

## 4.9 Графический метод построения картины плоскопараллельного электростатического поля

Если форма сечения заряженных тел и их расположение сложные, то применяется графический метод построения картины электростатического поля.

При построении должны соблюдаться следующие условия:

- линии напряженности электростатического поля  $\mathbf{E}$  и линии равного потенциала  $\varphi$  всюду должны пересекаться под прямым углом;
- линии напряженности электростатического поля нормальны к контурам, ограничивающим сечение заряженных тел;
- ячейки сетки, образованные линиями  $\mathbf{E}$  и линиями  $\varphi$  должны быть подобны друг другу при достаточной их густоте.

Следовательно, поле должно быть разделено на трубки равного потока ( $\Delta V = \text{const}$ ) и разность потенциалов между соседними эквипотенциальными линиями должна быть одинаковой ( $\Delta\varphi = \text{const}$ ).

Напряженность поля в любой точке

$$\mathbf{E} = -\frac{\partial\varphi}{\partial\mathbf{n}} = \frac{\partial V}{\partial\mathbf{a}}$$

$$\text{Для любой ячейки } \mathbf{E}_{ik} = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta\mathbf{n}_{ik}} = \frac{\Delta V}{\Delta\mathbf{a}_{ik}}, \quad (*)$$

где  $\mathbf{n}_{ik}$  и  $\mathbf{a}_{ik}$  - средние значения длины  $\mathbf{n}$  и ширины  $\mathbf{a}$  ячейки.

Из (\*) получаем  $\frac{\Delta\varphi}{\Delta V} = \frac{\Delta\mathbf{n}_{ik}}{\Delta\mathbf{a}_{ik}} = \text{const}$ , т.к.  $\Delta\varphi$  и  $\Delta V$  константы.

Обычно построение картины поля проводится в два этапа. Сначала рисуют

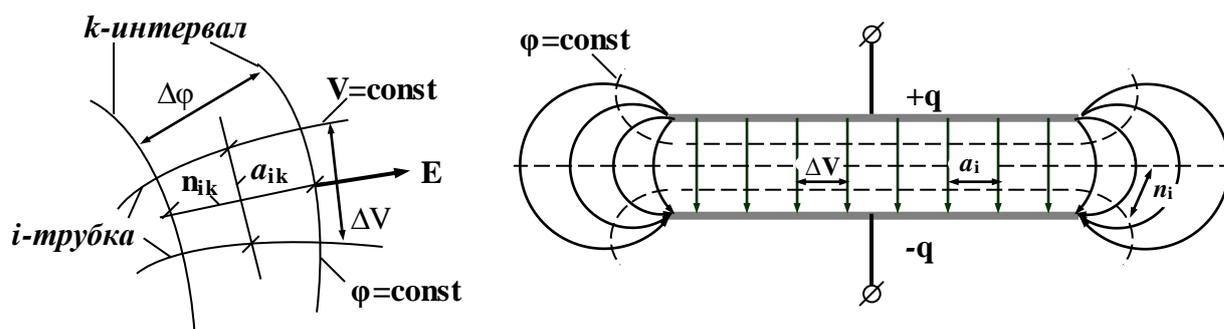


Рисунок 4.10.

примерную картину поля, соблюдая два первых выше названных условия, а затем вносят поправки в соответствии с третьим условием.

На рисунке 4.10 показана картина поля плоского конденсатора. У краев по причине изменения кривизны пластин напряженность увеличивается, поэтому гуще силовые линии.

Напряжение конденсатора  $U = \Delta\varphi \cdot N$ , где  $N$  – количество интервалов вдоль силовой трубки между электродами (пластинами). На рис. 4.10  $N=4$ .

Заряд пластин

$$q = D \cdot S = D \cdot a \cdot M \cdot \ell = \varepsilon \varepsilon_0 \Delta V \cdot M \cdot \ell = \varepsilon \varepsilon_0 \Delta \Psi \cdot M,$$

где  $S = a \cdot M \cdot \ell$  - площадь пластины;  $a \cdot M$  - ширина,  $\ell$  - длина пластины в направлении перпендикулярном чертежу;  $M$  - количество интервалов в направлении перпендикулярном силовым линиям (силовой трубки);  $d$  - расстояние между пластинами.

Если  $\ell \gg d$ , то между пластинами поле плоскопараллельное и емкость конденсатора

$$C = \frac{q}{U} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 \Delta V \cdot M \cdot \ell}{N \cdot \Delta \varphi}.$$