

УДК 621.35

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

УДАЛЕНИЕ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ ПРИ ОЧИСТКЕ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ НЕОДНОРОДНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Введение. Очистка нефтесодержащих стоков позволяет обеспечить замкнутое водоснабжение, обеспечивает рациональное использование водных ресурсов и снижение вредного воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду. Однако очистка должна быть эффективной. Для интенсификации и повышения качества очистки совместно с электрокоагуляцией и электрофлотацией нами использовано воздействие неоднородного магнитного поля на поток очищаемой жидкости.

Основная часть. В основе процессов разделения лежат эффекты воздействия на движущиеся с потоком воды частицы примесей ряда сил, в том числе сил неоднородных магнитных полей, обеспечивающие отделение от воды взвешенных нефтепродуктов и синтетических моющих средств. Уравнение баланса этих сил имеет вид [1].

$$\vec{F} = ma = \vec{F}_T + \vec{F}_A + \vec{F}_Ц + \vec{F}_П + \vec{F}_Л,$$

где m – масса частицы, кг;

a – ускорение движения частицы, m/c^2 ;

$\vec{F}_T = mg$ – сила тяжести, Н;

$\vec{F}_A = \rho_B g V$ – сила Архимеда, Н;

$\vec{F}_Ц$ – сила центробежного поля, Н;

$\vec{F}_П$ – пондеромоторная сила, Н;

$\vec{F}_Л$ – сила Лоренца, Н.

Совокупность сил воздействующих на частицу будет зависеть от изменяющихся характеристик обрабатываемых сточных вод, параметров электрического и магнитного полей [2].

На наш взгляд, определяющей будет сила Лоренца. Определим напряженность магнитного поля, создаваемого по оси конической однослойной катушкой. Выберем направление тока в витках катушки как показано на рис. 1. При таком направлении намотки и тока в обмотке скорости движения воды и направление воздействия силы Лоренца совпадают.

В точке A напряженность магнитного поля, создаваемого током катушки, определим согласно закону Био-Савара-Лапласа.

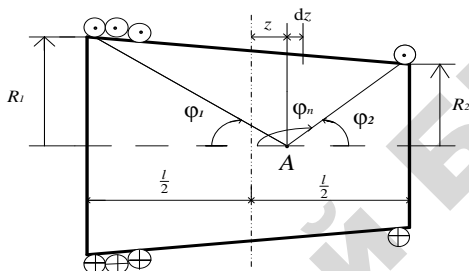


Рис. 1. К расчету напряженности магнитного поля конической однослойной обмотки

Для этого выделим элемент длины dz катушки и представим его как тонкий круговой контур с током $di = \frac{iN}{l} dz$. Тогда

$$dH = \frac{di}{2R} \sin^3 \beta = \frac{iN}{2l} \sin^3 \beta \frac{dz}{R},$$

N - число витков катушки, i - ток в обмотке.

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

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

$$H = \frac{iN}{2l_1} \int_{\varphi_1}^{\varphi_n} \sin \varphi d\varphi = \frac{iN}{2l_1} (\cos \varphi_1 - \cos \varphi_n), \quad (3)$$

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 (3) вместо угла φ_n подставить угол $\varphi_2 = 180^\circ - \varphi_n$ (см. рис.2), 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 формула служит для определения напряженности магнитного поля H в различных точках осевой линии катушки. Как видно, магнитное поле создается неоднородное, его напряженность будет увеличиваться к вершине конуса.

Заключение

1. Электромагнитным воздействием на содержащиеся в очищаемых стоках заряженные частицы загрязнений можно интенсифицировать процесс их отделения, а неоднородное магнитное поле постоянного тока позволяет их сконцентрировать.

Список использованной литературы

1. Повх, И.Л. Техническая гидромеханика. 2-е изд., доп. Л., «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1976. – 504 с.
2. Грановский, М.Г., Лавров, И.С., Смирнов, О.В. Электрообработка жидкостей. Под ред. докт. техн. наук И.С. Лаврова. Л., «Химия» (Ленингр. отд-ние), 1976. – 216 с.
3. Разин, В. М. Математическая модель процесса движения заряженной частицы в веществе при наличии магнитного поля // Известия ТПУ. 2003. №7. С.44-47.