изменение плотности.

На основании полученных результатов можно сделать выводы, что при различных конструкциях накопителей в наибольшей степени на изменение плотности влияют два параметра: это высота загрузки и физико-механические свойства хлопка-сырца. Однако надо отметить, что сочетание ширины и высоты накопителя также оказывает влияние. При ширине 14 см передвижение хлопка под действием собственного веса прекращается. С увеличением ширины шахты более 30 см степень влияния этого параметра на величину плотности сказывается в меньшей степени. Оказывает влияние так же время движения хлопка-сырца в накопителе. Из учтенных параметров постоянными являются конструктивные: ширина, длина и высота накопителя. Определяемые экспериментальным способом физико-механические свойства не изменяются при переработке в течении 7-9 дней хлопка-сырца одной и той же партией. Время движения хлопка-сырца в накопителе зависит от производительности питающего органа и распределения плотности хлопка-сырца по высоте накопителя.

Полученная нами зависимость учитывает все эти параметры и позволяет по заданной производительности и контролируемому уровню определять величину плотности в зоне питающих валков. Коррекция, вводимая в регулирование частоты вращения питающих валков обеспечивает постоянство их производительности. На основании полученной зависимости разработан алгоритм и программа расчета с целью использования микропроцессорной техники. Изменяя скорость изменения уровня хлопка в накопителях определяется величина рассогласования по-

дачи и вывода из накопителя хлопка-сырца. Это позволит откорректировать соотношение производительностей батарей технологических машин, повысить коэффициент их использования.

ВЫВОДЫ

1. Предположенная математическая зависимость позволяет обеспечить постоянство производительности питающего органа путем регулирования частоты вращения питающих валков в зависимости от уровня хлопка-сырца;

2. С целью обеспечения соответствия сигналов о производительности питающих органов и их фактической производительности необходимо полученный сигнал корректировать в соответствии с изменением плотности хлопка-сырца в зоне питающих валков.

3. Путем контроля скорости изменения уровня хлопка-сырца в последней шахте накопителя или в батарейном накопителе, определяется рассогласование в количестве подаваемого на батарею хлопка и потребляемого и соответственного введения коррекции в систему автоматического регулирования.

УДК 631.361.7-52:634.836

Ким Я.С.

Цай Ф.В.

Жаникулов Ш. (ТИИИМСХ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ КИШМИШЕЙ

В целях развития производства кишмишей в настоящее время проводятся исследования по созданию автоматизированной поточной линии. Эта линия состоит из трех основных частей, где выполняются: подготовка винограда к оушке, сама оушка и очистка готовой продукции от веток и плодоножек.

Технологический процесс производства кишмишей изучен достаточно полно. Подавляющее большинство операций и контроль за их выполнением в настоящее время в подавляющем большинстве осуществляется без каких-либо средств механизации и автоматизации. Переход на механизированное выполнение технологических операций особых затруднений не встретит. Что же касается автоматизации процессов, проводимых с целью поддержания заданных режимов и установления инструментального контроля за существованием технологических операций, то в ТИИИМСХ были проведены специальные исследования, результаты

которых изложены в трех сообщениях.

Подготовка винограда к сушке (инж.Ким Я.С.) включает сортировку и укладку (подвеску) кистей винограда с последующей их бланшировкой. Операции по сортировке и укладке производятся вручную. Процесс бланшировки потребовал создания специальных приспособления и устройств, обеспечивающих поддержание: заданного уровня щелочного раствора, степени его концентрации и высокой температуры, обеспечивающей "крутой кипяток" с высокой температурой.

Поддержание заданного уровня связано с необходимостью наполнять емкость раствором и одновременно поддерживать его концентрацию, так как часть его испаряется и уносится вместе с кистями винограда после обработки его в "крутом кипятке" раствора. По технологии после такой обработки кисти обмывают холодной водой, которая в последующем используется для наполнения емкости с раствором.

Контроль за концентрацией раствора производится оригинальным датчиком, основанным на изменении диэлектрической проницаемости с повышенной чувствительностью и температурной компенсацией.

Добавка щелочного концентрата в поток водяного раствора производится малыми дозами с использованием импульсного регулирования.

Контроль за "крутым кипятком" осуществляется специальным устройством, состоящим из поплавка, который под воздействием волновых явлений создает колебательные движения с определенной частотой. При их отсутствии включаются дополнительные секции нагревателей. Колебательные движения улавливаются оригинальным индукционным датчиком, на выходе которого установлено реле с задержкой по времени. Задержка по времени выбирается из условия частоты колебаний поплавка.

В сообщении приводятся описания схем и устройств, обеспечивающих нормальное протекание процесса бланшировки.

Во втором разделе сообщения (инж.Цай Ф.В.) приводятся результаты исследований по совершенствованию теплового процесса в сушилке с осциллирующим режимом. Сушка винограда в таком режиме показала, что у отработанного теплоносителя через определенное время, составляющее 15-20% от цикла сушки, температура повышается, что понижает эффективность использования тепла.

Вследствие этого были проведены исследования, связанные с процессом теплопередачи при воздействии теплоносителя на виноград.

Изучалось изменение коэффициента теплоотдачи, а также особенности действия системы измерения при контроле температуры винограда и теплоносителя. Данные исследования использовались для создания устройства, обеспечивающего более эффективное использование тепла, генерируемого электрокалорифером. Это достигается за счет регулирования дроссельной заслонкой расхода холодного воздуха с обновленным отклонением части секций электрокалорифера.

Замечено, что первые 120...180 с происходит нагрев винограда, а также конструкций камеры, а в последующем тепло расходуется только на поддержание температуры объекта сушки и компенсацию потерь тепла через конструкции камеры. При этом учитывались показатели инерционности промышленной системы измерения, так как они соизмеримы со временем нагревания винограда.

Для решения вопросов автоматического регулирования теплового процесса при осциллирующем режиме сушки даны рекомендации по осуществлению непрерывного регулирования.

В этом способе регулирования использован метод дробления элементарных инерционных звеньев с решением задачи, определяющей показатель упреждающего сигнала для действия САР.

В сообщении приводятся схемы устройств и аналитическое описание функционирования элементов системы управления.

В третьей части сообщения (инж.Жаникулов Ш.) приводятся результаты исследований по созданию устройств для очистки кишмиша от веток и плодоножек, а также придания ему товарного вида.

Очистка проводится путем механического воздействия во вращающихся барабанах и завершается в электрическом поле, где одновременно происходят и сортировки кишмиша. Принцип электросепарирования заимствован из опыта работы сепарирующих устройств для зерна. Напряженность электрического поля изменяется в зависимости от сорта и вида кишмиша.

Для определения показателей очистки и выхода кишмиша из винограда используются весовые устройства с электрическим сигналом на выходе. Взвешивание производится в сыром виде $Q_1(U_1)$ перед сортировкой, затем перед очисткой $Q_2(U_2)$ и после очистки $Q_3(U_3)$.

Сигналы поочередно подаются на блок отношения ИВ-14 для изменения U_2/U_1 ; U_3/U_1 ; U_3/U_2 , а с цифрового вольтметра В7-23 снимаются соответствующие показания. В сообщении приводятся технологические и электрические схемы.

Все три вида процессов объединяются транспортными связями и образуют единую систему, которая позволяет представить ее как автоматическую поточную линию по производству кишишей. В заключении приводятся материалы по испытанию отдельных элементов поточной линии и сведения о технико-экономической эффективности.

УДК. 631.173 (729.1)

Сулов В.П.
Рамирео Валье А.

РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАТЕЛЬНАЯ БАЗА МАШИНО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА КУБЫ

До сих пор ремонтная база сельского хозяйства Республики Кубы полностью не создана и имеет некоторые недостатки. Из-за этого сельское хозяйство сталкивается с большим количеством проблем при использовании машинно-тракторного парка ввиду непредвиденных поломок, повышенного износа машин в условиях тропиков, недостаточной организации технического обслуживания в хозяйствах, несвоевременной статистической информации состояния машинно-тракторного парка для правильного планирования ремонтов, неудовлетворительного материально-технического обеспечения, отсутствия четкой системы взаимоотношений ремонтных предприятий и хозяйств, в результате чего имеются потери времени в ожидании ремонта.

Эффективность использования МТП находится ниже рекомендуемой (50% в 1978г.), что влияет на выполнение сельскохозяйственных планов в срок по подготовке полей для сельскохозяйственных культур.

По данным исследовательского института механизации сельского хозяйства Республики Куба на первые четыре месяца 1984г. потери времени сельскохозяйственной техники по различным причинам представлены в табл. I.

Таблица I

Использование сельскохозяйственной техники и потери
времени по причинам

№ п/п	Виды сельскохозяйственных работ и причины потерь времени	% от общего фонда времени
1.	Сельскохозяйственные работы	33
2.	Использование тракторно-транспортных средств на перевозку сельскохозяйственной продукции	49

1	2	1	3
3. Использование тракторно-транспортных средств на других работах			18
<u>Потери времени по причинам</u>			
а) техническим			64
б) организационным			9
в) праздничные дни			14
г) прочие			13

Как видно из табл. 1, потерянное время по техническим причинам занимает 64%, что свидетельствует о необходимости правильной организации ремонта и ТО и сокращении времени на их проведения особенно в период года, когда идет уборка сахарного тростника.

Объединение предприятий механо-производства для сельского хозяйства подчиняется Министерству сельского хозяйства Республики Куба и специализировано в основном по капитальному ремонту сельскохозяйственной техники, транспорта, средств орошения и строительства, а также по изготовлению запасных частей. Объединение состоит из 18 специализированных предприятий, которые распределены по всей стране со своими обменными пунктами.

- Предприятия по ремонту двигателей сельхозмашин, транспорта, средств орошения и строительства.

- Предприятия по ремонту тракторов, тракторных узлов, агрегатов и другой сельскохозяйственной техники.

Кроме того, в ремонтную базу сельского хозяйства входят: около 780 мастерских хозяйств, где ремонтируются комбайны (кроме двигателей), стх. машины и орудия, и проводятся их текущие ремонты и ТО.

Центральные мастерские хозяйства разделяются на 3 группы:

А, В, и С в соответствии с размерами хозяйств, в которых они размещены. Основные данные для типовых хозяйств каждой группы показаны на табл. 2. В перспективе хозяйства в основном сведутся к группе В, так как, исходя из экономической эффективности, эти хозяйства являются самыми рентабельными.

Таблица 2
Основные данные хозяйств и соответствующих мастерских

№ п/п	ПОКАЗАТЕЛИ	Хоз-во		
		группа А	группа В	группа С
1.	Площадь хозяйства, га.	26840	20130	8052
2.	Количество тракторов, шт.	768	480	240
3.	Количество комбайнов, шт.	30-80	30-50	10-30
4.	Площадь мастерских, м ² :			
-	общая	39750	29750	19200
-	производственная	3239	2317	1357
5.	Количество рабочих мастерских	64	51	36

Основными направлениями по ремонту и техническому обслуживанию в Министерствах сахарной промышленности и сельского хозяйства Республики Куба являются: разработка системы ремонта и технического обслуживания в соответствии с современными требованиями, применение агрегатного метода ремонта, как основного, более широкое внедрение технической диагностики автомобилетракторов и др. мобильной сельскохозяйственной техники, увеличение периодичности проведения ремонта и технического обслуживания, аналогично принятой странами СЗВ.

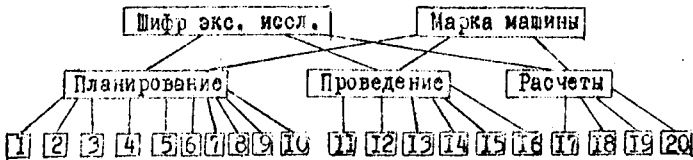
УДК 631.3.001.5:002.6

Смирнов В.А.,
Тлепбаев А.А. (ВНИИ Сельхозмаш)

ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИИ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПЛАНИРОВАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С.Х.МАШИН

Автоматизированное планирование экспериментальных исследований с.х. машин проводится на ЭВМ в диалоговом режиме с использованием дисплейной системы "Джесси". Одной из важнейших задач диалога с ЭВМ является обеспечение разработчика широкой и всесторонней информацией: информацией прошлых экспериментальных исследований, нормативно-справочной информацией и информацией математического характера.

Информация прошлых экспериментальных исследований организована в банк "Полевой эксперимент", имеющий структуру:



- 1 - краткое описание объекта;
- 2 - основная цель конструирования (желаемый эффект);
- 3 - основные конструктивные изменения;
- 4 - марка и шифр базовой машины, марки и шифры аналогичных исследований;
- 5 - использование математических описаний исследуемых процессов;
- 6 - перечень использованной нормативно-методической информации;
- 7 - основные теоретические источники;
- 8 - тип плана (цели исследований, математические задачи экспериментальных исследований, использование ЭВМ при планировании);
- 9 - перечень предварительных стендовых и полевых исследований;
- 10 - дополнительные требования к измерительным и вычислительным системам;
- 11 - виды проведенных оценок;
- 12 - условия проведения исследований;
- 13 - таблица: перечень измеряемых параметров, заданная точность, использование датчиков, число поворотов, длина гона, диапазон частот, число каналов, вид опроса и вид записи;
- 14 - фактическая схема (состав, последовательность, замечания);
- 15 - состав экспресс-анализа для микро-ЭВМ, замечания;
- 16 - предварительные результаты (что вы обнаружили во время исследований?, ваши замечания о пригодности программы исследований);
- 17 - перечень обрабатываемых массивов, вид обработки и алгоритмы, объемы, точность результатов, результаты первичной обработки;
- 18 - значения выходных величин, алгоритмы расчета, достигнутая точность, достоверность, рекомендации к применимости результатов;
- 19 - выводы и рекомендации;
- 20 - адрес полного научного отчета и дата.

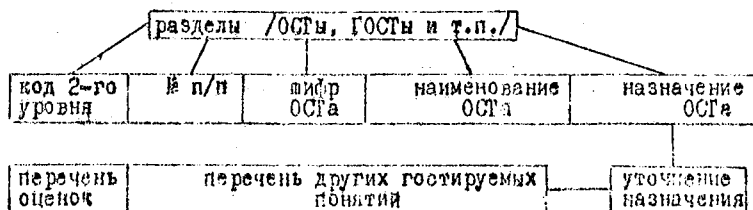
Нужно заметить, что информация из банка может быть вызвана и помимо процедуры автоматизированного планирования.

Нормативно-справочная информация организована в банк "Норма-

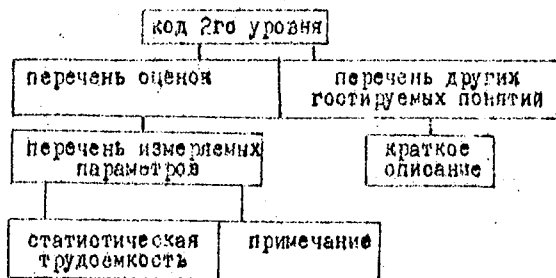
тив". Информация распределена на два уровня. Информация 1-го уровня - шапки информационных блоков, а информация 2-го уровня - содержательная информация, вызываемая по коду 2-го уровня.

Нужно заметить, что позиция "номера по порядку" (см. ниже) соответствует упорядочиванию подлинников ОСТов и др., организованных как внешняя форма хранения.

I - уровень



2 - уровень



Информация математического характера организована тоже в два уровня: 1-ый уровень - "титальный лист", содержащий перечень математических массивов и кодов 2-го уровня, и 2-ой уровень - код второго уровня и содержание математических массивов. Кроме этого подобраны также литературные источники как внешняя форма хранения информации и в математических массивах имеется ссылки на эти источники.

УДК 621.313.333.631.3

Ковалев Л.М.

Жиданова С.Е.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Асинхронные двигатели (АД) находят широкое применение в сельском хозяйстве. При создании и анализе систем автоматического регулирования, в состав которых в качестве объекта или исполнительного устройства входит асинхронный электродвигатель, его представляют в виде упрощенной модели, учитывающей лишь его уравнение механического движения. При этом не учитываются электромагнитные процессы в двигателе, что в целом снижает прочность расчетов, особенно при использовании мощных АД.

Электромагнитные процессы в АД описываются известной системой нелинейных дифференциальных уравнений. Решение такой системы производится численными методами с использованием ЭВМ.

Учитывая преимущества при расчетах систем управления электроприводами метода структурного моделирования, авторы разработали на основе системы дифференциальных уравнений АД, записанных в неспавижной системе координат, его структурную модель.

Так как представленная модель включает нелинейные звенья (в частности, звено перемножения), то рационально при расчетах систем автоматического регулирования с асинхронным двигателем использовать пакет прикладных программ ППП автоматизированной системы имитационного моделирования электроприводов и электромеханических комплексов на базе ЭВМ третьего поколения. ППП позволяет использовать язык структурных схем, что значительно упрощает процесс разработки и отладки программ расчетов, внесения изменений, при этом изменение метода интегрирования не требует изменения программы расчета.

Исследование динамики электроприводов с асинхронным двигателем с использованием структурного моделирования не требует от инженера - исследователя специальной подготовки в области программирования.

Авторы исследовали переходные процессы в асинхронном

электродвигателе, работающем в комплекте с нагрузочным генератором постоянного тока, включенными в контур системы подчиненного регулирования.

Исследования показали, что предложенная структурная модель асинхронного двигателя является устойчивой и работоспособной.

Для проверки правильности предложенной структурной модели АД была составлена программа численного интегрирования системы дифференциальных уравнений АД методом Рунге-Кутты четвертого порядка с использованием стандартной подпрограммы *RKGS* из библиотеки стандартных подпрограмм математического обеспечения ЕС ЭВМ. Расчеты по структурной модели АД производились также методом Рунге-Кутты. Сходимость результатов расчетов по стандартной подпрограмме и по разработанной структурной модели с использованием ППП составила шесть знаков после запятой.

УДК 629.113.5.71:681.3.06

Ясжевич Э.И.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ ДИНАМИКИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИВОДА ТЯГОВО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Требование повышения производительности и экономичности сельскохозяйственной техники ведет к увеличению единичной мощности тягово-транспортных машин. При проектировании последних встает задача о выборе типа их трансмиссии. В настоящее время в СССР и за рубежом на мощных машинах широкое применение находит электромеханическая трансмиссия, которая имеет целый ряд преимуществ по сравнению с механической и гидромеханической трансмиссиями.

Особенность электромеханического привода состоит в том, что в нем механическая энергия, вырабатываемая дизельным двигателем, с помощью тягового генератора преобразуется в электрическую и по силовым электрическим цепям подводится к электродвигателям мотор-колес. Для управления режимами работы тягово-транспортной машины в этом случае используется специальная система автоматического регулирования.

Повышение эффективности работы тягово-транспортных машин с электромеханической трансмиссией требует проведения большого объема экспериментально-теоретических исследований. В настоящей работе предлагается разработанная методика динамического расчета, позволяющая на стадии проектирования провести расчет-

ные исследования на ЭВМ влияния параметров различных систем тягово-транспортной машины на уровень динамической нагруженности ее узлов и агрегатов. Методика позволяет провести указанные исследования для режимов трогания с места, разгона и движения в реальных условиях и состоит из математической модели и пакета прикладных программ.

При разработке математической модели тягово-транспортная машина рассматривалась как сложная динамическая система, состоящая из следующих подсистем:

дизельный двигатель с автоматическим регулятором частоты вращения его коленчатого вала;

электрическая трансмиссия (тяговый генератор и тяговые электродвигатели (ТЭД) мотор-колес с системой автоматического регулирования напряжения генератора и магнитного потока ТЭД);

вертикальная динамика автоамосвала;

мотор-колеса.

Каждая из подсистем описана соответствующими дифференциальными уравнениями. В результате получена динамическая модель, состоящая из тринадцати нелинейных дифференциальных уравнений второго и пяти первого порядка. Динамическая модель разработана с учетом характеристик макропрофиля, моделируемых или реальных ординат микропрофиля опорной поверхности, нелинейности характеристик подвески, шин, отрыва колес тягово-транспортной машины, кривых намагничивания электрических машин и аппаратов управления системы автоматического регулирования. Решение динамических уравнений производилось с помощью разработанного для ЕС ЭВМ пакета прикладных программ методом Рунге-Кутты четвертого порядка. Пакет программ построен по модульному принципу и состоит из 17 ФОРТРАН-программ.

Для повышения качества обработки результатов интегрирования и ускорения процесса анализа различных вариантов расчета в пакет программ включены модули, позволяющие организовать вывод на печать результатов моделирования в виде графиков и произвести вычисления основных статических характеристик, корреляционной функции и спектральной плотности моделируемых реализаций.

УДК 621.313.333:519.68

Саколик Л. И. (ВНИИТМЖ)

ПОЛУЧЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННЫХ
КОРОТКОЗАМНУТЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПУТЕМ ЦИФРОВОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЭВМ "МИНСК-32"

Целью исследований являлось упрощение желательной проверки

механических характеристик после капитального ремонта асинхронных двигателей (АД) для сельского хозяйства. Известные методы снятия статической или динамической характеристик АД сложны и трудоемки, особенно первый.

Для цифрового моделирования использовано известное математическое описание АД с представлением его двухфазной машиной — в неподвижных пространственных координатах α - β , причем координата α совпадает с фазой А статора реального АД [1]. Алгебраические уравнения связи токов и потокоцеплений разрешены аналитически, и численно решается только система дифференциальных уравнений для контуров статора и ротора вместе с уравнением движения ротора (всего 5 уравнений. При этом вычисляются потокоцепления и угловая частота вращения ротора (интегрируемые переменные). Вращающий момент и токи находятся по формулам.

Программа для ЭВМ "Минск-32", реализующая цифровую модель АД, написана на языке программирования ФОРТРАН-4, содержит около 100 операторов и комментариев. Исходными данными являются активные сопротивления статора и ротора, соответствующие индуктивности рассеяния, взаимная индуктивность (индуктивность намагничивания), момент инерции ротора, амплитуда и фаза напряжения питания АД. Параметры АД приводятся в справочнике [2] (как известно, они могут быть получены из опытов к.з. и х.х. АД и прямым измерением). Решение дифференциальных уравнений производится по алгоритму 2-го порядка точности Рунге-Кутты (метод Хойна, исправленный Эйлера "среднеинтервальный").

Для получения динамической характеристики, т.е. зависимости вращающего момента от времени при пуске АД, начальные условия задаются нулевыми. Получаемая зависимость оказалась инвариантна фазе напряжения питания и, таким образом, качественно определяется только параметрами АД, т.е. действительно является характеристикой, а не одной из многих возможных траекторий переходного процесса пуска. (Зависимость величины момента от квадрата напряжения общеизвестна).

Динамическая характеристика АД в начале пуска имеет колебательный характер. У малых АД колебаний момента может не быть, причем кривая характеристики имеет вид, близкий полуволне синусоиды.

Значения усредненного динамического пускового момента, вычисляемые при цифровом моделировании по точной формуле:

$$M_{y.g.n} = \frac{1}{t_n} \int_0^{t_n} M dt,$$

где t_n - время от начала пуска до момента достижения подсинхронной частоты вращения ротора;

M - мгновенное значение вращающего момента,
и по приближенной формуле:

$$M_{y.g.n} = \frac{J\omega}{t_n}, \quad (2)$$

где J - момент инерции ротора АД;

ω - подсинхронная частота вращения ротора, практически равны, благодаря в среднем линейному возрастанию угловой частоты при пуске.

Величина, вычисляемая по (2), согласно [1] равна номинальному моменту АД. Расчеты по данным [2] и результаты цифрового моделирования дают величины в пределах 0,7...2,6 $M_{ном}$, причем большая часть значений - 1,2...1,6 $M_{ном}$.

При получении статической и механической характеристики АД на ЭВМ угловая частота вращения ротора АД не вычисляется из уравнения движения, а задается ступенчато изменяющейся. Полученные статические характеристики АД серии 4А близки к каталожным, в частности для малых АД получено характерное смещение критического момента в область больших скольжений.

УДК 661.78.004.14: 631.3

Газиев А.Х.

Казакбаев У.Ю. (ТИИМСХ)

СТРУКТУРНЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ЦЕПЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРИБОРОВ С ДИСКРЕТНЫМ ВЫХОДОМ

Разработка и исследование приборов автоматики занимает важную роль в интенсификации сельхозпроизводства.

В докладе рассматривается реле переменного тока, являющееся одним из элементов автоматики. Магнитоуправляемое реле [2], которое применяется в сетях переменного тока без дополнительных выпрямляющих и сглаживающих устройств, содержит /рис.1/ магнитоуправляемый консольный контакт 1, взаимодействующий с ним контакт 2, помещенные в герметизированную стеклянную колбу 3, катушку 4, установленную на магнитопроводе 5, экран 6, установленный на том же магнитопроводе и дополнительный магнитопровод 7, установленный на экране 6. Консольный контакт 1 состоит из плоской немагнитной пружины 8 и припаянных к ней магнитопроводных пластинок 9 и 10. Пружина 8 и контакт 2 соединены отводами рабочей цепи реле.

При подключении катушки 4 к цепи переменного тока образуется магнитное поле, которое замыкается по контуру 5-9-2-5 /рис.1/, в результате чего пластина 9 соприкасается с контактом 2. Одновременно, в магнитопроводе 7 экрана 6 возникает магнитный поток с запозданием по фазе на угол, близкий к 90° . Вследствии этого в момент прохождения основного магнитного потока через нуль, поток дополнительной цепи достигает максимума и проходя по контуру 7-10-7 с воздушным зазором, удерживает контакт 9 и 2 в замкнутом положении. Величину силы дополнительного магнитного потока можно менять в зависимости от требуемого коэффициента возврата путем изменения величины воздушного зазора между магнитопроводом 7 и пластиной 10.

На рис.2 представлена схема замещения магнитной цепи реле, где \mathcal{U}_{m0} магнитное напряжение, образованное катушкой 4. C_{m1} - магнитная емкость, образована, в основном зазорами между деталями 5 и 8, 8 и 2, 2 и 5. $W_{m1} = 1/C_{m1}$ - магнитная жесткость, образована участком магнитопровода 5 перед вырезом окна. G_{m1} - магнитная проводимость участка магнитопровода 5. \mathcal{U}_{m2} - синусоидальное магнитное напряжение, созданное вихревым током экрана 6 и образовано в дополнительном магнитопроводе 7. C_{m2} - магнитная емкость, образованная воздушным промежутком между деталями 7 и 10. \mathcal{U}_{m3} - общий магнитный поток в магнитопроводе 5. \mathcal{U}_{m4} - основной магнитный поток, создающий силу притяжения контактов реле. \mathcal{U}_{m5} - магнитный поток, создающий дополнительную силу, удерживающую контакты реле в замкнутом состоянии, когда основной магнитный поток близок к нулю.

Согласно теории параметрических отструктурных схем /ПСС/ [1], уравнения, описывающие работу реле, составим по ПСС, представленной на рис. 3:

$$F_0 = K_1 (\mathcal{U}_{m2} \sin \omega t)^2; F_g = K_2 (\mathcal{U}_{m2} \cos(\omega t - \varphi))^2 \quad (1)$$

где F_0 , F_g - соответственно силы притяжения основного и дополнительного магнитных потоков; K_1 , K_2 - коэффициенты пропорциональности; $\varphi = \arctg \frac{\omega G_{m1} W_{m1}}{G_{m1}}$ - угол, зависящий от магнитной проводимости, частоты и магнитной жесткости $W_{m1} = \frac{1}{K_{m1}}$, $C_{m1} = \mu_0 \frac{S_1}{l_1} \frac{1}{\mu}$ - эффективная магнитная емкость, μ_0 - магнитная постоянная, μ - относительная магнитная проницаемость вещества. Общая сила, удерживающая контакты в замкнутом состоянии, равна: $F_{\Sigma} = F_0 + F_g \cdot 1/2$

Анализ осциллограмм, приведенных в докладе, и выражений (1)

показывает, что обшая сила F_{Σ} - удерживающая контакты реле, имеет значительную пульсацию, вызывающую их дребезг, что приводит к понижению надежности работы устройства.

Таким образом, применение ПСС дает новое техническое решение, направленное на ликвидацию рассматриваемого недостатка.

Согласно изложенному угол γ практически будет равен нулю, если G_{μ} или V_{μ} будут достаточно большими. Указанные условия выполняются в магнитоуправляемом реле [3].

УДК. 681.533.3:631.3

Турабов О
Хакимов А.Э.
Баюров С. (ТИИИМСХ)

СЕЛЬСИН-ФАЗОВРАЩАТЕЛЬ - ЭЛЕМЕНТ АВТОМАТИКИ СЕЛЬХОЗПРОИЗВОДСТВА

В настоящее время в системах автоматики и автоконтроля одним из распространенных элементов являются сельсин-фазовращатели.

Сельсины-фазовращатели используются также в системах регулирования оросительных систем управления поливом хлопчатника [1].

В таких сельсинах-фазовращателях в настоящее время имеется потребность, в частности, в устройствах контроля положения затворов-регуляторов уровня жидкости, расхода воды в оросительных каналах, в программном управлении металлорежущими станками, в цехах химических производств и т.д.

Конструкция одного из сельсин-фазовращателя, который исследован авторами, представлена на рис. 1. Неподвижная часть фазовращателя состоит из стального сердечника 5, на который намотаны обмотки возбуждения 3 и 4. Обмотки 3 и 4 намотаны по синусоидальному закону, и сдвинуты относительно друг друга на 90° . Подвижным элементом является С-образный магнитопровод 1, несущий измерительную обмотку 2. Измерительная обмотка намотана на магнитопровод перпендикулярно сердечнику.

При подаче двухфазного напряжения к обмоткам возбуждения создается поток, который в основном замыкается по магнитопроводу и создает ЭДС в измерительной обмотке. ЭДС, созданная потоком от обеих обмоток, при перемещении подвижной части меняет свою фазу, причем величина амплитуды выходного сигнала остается неизменной. Математическое исследование зависимости фазы выходного сигнала от перемещения подвижной части классическими способами весьма затруднительно. Однако применение метода аналогий и

подобий, описывающих физические процессы на основе параметрических структурных схем (ПСС), значительно проще [2].

На рис. 2 представлена ПСС принципа действия линейного фазовращателя.

Напряжения, подаваемые на обмотки возбуждения U_{31} и U_{32} имеют вид:

$$U_{31} = j U_{32}; \quad (1)$$

$$U_{32} = U_{3m} \sin \omega t. \quad (2)$$

ПСС принципа действия обмотки 3 и 4 аналогичны и отличаются лишь значениями коэффициентов преобразования и перемещения в закон изменения магнитного напряжения.

Таким образом, для напряжения в обмотке 3 можно написать уравнение статической характеристики в виде:

$$U_{311} = \frac{d}{d\delta} \cdot K_{QM} \rho_{31} \cdot C_{M1} \cdot K \sin \alpha_{M1} K \cdot G_{31} \cdot U_{31}; \quad (3)$$

а для обмотки 4:

$$U_{322} = \frac{d}{d\delta} \cdot K_{QM} \rho_{32} \cdot C_{M2} \cdot K \sin \alpha_{M2} K \cdot G_{32} \cdot U_{32}. \quad (4)$$

Напряжение на выходе преобразователя определяется как сумма (3) и (4):

$$\begin{aligned} U_{\text{вых}} &= U_{311} + U_{322} = \\ &= \frac{d}{d\delta} \cdot K_{QM} \rho_{32} \cdot C_{M2} \cdot G_{32} \cdot U_{32} \cdot (K \sin \alpha_{M2} K + K \cos \alpha_{M2} K) = \\ &= \frac{d}{d\delta} \cdot K_{QM} \rho_{32} \cdot C_{M2} \cdot G_{32} \cdot U_{32} \left[\sqrt{2} K_{QM} \sin \left(K + \frac{\pi}{4} \right) \right]; \quad (5) \end{aligned}$$

Следовательно, с перемещением подвижной обмотки 2 амплитуда выходной ЭДС остается постоянной, а фаза изменяется пропорционально перемещению.

УДК 621.3: 681.533.44: 53.682.2

Усманов А.М. (ТНИИМСХ)

КОНТРОЛЬ УРОВНЯ РАСТВОРА В БЛАНШИРОВАТЕЛЕ

Одной из операций в технологическом процессе производства сухофруктов в условиях автоматизированной поточной линии (АПЛ) является бланшировка продукта.

Работа АПЛ предусматривает использование сигналов первичного преобразователя (ПП) для поддержания режимных параметров уровня раствора в бланширователе. В качестве такого прибора был предложен гидростатический датчик, для которого были определены

следующие требования:

1. Учитывая высокую (в пределах 100°C) температуру агрессивной среды бланширователя, в ПП не должно быть непосредственного взаимодействия объекта с чувствительным элементом;

2. Диапазон измерения в пределах 1 м ;

3. Точность измерений $\pm 1\text{ см}$;

4. Унификация электрических параметров выходных и входных.

В соответствии с указанными требованиями был выбран гидростатический принцип измерения, а в качестве электрического преобразователя — индукционный дифференциальный манометр ДМИ.

Применение других типов датчиков: механических (поплавковых, буйковых и др.), емкостных, пневмогидравлических (борботажных) представлялось нецелесообразным в силу таких общих причин: конструктивная громоздкость, ограниченный диапазон измерений, непосредственное воздействие объекта на чувствительный элемент, высокая стоимость, отсутствие унифицированного выходного сигнала.

Разработанное устройство состоит из трубки, соединенной с одной из камер дифманометра. Полости камеры и трубки залиты жидкостью, а свободный конец трубки опущен под измеряемый уровень. Возникающее весовое давление воздействует на мембрану ДМИ, на выходе которого подвывается сигнал.

В докладе излагаются некоторые особенности эксплуатации прибора, а также результаты лабораторных и производственных испытаний.

УДК 681.325.5-181.4.004.14:621.313.333

Соколик Л.И. (ВНИИТМХ)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОВЕРКИ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ МИКРОПРОЦЕССОРА
" ЭЛЕКТРОНИКА МС-2702 "

Микропроцессорная техника особенно эффективно реализует свои потенциальные возможности при осуществлении автоматических измерений и управления.

Контроллер программируемый универсальный (КПУ) "Электроника МС-2702" относится к микропроцессорным средствам вычислительной техники общего назначения и может быть использован в составе испытательного, контрольно-измерительного и другого оборудования. Тип микропроцессора — параллельный 8-разрядный, быстродействие —

5. 10^5 операций в секунду формата регистр-регистр, канал адреса 16-разрядный, виды адресации - неявная, прямая, косвенная, непосредственная; прямая адресация - к памяти до 64 Кбайт; максимальное число адресуемых внешних устройств 256 устройств ввода, 256 устройств вывода; количество команд - 78; емкость ОЗУ - 1 Кбайт; емкость ПЗУ - до 18 Кбайт; система прерываний 8-уровневая приоритетная с программной установкой приоритета, режимов обслуживания и мажок, с возможностью увеличения количества запросов (векторов) прерываний от 16 до 24; число 16-разрядных интервальных таймеров с программной установкой режимов - 3; среднее время наработки на отказ 2500 часов; среднее время восстановления - не более 60 минут; срок службы 10 лет. Суммарная потребляемая мощность не более 35 ВА, габаритные размеры не более 358x244x57 мм, масса не более 1,5 кг. КПУ снабжен пультом управления с ПЗУ (2 Кбайт), в котором хранится управляющая программа диалогового взаимодействия пользователя с КПУ МОНИГОР.

КПУ является основой структурной схемы, разрабатываемой автоматизированной испытательной установкой для проверки динамической механической характеристики асинхронных двигателей (АД). Основой технологического алгоритма данной установки является уравнение движения ротора АД с корректировкой по величине напряжения на зажимах АД при пуске на холостом ходу:

$$M = \frac{J d\omega}{dt} \left(\frac{U_{ном}}{U_{зср}} \right)^2, \quad (1)$$

где M - мгновенное значение динамического вращающего момента на валу АД;

J - момент инерции ротора;

ω - мгновенная угловая частота ротора;

t - реальное время;

$U_{ном}$ - номинальное напряжение АД;

$U_{зср}$ - усредненное напряжение на зажимах АД при пуске.

По формуле (1) производится расчет точек динамической механической характеристики АД в темпе процесса пуска на холостом ходу. Входными данными для расчета являются момент инерции АД и его номинальное напряжение - константы; мгновенная угловая частота ротора и напряжение на зажимах - переменные. Константы вводятся в КПУ с пульта ротора. Переменные - с помощью блока измерения напряжения, содержащего быстродействующий аналогово-цифровой пре-

образователь (АЦП), и импульсного тахометрического датчика, который поставляет на выход КПУ определенное количество прямоугольных импульсов на один оборот вала АД. Отсчитывая время между двумя последовательными импульсами или число импульсов за определенный отрезок времени с помощью своего таймера, КПУ вычисляет мгновенную частоту вращения ротора АД. Отрезок времени между двумя последовательными замерами угловой частоты принимается равным дифференциалу времени.

Усредненное напряжение подсчитывается по формуле (2):

$$U_{\text{уср}} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K U, \quad (2)$$

где K - количество замеров мгновенного напряжения " U " после трехфазного двухполупериодного выпрямления.

При номинальном напряжении на зажимах АД усредненное напряжение равно номинальному.

Результаты испытаний выводятся на индикаторы или печатающее устройство.

УДК 681.325.5 - 181.4.004.14: 338.436.33

Шавров А.В.

Солдатов В.В. (ВСХИЗО)

АД АКТИВНОЕ И МОНОКРИТЕРИАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОПРОЦЕССОРОВ
Внедрение индустриальных технологий в сельскохозяйственном производстве и бурное развитие вычислительной техники создали необходимые предпосылки для оптимизации управления технологическими процессами отрасли.

Оптимизация управления технологическими процессами должна способствовать повышению эффективности производства за счет улучшения качества продукции и экономного использования материальных, в частности топливно-энергетических, ресурсов.

Однако современная теория управления все еще не отвечает требованиям, выдвигаемым практикой и некоторыми особенностями объектов агропромышленного комплекса.

Прежде всего, необходимо отметить, что при построении соответствующих автоматических систем необходимо ориентироваться на технологически и экономически обоснованные критерии управления. Ввиду противоречивости предъявляемых к системе различных требований неизбежно использование многих критериев. Существуют попытки свести их к единому "обобщенному" показателю, субъективно приписывая

каждому входящему в него критерию некоторый вес. В конечном итоге это приводит к столь же произвольному "оптимальному" решению. Следовательно, задача оптимального управления тем или иным технологическим процессом должна ставиться и решаться как многокритериальная (многоцелевая).

Некоторые из учитываемых критериев должны отражать вероятностный характер влияния внешних условий на ход процесса. Однако традиционные методы синтеза, использующие аппарат теории оптимальной линейной фильтрации, требуют знания достаточно полных и достоверных статистических моделей входных воздействий, получить которые во многих практических случаях не удается. Следовательно, возникает разрыв между мощным аналитическим аппаратом теории и результатами, используемыми при проектировании реальных систем. Кроме того, традиционный синтез осуществляется без учета чувствительности оптимального решения к вариации параметров системы.

Таким образом, возникает необходимость решения задачи многокритериального синтеза робастных систем управления в диктуемых практикой условиях статической неопределенности и параметрической нестабильности объекта.

Для ее решения, прежде всего, необходимо определить критерии, влияющие на достижение цели управления, и разделить их на две группы. К первой группе следует отнести критерии, учет которых обеспечивает работоспособность системы и ее соответствие технологическим требованиям, например: устойчивость, параметрическую чувствительность, мощность управляющих воздействий, колебательность и др. Во вторую группу должны входить критерии, отражающие эффективность управления, например: фильтрующие свойства системы, ее быстродействие и другие, оптимизация которых способствует повышению качества выпускаемой продукции. Затем для наиболее эффективного достижения цели управления критерии второй группы целесообразно оптимизировать при ограничениях на предельно допустимые значения критериев первой группы. Показатели второй группы должны приближаться к оптимуму одновременно, поскольку в противном случае даже работоспособная система управления окажется неэффективной.

Для оценки фильтрующих свойств системы обычно экономически оправдано использование дисперсии стационарных составляющих координат вектора состояния. В качестве оценки быстродействия

можно использовать абсолютное демпфирование, т.е. расстояние от мнимой оси до ближайшего к ней полюса передаточной функции замкнутой системы.

Можно показать, что минимумы критериев второй группы, а также минимум их параметрической чувствительности при ограничениях на предельно допустимую мощность управляющих воздействий и величину максимальной колебательности достигаются выбором параметров настройки регулятора; обеспечивающих максимум свободного члена в характеристическом уравнении замкнутой системы.

Авторами доклада разработаны соответствующие методы структурной и параметрической оптимизации. Методы применимы для широкого круга как детерминированных, так и стохастических линейных объектов агропромышленного комплекса, характеризующихся нестационарностью, многомерностью и пространственной распределенностью параметров.

На этапе наладки и в процессе эксплуатации системы управления возникает необходимость использования методов адаптации (приспособления). Соответствующие алгоритмы предлагается строить на базе микропроцессорной техники. Относительно низкая стоимость, малые габариты и потребляемая мощность, высокая надежность и исключительная гибкость в применении обеспечивают микропроцессорам большие преимущества в сравнении с традиционными средствами автоматизации, а также большими ЭВМ. Кроме того, применение микропроцессоров позволяет децентрализовать адаптивное управление отдельными объектами. Децентрализация позволяет снизить требования к быстродействию отдельных вычислителей, рассредоточить и упростить прикладное программное обеспечение, повысить стойкость к отказам, уменьшить влияние помех в линиях связи, т.е. устранить недостатки централизованных систем.

Представленные результаты призваны обеспечить необходимое единство теории и практики проектирования, наладки и эксплуатации систем управления объектами агропромышленного комплекса.

УДК 338.364:631.1

Буга В.К.

Алехно А.Г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБОСНОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Один из ведущих специалистов по вопросам автоматизации произ-

водственных процессов в машиностроении профессор Г. А. Шаумян считает, что "технический прогресс и экономическая эффективность производства — это две неразрывно связанные взаимообуславливающие проблемы, которые не могут быть решены изолированно, особенно друг от друга. Успешное их решение является результатом поиска технических и экономических наук".¹ С этим нельзя не согласиться. Действительно, средства автоматизации, машины или оборудование, удовлетворяющие самым прогрессивным техническим требованиям, могут оказаться неэффективными из-за конструктивной сложности и чрезмерно высоких затрат на их создание и последующую эксплуатацию.

Обычно при проектировании средств автоматизации первоначально осуществляются кинематические, прочностные, динамические расчеты, рассчитываются также виброустойчивость, долговечность, надежность и другие характеристики, а затем уже экономическая эффективность машины. Целью же обоснования экономической эффективности автоматизации производства и прогрессивности новой техники является не только и не столько расчет применяемых обычно экономических показателей, сколько выбор таких параметров машин и автоматов, которые являются оптимальными (с точки зрения экономических критериев) и обеспечивают наибольший экономический эффект внедрения новой техники.

Такой методологический подход к проектированию и внедрению средств автоматизации производства позволит избежать имеющих место ошибок и потерь, возникающих за счет принятия любого варианта, обеспечивающего сколько — нибудь заметный эффект по сравнению с базовым.

Но совершенно очевидно, что могут оказаться приемлемыми, например по срокам окупаемости, несколько различных вариантов, каждый из которых будет иметь существенные различия с оптимальным.

Поэтому совершенно необходимым методологическим требованием научного обоснования эффективности автоматизации является не оценка абсолютных экономических показателей и сравнение двух или более вариантов автоматизации, что составляет самостоятельную задачу конкретно экономики, а выбор наилучшего варианта из числа конкурирующих технических решений. Это требование должно быть реализовано не на заключительной стадии расчетов, а на каждом этапе проектирования.

¹ Автоматизация производственных процессов. Под. ред. проф. А. И. Шаумяна — М.: Высшая школа, 1978, с. 68.

Важнейшим критерием экономической эффективности капиталовложений в автоматизацию сельскохозяйственного производства является рост производительности труда, достигаемый за счет внедрения новой техники. Причем здесь речь идет не только об экономии живого труда, что само по себе чрезвычайно важно, особенно в условиях дефицита трудовых ресурсов в сельском хозяйстве, но и совокупного, т.е. живого и овеществленного труда, экономия которого выражается снижением эксплуатационных и приведенных затрат на единицу конечного продукта.

Однако следует иметь в виду, что общественное производство организуется и развивается не в целях экономии затрат, а для производства потребительных стоимостей. Поэтому снижение удельных эксплуатационных или приведенных затрат на единицу продукции еще не свидетельствует об эффективности того или иного варианта. Необходимо сопоставление и объемов производства продукции, и сроков окупаемости вложений, трудоемкости и надежности, т.е. применение системы показателей.

Тогда возникает такая трудность методологического характера — оценка вариантов, имеющих различные преимущества и недостатки по отношению к другим, поскольку оценки по различным показателям в большинстве случаев оказываются противоречивыми.

В этой связи появляется необходимость исчисления интегрального показателя эффективности автоматизации, позволяющего однозначно определить предпочтительность выбора того или иного варианта.

В качестве такого интегрального показателя можно рекомендовать отношение годового выпуска продукции к приведенным затратам, спроектированных величинами, учитывающими надежность, срок окупаемости и затраты живого труда, а в отдельных случаях, долговечность (когда нормативный срок службы превышает срок амортизации) средств автоматизации. Для расчета можно использовать следующую формулу:

$$Э_i = \frac{П_i \cdot К_{эi}}{З_{прi} + У_{огi}} - \frac{1}{К_{гpi}}$$

где $Э_i$ — интегральный показатель эффективности i -го варианта автоматизации сельскохозяйственного производства;

$П_i$ — годовой выход продукции, обеспечиваемый i -м вариантом автоматизации, руб ;

- Злат* – годовые приведенные затраты по *l* –му варианту автоматизации, руб ;
- Кт_ж* – затраты живого труда на единицу продукции по *l* – му варианту автоматизации ;
- К_д* – отношение планового срока службы средств автоматизации в *l* – м варианте к сроку автоматизации ;
- Уог_l* – ущерб от отказов средств автоматизации *l* – го варианта.

Практические расчеты по предлагаемой методике свидетельствуют о целесообразности ее использования для экономического обоснования выбора наиболее эффективных вариантов автоматизации сельскохозяйственного производства.

УДК 681.325.5-181.4.004:631.3

Гуринович В.М.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ВЕГЕТАЦИОННО-КЛИМАТИЧЕСКОЙ КАМЕРЫ КВ-1 С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЕЕ ИСПЫТАНИЯ

В настоящее время на отечественных фитотронах широкое применение находят вегетационно-климатические камеры (ВКК) типа КВ-1. Используемые в них системы автоматического управления и регулирования не совершенны: они изготовлены на базе устаревших приборов контроля, блокировки и регулирования; изменение климатических параметров производится путем ручной регулировки, что приводит к значительной потере точности; поиск неисправностей в случае аварийной ситуации требует значительных временных затрат и простоя оборудования; алгоритм регулирования и управления – энергозатратен.

Избавиться от вышеуказанных недостатков позволяет применение микропроцессорных средств. Система управления и регулирования для ВКК КВ-1 на базе микропроцессора дает возможность в значительной степени увеличить точность получения заданных параметров, значительно уменьшить энергозатраты, быстро и точно определить причину неисправности.

В БИМСХ на базе микропроцессорного набора серии ИР 560 разработана система автоматического управления для ВКК КВ-1. Данная система состоит из соединяющих основных модулей: процессорного модуля, модуля оперативной памяти (2 Кбайта), модуля непрограммируемой памяти (4 Кбайта), таймера, модуля клавиатуры,

модуля индикации, модуля ввода дискретных сигналов, модуля двухканального измерения температуры и модуля управления магнитными пускателями.

Макетный вариант системы установлен на одной из камер КВ-1 в Бел НИИЗ г. Жодино и проходит испытания. Частичные испытания показали, что использование более совершенного алгоритма управления и регулирования уменьшает энергозатраты примерно в два раза, упрощается суточное задание режимов работы установки, что в свою очередь облегчает ее эксплуатацию, быстрое выявление причин неисправностей, сокращает время ремонта и простоя оборудования.

УДК 681.325.5-181.4.004.14:628.8.002.5

Зеляковский И.Ю.

Шульгинов С.В.

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УСТАНОВОК ИСКУССТВЕННОГО КЛИМАТА

Разработанный в БИМСХ микропроцессорный комплекс для установок искусственного климата (УИК) предназначен для модернизации систем управления используемых УИК и для создания систем управления и регулирования вновь разработанных.

Технические средства комплекса разбиты на основные функциональные блоки, каждый из которых состоит из набора соответствующих модулей. Все блоки и модули связаны между собой единым интерфейсом, что обеспечивает простое изменение конфигурации в зависимости от конкретной решаемой задачи. Выделены следующие основные блоки:

- процессорный блок, включающий в свой состав модуль процессора, модули памяти общей емкостью до 12 Кбайт, модуль радиальной последовательной связи и модуль таймера;
- блок связи с оператором, состоящий из модулей клавиатуры и индикации;
- блок измерительных каналов, состоящий из модулей цифрового измерения температуры, влажности воздуха и освещенности;
- блок управления оборудованием, включающий модули двухпозиционного и фазоимпульсного управления мощностью;
- блок диагностики оборудования, состоящий из модулей ввода дискретных сигналов с соответствующим комплектом датчиков.

Для отладки технических и программных средств предусмотрен

специальный блок. Программное обеспечение также имеет блочно-модульную структуру и иерархическую структуру, состоящую из монитора и связанных с ним подпрограмм. Причем, подпрограммы работы каждого блока хранятся в самом блоке, что устраняет необходимость резервирования места для модулей памяти в процессорном блоке. Программное обеспечение позволяет задавать суточный режим работы установки, ручное управление исполнительным оборудованием, обеспечивает индикацию измеряемых и контролируемых параметров, обнаружение причины аварийного состояния и поддержание регулируемых параметров на заданном уровне.

УДК 681.325.5-181.4.004.14:631.23

Глуховский А.М.

Шульгинов С.В.

ОГРАНИЗАЦИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ
ФИТОТРОННО-ТЕПЛИЧНЫМ КОМПЛЕКСОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ
МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ

Создание системы централизованного контроля и управления для фитотронно-тепличного комплекса дает возможность упростить обслуживание и эксплуатацию используемого вегетационно-климатического оборудования за счет своевременного выявления места и причины возникновения аварийных ситуаций, постоянного контроля и регистрации заданных технологических параметров и диспетчеризации управления всем комплексом.

Предлагается двухуровневая иерархическая система централизованного контроля и управления. Нижний уровень системы состоит из подсистем локального управления и контроля, каждая из которых связана с одной конкретной установкой.

Данной подсистемой решаются задачи измерения и контроля технологических параметров и их поддержания на заданном уровне посредством управления исполнительным оборудованием, диагностики и контроля работоспособности оборудования, и обмена информацией с верхним уровнем. Предусмотрена возможность работы подсистемы нижнего уровня без верхнего посредством переключения на режим управления с местной панели.

Верхний уровень системы представляет собой развитый микропроцессорный комплекс, включающий дисплейный модуль, устройство печати, накопитель на гибких дисках или мини-кассетах, а также вспомогательные устройства для развития системы и ее модернизации.

Вся система централизованного контроля и управления организована по блочно-модульному принципу и имеет возможность для ее расширения.

УДК 681.325,5-181.4:681.326

Зеляковский И. Ю.

Глуховский А. М.

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА "ЭЛЕКТРОНИКА КИ-20"
В ОСНОВЕ ОТЛАДОЧНОГО ПУЛЬТА ДЛЯ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ
МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СРЕДСТВ

При создании микропроцессорных комплексов появляется необходимость отладки разрабатываемых технических и программных средств. Существующие серийно-выпускаемые отладочные средства не позволяют отлаживать специально-разрабатываемые технические средства на микропроцессорах, например, отладочный комплекс "Электроника КИ-30".

В одном из вариантов построения отладочного комплекса может быть использован микроконтроллер "Электроника КИ20". На его базе разработан комплекс, позволяющий:

- ручное и автоматическое программирование микросхем ППЗУ типа К573РФ5, К57РФ23, К573РФ24, КИ601РР1;
- ввод с клавиатуры отлаживаемых программных средств и их визуальный контроль;
- корректировать отлаживаемые программы и пошаговое их выполнение;
- тестовую отладку разрабатываемых микропроцессорных средств, как в автоматическом так и ручном режимах.

В состав данного отладочного комплекса входят следующие технические средства:

- микроконтроллер КИ-20 с выносным пультом управления;
- модуль интерфейса параллельной связи (ИРПР);
- модуль программирования микросхем К573РФ5, К573РФ23, К573РФ24;
- модуль программирования микросхем КИ601РР1.

Программное обеспечение комплекса включает в свой состав:

- стандартный монитор;
- комплект специально-разработанных программ.

Данный комплекс может найти применение при отладке различных микропроцессорных средств и устройства на их основе.

УДК 631.35:681.3-52

Скотников А.В.

Алексеенко А.Г. (ЦНИИМЭСХ)

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ КОМБАЙНОМ-РОБОТОМ ДЛЯ УБОРКИ ТОМАТОВ

В настоящее время самый трудоемкий этап в технологическом процессе возделывания томатов — это их уборка. Для механизации этого этапа скоро будет серийно выпускаться томатоуборочный комбайн КТУС-200, на котором будет работать 10-15 человек. Для того, чтобы существенно улучшить качественные показатели этого процесса и сократить количество занятых в нем людей, необходимо разработать комбайн-робот. Возможность его создания подтверждается следующими технологическими предпосылками. В реальных условиях комбайновой уборки длина гона составляет 800-1000 м и имеет тенденцию к увеличению, технологическая скорость движения комбайна 1,5 км/час, т.е. комбайн движется 0,5-0,8 часа вдоль гона. Процесс уборки протекает только при наличии транспортного средства (Т.С.), движущегося параллельно с самим комбайном. Существуют и технические предпосылки для создания такого комбайна: имеется опыт разработок и уже созданы некоторые локальные системы автоматики, математически описан процесс комбайновой уборки, существует необходимая элементная база для разработки управляющего устройства.

С учетом технологических и организационных ограничений укрупненный алгоритм работы комбайна-робота можно представить следующим образом. При этом управление комбайном ведется с транспортного средства.

1. Оператор выводит группу комбайнов со стоянки на уборку, включает бортовую систему управления.

2. Двигатель комбайна работает определенное время на холостом ходу без включения его рабочих органов.

3. Если в течение определенного времени к комбайну не подходит Т.С., стыковка которого с комбайном осуществляется через выгрузной транспортер, то двигатель комбайна автоматически останавливается. При этом выгрузной транспортер находится в крайнем верхнем положении.

4. При подходе к комбайну Т.С. спецпорты на нем нажимают на контактное устройство транспортера и комбайн заводится, включается привод его рабочих органов, выгрузной транспортер

автоматически занимает требуемое положение и комбайн начинает движение вдоль грядки. В случае, если водитель Т.С. опередил комбайн и транспортер вышел из контакта с Т.С., то комбайн останавливается, выключается привод его рабочих органов и транспортер занимает крайнее верхнее положение. Водитель подъезжает в рабочую зону транспортера и процесс повторяется. Если Т.С. заглохло, тогда при движении комбайна вперед транспортер упирается в спецпор, выжимается сцепление и дается выдержка. Если за это время Т.С. не отъехало, то двигатель комбайна останавливается.

5. При подходе комбайна к концу гона, водитель Т.С. разворачивает комбайн для захода на требуемый участок уборки. Или же эту операцию может выполнить оператор, обслуживающий группу комбайнов.

К настоящему времени совместно с ПО "Молдсельмаш", г.Бельцы, разработана математическая модель процесса уборки томатов, способ и устройство для автоматического управления томатоборочным комбайном и некоторые требуемые датчики.

С целью отработки основных методологических принципов управления таким комбайном и последующей оптимизации процесса управления указанная математическая модель обрабатывалась на ЭВМ ЕС-1022 с точки зрения получения оптимальных физических данных и некоторых параметров системы и создания адекватного программного обеспечения.

Что касается аппаратной реализации системы управления комбайном-роботом, то она представляет собой специализированную микро-ЭВМ, встроенную в объект управления и построенную на основе одного из микропроцессорных комплектов больших интегральных схем (МПК БИС).

Создание подобного комбайна-робота потребует также улучшения технологии возделывания томатов (выровненность полей, минимум сорняков, обработка сортов) и повышения надежности самого комбайна.

Комбайн-робот и система управления им, реализованная на базе микропроцессорной техники, позволят резко сократить трудозатраты на уборку томатов при улучшении ее качественных показателей, повысить производительность труда и культуру уборочного процесса в целом.

УДК 536.532

Захидов Ш.Ш.

Алиева С.Х.

Закирова М.Н. Турабов О.

КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ В БАРАБАНЫХ СУШИЛКАХ

Широко распространенные барабанные сушилки непрерывного действия являются сложным объектом управления со многими входными и возмущающими воздействиями и строго регламентированными технологическими ограничениями.

Одной из причин, задерживающих практическое внедрение автоматизированных систем управления технологическим процессом сушки хлопка-сырца, является остроощущаемый недостаток в автоматических первичных преобразователях информации, в частности бесконтактных измерителей температуры вращающихся объектов.

Современные требования, предъявляемые к технологии процесса сушки, т.е. оптимальное управление процессом при поддержании природных свойств хлопка-сырца, являются основными требованиями и при проектировании первичных преобразователей информации.

В настоящее время разработаны бесконтактные преобразователи самых различных типов, позволяющие передавать информацию о вращающихся объектах на неподвижные измерительные устройства. Но имеющиеся разработки не могут быть применены непосредственно для барабанных сушилок.

Большая надежность, простота конструкции, возможность непрерывных измерений в большом диапазоне изменения рабочих скоростей объектов, высокая технологичность емкостных первичных преобразователей позволили принять их как базисный элемент для проектируемого датчика.

В докладе рассматривается конкретная структура бесконтактного измерительного преобразователя температуры хлопка-сырца, состоящая из первичного датчика-терморезистора, трехэлектродного емкостного токозъемника и электронного уравновешиваемого преобразователя.

Используя структурные методы повышения точности и чувствительности, синтезирована рациональная структура бесконтактного измерительного преобразователя температуры.

Рассмотрены две схемы преобразователей, реализующие синтезированную

структуру, построенные на основе активных элементов—операционных усилителей.

На основе приведенных структур в ТИИИМСХ создан лабораторный макет устройства для контроля температуры хлопковых сушилок типа 2СБ-10. Как показали лабораторные испытания, погрешность преобразования — электрический сигнал не превышает 2% в диапазоне температур от 20°C до 120°C.

Основные выводы:

1. В докладе обоснована перспективность применения трехэлектродных емкостных токосъемников с терморезистором, как первичных измерительных преобразователей для бесконтактного измерения температуры.
2. Предложена схема уравниваемого преобразователя для раздельного измерения одной из ветвей звездообразной цепи с недоступной общей точкой.
3. Построен лабораторный макет устройства для бесконтактного контроля температуры внутри вращающегося барабана хлопковых сушилок.

В настоящее время проводятся исследования по улучшению технических характеристик устройства и испытания устройства на действующих сушилках.

УДН 631.3
Иванов С.А.

Автоматизация управления производственными и технологическими процессами на предприятиях Госкомсельхозтехники БССР

На предприятиях Госкомсельхозтехники БССР проводится целенаправленная работа по дальнейшему повышению производительности труда и снижению его затрат за счёт внедрения в производство машин и механизмов с высокой степенью механизации и автоматизации, совершенствования управления на основе широкого применения средств электронно-вычислительной техники и экономико-математических методов, развития отраслевой автоматизированной системы управления.

Разработана и осуществляется целевая комплексная программа внедрения робототехники на ремонтных предприятиях Госкомсельхозтехники БССР, определяющая перспектива внедрения сбалансированных манипуляторов, промышленных роботов, роботизированных технологических комплексов, автоматизированных участков, линий до 1995 года включительно.

Развитие АСУ материально-техническим снабжением предусматривается в направлении повышения уровня автоматизации управлением производственными процессами непосредственно на предприятиях. Для этого предполагается создание автоматизированных рабочих мест бухгалтеров, экономистов, инженеров и других специалистов на основе применения безбумажной технологии работы с помощью видеотерминальных устройств. Особое внимание уделяется также внедрению АСУ ремонтных предприятий. На ремонтных заводах устанавливаются ЭВМ СМ-1630, с помощью которых планируется решать задачи оперативного управления производством, материально-технического обеспечения, управления ремонтом и сбытом готовой продукции, бухгалтерского учёта и других.