

Можно также производить расчет параметров предельных детонационных режимов, таких как спин (см. Рис. 10) и «галоп».



Рис. 10 - Фотография головы детонационного спина

Обратно пропорциональная зависимость размера детонационной ячейки от давления исходной горючей смеси позволяет управлять детонационным процессом, что немаловажно для решения практических проблем взрывобезопасности [2,4,11].

Описанные выше программные комплексы является составной частью интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР) по вопросам детонации конденсированных и газовых систем.

Литература

1. Щелкин К.И., Трошин Я.К. Газодинамика горения. – М.: Изд-во АН СССР. – 1963. – 256с.
2. Зверев И.Н., Смирнов Н.Н. Газодинамика горения. – М.: Изд-во МГУ. – 1987 – 307с.
3. Взрывные явления. Оценка и последствия: В 2-х кн. Кн.1 / Бейкер У., Кокс П., Уэстайн П. и др. – М: Мир, 1986. – 319с.
4. Нетлетон М. Детонация в газах. – М.: Мир – 1989. – 280с.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. В 10 т. : Т. VI. Гидродинамика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит.– 1986. – 736 с.
6. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. Ч.1. – М: Гл. ред. Физ.-мат. лит. – 1987. – 464с.
7. Мейдер Ч Численное моделирование детонации. – М:Мир.– 1985.– 384с.
8. Дрёмин А.Н., Савров С.Д., Трофимов В.С., Шведов К.К. Детонационные волны в конденсированных средах. – М.: Наука – 1970. –163с.
9. Коробейников В.П. Задачи теории точечного взрыва. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1985. – 400 с
10. Волков В.Э. Пределы детонации и проблемы взрывобезопасности. – Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса, 2006. – Вип. 28 – С. 194-199.
11. Асланов С.К., Волков В.Э., Царенко А.П. Математический анализ структуры детонационных волн в различных средах. // Вестник ОГУ. –1999.–Т.4.Вып 4. Физ.-мат.науки.– С.134.
12. Асланов С.К. Критерий неустойчивости детонации Чепмена-Жуге в газе. // Доклады АН СССР. –1965. – Т. 163. №3.– С.667.
13. Канель Г.И., Дрёмин А.Н. Разложение литого тротила в ударных волнах. // Физика горения и взрыва.–1977. Т.13.– №1. С. 85.
14. Оран Э., Борис Дж. Численное моделирование реагирующих потоков. – М:Мир.– 1990 – 660с.
15. Мазмишвили А.И. Способ наименьших квадратов. – М.: Недра, 1968. – 440 с.

УДК: 664.1: 65.011.56

РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ОЦЕНИВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ЗАВОДА В АСУТП САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Жуковский Э.И., докт. техн. наук, Скаковский Ю.М., канд. техн. наук, Витвицкий В.Д., Бабков А.В.
Одесская национальная академия пищевых технологий

Рассматриваются вопросы реализации подсистемы оперативного учета основных показателей работы сахарного завода. Подсистема функционирует в составе АСУТП свеклосахарного производства.

The questions of realization of operative account subsystem basic indexes of sugar plant work are examined. A subsystem operates in computer system structure of sugar-beet production.

Ключевые слова: системы автоматизации, оперативный учет, основные показатели, алгоритм, технологический участок, свеклосахарное производство.

Введение

В составе АСУТП крупных предприятий пищевой промышленности помимо традиционных задач контроля и управления разрабатываются информационные подсистемы, обеспечивающие технических руководителей дополнительной оперативной информацией о характере протекающих технологических процессов, состоянии оборудования, качестве управления процессами, показателях эффективности работы и т. п. [1, 2, 3].

На сахарных заводах в составе АСУТП свеклосахарного производства предлагается реализовать подсистему оперативного учета и представления основных технико-экономических показателей [1, 4], которая обеспечивает представление результатов расчетов на различных уровнях управления (АРМах) для диспетчера (начальника смены), главного инженера, главного технолога, директора и т. п.

При необходимости, экранные формы, таблицы, графики и т. п., могут быть выведены на принтер и сведены в архивы бумажных документов.

Традиционные критерии управления заводом, принятые в производстве сахара, при их наглядной интерпретации могут быть полезными не только при анализе успешности функционирования предприятия за сутки, декаду, месяц, но и при текущем анализе внутрисменной работы.

Представляемые данные используются техническими руководителями завода для оперативного контроля, анализа и своевременного принятия решений по управлению технологическими процессами свеклосахарного производства (корректировки режимов, производительности и т. п.), оценки работы отдельных смен и завода в целом.

Подобные корректировки позволят минимизировать удельные затраты ресурсов, в том числе расхода газа, электроэнергии, потребляемой из городской сети, свежей воды, пара и тепла (с паром), передаваемые на выпарную станцию (ВС) из ТЭЦ, при выпуске готовой продукции требуемого качества.

Основные технические решения

В Одесской национальной академии пищевых технологий совместно с НИО «Пищепромавтоматика» (г. Одесса) проводятся работы по разработке и внедрению АСУТП на ряде сахарных заводов Украины.

В составе вновь разрабатываемых АСУТП предлагается создание подсистемы оперативного учета и представления основных технико-экономических показателей работы завода, структура которой представлена на рис. 1.

В блоке 1 осуществляется контроль текущих значений параметров от датчиков, их предварительная обработка (проверка достоверности, фильтрация, масштабирование и т. п.) для передачи в блоки 2 и 3.

В блоке 2 осуществляется вычисление показателей в соответствии с расчетными формулами приведенными в [1], для передачи результатов в блок 4, где осуществляется представление их на АРМ технических руководителей. Показатели, рассчитываемые в блоке 2, представляют собой удельные затраты ресурсов на производство: газа, свежей воды, пара и тепла из ТЭЦ и т.п. Результаты представляются в виде динамических графиков изменения показателей в течение смены и помогают, в случае их ухудшения, своевременно вносить коррекцию в режимы работы. В блоке 3 производят посменное интегрирование расходов основных ресурсов, затрачиваемых на производство, результаты расчетов сводится в таблицу, вызываемую по желанию конечным пользователем [1].

Экранная форма представления результатов полученных в блоках 2 и 3 приведена на рис. 2, на примере АРМ главного инженера. Удельные показатели, рассматриваемые в подсистеме, определяются делением предварительно обработанных сигналов расходов ресурсов на расход соответствующего продукта, так для газа:

$$F_{газ}^{уд} = \frac{F_{газ}(t)}{F_{св}(t)}, \quad \text{м}^3/\text{т};$$

где $F_{газ}(t)$ – мгновенное значение расхода газа, м³/с (м³/ч);
 $F_{св}(t)$ – мгновенное значение расхода сырья (свекловичной стружки, т/с (т/ч).

Аналогично рассчитываются другие оперативные показатели: удельные затраты свежей воды, электроэнергии (в случае потребления ее из городской сети) и т. п.



Рис.1 - Структура подсистемы оперативного учета основных ТЭП

Все приведенные оценки архивируются и представляются пользователям в виде *наборов динамических графиков* за любой промежуток времени. Например, для оценивания удельного расхода газа удобный набор :
 1 $F_{газ}(t)$; 2 $F_{св}(t)$; 3 $F_{газ}^{уд}$

По согласованию со специалистами Заказчика отдельные графики удельных показателей могут быть выведены на экранных формах диспетчера, главного инженера, главного технолога для постоянного представления.

В лабораторных условиях проводилось имитационное моделирование работы подсистемы. Предлагаемая экранная форма представления результатов функционирования подсистемы представлена на рис.2. Результаты в виде динамических графиков, отражающих текущие изменения анализируемых показателей, представлены в нижней части формы, а таблица количественных показателей основных ресурсов вызывается на экран по желанию пользователя в любой момент времени.

Отдельный интерес представляет собой задача оперативного контроля и учета удельных затрат тепла передаваемых в основное производство из ТЭЦ. Удельный показатель рассчитывается аналогично предыдущим, однако, расход тепла является в условиях конкретного производства функцией ряда параметров: расхода пара, его теплосодержания (энтальпии), которое в свою очередь является функцией температуры и давления пара, передаваемого из ТЭЦ на первый корпус выпарной станции (ВС):

$$F_m^{уд} = \frac{F_m(t)}{F_c(t)}, \text{ ккал/м}^3 \text{ (кДж/м}^3\text{);}$$

где $F_m(t)$ – мгновенный расход тепла, ккал/ч(кДж/ч);
 $F_c(t)$ – мгновенный расход сока на ВС, м³/с (м³/ч).

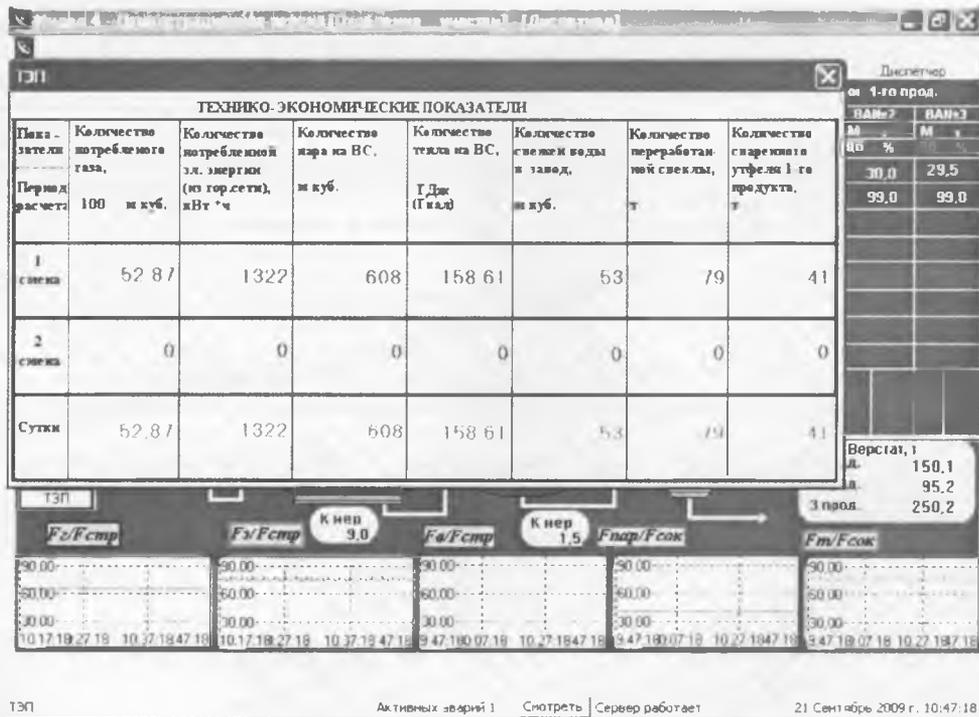


Рис. 2 - Основная экранная форма главного инженера СЗ

Предлагаемые на рынке приборные комплексы для измерения и учета расхода тепла, например счетчики пара «ИРГА» российского производства, рассчитаны на использования в системах коммерческого учета, обладают достаточной точностью, однако стоимость их весьма велика (25 – 40 тыс. грн). Еще более высокая цена аналогичных приборов европейских производителей.

Для рассматриваемых задач оперативного учета допустима погрешность, соизмеримая с погрешностью приборов контроля, установленных на предприятии (класс точности 1; 0,5).

Поэтому интерес представляют технические решения, обеспечивающие реализацию поставленной задачи с использованием существующих на предприятии вычислительных средств, либо недорогих программируемых устройств, которые можно легко встроить в действующую АСУТП, с учетом особенностей функционирующих программных и технических средств.

Задачи рассматриваемого класса могут быть решены как в SCADA-системе, функционирующей на рабочей станции (например, АРМ диспетчера, главного инженера), так и в программируемом микропроцессорном контроллере (МПК) с последующей передачей результатов в АРМ для визуализации и архивирования.

Последнее решение является предпочтительным, поскольку вероятность бесперебойной работы контроллеров, как показывает практика эксплуатации, выше, чем компьютеров, работающих под управлением операционной системы WINDOWS в производственных условиях сахарного завода [3].

В соответствии с регламентом ведения технологического процесса производства сахара из свеклы на первый корпус ВС должен подаваться сухой насыщенный пар. Однако, исследования, проведенные в сезонах 2008-2009-2010 гг. на Староконстантиновском и Красилковском сахарных заводах Хмельницкой области показали, что пар, передаваемый на ВС, является слабopегрeтым, т.е. область изменения давления (1,1,...,2,1 ата либо 0,1083,... 0,2059 МПа) и температуры пара (T=120,...135 °C) позволяет определить область значений энтальпии пара над линией насыщения в соответствии IS – диаграммой и таблицей термодинамических свойств воды и водяного пара [5].

На рис. 3 приведена выделенная рабочая область на IS – диаграмме.

Таким образом, при расчетах энтальпии необходимо учитывать как факт ее зависимости от двух параметров:

$$i = f(T, P) \quad , \quad \text{ккал/кг} \quad (\text{кДж/кг})$$

где T – температура пара, °C,

P – давление пара, МПа (ата),

так и нелинейный характер этих зависимостей.

Умножив полученное значение энтальпии на мгновенное значение массового расхода пара можно получить искомое мгновенное значение расхода тепла $F_m(t)$.

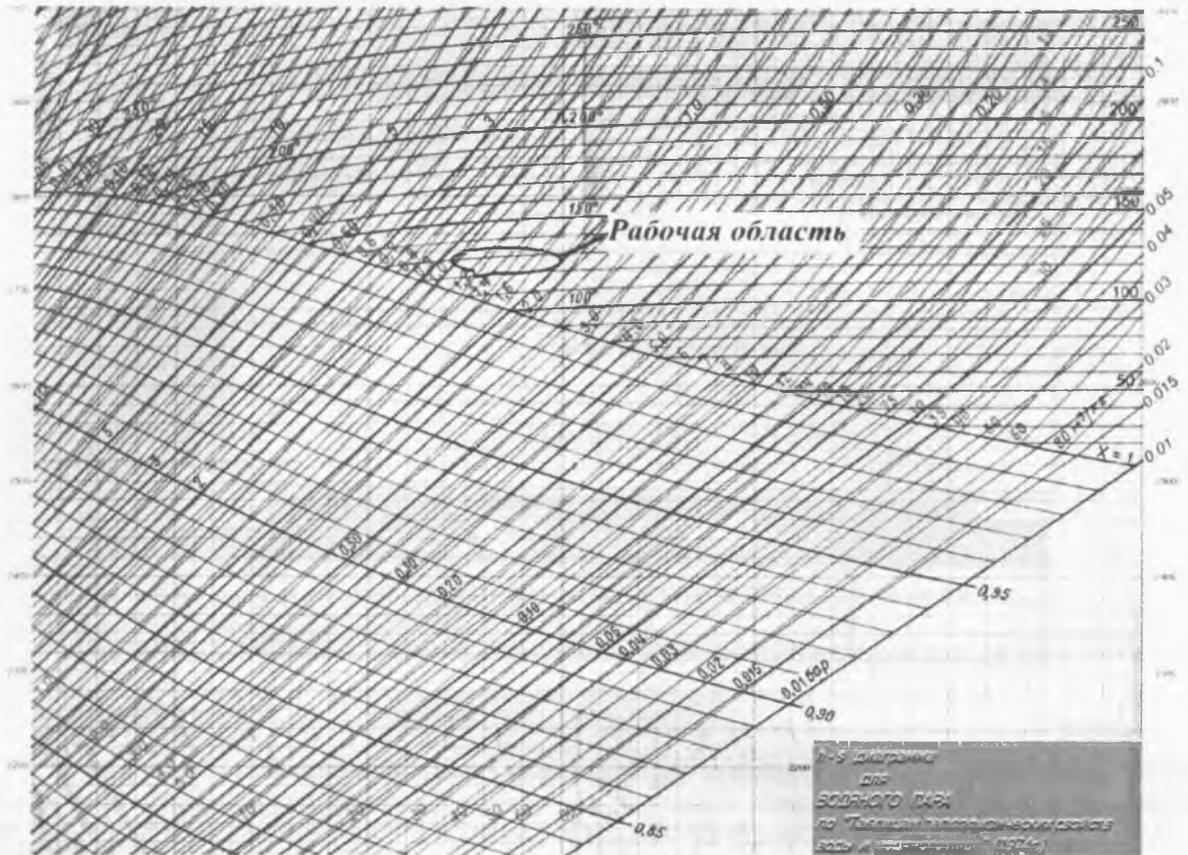


Рис. 3 - Рабочая область на диаграмме термодинамических свойств воды и водяного пара

Расчет значений энтальпии проводился с помощью компьютерной программы «is-диаграмма», позволяющей вычислять эти значения с высокой точностью (до четвертого знака после запятой).

Интерфейс программы приведен на рис. 4.

Диапазон изменения исходных параметров (температура и давления пара) был разбит на интервалы по давлению 0,1 – 0,2 ата (0,01 – 0,02МПа), по температуре – 1,0 °С . Такое разбиение позволяет выполнять расчеты энтальпии с погрешностью не выше 0,05% .

Результаты расчета сведены в таблицу 1.

Таким образом, полученные в табличной форме нелинейные зависимости необходимо заложить в вычислительное устройство и организовать вычислительные процедуры в реальном масштабе времени.

Выбор микропроцессорного вычислительное устройства производился с учетом реальных возможностей персонала службы главного метролога по освоению и обслуживанию подобной техники. АСУТП на этих предприятиях реализовано на базе функционально-программируемых контроллеров отечественного производства и компьютеров, оснащенных SCADA-системой «ИНДЕЛ 4», разработанной полтавским предприятием «ИНФОТЕХПРОМ». Набор драйверов, поставляемых в комплекте со SCADA-системой, обеспечивает обмен информацией с контроллерами, как отечественного производства Ремиконт, МИК (предприятие «МИКРОЛ», г. Ивано-Франковск), так и импортного производства (Siemens, VIPA и др.). Предпочтение было отдано новому программируемому контроллеру предприятия «МИКРОЛ» МИК-52, исходя из критерия стоимость – качество, с учетом близости программного обеспечения для этого контроллера (редактор «а») к знакомому персоналу службы КИП и А редактору для функционирующих на предприятии МПК.

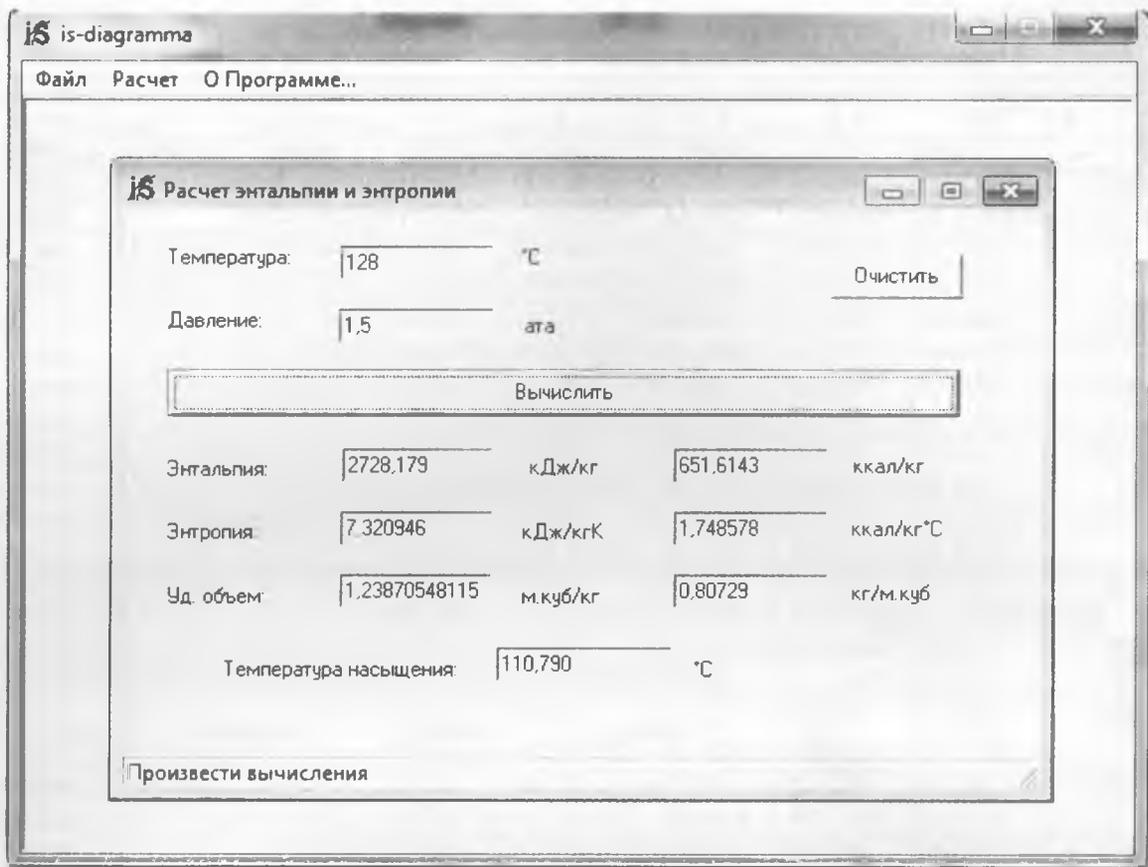


Рис. 4 - Интерфейс компьютерной программы расчета энтальпии

Рассматриваемая задача была решена с помощью программы, составленной в FBD-подобном редакторе «а» для МИК-52, приведенной на рис. 5 (включен режим отладки).

Имитационная установка, на которой проводились исследования, включала: МПК МИК-52, три аналоговых датчика РЗД-22 (с токовым выходом 4,...,20 мА), блок преобразования интерфейсов БПИ-52, компьютер с установленным программным обеспечением: драйвер для БПИ-52, редактор «а», SCADA-система «ИНДЕЛ 4» с драйвером MODBUS, обеспечивающим обмен с МИК-52 по двухпроводному интерфейсу RS-485.

Поскольку в процессе исследования выяснилось что, используемые датчики РЗД-22 (1990 г. выпуска), при настройке на диапазон 4...20 мА дают на выходе нестабильный сигнал, с помехой соизмеримой со случайными помехами в производственных условиях, было решено не использовать специальный генератор случайных помех.

Представленная на рис. 5 программа содержит 21 алгоритмический блок (АБ), что примерно соответствует 25% загрузки ОЗУ МПК. Первые три АБ типа АIN обеспечивают ввод и предварительные преобразования сигналов от датчиков давления (1), температуры (2) и массового расхода пара (3). При этом на выходе 04 (OUT_SC) АIN формируется промасштабированный сигнал в физических величинах (ата), а на выходе 05 (OUT) сигнал в процентах шкалы. АБ 4,...,11 типа LIMIT представляют собой блоки, формирующие дискретный сигнал – признак достижения верхней границы установленного диапазона. На вход 01 этих блоков подан преобразованный сигнал давления (в %), а с выхода 01 (dOUT_h) дискретный сигнал, поступающий в блок 12 типа IF. Диапазон изменения сигнала давления разбит на восемь поддиапазонов в соответствии с реальным диапазоном изменения параметра и табл. 1 : 0- 40%, 40-50%, 50-60% и т. д. Таким образом, в программе формируется признак нахождения значения давления в одном из указанных диапазонов. АБ 12 типа IF и 13 типа MUX (переключатель по номеру) работают в комплексе и позволяют при формировании в АБ 12 номера канала и передачи его в АБ 13 передавать сигнал с АБ 14,...,21(один из восьми) на вход 02 АБ 22, являющегося умножителем. В АБ 14,...,21 LINEAR реализована кусочно-линейная аппроксимация зависимостей энтальпии пара от температуры, соответствующих определенным значениям давления (табл.1). Преобразованный сигнал температуры от АБ 2 передается всем АБ 14,...,21 LINEAR. Таким образом на вход 02 умножителя АБ 22 поступает значения энтальпии пара в соответствии с его давлением и температурой. На вход 01 этого АБ поступает преобразованный сигнал массового расхода пара (диапазон изменения 0,...,100 т/ч) от АБ 3. На выходе АБ 22 получено искомое мгновенное значение количества тепла, передаваемого с паром на ВС.

Таблиця 1. Расчет значений энтальпии перегретого пара в рабочей области
(1 ккал = 4,18605 кДж ; 1 кг/см² = 0,09807 МПа)

T °C	P,	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2	2,1	кг/см ²
		0,1083	0,1275	0,1471	0,1667	0,1863	0,1961	0,2059	МПа
120		648,65	648,15	647,64	647,12	646,58	646,3104		ккал/кг
		2715,76	2713,68	2711,54	2709,35	2707,111	2705,488		кДж/кг
121		649,13	648,64	648,14	647,63	647,09	646,8301	646,5594	ккал/кг
		2717,79	2715,74	2713,63	2711,48	2709,270	2707,663	2706,53	кДж/кг
122		649,62	649,13	648,64	648,13	647,61	647,3485	647,082	ккал/кг
		2719,82	2717,796	2715,72	2713,595	2711,423	2709,833	2708,718	кДж/кг
123		650,10	649,62	649,14	648,63	648,12	647,8655	647,603	ккал/кг
		2721,85	2719,851	2717,80	2715,711	2713,571	2711,997	2710,899	кДж/кг
124		650,59	650,11	649,63	649,14	648,63	648,3813	648,1228	ккал/кг
		2723,88	2721,904	2719,89	2717,822	2715,714	2714,157	2713,074	кДж/кг
125		651,07	650,60	650,13	649,64	649,14	648,8958	648,6411	ккал/кг
		2725,90	2723,954	2721,96	2719,930	2717,852	2716,31	2715,244	кДж/кг
126		651,55	651,09	650,63	650,14	649,65	649,409	649,1582	ккал/кг
		2727,92	2726,001	2724,04	2722,033	2719,985	2718,459	2717,409	кДж/кг
127		652,04	651,58	651,12	650,64	650,16	649,9212	649,674	ккал/кг
		2729,94	2728,046	2726,11	2724,133	2722,115	2720,603	2719,568	кДж/кг
128		652,52	652,07	651,61	651,14	650,67	650,4322	650,1886	ккал/кг
		2731,95	2730,089	2728,18	2726,229	2724,239	2722,742	2721,722	кДж/кг
129		652,99	652,55	652,11	651,64	651,17	650,9421	650,702	ккал/кг
		2733,97	2732,129	2730,25	2728,322	2726,360	2724,876	2723,871	кДж/кг
130		653,48	653,04	652,6	652,14	651,68	651,451	651,2143	ккал/кг
		2735,99	2734,167	2732,31	2730,411	2728,476	2727,007	2726,016	кДж/кг
131		653,96	653,53	653,09	652,64	652,18	651,9588	551,7255	ккал/кг
		2738,00	2736,203	2734,39	2732,496	2730,589	2729,132	2728,156	кДж/кг
132		654,44	654,01	653,58	653,14	652,69	652,4656	652,2356	ккал/кг
		2740,01	2738,236	2736,43	2734,579	2732,697	2731,254	2730,291	кДж/кг
133		654,92	654,50	654,08	653,63	653,19	652,9715	652,7447	ккал/кг
		2742,02	2740,268	2738,48	2736,659	2734,802	2733,371	2732,422	кДж/кг
134		655,40	654,98	654,56	654,13	653,69	653,4765	653,2528	ккал/кг
		2744,03	2742,297	2740,53	2738,735	2736,904	2735,485	2734,549	кДж/кг
135		655,88	655,47	655,05	654,63	654,19	653,9806	653,7599	ккал/кг
		2746,04	2744,325	2742,58	2740,808	2739,001	2737,595	2736,672	кДж/кг
136		656,36	655,95	655,54	655,12	654,69	654,4838	654,2661	ккал/кг
		2748,04	2746,351	2744,63	2742,879	2741,096	2739,702	2738,791	кДж/кг
137		656,84	656,43	656,03	655,61	655,19	654,9861	654,7714	ккал/кг
		2750,04	2748,375	2746,68	2744,947	2743,187	2741,805	2740,906	кДж/кг
138		657,32	656,92	656,52	656,11	655,69	655,4876	655,2757	ккал/кг
		2752,05	2750,397	2748,72	2747,012	2745,275	2743,904	2743,017	кДж/кг
139		657,79	657,40	657,01	656,60	656,19	655,9884	655,7793	ккал/кг
		2754,05	2752,418	2750,76	2749,075	2747,360	2746,00	2745,125	кДж/кг
140		658,27	657,88	657,50	657,09	656,69	656,4883	656,282	ккал/кг
		2756,05		2752,80	2751,135	2749,442	2748,093	2747,229	кДж/кг

Значение удельного расхода тепла легко получить, разделив сигнал с выхода АБ 22 на сигнал расхода сока на ВС с помощью АБ деления DIV.

Проведенные исследования работы программы позволили оценить погрешность расчетов, которая складывается из погрешности линеаризации и погрешности, вызванной случайными помехами. Для примера приведем данные расчета относительной погрешности при температуре T = 128,6 °C (среднестатистическое значение за октябрь сезона 2009-10 гг. на ВС Старокопстантиновского сахарного завода), и изменения давления в диапазоне 1,1, ..., 2,5 атм. Сравнение результатов проводилось между данными полученными в МПК и на компьютерной программе «is-диаграмма» (базовый эталон). Данные сведены в таблицу 2.

Таблиця 2. Оцінка відносної погрешності розрахунку ентальпії пара ($T=128,6\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Номер інтервала	Мгновенное значение давления, ага	Значения i в МПК (« ω »), ккал/кг	Значения i в программе (is), ккал/кг	Погрешность расчета, %	Примечание
1	1,108	653,002	652,7886	0,03269	
2	1,377	652,350	652,1899	0,02455	минимальная
3	1,619	651,910	651,6368	0,04193	
4	1,860	651,441	651,0724	0,05662	
5	2,139	650,971	650,4020	0,08748	
6	2,379	650,489	649,8108	0,10437	максимальная
7	2,589	649,500	649,2830	0,03345	

Средняя относительная погрешность по данным табл. 2 составила 0,05444%, что существенно меньше класса точности функционирующих на объекте приборов контроля параметров (0,5, ..., 1,0). Следовательно, этот алгоритм и программа его реализации может быть предложена в составе подсистемы оперативного учета основных ТЭП АСУТП сахарозавода.

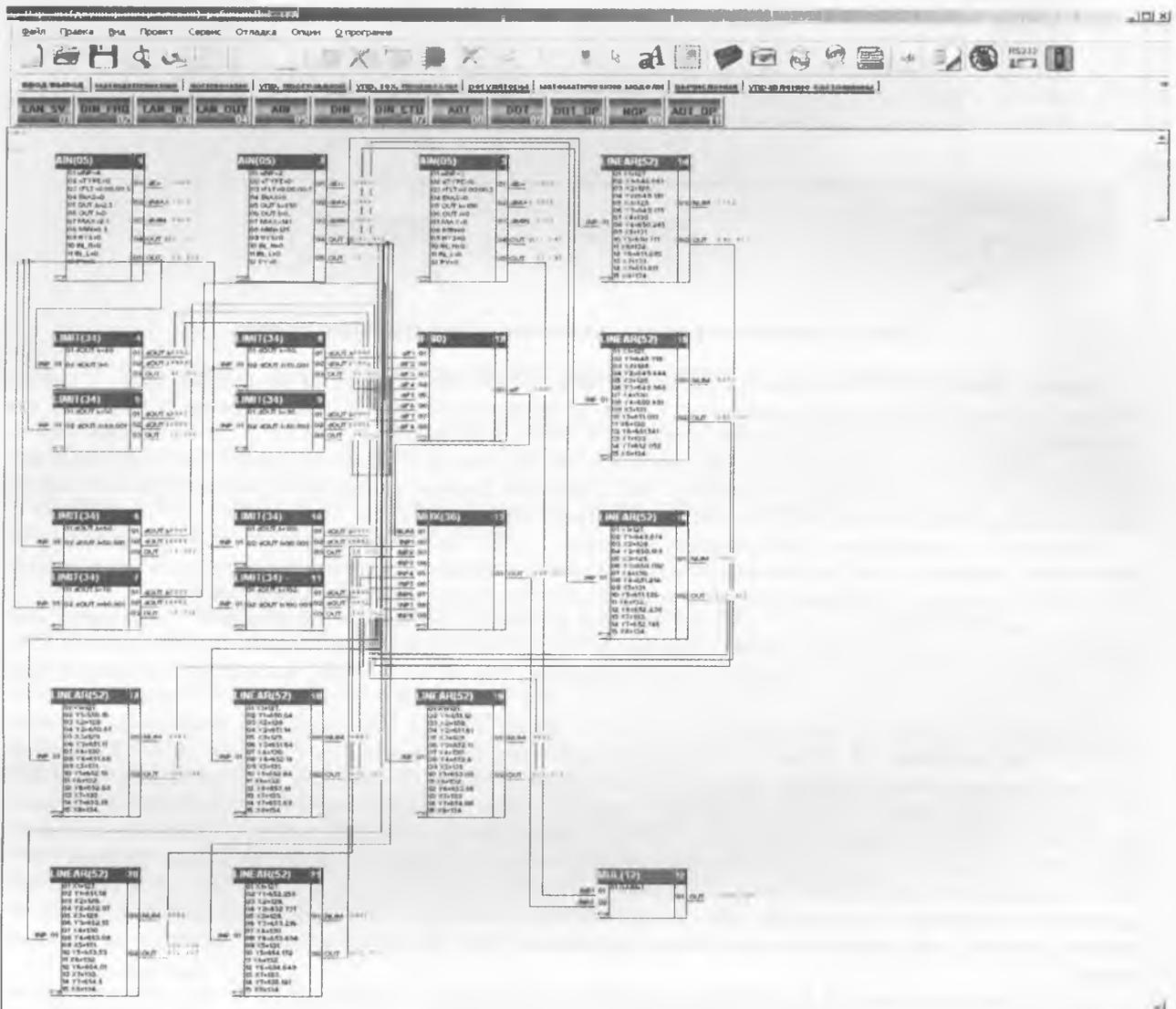


Рис. 5 - Программа расчета энтальпии (двухпараметрическая)

Отметим, что МПК МИК-52 имеет восемь аналоговых входов, что позволяет реализовать в нем все основные вычислительные процедуры для подготовки данных и передачи их в АРМ руководителя для отображения в форме рис. 2 и архивирования.

Поскольку в рассматриваемой рабочей области изменения давления и температуры слабоперегретого пара влияние давления на энтальпию существенно меньше, чем влияние температуры, целесообразно рассмотреть упрощенный алгоритм и программу, считая величину давления колеблющейся вблизи среднестатистического значения (по данным обследования $P=1,5$ ата), и учитывать лишь нелинейную зависимость энтальпии от температуры в диапазоне $T=120, \dots, 140$ °С при указанном давлении.

На рис. 6 представлена программная реализация такого алгоритма, при этом АБ 1 служит для формирования признака недостоверных данных расчета в случае выхода значения давления за установленные границы. Остальные АБ работают аналогично описанному в программе рис. 5.

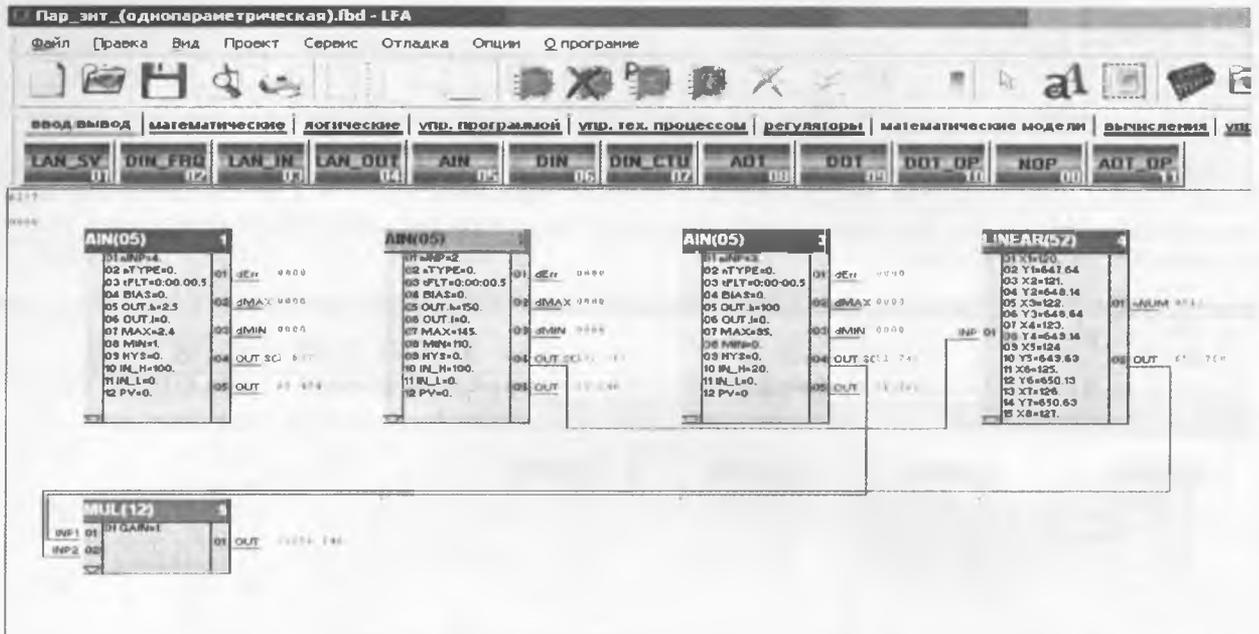


Рис. 6 - Программа расчета энтальпии (однопараметрическая)

Оценку относительной погрешности расчета в этом случае можно провести по данным табл. 1, считая базовым значение энтальпии при давлении $P=1,5$ ата и температуре $T=128$ °С. На интервале $P=1,1, \dots, 1,5$ ата максимальная относительная погрешность составила 0,1397%, а на интервале $P=1,5, \dots, 2,1$ ата соответственно 0,2179%. Сравнились значения энтальпии базовое и соответствующее краям интервала изменения давления. Полученные оценки показывают возможность использования данного алгоритма в рассматриваемой задаче, поскольку результаты не используются в системах коммерческого учета.

Поскольку в подсистеме представления и учета ТЭИ необходимо формировать и представлять накопленные данные за 1-ю, 2-ю смены, сутки, отражающие количество затрачиваемых ресурсов (газа, воды и т. д.), приведем на рис. 7 программу реализации такого алгоритма выполненную в редакторе «а».

АБ дискретного ввода 1 и 5 DIN служат для внешнего управления программой, позволяют при необходимости приостанавливать работу таймеров АБ 6 и 8 либо осуществлять перезапуск программы. АБ 2 AIN используется для ввода и предварительной обработки сигнала от датчика, например расходомера газа. Сигнал от этого АБ поступает на интеграторы АБ 3 и 7 INTEGR. В случае учета тепла АБ 2 не устанавливается, а сигнал на интеграторы поступает от блока, в котором формируются мгновенные значения расхода тепла, например АБ 22 рис. 5. Интеграторы работают под управлением таймеров АБ 6 и 8, уставки (ТМ) которых выставляются равной: для АБ 6 – длительности смены 12 часов, для АБ 8 длительность суток – 24 часа (в лабораторных условиях установки 1 мин. и 2 мин. соответственно). При достижении времени окончания 1-й смены на выходе таймера АБ 6 (dOUT) формируется дискретный сигнал, который останавливает работу интегратора АБ 3. При достижении времени окончания суток (2-й смены) на выходе таймера АБ 8 (dOUT) формируется дискретный сигнал, который перезапускает всю программу. АБ 4 OR (ИЛИ) позволяет осуществлять перезапуск программы либо автоматически по таймеру АБ 8, либо от внешнего дискретного сигнала (кнопкой, при первоначальном запуске программы либо для синхронизации таймера с заводскими часами).

На выходе интегратора АБ 3 получено накопленное за 1-ю смену, а на выходе АБ 7 – за сутки, количество затраченного ресурса (газа, тепла и т. д.). Аналогичные данные за 2-ю смену получают на выходе сумматора АБ 9, где вычисляются разницу между суточным и сменным (1-я смена) значением показателя.

Для окончательного представления данных в динамическую отчетную форму рис. 2, полученные результаты масштабируются либо с помощью уставки интегратора, либо в АБ 2, либо непосредственно в SCADA-системе.

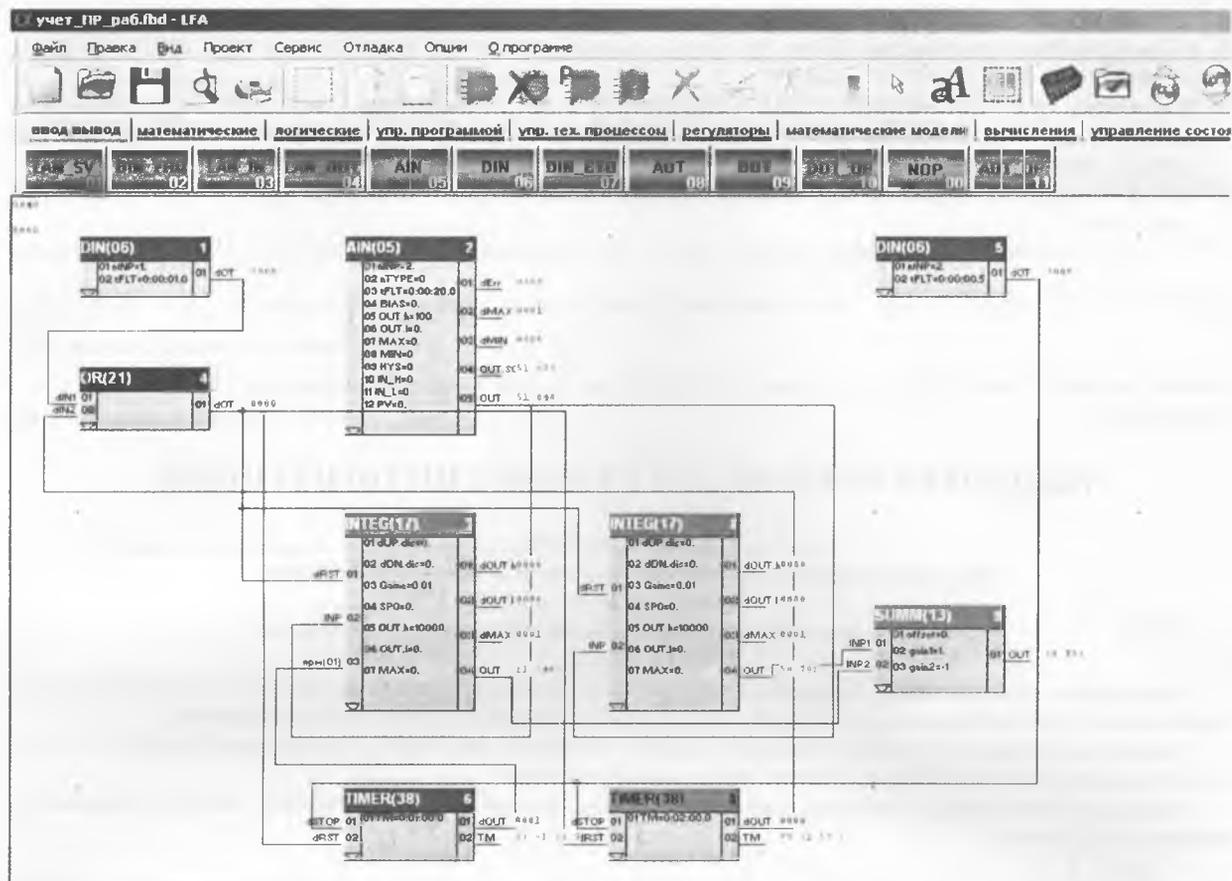


Рис. 7 - Программа оперативного учета параметров за 1-ю, 2-ю смены, сутки

Таким образом, все дополнительные данные, необходимые для представления в экранной форме рис. 2 могут быть получены в одном МПК МИК-52, учитывая, что ряд показателей: количество сваренного utfеля, количество преработанной свеклы и др. [3], рассчитываются на функционирующих в составе АСУТП АРMax операторов диффузионного и продуктового отделений, можно оценить вычислительный ресурс МИК-52, как достаточный для реализации поставленной задачи.

Выводы

В составе современных систем автоматизации сахарозаводов класса АСУТП, строящихся на базе микропроцессорных контроллеров, персональных компьютеров, локальных сетей, может быть реализована подсистема оперативного контроля и учета основных технико-экономических показателей работы завода, позволяющая на основе представляемых на АРMax технических руководителей данных для оперативного контроля, анализа и своевременного принятия решений по управлению технологическими процессами свеклосахарного производства (корректировки режимов, производительности и т. п.) повысить эффективность работы завода и снизить удельные затраты сырья и энергоресурсов.

Предложенные на основе результатов проведенных исследований технические решения позволяют создавать рассматриваемые подсистемы на базе отечественных технических и программных средств с минимальными затратами на комплектующие. Эти решения будут предложены ряду предприятий, где уже функционируют системы класса АСУТП (Староконстантиновский, Красиловский сахарозаводы), а также использованы при создании новых систем подобного класса.

Литература

1. Жуковский Э.И., Скаковский Ю.М., Витвицкий В.Д., Шайкова О.П., Бабков А.В. Основные направления развития АСУТП свеклосахарного производства // Автоматизация технологических и бизнес-процессов. – Одесса: 2010 – №1. – С.30-36.
2. Витвицкий В.Д., Скаковский Ю.М. Решения задач оценивания качества управления в АСУТП ділянок цукробурякового виробництва // Наук. пр. Одес. нац. акад. харч. техн./ Міністерство освіти і науки України. – Одеса: 2003 – Вип. 25. – С.130-137.

3. Вітвицький В.Д., Скаковський Ю.М. Рішення задач оперативного обліку в АСУТП ділянок цукробурякового виробництва // Наук. пр. Одес. нац. акад. харч. техн./ Міністерство освіти і науки України. – Одеса: 2004 – Вип. 27. – С.213-221.
4. Жуковский Э.И., Скаковский Ю.М., Витвицкий В.Д. Современные тенденции и перспективы автоматизации сахарных заводов // Автоматика-2008: доклады XV международной конференции по автоматическому управлению. 23-26 сентября 2008 г., т.1. – Одесса: ОНМА. – С.197-200.
5. Вуколович М.П. Термодинамические свойства воды и водяного пара. Таблицы и диаграммы. –М: Машгиз, 1951. 94 с.

УДК 621.319.7

РОТОРНАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Монтик П.Н., проф.

Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса,

Гамоліч В.Я, ст. н. с.

Одесский национальный политехнический университет, Одесса.

Рассмотрен метод создания электромагнитных полей, амплитуды напряженности и частоты которых определяются, соответственно, геометрической формой электрода и скоростью его вращения.

The method of creation of the electromagnetic fields is considered, amplitudes of tension and frequency of which concern, by the geometrical form of electrode and speed of his rotation.

Ключевые слова: заряд, потенциал, электрическое поле, амплитуда, напряжённость, частота, декартовы и полярные координаты.

В экспериментальных исследованиях, математическом моделировании процессов в электромеханических системах, в электротехнологических установках для элетросепарации и транспортирования дисперсных материалов, нанесения порошковых покрытий, электроплазмозлиза, электроантисептирования и в других областях промышленности широко применяются различные по структуре энергетические поля. Они интенсифицируют технологические процессы и, соответственно, позволяют улучшить качественные показатели продукции при снижении энергозатрат [2,3,4].

Эффективность использования энергетических полей во многом определяется физическими характеристиками исходных продуктов, которые складываются, в свою очередь, из комплекса их физико-химических свойств. С учетом непрерывности спектра электромагнитных полей, следует учитывать их действующие факторы, например, напряженность, частоту, форму (круговое, импульсное и т.д.) полей. Практическая реализация таких устройств, обеспечивающих создание вращающихся полей с требуемыми параметрами, в литературе освещены недостаточно полно [1,2,4]. Поэтому ниже рассматривается метод создания электромагнитных полей с наперед заданным законом распределения напряженности $\vec{E}(r, \varphi, Z, t)$.

Такие поля предполагается получать путем вращения заряженного одного или нескольких электродов определенной формы, расположенные на поверхности ротора, выполненного в виде диэлектрического цилиндра.

Теоретической базой этого метода является уравнение Пуассона, согласно которому потенциал поля $u(r, \varphi, Z)$ определяется следующим уравнением:

$$\Delta u = -\rho/\varepsilon \varepsilon_0, \quad (1)$$

где: ρ - плотность распределения зарядов в системе электродов;

ε_0 - электрическая постоянная;

ε - относительная диэлектрическая проницаемость среды;

r, φ, Z - цилиндрические координаты.

Уравнение (1) может быть приведено к двумерному виду, если рассматривать условия создания кругового вращающегося электрического поля. В общем случае краевые условия для уравнения (1) записываются в виде зависимостей между градиентом потенциала и напряженностью поля.