

**Список літератури:** 1. *Абдулина О.А.* Личность студента в процессе профессиональной подготовки //Высшее образование в России. – 1993. - №3. – С.165-170. 2. *Архангельский С.И.* Лекции по теории обучения в высшей школе,-М.: высшая школа, 1974.- 384 с. 3. *Буряк В.* Умови та засоби самоосвіти студентів // Вища освіта України. – 2002. №6-С. 18-22. 4. *Мостова І.* Першокурснику : поради психолога. – К.: Тандем, 2000. – 76 с. 5. *Чистякова Т.А.* Педагогический конфликт и способы его преодоления. – М.: Просвещение, 1987 – 175 с.

Поступила в редколлегию 11.05.2008

УДК 577.4:658.382.3:628.31

**В.В.БЕРЕЗУЦКИЙ**, канд. техн. наук

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МИНИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭМУЛЬСИЙ И РАСТВОРОВ

У статті розглядається математична модель процесу мінімізації екологічної безпеки водних технологічних емульсій та розчинів, які широко використовуються на підприємствах машинобудівної та металообробних галузей промисловості. Застосування моделі дозволяє визначити основні підходи до питань регулювання та зменшення техногенного впливу на навколишнє природне середовище підприємств зазначених галузей виробництва

In the article the mathematical model of process of minimization of ecological safety of water technological emulsions and solutions which are widely used on the enterprises of machine-building and metal-working industries of industry is considered. Application of model allows to define basic approaches to the questions of adjusting and reduction of tehnogennical influence on the natural environment of enterprises of the noted industries of production

Основной задачей обеспечения экологической безопасности, является *минимизация вредных и опасных веществ, содержащихся в водных технологических эмульсиях и растворах (ВТЭР), при снижении их объемов.*

Промышленное использование ВТЭР можно представить в виде схемы (рис.1).

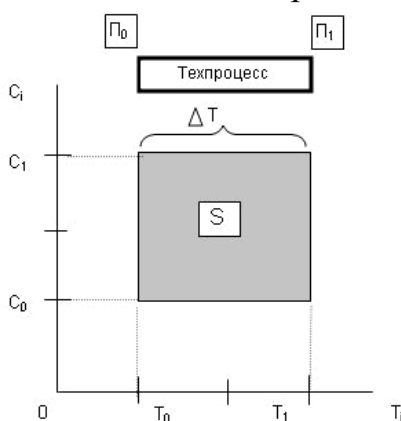


Рис. 1 – Схема использования раствора на производстве и изменение показателя экологической опасности.

ВТЭР, поступающие на вход технологической операции, имеют концентрацию  $C_0$ , а после завершения ее, т.е. после использования в технологическом оборудовании за определенный отрезок времени ( $\Delta T, ч$ ) - концентрацию  $C_1$ . Этот процесс может быть представлен на основе аналитической геометрии в двухкоординатной системе (рис. 1). На оси ординат отложены значения концентраций загрязнений во ВТЭР ( $C$ ), а на оси абсцисс время ( $T, ч$ ) в течение которого происходит изменение этих концентраций. Учитывая сложность согласования размерностей, в дальнейшем будут рассматриваться относительные показатели этих величин в долях единицы, а величина их изменений ( $A$ ) будет определяться по абсолютной величине. Процесс применения ВТЭР в технологическом оборудовании будет характеризоваться «площадью» ( $S$ ), образованной отрезками  $\Delta C$  и  $\Delta T$  в рассматриваемой двухкоординатной системе:

$$S = \Delta C \cdot \Delta T \quad (1)$$

Исходя из математического анализа площадь прямоугольника образованного  $\Delta C$  и  $\Delta T$  можно определить по выражению:

$$S = \int_{C_0}^{C_1} f(C) dC \quad (2)$$

При этом полагаем, что  $f(C_0) = T_0$ , а  $f(C_1) = T_1$ .

Одной из основных задач минимизации экологической опасности ВТЭР на этапе их применения в условиях производства является снижение концентрации  $C_1$  до  $C_0$ , т.е. определение  $f(C) \rightarrow C_0$  при  $C_0 = P_{\text{баз}}$ .  $P_{\text{баз}}$  – базовое значение ингредиентов, соответствующие требованиям технических условий на ВТЭР. При этом параметр ( $T$ ) определяется технологическими условиями. Характеризовать экологическую опасность будет показатель опасности  $\Pi_i$  [1], который определяется как величина обратная ПДК химического вещества. Поэтому при минимизации будет учитываться показатель  $\Pi_i$ .

При применении операций очистки ВТЭР, в технологическую линию вводятся дополнительные факторы и появляются новые вещества (энергии) оказывающие воздействие на загрязнения, растворённые в воде (рис.2).

Отличительной чертой от рассмотренной выше модели процесса применения ВТЭР в условиях производства, в этом случае то, что параметр ( $T_2$ ) становится функционально зависимой величиной и подлежит регулированию. Однако, для процессов очистки, характерным параметром является объем жидкости,  $W$  ( $м^3$ ), который также функционально связан, с вышеуказанными параметрами, и определяет временной отрезок процессов.



Рис. 2. Блок-схема технологического процесса при введении операции очистки

Эффективность процесса очистки (O) будет определяться величиной этих факторов. Величина этих факторов (Д) может определяться для химических реагентов разностью исходной концентрации реагентов и остаточным содержанием их в растворе, для энергетических систем показателем затрат энергии на единицу обрабатываемой жидкости. При очистке должна выполняться условие  $\Pi_2 \approx \Pi_0$ .

Технологическую линию с системой очистки можно представить в трёхкоординатной системе (рис.3).

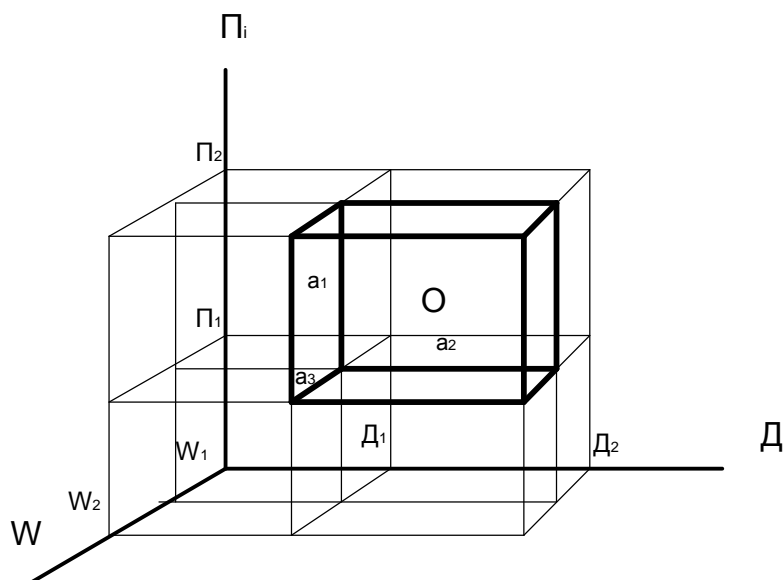


Рис.3. – Модель технологической линии при введении в нее операций очистки воды

Объём параллелепипеда или массив, образованный соответствующими векторами ( $\Pi$ ,  $D$ ,  $W$ ) будет определять результат очистки или ее эффективность (O). Объём параллелепипеда построенного на векторах равен [2,3]:

$$O = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 = \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \\ x_3 & y_3 & z_3 \end{vmatrix} \quad (3)$$

Исходя из этого, можно записать в векторной форме в алгебраической проекции объём параллелепипеда предварительно переместив его в начало координат и определив координаты векторов:

$$\begin{aligned} a_1 &= \{0, 0, \Pi_2\} \\ a_2 &= \{0, D_2, 0\} \\ a_3 &= \{W_2, 0, 0\} \end{aligned} \quad (4)$$

Определитель ( $\Delta$ ) третьего порядка определяется из выражения:

$$\Delta = x_1 y_2 z_3 - x_1 y_3 z_2 + y_1 z_2 x_3 - y_1 z_3 x_2 + z_1 x_2 y_3 - z_1 x_3 y_2 \quad (5)$$

Подставив соответствующие значения векторов из выражения (4) в выражение (5), получим следующее выражение:

$$\Delta = -\Pi_2 \cdot D_2 \cdot W_2 \quad (6)$$

Пространственную область параллелепипеда можно определить с помощью тройного интеграла:

$$O = \int_{\Pi_1}^{\Pi_2} d\Pi \cdot \int_{D_1}^{D_2} dD \cdot \int_{W_1}^{W_2} f(\Pi, D, W) \cdot dT_2 \quad (7)$$

Минимизация процесса очистки будет определяться минимизацией затрат на проведение процесса очистки (т.е. минимизации  $\Delta D$  и  $\Delta W$ ) при выполнении требований по минимизации экологической опасности остаточных концентраций загрязнений в воде ( $\Delta \Pi$ ) после очистки, которое определяется отклонением показателей от базового значения раствора ( $\Pi_{\text{баз}}$ ).

Но выше перечисленные затраты не учитывают эксплуатационные затраты. Поэтому было бы правильно ввести четвёртый фактор, определяющий минимизацию процесса очистки – экономический. Но введение этого фактора требует перехода в четырёхмерное измерение. Переход в четырёхмерное измерение выдвигает необходимость построения четырёхмерного объекта (пентатопа). Решение задачи минимизации в четырёхмерном пространстве может быть выполнено с применением задачи линейного программирования [4,5].

Сотрудниками УкрНИИЭП было предложено использовать показатель УПС – обобщенный показатель сброса, который определяется [6]:

$$\text{УПС} = \max_j \sum_{i=1}^{n_{i,j}} \frac{m_i}{\text{ПДК}_i} \quad (8)$$

где  $j=1, \dots, 5$  – группы веществ с одинаковыми лимитирующими показателями вредности;

$m_i$  – количество в сбросе  $i$  – й загрязняющего вещества;

$\text{ПДК}_i$  – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества для водных объектов рыбохозяйственного использования.

Используя эту зависимость, можно объединить показатель  $\Pi$  и  $W$  под одним  $Y$ :

$$Y = \lg(\Pi_i * W) \quad (9)$$

Таким образом, выражение (7) можно записать в следующем виде:

$$O = \int_{Y_1}^{Y_2} dY \cdot \int_{D_1}^{D_2} dD \cdot \int_{\Xi_1}^{\Xi_2} f(Y, D, \Xi) \cdot dT_2 \quad (10)$$

В этом случае,  $\Xi$  – экономические затраты на организацию процесса очистки.

Минимизация жидких отходов при применении локальных систем очистки будет определяться следующей зависимостью:

$$f(O) \rightarrow -\infty \text{ при } O \rightarrow -O_{\text{min}} \quad (11)$$

То есть появляется задача по определению функции  $y = f(O)$ , которая имеет пределом число  $O_0$  при  $O$  стремящемся к  $O_{min}$  при малом  $e > 0$  при котором можно найти такое число  $d > 0$ , что соответствует определению  $I$  предела функции. Тогда

$$|f(O) - O_0| < e, \quad (12)$$

как только

$$|O - O_{min}| < d \quad (13)$$

Записывается это так:

$$\lim_{O \rightarrow -O_{min}} f(O) = O_0 \quad (14)$$

При анализе конкретных производственных моделей процессов очистки, для трех координатной системы, необходимо определять значения  $e, d$  и  $c$ . Экспертная оценка этих показателей и будет являться критерием минимизации математической модели экологической опасности технологических растворов.

При исследовании в качестве основных точек, определяющих отклонения  $e, d$  и  $c$  могут быть выбраны усреднённые показатели, определяемые по следующим выражениям:

$$\text{для } Y \quad Y_0 = \frac{Y_2 - Y_1}{2} \quad (15)$$

$$\text{для } D \quad D_0 = \frac{D_2 - D_1}{2} \quad (16)$$

$$\text{для } \mathcal{E} \quad \mathcal{E}_0 = \frac{\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1}{2} \quad (17)$$

Тогда можно записать:

$$Y_1 + e < Y_0 < Y_2 - e, \quad (18)$$

$$D_1 + d < D_0 < D_2 - d, \quad (19)$$

$$\mathcal{E}_1 + c < \mathcal{E}_0 < \mathcal{E}_2 - c. \quad (20)$$

при  $e, d$  и  $c \rightarrow 0$ .

Показателем минимизации экологической опасности будет являться величина вектора  $Y_0$ , который будет определяться векторами  $\bar{Y}_0, \bar{D}_0, \bar{\mathcal{E}}_0$  рис.4. Минимизация параметров будет определяться исходя из следующих требований:

$$\lim_{Y \rightarrow -Y_{min}} f(Y) = \bar{Y}_0 \quad (21)$$

$$\lim_{D \rightarrow -D_{min}} f(D) = \bar{D}_0 \quad (22)$$

$$\lim_{\mathcal{E} \rightarrow -\mathcal{E}_{min}} f(\mathcal{E}) = \bar{\mathcal{E}}_0 \quad (23)$$

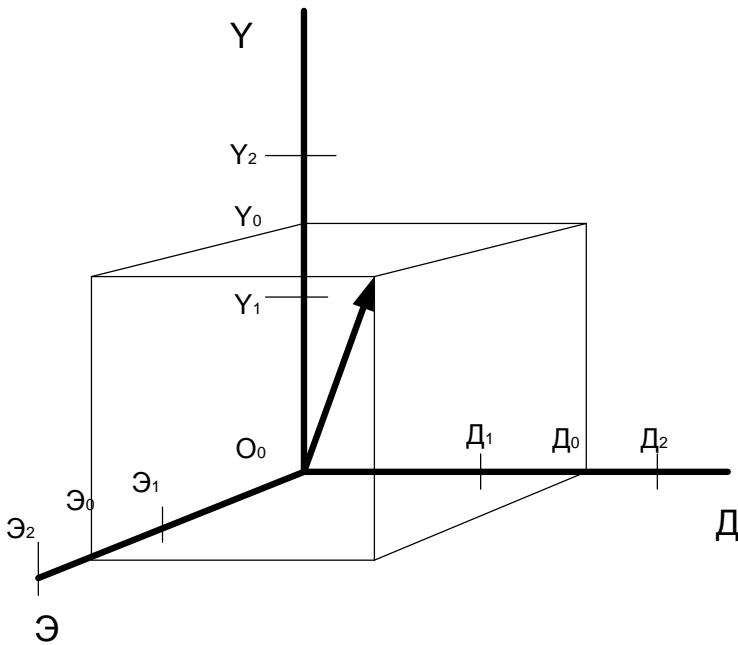


Рис.4. – Схема построения вектора  $O_0$

Следовательно, можно записать, исходя из выражения (14):

$$\lim_{O \rightarrow -O_{\min}} f(O) = \min \bar{O}_0 \quad (24)$$

Критерием минимизации процесса очистки будет являться коэффициент  $K_{оч}$  который определяется по выражению:

$$K_{оч} = K_D \cdot K_Y \cdot K_{\mathcal{E}} \quad (25)$$

где,  $K_D$  – коэффициент характеризующий минимизацию затрат химических и других веществ (энергий) при очистке;

$K_Y$  – коэффициент, определяющий минимизацию показателей химической опасности ингредиентов растворов;

$K_{\mathcal{E}}$  – коэффициент определяет минимизацию экономических затрат при проведении процесса очистки.

Определяется  $K_D$  по следующему выражению:

$$K_D = \frac{D_2 - D_0}{D_0} = \frac{d}{D_0} \quad (26)$$

В выражении (24) значение  $D_1$  не рассматривается т.к. при обработке ВТЭР, как правило, количество реагента несколько превышает расчётное (оптимальное), с целью обеспечения эффективности процессов очистки. Это превышение определяется разностью  $D_2$  и  $D_0$ . Уменьшение дозы реагента меньше  $D_0$  означает ухудшение эффективности очистки, что не связано с задачей минимизации. Определение значений  $D_1$ ,  $D_0$  и  $D_2$  осуществляется с помощью методов оптимизации.

Определяется  $K_{\mathcal{E}}$  по следующему выражению:

$$K_{\text{э}} = \frac{\text{Э}_2 - \text{Э}_0}{\text{Э}_0} = \frac{c}{\text{Э}_0} \quad (27)$$

где,  $\text{Э}_0$  – определяется затратами по воде и химическим реагентам по текущему варианту применения ВТЭР.

Определяется  $K_Y$  по следующему выражению:

$$K_Y = \frac{Y_2 - Y_0}{Y_0} = \frac{e}{Y_0} \quad (28)$$

где,  $Y_0$  – определяется требованиями технических условий по применению каждого из растворов по экологическим показателям.

Минимизация отходов производства должна рассматриваться исходя из минимизации отходов по каждой из следующих составляющих: минимизация технологических отходов; минимизация сопутствующих отходов.

Минимизация технологических отходов включает в себя вопросы минимизации отходов обработки изделий за счет оптимизации процессов их подготовки и изготовления. Минимизация сопутствующих отходов связана с оптимизацией расходов охлаждающих жидкостей, смазывающих компонентов и других материалов, которые обеспечивают основной технологический процесс.

В работе рассматривается один из аспектов минимизации отходов производства, а именно - минимизация отходов образующихся при использовании воды в сопутствующих основным технологическим операциям обработки изделий или их изготовления.

В научно-технической литературе достаточно подробно освещены вопросы обработки осадков сточных вод [7]. Основное внимание в этих источниках информации сосредоточено на методах обработки извлекаемых из воды загрязнений. Однако недостаточно внимания уделяется вопросам минимизации этой категории отходов, а именно отходам, образующимся при очистке технологических эмульсий и растворов.

Особенностью обработки осадков ВТЭР является то, что их количество тесно связано с параметрами технологических режимов, культурой производства, наличием необходимых очистных устройств и технологией переработки и утилизации осадков. Эту зависимость можно записать в следующем виде:

$$Om = f(Om_1, Om_2, Om_3, Om_4) \quad (29)$$

где,  $Om_1$  – количество осадков образующихся при выполнении техпроцессов обработки или изготовления изделий.  $Om_1$ , в свою очередь, можно записать:

$$Om_1 = f(P_M) \quad (30)$$

где,  $P_M$  – предельные допустимые отклонения от оптимальных ( $P_0$ ) заданных технологической картой режимов обработки изделий. Исходя из этого можно определить  $Om_1$ :

$$\text{Om}_1 = (|P_M - P_0|) \cdot r \cdot S \quad (31)$$

Эти отклонения формируют количество отходов в зависимости от удельного веса материала ( $r$ ) и площади обрабатываемой поверхности ( $S$ ).

Необходимо отметить, что минимизация отходов на этом этапе будет определяться величиной  $P_M - > 0$ .

Критерием характеризующим эффективность параметров техпроцесса по количеству образующихся отходов будет значение коэффициента  $K_{OT1}$ , который определяется по следующему выражению:

$$K_{OT1} = \frac{|P_M - P_0|}{P_0} = \partial \cdot \frac{S}{P_0} \quad (32)$$

Чем выше значение коэффициента  $K_{OT1}$ , тем больше образуется отходов. При этом  $K_{OT1} \rightarrow \min = 1$  при  $P_M \rightarrow 0$ . Необходимо учесть то, что во ВТЭР, поступающих на очистку, остаются не все вещества, попадающие в них при обработке изделий. Дисперсный состав веществ представлен частицами с размерами менее  $10^{-4} - 10^{-5}$  м.

Остальные частицы отделяются от ВТЭР, как правило, непосредственно на рабочих участках в виде стружки и т.п. Практически 80-90% веществ попадает во ВТЭР, а затем направляется на очистку, при обработке поверхности изделий шлифованием, полированием и т.п.

Поэтому в выражение (31) введен коэффициент  $\partial$  учитывающий в долях единицы концентрацию веществ попадающих в воду при обработке изделий от их общего количества извлекаемых из детали.

*Выводы:*

1. Минимизация экологической опасности производственных эмульсий и растворов определяется наличием и эффективностью процессов их очистки и регенерации;

2. Величина и направленность вектора  $O_0$ , является обобщающим критерием минимизации экологической опасности ВТЭР;

3. Результат выполненных научно-исследовательских и проектных работ, необходимо оценивать по выше обозначенным критериям.

**Список литературы:** 1. *А.И. Запорожец, В.В.Березуцкий* Экологическая опасность технологических растворов. Вісник національного технічного університету «ХПІ», збірник наукових статей, тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ „ХПІ”. №27-2007 – 168 с. 2. *Куликов С.М.* Введение в начертательную геометрию многомерных пространств. – М.: Машиностроение, 1970 – 83с. 3. *Филиппов П.В., Королев Н.Т., Чистая И.В.* Начертательная геометрия многомерного пространства в линейном программировании. – Л.: Ленингр. ун-та, 1986 – 136 с. 4. *Линейная алгебра. Сборник заданий и методика решений: Учебно-методическое пособие для студ. спец. «Прикладная математика» / М.Г.Скиенус, Ю.Ф. Сенчук, И.В. Ушаков, Ж.Б. Кашуба:* Под ред. *Л.В. Курны.* - Х.:ХГПУ, 2000. – 177 с. 5. *А.Схрейвер* . Теория линейного и целочисленного программирования. В 2-х томах. Т.1. – М.: Мир, 1991.- 360 с. 6. *Макаровський Є.Л., Соловійов О.В., Коваленко Г.Д.* та інші. Екологічний атлас Харківської



**ЗДЕНЕК МАТОУШЕК**, инж., к.т.н., **ЙОЗЕФ ЯКУБ**, доц. инж., к.т.н.  
**МИКУЛАШ ШОСТРОНЕК**, инж., к.т.н., **МИКУЛАШ ЛИПТОВСКИЙ**,  
Академия вооруженных сил им. М.Р. Штефаника (Словакия)

## **НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КОЛЕБАНИЯ НА ЖИВЫЕ СУЩЕСТВА**

### **1. Введение – разделение электромагнитного колебания**

Электромагнитное колебание по своему существу, в значительной степени влияет на окружающую среду и на население. Электромагнитные колебания разделяются на:

а) естественные электромагнитные поля, источниками которых являются, например, космическое сияние, электростатические разряды в атмосфере, солнечный ветер и тому подобное,

б) искусственные электромагнитные поля, которые образуются около распределительных сетей высокого напряжения, радиопередатчиков, передатчиков сотовой связи, радиолокационных станций и так далее.

Естественные электромагнитные поля характеризуются своей низкой плотностью мощности не превышающей значения  $10^{-8} - 10^{-9}$  Вт/м<sup>2</sup>. Благодаря интенсивному развитию искусственных источников электромагнитных полей наблюдается постепенное нарастание плотности мощности электромагнитной сцены вплоть до пределов  $10 - 10^{-2}$  Вт/м<sup>2</sup>.

Электромагнитные поля проявляют биологическую активность в широком частотном спектре, т. е. взаимодействуют с живыми организмами. Поэтому этой проблеме уделяется все большее внимание, поскольку электромагнитные поля, как таковые, неблагоприятно влияют на человеческий организм.

### **2. Влияние электромагнитного колебания на человеческий организм**

С точки зрения воздействия электромагнитного колебания на человеческий организм электромагнитные поля можно разделить на:

- а) ионизирующие излучение,
- б) неионизирующие излучение.

При разделении электромагнитных полей, предельной частотой является частота  $10^{15}$  Гц, которой соответствует длина волны  $\lambda = 3 \cdot 10^{-7}$  м. Это значит, что в область ионизирующего излучения можно включать гамма излучения, рентгеновское излучение и часть спектра ультрафиолетового излучения. Разделение спектра электромагнитного излучения приведено на рисунке 1 [1].