

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА УКРУПНЕНИЯ КАПЕЛЬ МАСЛА И НЕФТЕПРОДУКТОВ В КОАЛЕСЦИРУЮЩЕЙ ЗАГРУЗКЕ

С.И.ЭПШТЕЙН, канд. техн. наук, с.н.с., ведущий научный сотрудник,
Е.А.МИЛЛЕР, научный сотрудник

Государственное предприятие «Украинский научно-технический центр
металлургической промышленности «Энергосталь»
61166 Украина, г. Харьков, проспект Ленина, 9

С.Е.НИКУЛИН, канд. техн. наук, доцент, **Н.Г.ОНИЩЕНКО**, ассистент
Харьковский национальный университет городского хозяйства
имени А.Н. Бекетова,
61002 Украина, г. Харьков, улица Революции, 12

В настоящее время в практике очистки сточных вод от неэмульгированных масел широко используется коалесцирующие зернистые фильтры. При пропускании через такой фильтр очищаемой воды капельки масла, находящиеся в воде, укрупняются, после чего их с достаточно высокой эффективностью можно выделить с помощью отстаивания или фильтрования.

Физическая картина этого процесса не вполне ясна, что затрудняет построение его математической модели, которая позволила бы прогнозировать процесс очистки. Можно предложить несколько гипотез по поводу физических процессов, происходящих в коалесцирующей фильтрующей загрузке.

Один из возможных физических процессов укрупнения капель в коалесцирующем фильтре – градиентную коагуляцию.

Градиентная коагуляция – это процесс укрупнения частиц, происходящий при сближении их в потоке жидкости и газа за счет градиента скорости.

При течении жидкости через зернистую загрузку имеют место потери давления по ходу движения жидкости, т.е. потери энергии

Потери энергии E_1 единицы объема протекающей жидкости, обусловленные силами трения в жидкости и отнесенные к единице свободного, можно определить из соотношения

$$E_1 = \frac{\Delta P_1}{\varepsilon}. \quad (1)$$

где ΔP_1 – потери давления;

E – порозность коалесцирующей загрузки.

Полная потеря энергии E в единицу времени при протекании жидкости, отнесенная к единице свободного объема (т.е. объема пор), называется диссипацией механической энергии и равна:

$$E = \frac{\Delta P_1 \cdot W}{\varepsilon}. \quad (2)$$

Градиент скорости мелкомасштабных турбулентных пульсаций, которые способствуют сближению частиц при градиентной коагуляции равен

$$G = \sqrt{\frac{E_1}{\mu}} = \sqrt{\frac{E}{\mu \cdot V}}, \quad (3)$$

где V – рассматриваемый объем (это может быть объем сооружения или часть объема фильтрующей загрузки и т.п.);

E – энергия, теряемая в данном объеме.

Если в начальный момент в воде присутствуют только капли, которые имеют объем V_1 , то изменение с течением времени объемной концентрации частиц, каждая из которых имеет объем $V_2=2V_1, V_3=2V_2=4V_1, \dots, V_i=2^{i-1} \cdot V_1$ описывается системой уравнений в безразмерном виде:

$$\frac{d\bar{C}_1}{dt} = -\bar{C}_1^2; \quad \frac{d\bar{C}_2}{dt} = -\bar{C}_2^2 + \bar{C}_1^2; \quad \frac{d\bar{C}_i}{dt} = -\bar{C}_i^2 + \bar{C}_{i-1}^2. \quad (4)$$

где $\frac{8}{\pi} \cdot G \cdot C_0 \cdot t = \bar{t}, \quad \frac{C_i}{C_0} = \bar{C}_i$ – t – время от начала процесса градиентной коагуляции;

C_0 – общая объемная концентрация капель масла.

Система уравнений 4 решена численными методами, результаты решения представлены в графическом виде (рисунок 1).

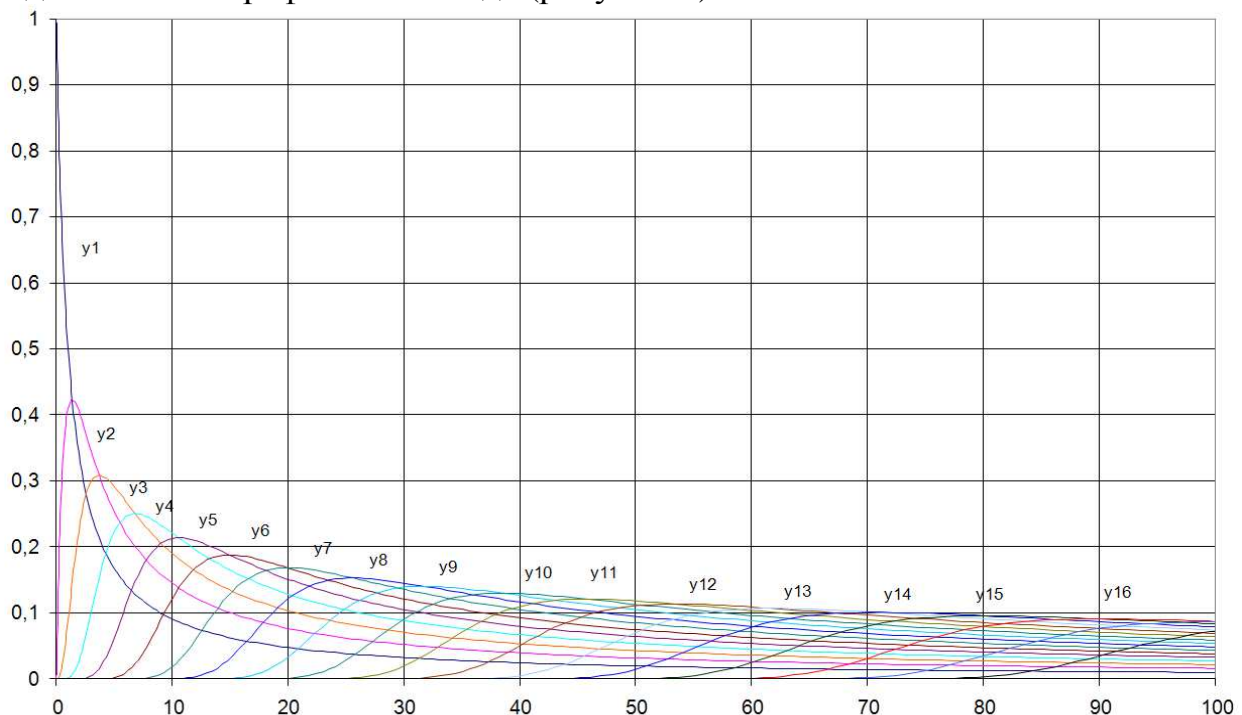


Рисунок 1 – Графики зависимости общего относительного объема капель C_i/C_0 различных фракций от времени

Рассмотрен пример течения воды, содержащей капли масла одного размера, через коалесцирующую загрузку (диаметр зерен загрузки $d=1$ мм, толщина слоя загрузки 0,5 м, скорость течения 7,2 м/ч, объемная концентрация масел 0,00011). Установлено, что в результате прохождения через коалесцирующую загрузку средний диаметр капель масла увеличится в 2 раза, а средняя скорость всплывания – в 4,5 раза, что позволит повысить эффективность очистки воды от масел в отстойном сооружении, оснащенном узлом коалесцирующей загрузки.