

наук. пр. Охорона праці на підприємствах гірничо-металургійного комплексу. -Кривий Ріг: НДІБПГ, 1989. -С. 53-64.

УДК 622.012.7: 621.979

Шолин М.К., Муха В.И., Заболотный Ю.В.

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ВУЛКАНИЗАЦИОННЫХ ПРЕССОВ С ЗАДАННЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ

Розглядається вибір параметрів вулканізаційних пресів з нагрівачами із фольги сплавів нержавіючої сталі.

SELECT OF ARGUMENTS OF HEATING ELEMENTS OF CROSS-LINKING PRESSES WITH GIVEN ELECTRIC RESISTANCE

The select of arguments of cross-linking presses with calefactors from a foil of alloys of rustless steel is esteemed.

В угольной и горнорудной промышленности стыковка конвейерных лент выполняется в большинстве случаев горячей вулканизацией с помощью специальных переносных прессов. Прочность и долговечность стыковых соединений в значительной степени зависит от температурного режима вулканизации. Отклонения температурного режима от нормативного ухудшают физико-механические свойства закладочной резины в стыке и снижают прочность связи между стыкуемыми элементами ленты.

Проведенные исследования вулканизационных прессов с нагревательными элементами типа электрических спиралей и ТЭНов [1] показали, что эти типы нагревателей дают неравномерный нагрев вулканизуемой поверхности и, как следствие, снижают прочность и долговечность стыков.

Эти недостатки в значительной мере устранены в прессах с позисторными нагревателями, выпускаемыми в СНГ на лицензионной основе Боровичским заводом «Полимермаш» и Александровским машиностроительным заводом [2]. Однако и эти нагреватели имеют свои недостатки — высокая стоимость, сложность сборки, низкая ремонтпригодность и большая установленная мощность блока питания, длительный выход на рабочий режим.

В этой связи разработка нагревателей, обладающих высокой степенью равномерности нагрева по площади вулканизации и не имеющих вышечисленных недостатков, является актуальной.

Одним из перспективных направлений в разработке и создании нагревателей для шахтных вулканизационных прессов является применение плоских нагревательных элементов из фольги прецизионного сплава, нержавеющей стали с высоким омическим сопротивлением (НЭФ). В настоящей работе рассмотрены вопросы выбора параметров таких нагревательных элементов.

1 Выбор мощности нагревателя

Принимаем размеры прогреваемого массива ленты в стыке: длина 2000 мм (20 дм); ширина 1200 мм (12 дм); толщина 20 мм (0,2 дм). Тогда объем массива

$$V = 20 \cdot 12 \cdot 0,2 = 48 \text{ дм}^3.$$

Исходные данные для расчета:

- материал — резина, плотность $\gamma = 1,2 \text{ кг/дм}^3$;
- удельная теплоемкость $c = 1 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}$;
- начальная температура $T_n = 293 \text{ К}$ (20°C);
- конечная температура $T_k = 423 \text{ К}$ (150°C).

Масса прогреваемого массива

$$m = \gamma V = 1,2 \cdot 48 = 57,6 \text{ кг} \approx 60 \text{ кг}.$$

Суммарное тепловложение

$$Q = mc(T_k - T_n)/\eta = 60 \cdot 1 \cdot (423 - 293)/0,75 = 10400 \text{ кДж},$$

где $\eta = 0,75$ — к.п.д. процесса.

Суммарная электрическая мощность нагревательных плит

$$P_\Sigma = Q/\tau, \quad (1)$$

где τ — время нагрева стыка до конечной температуры $T_k = 423 \text{ К}$.

При нагреве стыка от $+20^\circ\text{C}$ до $+150^\circ\text{C}$ за промежутки времени 15 мин., 20 мин., 30 мин., 45 мин., 60 мин. значения суммарной мощности P_Σ , рассчитанные по зависимости (1), составят соответственно 150, 107, 75, 50 и 37,5 кВт.

Исходя из конструктивных особенностей нагревательных плит, принятых априори, предлагаем следующую технологическую схему нагрева (рис. 1):

- вся площадь стыка размером 1200×2000 мм покрывается четырьмя секционированными нагревательными плитами (две плиты сверху и две снизу);
- размеры двух больших плит 1200×1400 мм; размеры двух малых плит 1200×600 мм;
- каждая плита состоит из десяти секций, размеры секции большой плиты 120×1400 мм; размеры секции меньшей плиты 120×600 мм;
- суммарное количество больших и малых секций — по 20 штук;

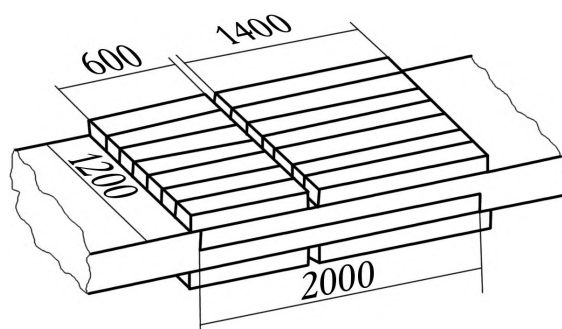


Рис. 1 — Схема расчета нагревательных плит на стык

Предлагается суммарную мощность нагревателей принять равной $P_\Sigma^{45} = 50 \text{ кВт}$ (время нагрева до регламентной температуры вулканизации 45 мин). Соответствующие мощности нагревателей:

- в большой секции

$$P_\Sigma^{45} = (50 \cdot 1400)/2000 \cdot (1/20) = 1,75 \text{ кВт};$$

- в малой секции

$$P_{\Sigma}^{45} = (50 \cdot 600) / 2000 \cdot (1/20) = 0,75 \text{ кВт.}$$

2 Расчет параметров плоской спирали из фольги прецизионного сплава (на примере нагревателя длиной 600 мм)

Исходные данные:

- габаритные размеры резистива:

длина L_0 , мм	600;
ширина B_0 , мм	110;
- рабочее электрическое напряжение \bar{U} , В 36;
- потребляемая мощность P , Вт 750;
- удельное сопротивление резистива ρ , Ом·мм²/м 1,3;
- допустимая удельная поверхностная мощность $[W]$, Вт/см² [3] 8,0.

Рассмотрим выбор параметров нагревателя в двух вариантах:

1) возможность выбора ограничена двумя типами фольги по толщине: $\delta = 0,05$ мм и 0,1 мм (выбор за счет формы);

2) имеется в наличии весь спектр толщин сортамента фольги по ГОСТ 14082-78 (выбор за счет толщины фольги).

2.1 Выбор параметров плоской спирали за счет подбора формы

Номинальное сопротивление плоской спирали:

$$R = \bar{U}^2 / P. \quad (2)$$

С другой стороны

$$R = (L_p) / S = (L_p) / (B_d \delta), \quad (3)$$

где L_0 — длина развертки плоской спирали, м;

$S = B_d \delta$ — площадь поперечного сечения дорожки плоской спирали, мм²;

B_d — ширина дорожки, мм;

δ — толщина фольги, мм.

Решая совместно уравнения (2) и (3), получим зависимость, связывающую электрические и геометрические параметры плоской спирали

$$L_p / B_d = (\bar{U}^2 \delta) / (P \rho) = C_0 = \text{const}. \quad (4)$$

При заданных исходных параметрах и $\delta = 0,05$ мм $C_0 = 66,5$, а при $\delta = 0,1$ мм $C_0 = 133$.

В качестве критерия оценки формы резистива примем отношение фактического значения площади резистива к его габаритным размерам

$$K_s = (L_p B_d) / (L_0 B_0). \quad (5)$$

Очевидно, что большим значениям K_s соответствует большая равномерность распределения температуры по плоскости. Поэтому нужно выбирать из рассмотренных вариантов те, которые обеспечат максимальные значения K_s . При этом удельная поверхностная мощность резистива не должна превышать допустимых значений:

$$W = P / (L_p B_d) \leq [W]. \quad (6)$$

В выражение (4) входят два неизвестных геометрических параметра спирали — длина развертки L_p и ширина дорожки B_d . Рассмотрим особенности их выбора для трех вариантов конструкции плоской спирали: двухдорожечной, трехдорожечной и четырехдорожечной (рис. 2). Здесь междорожечный зазор обозначен $2z$. Поскольку последний является основной технологической величиной, определяющей раскрой резистива, найдем его значение для трех вышеуказанных случаев и выразим через z значения L_p и B_d .

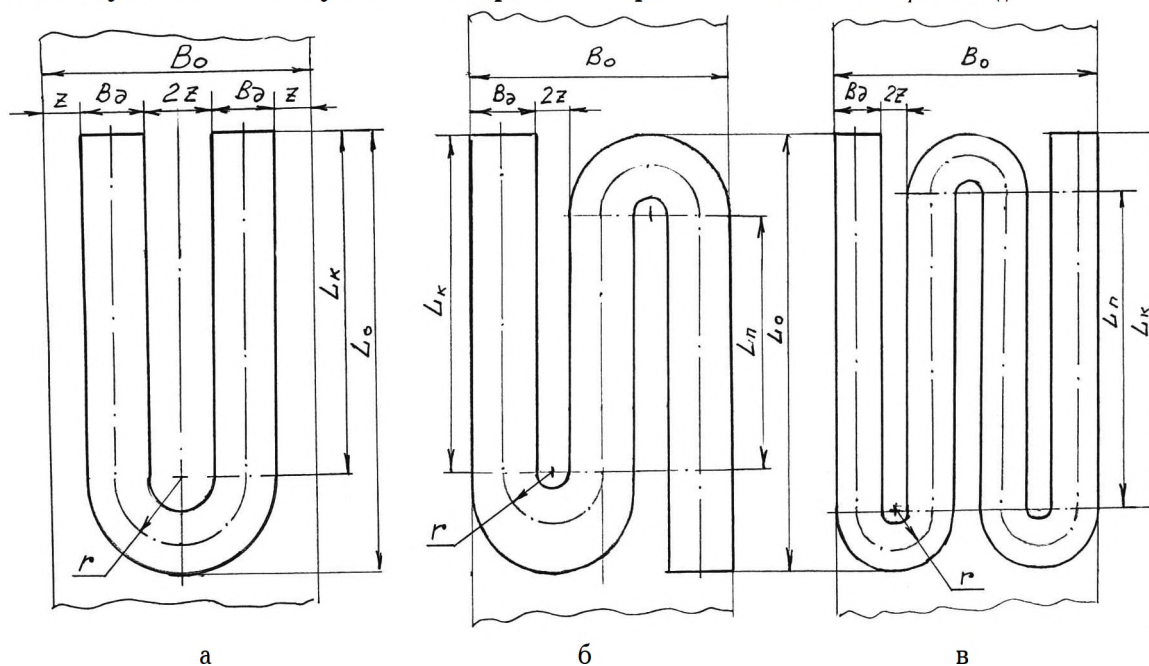


Рис. 2 — Варианты конструкции плоской спирали

Двухдорожечная спираль (рис. 2,а):

$$B_d = \frac{B_0}{2} - 2z; \quad L_p = 2L_k + \pi r = 2(L_0 - B_d - z) + \pi \left(\frac{B_d}{2} + z \right) = 2L_0 - 0,215B_0 + 2z.$$

Трехдорожечная спираль (рис. 2,б).

$$B_d = \frac{B_0 - 4z}{3}; \quad L_p = 2L_k + 2L_n + 2\pi r = 2(L_0 - B_0 - z) + (L_0 - 2B_d - 2z) + 2\pi \times \left(\frac{B_d}{2} + z \right) = 3L_0 - 0,287B_0 + 3,427z.$$

Четырехдорожечная спираль (рис. 2,в).

$$B_d = \frac{B_0 - 6z}{4}; \quad L_p = 2L_k + 2L_n + 3\pi r = 2(L_0 - B_d - z) + 2(L_0 - 2B_d - 2z) + 3\pi \left(\frac{B_d}{2} + z \right) = 4L_0 - 0,323B_0 + 5,36z.$$

Результаты расчетов параметров плоских спиралей для всех трех вариантов формы сведены в таблицу.

Таблица – Параметры плоских спиралей

№ п/п	Схема спирали	δ , мм	z , мм	L_p , мм	B_d , мм	r , мм	K_s , мм	W , Вт/см ²
1	Рис. 2,а	0,05	18,4	1,21	18,3	27,6	0,34	3,4
2	Рис. 2,а	0,10	22,9	1,23	9,2	27,5	0,17	6,6
3	Рис. 2,б	0,05	0,73	1,77	35,7	18,6	0,96	1,2
4	Рис. 2,б	0,10	17,3	1,83	13,7	24,1	0,37	3,0
5	Рис. 2,в	0,05	-5,1	-	-	-	-	-
6	Рис. 2,в	0,10	6,3	2,40	18,0	15,3	0,65	1,7

Как видно из таблицы, наилучшей с точки зрения равномерности распределения теплового потока является трехдорожечная спираль из фольги толщиной 0,05 мм. Все типы спиралей удовлетворяют значению допустимой удельной поверхностной мощности [W]. Четырехдорожечная спираль из фольги толщиной 0,05 мм не может быть реализована.

2.2 Выбор параметров плоской спирали за счет толщины фольги

В этом случае технологически проще реализовать плоскую двухдорожечную спираль (рис. 2,а). Ограничением здесь будет удельная поверхностная мощность и расстояние между дорожками спирали $2z$. Принимаем из конструктивных соображений $z \geq 1$ мм.

Из выражения (4) установим:

$$\delta = \frac{(L_p / B_d) P \rho}{U^2}. \quad (7)$$

При $z = 1$ мм: $B_d = \frac{B_0}{2} - 2z = \frac{110}{2} - 2 \cdot 1 = 53$ мм;

$$L_p = 2L_0 - 0,215B_0 + 2z = 2 \cdot 600 - 0,215 \cdot 110 + 2 \cdot 1 = 1182 \text{ мм}.$$

Тогда

$$\delta = \frac{(1182/53) \cdot 750 \cdot 1,3 \cdot 10^{-3}}{36^2} = 0,0168 \text{ мм}.$$

Принимаем из сортамента ближайшее значение $\delta = 0,02$ мм.

Проведя уточняющий расчет для двухдорожечной спирали по аналогии с п. 2.1, получим:

$$C_0 = 26,6; z = 5,0 \text{ мм}; B_d = 45 \text{ мм}; L_p = 1190 \text{ мм}; K_s = 0,81; W = 1,4 \text{ Вт/см}^2.$$

Таким образом, имея полный сортаментный набор лент из прецизионного сплава, можно получить высокие технологические показатели нагревателя при его упрощенной двухдорожечной форме.

Выводы

1. Предложена методика расчета нагревательных элементов вулканизационных прессов из фольги стальных прецизионных сплавов.

2. Проведенные расчеты показали практическую применимость таких нагревателей, обеспечивающих как высокую степень безопасности (применение низковольтной аппаратуры), так и надежность оборудования (низкие удельные поверхностные мощности).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследование тепловых режимов вулканизационных прессов для стыковки конвейерных лент / Н.Я. Биличенко, В.И. Ищук, Ю.В. Заболотный и др. // Шахтный и карьерный транспорт. -М. -1975. - Вып. 2. - С. 31-38.
2. Создание пожаробезопасных вулканизационных прессов — результат научно-технического сотрудничества России и Германии / Г.Г. Меграбян, В.А. Ильиных, Х.Э. Бринкманн и др. // Глюкауф. -2000. -№ 2(3). -С. 45-46
3. Низкотемпературный электронагрев / А.П. Альтгаузен, М.Б. Гутман, С.А. Малышев и др. -М.: Энергия, 1968. — 184 с.

УДК 678.063:678.01:537:65.018

Хасхачих А.Д., Шолин М.К.

ОПЕРАТИВНЫЙ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ГУММИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ

Розглянуто питання оцінки якості з'єднання гуми з металом з використанням нового портативного цифрового приладу ВС-5А.

OPERATIVE NON-DESTRUCTIVE QUALITY CONTROL OF RUBBERIZED COMMODITY

The question of an estimation(rate) of quality of joint of gum with metal with use of the new portable digital instrument ВС-5А is reviewed.

Существующий контроль качества гуммированной продукции методами механических испытаний не позволяет оперативно осуществлять сплошной контроль качества соединения резины с металлом. Разрушающие методы контроля не позволяют оперативно оценить качество обрезинивания металлических деталей с большими площадями и выявлять участки со скрытыми дефектами соединения резины с металлом [1, 2, 3, 4].

С целью разработки метода контроля были исследованы электрофизические характеристики резинOMETаллических образцов, изготовленных с нарушением технологии соединения резины с металлом, а также с дефектами.

На основе полученных результатов создан портативный автогенераторный цифровой прибор ВС-5А, с помощью которого можно контролировать качество гуммированной продукции. В основу метода контроля положено изменение комплексного параметра электрической проводимости γ в зависимости от качества склеивания резины с металлом. Для удобства в практической работе γ измеряется в условных единицах. Диапазон измерения от 0 до 2000 усл. ед., а относительная погрешность при контроле резинOMETаллических изделий с различным качеством поверхности не превышает $\pm 4,5$ %.

Габаритные размеры 140×80×30 мм. Питание прибора осуществляется от одной батареи напряжением 9 В или от сети переменного тока напряжением 220 В. Прибор снабжен сменными токовихревыми преобразователями, предна-