Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. /XXУП, 1978 г.

# ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПЛОТНОСТИ ПУЛЬПЫ

Е.В.ЖИЛКИНА

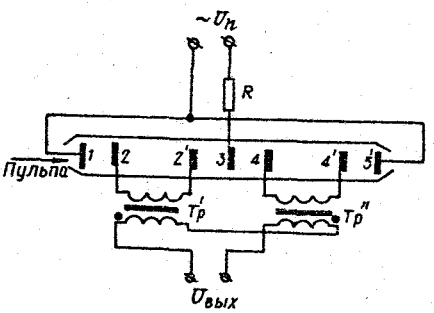



Рис. I. Принципиальная схема семиэлектродного кондуктометрического преобразователя

Задачей исследования являлось изучение потенциальных электрических полей семиэлектродного кондуктометрического преобразователя (рис.I) с целью нахождения его оптимальных конструктивных параметров. Поскольку семиэлектродный преобразователь представляет собой две последовательно соединенные четырехэлектродные ячейки, моделирование выполнено для случая четырехэлектродного первичного преобразователя.

Задача решалась с помощью метода электродинамических аналогий (ЭГДА), заключающемся в экспериментальном изучении движения электрического тока в проводящей среде[x].

Для удобства моделирования перейдем к безразмерным (приведенным) величинам измерений. В качестве приведенной единицы потенциала примем разность потенциалов на выходе питающего устройства интегратора, а именно $\varphi$ = 0% и $\varphi$ = 100%. Тогда все измерения будут производиться в процентах от максимального рабочего напряжения, так что приведенные значения не будут зависеть от величины истинного (размерного) потенциала на выходе интегратора

$$\varphi = au + b , \qquad (I)$$

где $u$ – истинный электрический потенциал; $a$ и $b$ – постоянные, которые определяются так, чтобы двум заданным значениям $u_0$ и $u_1$ величины $u$ в натуре соответствовали $\varphi$ = 0% и $\varphi$ = 100% на модели.

[x] П.Ф. Фильчиков, В.И. Панчишин. Интеграторы ЭГДА. Киев, изд. АН УССР, 1961.

Подставив заданные значения $u_0$ и $u_1$ в (I), получаем

$$\varphi = \frac{u - u_0}{u_1 - u_0} , \qquad (2)$$

$$u = u_0 + (u_1 - u_0)\varphi . \qquad (3)$$

Уравнения (2) и (3) являются основными при моделировании задачи.

Для имитации электрического сопротивления пробы пульпы различной плотности была использована электропроводная бумага разных сортов. В качестве приведенной единицы сопротивления взято сопротивление квадрата электропроводной бумаги $R_\square$. Сопротивление измеряется между двумя противоположными сторонами квадрата:

$$R_\square = \frac{r_1 + r_2}{2} , \qquad (4)$$

где $r_1$ и $r_2$ – сопротивления двух противоположных сторон квадрата.

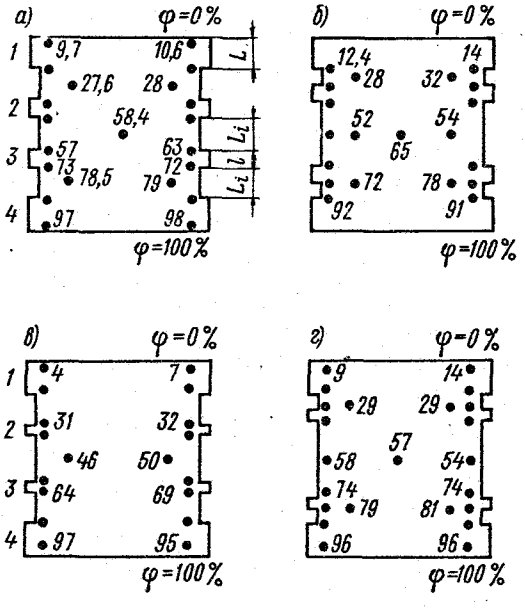



Рис.2. Распределение электрического поля внутри четырехэлектродного преобразователя при наличии проводящей среды

При моделировании использовалась бумага с сопротивлением $R_\square$ = 1135 Ом. Для двух различных сортов бумаги с сопротивлением на квадрат $R_1$ и $R_\nu$ имеет место соотношение

$$\frac{R_1}{R_\nu} = \frac{\sigma_\nu}{\sigma_1} = \frac{\varphi_A}{1 - \varphi_A} , \qquad (5)$$

где $\varphi_A$ – приведенный потенциал на одной из внутренних шин схемы; $\sigma$ – удельная электропроводность в натуре; $\nu$ – номер соответствующих зон модели и натуры.

Подавая на крайние электроды соответственно $\varphi$ = 0% и $\varphi$ = 100%, получаем картину распределения поля внутри ячейки (рис.2,а-г). Поскольку среда проводящая, поле распространяется по всему объему. Работает не только приконтактная часть, как в случае наполнения первичного преобразователя материалом с диалектрическими свойствами, когда анализируется прилегающий к электродам слой материала,[x] а анализируется пульпа во всем объеме пробы.

[x] F. Spillner. Chemie und Techn. 29, Nr 1, 17, 1957.

Рассмотрены четыре варианта расположения электродов внутри преобразователя:

первый (рис.2,а) $L_{12}^{(1)} = L_{23}^{(1)} = L_{34}^{(1)} = L$ ; $l = 0{,}5L$ ;

второй (рис.2,б) $L_{12}^{(2)} = \frac{1}{2}L$ ; $L_{23}^{(2)} = 2L$ ; $l_{34}^{(2)} = \frac{1}{2}L$ ; $l = 0{,}5L$ ;

третий (рис.2,в) $L_{12}^{(3)} = L$ ; $L_{23}^{(3)} = \frac{3}{2}L$ ; $L_{34}^{(3)} = L$ ; $l = 0{,}25L$ ;

четвертый (рис.2,г) $L_{12}^{(4)} = \frac{1}{2}L$ ; $L_{23}^{(4)} = \frac{5}{2}L$ ; $L_{34}^{(4)} = \frac{1}{2}L$ ; $l = 0{,}25L$

(здесь $L_i$ – расстояние между электродами; $L$ – ширина пластины потенциального электрода· $l$ – ширина пластины измерительного электрода).

Как следует из эксперимента, чем меньше расстояние между потенциальным и измерительными электродами, тем больше выходной сигнал. Оценим это количественно:

$$\beta_1 = \frac{U_x^{(1)}}{L_{23}^{(1)}} = 22 ; \quad \beta_2 = \frac{U_x^{(2)}}{L_{23}^{(2)}} = 18 ; \quad \beta_3 = \frac{U_x^{(3)}}{L_{23}^{(3)}} = 21 ; \quad \beta_4 = \frac{U_x^{(4)}}{L_{23}^{(4)}} = 17$$

при $\left[L = 1 \text{ см}; \quad \beta = \frac{\% \text{ В}}{\text{см}}\right]$ .

Можно влиять на величину выходного сигнала преобразователя, варьируя ширину измерительных электродов $l$ относительно ширины потенциальных $L$ . Уменьшение $l$ обеспечивает увеличение выходного сигнала, причем крат-

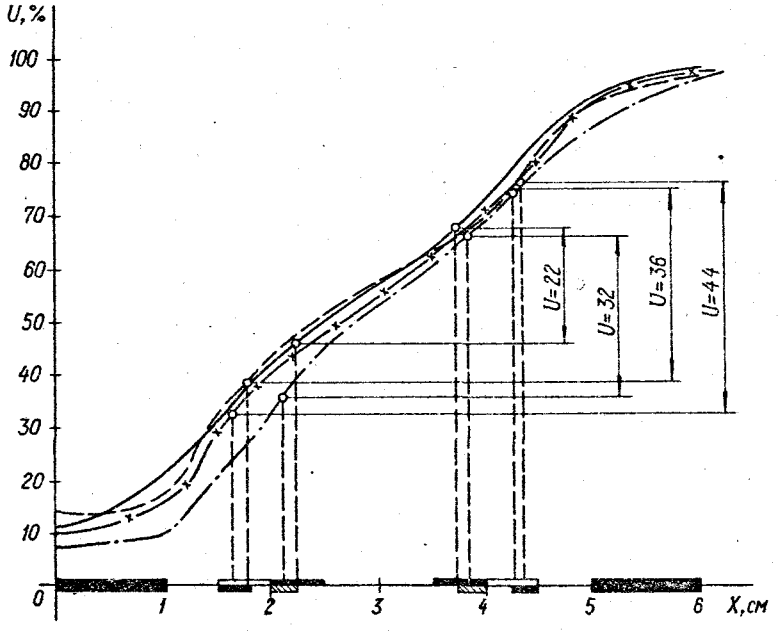



Рис.3. Распределение падения напряжения на измерительных электродах в зависимости от их положения и ширины пластин по отношению к потенциальным электродам

ность изменения сигнала тем больше, чем меньше расстояние между измерительными электродами. На основании эксперимента:

$l = 0{,}5L$ , $U = 36\%$

$l = 0{,}25L$ , $U = 44\%$ при $L_{12} = L_{34} = 0{,}5L$

$l = 0{,}5L$ , $U = 22\%$

$l = 0{,}25L$ , $U = 32\%$ при $L_{12} = L_{34} = L$

Распределение падения напряжения на измерительных электродах в зависимости от их положения и ширины по отношению к потенциальным электродам представлено на рис.3.

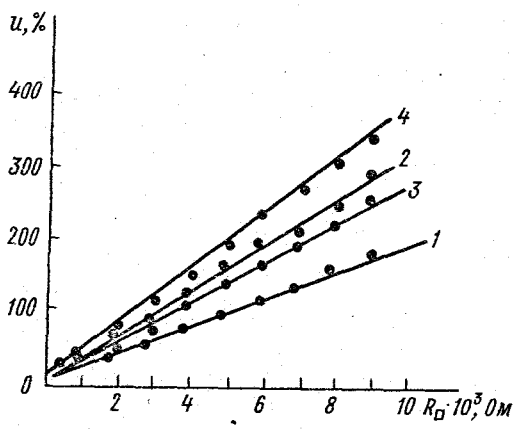



Рис.4. Выходные характеристики кондуктометрического преобразователя на модели

Выходные характеристики $U_x = F(R_□)$ первичного преобразователя на модели для рассмотренных четырех вариантов расположения и размеров электродов представлены на рис.4. Поскольку сопротивление пробы фосфоритной пульпы в зависимости от плотности колеблется от сотен ом до единиц килоом, при экспериментальных исследованиях использовалась проводящая бумага с сопротивлением на квадрат от 500 Ом до 10 кОм. Выходные характеристики преобразователя на модели подтверждают оптимальность четвертого конструктивного варианта.