

М188-78
Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Московское

ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище имени Н. Э. Баумана

НА ДОМ
НЕ ВЫДАЕТСЯ

В. Г. ЛИЗУНОВ

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛЕВЫХ
МЕХАНИЗМОВ ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕКЛЯННЫХ ОБОЛОЧЕК
ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВЫХ ТРУБОК

(№ 05-200. Машиностроение и оборудование производств
электронной техники)

Диссертация написана на русском языке

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



1188578

Лизунов В.Г. Разработка

Работа выполнена в Московском высшем техническом училище им. Н. Э. Баумана и на Московском заводе Электровакуумных приборов.

Научный руководитель — доктор технических наук, профессор Г. А. Шаумян.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Л. Н. Решетов,
кандидат технических наук И. Г. Блинов.

Ведущее предприятие — Всесоюзное ~~общество~~ ^{Общество} Стекломаш.

Автореферат разослан . . .

1979 г.

Защита диссертации состояла
на заседании Совета факультета
«Производство» Московского
училища им. Н. Э. Баумана.

По адресу: 2-я Бауманская

Ваши отзывы в 2-х экз.,
выслать по указанному адресу

С диссертацией можно ознакомиться

Ученый секретарь Совета

M188578

Стеклоанная оболочка современных крупногабаритных электронолучевых трубок (ЭЛТ) прямоугольной формы собирается путём последовательной сварки трех её частей: горла, конуса и экрана. При этом наиболее ответственной и сложной операцией является сварка конуса с экраном, так как качество сварного шва определяет механическую прочность всей оболочки ЭЛТ в целом, в особенности после её откачки, когда появляется разница давлений между наружной и внутренней стенками.

Качество сварки в свою очередь определяется характером распределения температуры по длине шва, являющейся функцией относительной скорости газового факела группы последовательно идущих друг за другом горелок, с помощью которых осуществляется нагрев заготовок.

Для перемещения горелок в настоящее время применяются механизмы кулачкового типа. Однако, использование этих механизмов приводило к значительному перегреву отдельных участков шва, в частности наиболее удаленных от оси оболочки.

Сделать достоверные выводы о причинах этого явления не позволяло отсутствие теоретических и экспериментальных данных в частности оставался неизученным вопрос о влиянии различных параметров механизма на характер прогрева шва по его длине.

Вместе с тем возрастающие требования к качеству ЭЛТ прямоугольной формы с учётом их массового выпуска и высокой себестоимости делали непростым решение этой задачи. Поэтому возникла необходимость в проведении теоретических и экспериментальных исследований механизмов перемещения горелок, в разработке на их основе инженерных методов расчета основных параметров этих механизмов.

Решению этих вопросов и посвящается реферируемая работа, конечной целью которой является разработка промышленного образца машины газозлектросварки крупногабаритных оболочек ЭЛТ и внедрение её в производство.

В качестве отдельных конкретных исследований выделены самостоятельные вопросы, рассматриваемые в следующей последовательности:

1. Анализ основных методов и оборудования для сварки конуса с экраном стеклянных оболочек электронолучевых трубок.
2. Кинематическое исследование механизмов автоматического перемещения горелок с двухроликовым башмаком.

M 188548

3. Синтез механизмов перемещения горелок из условия равномерного прогрева свариваемого шва оболочек.

4. Теоретическое и экспериментальное исследование влияния параметров механизма перемещения на распределение температуры вдоль сварного шва.

5. Разработка и внедрение в производство промышленного образца машины газосварки оболочек крупногабаритных ЭЛТ прямоугольной формы.

Диссертация, являющаяся результатом работ, проводимых автором в 1966-1971 годы, состоит из введения, пяти глав и выводов.

В первой главе выполнен краткий анализ основных методов и оборудования для сварки стеклянных оболочек ЭЛТ.

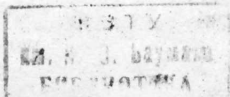
В настоящее время известно несколько различных методов сварки конуса с экраном, нашедших применение на практике и достаточно полно описанных в технической литературе. Их классификацию можно осуществить по двум признакам: по методу разогрева и по положению геометрической оси изделия в пространстве. По методу разогрева известны следующие виды сварки:

1. Газовая сварка. 2. Сварка тепловым излучением. 3. Сварка с применением электрического тока (электросварка).

Установлено, что при изготовлении крупногабаритных оболочек ЭЛТ наиболее простым и обеспечивающим наиболее высокое качество по сравнению с другими способами является комбинированный способ электросварки с предварительным разогревом кромок заготовок до состояния проводимости пламенем газовых горелок при одновременном вращении изделия вокруг горизонтальной оси.

Для осуществления указанных методов сварки применяются машины горизонтального и вертикального типов. В работе рассмотрены конструкции, известные как в нашей стране, так и за рубежом, оборудования для сварки стеклянных оболочек ЭЛТ. В современных условиях находят применение многопозиционные вертикальные машины карусельного типа и однопозиционные горизонтальные машины, получившие название в иностранной литературе "стеклотокарных станков". Карусельные машины, имея высокую производительность, в то же время не могут обеспечить высокое качество сварки, так как при вертикальном расположении оси изделия на этих машинах имеет место сползание разогретого в районе сварного шва стекла вниз и образование наплывов. Этим можно объяснить переход большинства

СУДАН



стекольных заводов нашей страны и ведущих зарубежных фирм (Корнинг, Сильвания, Филипс и др.) на однопозиционные машины горизонтального типа.

Независимо от того, к какому типу относится сварочное оборудование, основным целевым механизмом, от которого зависит качество сварки, является механизм автоматического перемещения горелок. Можно указать на следующие разновидности этих механизмов в порядке их исторического развития: 1. Механизм с поступательными толкателями, снабженным башмаком в виде ролика. 2. Рычажно-кулачковый механизм. 3. Механизм перемещения с двухроликowym башмаком. Последний из перечисленных механизмов может быть выполнен либо с поступательными, либо с качательными толкателями. Общим для всех типов механизмов является наличие кулака-копира, профиль которого эквидистантен профилю изделия и с которым взаимодействуют толкатели, несущие источники на-рева.

С точки зрения эксплуатационных характеристик наилучшим является механизм перемещения с двухроликowym башмаком и качающимся толкателем. Вместе с тем этот механизм, как и все другие известные механизмы перемещения, имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что он не обеспечивает постоянство скорости движения газового факела относительно поверхности изделия. Проблема исключения этого недостатка оставалась не решенной до настоящего времени.

Вторая глава посвящена вопросам кинематики механизмов перемещения горелок. При кинематическом исследовании обычных кулачковых механизмов, в частности при их анализе, по заданному профилю кулачка и размерам звеньев устанавливается закон движения (перемещение, скорость и ускорение) ведомого звена, т.е. толкателя. В данном механизме рабочий орган (линейная горелка) жестко закреплена на двухроликowym башмаке и требуется установить зависимость скорости относительного движения газового факела, т.е. скорости точек, жестко связанных с башмаком и удаленных от него на расстояние, равное длине факела, от параметров механизма. В этом смысле поставленная задача в теории кулачковых механизмов решается впервые.

Положив в основу аналитической кинематики механизма перемещения метод инверсии, была получена расчетная зависимость, свя-

зависимость скорости относительного движения газового факела с кинематическими и геометрическими параметрами. Эта зависимость имеет вид:

$$\dot{U}_{\varphi} = \frac{\omega L \cdot R_i}{\rho_2^2} \left[\rho_1 \cos \varphi + L + \frac{\rho_1 \sin \varphi (\rho^2 - R_T^2 - \rho_2^2)}{\sqrt{4\rho^2 R_T^2 - (\rho^2 + R_T^2 - \rho_2^2)^2}} \right] \quad (1)$$

Здесь обозначены:

- $\dot{U}_{\varphi}$ - скорость движения факела огней относительно профиля изделия
- R_T - радиус качания рычага
- R_i - радиус кривизны изделия
- ρ - радиус кривизны троектории точки крепления башмака
- L - расстояние между центрами кулака и рычага (толкателя)
- ω - угловая скорость вращения кулака
- $2b$ - расстояние между центрами роликов башмака
- α - смещение (разница в абсолютных размерах профиля изделия и теоретического профиля кулака).

Полученная зависимость является справедливой при условии движения обоих роликов башмака по дуге постоянной кривизны. Для получения обобщенной зависимости по всему контуру кулака-копира необходимо учесть изменение расстояния горелок до поверхности изделия при изменении кривизны кулака-копира. С учетом этих факторов расчетная формула имеет вид:

$$\dot{U}_{\varphi} = \frac{\omega L \cdot R_i}{\rho_2^2} \left\{ \rho_1 \cos \varphi + L + \frac{[h + \sqrt{(R_i + \alpha)^2 - b^2}]^2 - R_T^2 - \rho_2^2}{\sqrt{4R_T^2 [h + \sqrt{(R_i + \alpha)^2 - b^2}]^2 - \{[h + \sqrt{(R_i + \alpha)^2 - b^2}]^2 + R_T^2 - \rho_2^2\}}} \right\} \quad (2)$$

Полученная формула хотя и позволяет точно рассчитать скорость относительного движения факела, но вместе с тем является чрезвычайно громоздкой, и потому в практических условиях её применимость ограничена. Одновременно, если с достаточной степенью точности осуществить замену дуг окружности, которыми очерчены стороны кулака-копира, отрезками прямых, то расчет скорости газового факела можно осуществить на основе замены механизма перемещения де-заксиальным кривошипно-ползунным механизмом в обратном движении.

Тогда скорость любой точки факела будет равна скорости ползуна.

и определяется по известной из теории машин и механизмов формуле:

$$V_{\varphi} = \omega L \left[\sin \varphi + \frac{L}{2R} \sin 2\varphi - \frac{A_0 + A - h}{R} \cos \varphi \right] \quad (3)$$

В этой формуле A малая полуось изделия.

Для частных случаев, когда точка шарнирного крепления башмака совпадает с осями изделия, расчетные формулы приобретают вид:

Для малой оси

$$V_{\varphi m} = \omega R \left[1 + \frac{A_0 - R}{h + \sqrt{(R + A)^2 - B^2}} \right] \quad (4)$$

Для диагональной оси

$$V_{\varphi A} = \omega z_0 \left[1 + \frac{C \sigma z_0}{h + \sqrt{(z_0 + A)^2 - B^2}} \right] \quad (5)$$

Для тангенциального кулака, т.е. кулака, очерченного прямыми линиями, формула скорости по осям упрощается и имеет вид:

$$V_{\varphi} = (A_0 + A + h) \omega$$

Приведенные зависимости справедливы только при условии движения обоих роликов башмака по участку кулака постоянной кривизны.

При выходе башмака на диагональный участок кулака его два ролика будут перемещаться по дугам различной кривизны. В работе показано, что кинематический анализ в этом случае целесообразно проводить графически на основе заменяющих механизмов. Таковыми являются шарнирные шестизвенники или механизмы с поступательными парами, в состав которых входит трехповодковая группа. При расчете скорости факела на переходных участках, а это в первую очередь относится к диагональному участку, необходимо учитывать, что все точки газового факела в пределах длины линейной горелки имеют разное значение скорости. Для удобства оценки скорости в этом случае в работе разработаны номограммы.

При анализе расчетных зависимостей установлено, что наибольшее влияние на характер распределения скорости факела вдоль контура прямоугольного изделия оказывает величина смещения (разница в размерах кулака-копира механизма перемещения и изделия). При этом степень влияния смещения на скорость на различных участках кулака, имеющих различную кривизну, различна. Так, например, на малой оси для кулака, очерченного дугой окружности малой кривизны

или прямой линией, кривые зависимости $v_{\varphi} = f(\alpha)$ носят монотонный характер и от геометрических размеров башмака, несущего горелку, не зависят. На диагональной оси для случая, когда межцентровое расстояние между роликами башмака меньше длины сопрягающей дуги, кривые носят гиперболический характер с выраженной кривизной в области малых значений смещения. Если взять отрицательное смещение (кулак-копир меньше изделия), то при некотором её значении можно получить отрицательную скорость. Для случая, когда сопрягающая дуга диагонального участка меньше межцентрового расстояния между роликами башмака, кривая зависимость $v_{\varphi} = f(\alpha)$ является параболой с большой крутизной, пересекающей ось смещения в положительной и отрицательной областях, т.е. здесь можно получить нулевую скорость. Для двух последних случаев даже незначительное изменение смещения вызывает резкое изменение скорости. Это обстоятельство является чрезвычайно важным и его необходимо тщательно учитывать при конструировании механизмов перемещения, так как ошибка в выборе размера кулака-копира может привести к значительным перепадам скорости по осям изделия, а следовательно, и к большой неравномерности нагрева.

Третья глава посвящается вопросу проектирования и расчета механизма перемещения из условия равномерного прогрева сварного шва по его длине.

Основной задачей, которая возникает при проектировании механизмов перемещения горелок, является задача обеспечения закона движения газового факела с постоянной относительной скоростью. В настоящее время в опубликованной литературе отсутствуют какие-либо сведения по вопросу синтеза кулачковых механизмов из условия получения требуемого закона относительной скорости башмака. Вместе с тем, если рассматривать механизм перемещения горелок с точки зрения его замены эквивалентными шарирными многозвенниками, то можно указать, что в ряде работ И.И.Артюболевского, Н.И.Левитского, С.А.Черкудинова подробно рассматриваются вопросы синтеза многозвенных механизмов из условия воспроизведения ведомым звеном движения с постоянной скоростью. Для рассматриваемого механизма этот путь не является приемлимым, так как, во-первых, отсутствует возможность произвольного варьирования всеми параметрами (размеры

кулака заданы), а во-вторых, число заменяющих механизмов для всего прямоугольного контура более единицы.

Таким образом, получение требуемого закона движения факела огней без изменения конструктивной схемы применяемого механизма не представляется возможным. В работе показано, что поставленная задача проще всего решается путём сообщения точке шарнирного крепления башмака и толкателя принудительного дополнительного перемещения таким образом, чтобы алгебраическая сумма основного и дополнительного перемещения давала бы требуемый закон распределения относительной скорости газового факела.

Получить дополнительное движение можно различными способами. Наиболее простым решением оказалось введение в конструкцию механизма вспомогательного кулака, который взаимодействует с ползуном, несущим на себе ось (точка А) толкателя. Для профилирования этого кулака необходимо найти функцию перемещения точки А в зависимости от угла поворота кулака-копира $S_A = f(\varphi)$

Аналитическое определение этой функции проводилось на основе соотношений в кривошипноползунном механизме. В работе показано, что оно связано со значительной расчетной работой, и потому разработан более простой, графический способ определения функции

$$S_A = f(\varphi).$$

В работе решена частная задача о выравнивании температуры по осям изделия за счет выбора величины смещения. Решение этой задачи сводилось к отысканию величины смещения A_0 из соответствующих уравнений, описывающих скорость по осям изделия. Для кулака, очерченного дугами окружностей, расчетная зависимость имеет вид:

$$A_0 = \frac{-(A_0 R - C_0 Z_0) + \sqrt{(A_0 R - C_0 Z_0)^2 - 4 R Z_0 (R - Z_0)(A_0 - C_0)}}{2(R - Z_0)} \quad (6)$$

Для тангенциального кулака

$$A_0 = \frac{A_0}{2} + \sqrt{\frac{A_0^2}{4} - Z_0(A_0 - C_0)} \quad (7)$$

Здесь обозначены:

A_0 - малая полуось изделия

C_0 - диагональная полуось

Z_0 - радиус сопрягающей дуги на диагональном участке

R - радиус дуги по малой стороне изделия

Для случая, когда длина сопрягающей дуги диагонального участка меньше межцентрового расстояния между роликами башмака, величина находится из кубического уравнения, имеющего вид:

$$\alpha_0^3 + \alpha_0^2(R - R_{\text{кр}} + C_0) - \alpha_0 C_0 R_{\text{кр}} - R R_{\text{кр}} (C_0 - A_0) = 0 \quad (8)$$

Здесь $R_{\text{кр}}$ - мгновенное значение радиуса кривизны траектории точки шарнирного крепления башмака.

В работе также приведена методика определения A_0 графическим способом.

В четвертой главе выполнен теоретический расчёт температурных полей сварного шва и дано описание методики измерения температуры в условиях эксперимента с последующим сопоставлением теоретических и экспериментальных результатов. Отмечено, что при разработке методов синтеза механизма перемещения были приняты основанные на некоторой схематизации действительной картины следующие допущения:

1. Уменьшение расстояния сопел горелок до поверхности изделия за счет увеличения кривизны кулака-копира и изменение угла наклона газового факела на переходных участках не влияет на эффективность нагрева.

2. Скорость всех точек факела вдоль его фронта на переходных участках одинакова и равна скорости средней точки факела, т.е. точки, лежащей на нормали, проведенной к середине линии центров роликов башмака.

Правильность разработанных методов расчета параметров механизма перемещения, а также степень соответствия принятых допущений и фактических результатов необходимо было проверить экспериментально. Для этой цели были взяты два кулака-копира, предназначенные для сварки оболочек ЭЛТ 59 см, один из которых имел произвольное значение смещения A , равное 60 мм, второй - расчетное значение, равное 36,2 мм, при котором достигалось равенство скоростей по осям изделия. Затем для каждого кулака методом элементарных балансов была рассчитана температура нагрева отдельных участков шва, причём время нагрева этих участков определялось с использованием формул для скорости газового факела. Далее производилось измерение температуры в расчетных точках.

Так как технологический процесс сварки стеклянных деталей состоит из нескольких этапов, каждый из которых отличается тепло-

техническими граничными условиями, то расчет тепловых полей производился отдельно для каждого из этих этапов. При этом конечное значение температуры предыдущего этапа являлось начальным распределением для последующего этапа. Учитывая, что в справочной литературе отсутствуют данные по теплофизическим характеристикам стекла марки С88-ТЗ, то предварительно был произведен расчет коэффициента теплоотдачи пламени $\alpha_{пл}$, коэффициента теплопроводности λ , коэффициента теплоотдачи $\alpha_{ж}$ и удельная теплоемкость C . Данные расчета приведены в таблице I.

Таблица I

Диапазон температур, °C	$\lambda \frac{ККАл}{М^2 \cdot ^\circ C}$	$\alpha_{ж} \frac{ККАл}{М^2 \cdot ^\circ C}$	$\alpha_{пл} \frac{ККАл}{М^2 \cdot ^\circ C}$	$C \frac{ККАл}{Кг \cdot ^\circ C}$	$\gamma \frac{Кг}{М^3}$
200-400	I	60	100	0,3	2580
400-600	2	75	100	0,3	2580
600-800	3	80	100	0,3	2580
800-1000	6	100	100	0,3	2580

Уравнение теплового баланса, например, для точки № I, имеет вид

$$\Sigma \Delta Q = \Delta Q_1 + \Delta Q_2 = \Delta Q \quad (9)$$

Здесь ΔQ_1 - количество тепла, полученного за счет теплопроводности со стороны точек № 2 и № 3.

$$\Delta Q_1 = \lambda / \Delta x (t_2 - t_1) \Delta x \Delta T + \lambda / \Delta x (t_3 - t_1) \Delta x \Delta T$$

ΔQ_2 - количество тепла, полученного точкой № I со стороны пламени

ΔQ - увеличение теплосодержания

В этих формулах:

t_1 - температура точки № I

t_2 - температура точки № 2

t_3 - температура точки № 3

Δx - размер элементарного элемента

ΔT - промежуток времени, за который подсчитывается количество тепла

$t_1 + \Delta T$ температура точки № I в последующий момент времени.

Подставив значение ΔQ_1 , ΔQ_2 и ΔQ в выражение (9) и решая его относительно интересующей нас температуры $t_1 + \Delta T$, будем иметь

Для точки № 1

$$t_{1\tau+\Delta\tau} = t_1(1-2A_1-2A_2) + 2A_1t_{пл} + A_2(t_2+t_3) \quad (10)$$

Для точки № 2

$$t_{2\tau+\Delta\tau} = t_2(1-A_1-2A_2-A_3) + A_1t_{пл} + A_2(t_1+t_4) + A_3t_ж$$

и т.д. для всех точек.

Здесь обозначены:

$$A_1 = \frac{\alpha_{пл} \cdot \Delta\tau}{\Delta x \cdot C\gamma}$$

$$A_2 = \frac{\lambda \cdot \Delta\tau}{\Delta x^2 \cdot C\gamma}$$

$$A_3 = \frac{\alpha_{ж} \cdot \Delta\tau}{\Delta x \cdot C\gamma}$$

По результатам расчета построены кривые распределения температуры по образующей конуса и экрана и вдоль свариваемого шва по его наружной поверхности.

Оценивая характер распределения температуры по длине шва, можно отметить, что равномерность нагрева сохраняется до момента включения газокислородных горелок, когда нагрев начинает вестись циклично, чередуясь с охлаждением. Далее заметное влияние начинает оказывать скорость движения факела, неравномерность которой приводит к неравномерности нагрева, возрастающей с увеличением времени. К концу периода нагрева газокислородным пламенем к моменту начала электросварки разница в температуре на малой и диагональной осях достигает почти двухкратной величины, что соответствует примерно такому же соотношению и скоростей для кулака-копира, имеющего $\alpha = 60$ мм. Во втором случае для кулака, имеющего

$\alpha = 36,2$ мм, обеспечивающего равенство скоростей по осям изделия, имело место на этих осях и равенство температур.

В основу экспериментального измерения температуры был положен термопарный способ. Рабочие концы трех хромель-алюмелевых термопар посредством вакуумного цемента закреплялись вблизи торца конуса в расчетных точках. Свободные концы выводились через горловину. Таким образом подготовленный конус загружался в тоннельную печь и подогревался до температуры 200°C , после чего он устанавливался на экспериментальную установку, в качестве которой была взята одна из действующих машин газомеханической сварки конуса с экраном, на которой использовался механизм автоматического перемещения горелок с качающимися толкателями. Нагрев изделия осуществлялся для тех же кулаков, которые были приняты в теоретическом расчете. На машине конус в соответствии с принятым технологическим режимом разогревался и сваривался с экраном. По достижении принятого в расчетах времени вращение останавливалось, и к свобод-

ным концам термопар подсоединялся электронный самопишущий потенциометр типа ЭПП-09, с помощью которого были получены температурные кривые охлаждения шва в течение 40 мин. практически до момента разрушения заготовки.

Для кулака-копира, имеющего $\alpha=60$ мм, кривые охлаждения в трех точках оказались смещенными относительно друг друга на некоторое расстояние, которое соответствует температурному градиенту между ними. Разница между температурой на диагональной и малой осях оказалась примерно равной 120°C после нагрева в течение 26 сек., что примерно соответствовало такой же разнице скоростей, полученных расчетным методом. Некоторое несоответствие расчетных и экспериментальных данных можно объяснить погрешностью измерения. Для кулака, имеющего $\alpha=36,2$ в начальный момент измерения разница в температуре для диагональной и малой осей практически отсутствует.

В пятой главе дано описание конструкции, разработанной при непосредственном участии автора, машины газозлектросварки оболочек ЭЛТ с размером по диагонали до 65 см, а также приведены результаты исследования её эксплуатационных характеристик, и выполнены технико-экономические расчеты.

Отмечено, что при разработке машины основное внимание было уделено механизму автоматического перемещения горелок, при конструировании и расчете которого использовались основные положения рассматриваемой работы. В процессе освоения машины в производственных условиях наряду с задачей получения высокого качества оболочек проводилась работа по достижению её максимальной производительности. При анализе цикловой и технологической производительности, выполненном на основе теории Шаумяна Г.А., были найдены некоторые резервы увеличения производительности за счет сокращения ряда операций. Проведенные в течение 48 смен наблюдения за процессом позволили определить фактическую производительность машин, которая за счет внецикловых потерь оказалась ниже цикловой всего на 9%. Это свидетельствует о высокой надежности целевых её механизмов. Контроль качества сваренных оболочек проводился в соответствии с ТУ путём испытаний на избыточное давление и термоудар. В качестве среды для передачи давления использовалась вода при давлении до 6 кг/см^2 и воздух при давлении до 3 кг/см^2 . Испытание на термоудар осуществлялось при перепаде температур 60°C с выдержкой

времени 30 сек. Одновременно проводились наблюдения за качеством оболочек в оборочном цехе, а именно, учитывался процент взрывов трубок на конвейере вакуумной обработки и процент треска в лере выжигания органической плёнки, т.е. на операциях, где имеет место термическая обработка изделий. В работе приведены все результаты этих испытаний.

ВЫВОДЫ

Основные итоги и выводы выполненной работы по исследованию механизмов автоматического перемещения горелок оборудования для изготовления стеклянных оболочек электроннолучевых трубок прямоугольной формы можно сформулировать следующим образом:

1. Анализ существующих методов и оборудования для сварки стеклянных оболочек ЭЛТ прямоугольной формы показал, что наиболее простым и обеспечивающим высокое качество является способ газозлектро-сварки при горизонтальном расположении оси свариваемых заготовок. При этом для сварки крупногабаритных изделий можно рекомендовать механизм автоматического перемещения горелок с качающимися толкателями.

2. В результате теоретического исследования механизмов автоматического перемещения горелок получены расчетные зависимости для определения относительной скорости газового факела, с помощью которых можно рассчитать время нагрева любой точки свариваемого шва при заданной длине линейной многопламенной горелки, что необходимо для расчета температурных полей и подбора режимов подогрева и отжига изделий.

3. Учитывая нужды практики, а также тенденцию современных оболочек ЭЛТ к спрямлению их створок, была разработана упрощенная методика расчета относительной скорости газового факела на основе замены механизма перемещения дезаксиальным приводом с ползунком механизмом.

4. При анализе расчетных зависимостей установлено, что относительная скорость газового факела имеет переменный характер и на её величину, в особенности на участках кулака-копир с большой кривизной, существенное влияние оказывает величина смещения (разница в размерах кулака и изделия).

5. Разработана принципиальная схема механизма перемещения о вспомогательным кулаком, обеспечивающая получение закона движения газового факела с постоянной относительной скоростью, при которой достигается равномерность прогрева шва по его длине.

На конструкцию механизма выдано авторское свидетельство.

6. Разработан метод расчета кулака-копира механизма перемещения без изменения его конструктивной схемы из условия равенства относительной скорости по осям изделия.

7. Применительно к нагреву стеклянных оболочек газокислородным пламенем произведен расчет тепловых полей и построены кривые распределения температуры вдоль периметра шва. Одновременно в качестве частной задачи определены теплотехнические характеристики стекла марки С88-13, которые могут быть использованы на практике при теплотехнических расчетах.

8. Произведено экспериментальное измерение температуры сварного шва, в результате которого были получены данные, хорошо совпадающие с теоретическими, что позволяет сделать вывод о применимости разработанных расчетных методов определения параметров механизма перемещения горелок в инженерной практике.

9. Основные положения теоретических и экспериментальных исследований были положены при разработке промышленного образца машины сварки оболочек ЭЛТ с размером по диагонали до 65 см. Конструкция машины защищена авторским свидетельством.

10. В результате использования новой машины достигнуто значительное повышение механической прочности стеклянных оболочек, снижен процент брака на операции "сварка" и ряде операций в сборочном цехе, что дало возможность получить годовую экономию от внедрения 45 машин по отрасли около 480.000 руб.

11. Наблюдения за работой машины в производственных условиях показали, что она имеет высокие эксплуатационные характеристики, свидетельствующие о надежности её целевых механизмов.

Результаты работы в целом были доложены на заседании ИТС завода электровакуумных приборов.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Лизунов В.Г. Расчёт некоторых параметров устройства разогрева шва машин сварки стеклянных оболочек электроионлучевых трубок. Электровакуумная техника № 54, 1972 г.

2. Лизунов В.Г., Васильев В.А., Лазуткин П.Ф. Станок газоплазменной сварки конуса с экраном стеклянных оболочек электронодуговых трубок.

Электровакuumная техника, № 52, 1971 г.

3. Шаумян Г.А., Лизунов В.Г. Теоретические основы проектирования механизмов перемещения горелок машин сварки стеклянных оболочек ЭЛТ прямоугольной формы.

Электронная техника, Вып.7, 1972 г.

4. Лизунов В.Г., Васильев В.А., Лазуткин П.Ф., Сливинский И.Г., Канлан В.А. Горизонтальный станок для сварки стеклянных деталей. Авт. свид. № 206019 от 02.ХП.1967 .

5. Лизунов В.Г., Шаумян Г.А. Механизм автоматического перемещения горелок и стеклоплавящихся наплавляемых. Авт. свид. по заявке № 1649479/29-33 от 04.04.1972 (в печати).