

Крутов А.В., к.т.н., доцент, Бойко М.А.  
УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», Минск, Республика Беларусь

## ВОЗДЕЙСТВИЕ НЕОДНОРОДНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ЗАРЯЖЕННЫЕ ЧАСТИЦЫ ПРИ ОЧИСТКЕ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

**Ключевые слова:** стоки, неоднородное магнитное поле, нефтепродукты, загрязнения

**Аннотация.** The paper considers the influence of the inhomogeneous magnetic field on the effectiveness of wastewater containing oil.

Очистка нефтесодержащих стоков в замкнутых системах является одним из путей сбережения водных ресурсов, а также снижения вредного воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду. Однако любая очистка должна быть эффективной. Повысить качество очистки можно наложением неоднородного магнитного поля на поток очищаемой жидкости.

Известно, что в магнитном поле на движущуюся частицу массой  $m$  и зарядом  $Q$ , действует сила Лоренца  $\vec{F}_л$ . Уравнение ее движения имеет вид:

$$\vec{F}_л = m \frac{d\vec{v}}{dt} = Q\vec{v}\vec{B},$$

где  $\vec{v}$  – вектор скорости движения частицы, м/с;

$\vec{B}$  – вектор магнитной индукции, Тл;

$Q$  – заряд частицы в магнитном поле, Кл.

В неоднородном магнитном поле при движении заряженной частицы в направлении возрастания поля силовые линии будут сходящимися, и движение происходит по винтовой линии с уменьшением радиуса (рис.1).

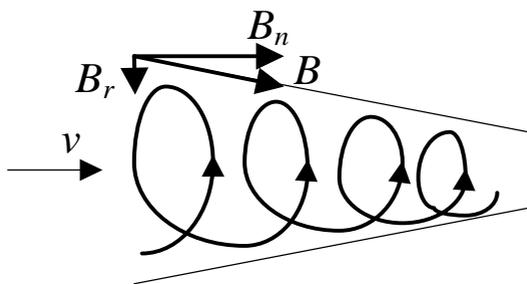


Рисунок 1 - Траектория движения заряженных частиц в неоднородном магнитном поле.

Значение силы Лоренца, зависит от величины и направления вектора магнитной индукции. Для определения напряженности магнитного поля, создаваемого по оси конической однослойной катушки, выберем направление тока в витках катушки как показано на рис. 2. При выбранном направлении намотки и тока в обмотке скорость движения воды и направление воздействия силы Лоренца совпадают.

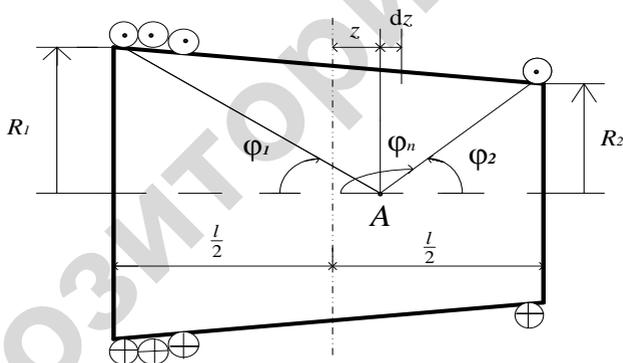


Рисунок 2 - Коническая однослойная катушка

Искомую напряженность магнитного поля  $H$  в точке  $A$ , вызванного током в обмотке катушки, определим интегрированием вдоль всей катушки:

$$H = \int_{-l/2}^{l/2} \frac{iN}{2l_1} \sin^3 \varphi \frac{dz}{R}.$$

Так как  $\frac{l-z}{R} = \operatorname{ctg} \varphi$ , то  $\frac{dz}{R} = \frac{d\varphi}{\sin^2 \varphi}$ , следовательно, для

конической катушки напряженность магнитного поля в любой точке вдоль оси будет:

$$H = \frac{iN}{2l_1} \int_{\varphi_1}^{\varphi_n} \sin \varphi d\varphi = \frac{iN}{2l_1} (\cos \varphi_1 - \cos \varphi_n), \quad (1)$$

где  $l_1 = \sqrt{(R_1 - R_2)^2 + l^2}$  - длина образующей линии конуса (на рисунке не показана);

$R_1, R_2$  - радиусы основания и вершины конуса.

Если в выражение (1) вместо угла  $\varphi_n$  подставить угол  $\varphi_2 = 180^\circ - \varphi_n$ , то получим

$$H = \frac{iN}{2l_1} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \sin \varphi d\varphi = \frac{iN}{2l_1} (\cos \varphi_1 + \cos \varphi_2).$$

Полученная зависимость позволяет определить напряженность магнитного поля  $H$  в различных точках осевой линии катушки при отсутствии стального сердечника. Магнитная индукция при этом будет равна  $B = \mu_0 H$ . Очевидно, что напряженность магнитного поля будет увеличиваться к вершине конуса, а само поле является неоднородным.

Интенсифицировать процесс отделения движущихся в потоке заряженных частиц нефтепродуктов и моющих поверхностно-активных веществ, содержащихся в очищаемых стоках, можно электромагнитным воздействием на данные загрязнения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Повх, И.Л. Техническая гидромеханика. 2-е изд., доп. Л., «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1976. – 504 с.
2. Разин, В.М. Математическая модель процесса движения заряженной частицы в веществе при наличии магнитного поля // Известия ТПУ. 2003. №7. С.44-47