



Заявл. 12.10.1998, № 98118534/28. Оpubл. 10.12.1999.

УДК 502.7.003.1:681.518

Е.В. Колоярцева, Б.В. Ермоленко

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Present methods of estimation of ecological danger of manufacturer's influence on environment were analyzed. As a result, it was proposed a new system of indices, which allow to appraise combined manufacturer's influence on environment, including air ventings, wastewater discharges and waste disposal.

Проведен анализ существующих методов оценки опасности воздействия предприятия на окружающую среду. По результатам анализа предложена новая система показателей, позволяющих производить комплексную оценку суммарного воздействия промышленного предприятия на окружающую среду, в том числе выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, сбросов в водные объекты и размещения отходов.

Система критериев оценки экологической опасности промышленного производства должна охватывать все уровни его взаимодействия с окружающей средой — от локального до глобального. Рассмотрение низшего территориального уровня — локального — необходимо, так как часть его показателей должна служить исходными данными для анализа экологической безопасности промышленного производства на уровне региона.

Существующие методы оценки опасности предприятия.

Система критериев оценки экологической безопасности промышленного производства.

Для оценки экологической безопасности промышленного предприятия предлагаются следующие комплексные показатели:

1. Коэффициент нормативной экологической опасности (K_n) — характеризует степень потенциальной экологической опасности предприятия в условиях нормальной эксплуатации при соблюдении всех экологических нормативов, служит безразмерной величиной, выражается в баллах и определяется в зависимости от класса опасности предприятия. Для предприятий 1-го класса опасности он равен 400, 2-го — 100, 3-го — 36, 4-го — 4, 5-го — 1. Значения коэффициента пропорциональны нормированным величинам ПДК загрязняющего вещества для предприятий различных классов опасности.

2. Показатель превышения нормативной зоны загрязнения (S) — безразмерный коэффициент, характеризующий степень превышения нормативного загрязнения атмосферы. По существующим нормам выбросы предприятия не должны ни в коем случае приводить к превышению ПДК в приземном слое атмосферы: $S = (p(r_{c33} + v S_n/p)^2 + S_3) / p(r_{c33} + v S_n/p)^2$ где r_{c33} — радиус санитарно-защитной зоны; S_3 — радиус зоны воздействия предприятия, на которой все реципиенты подвергаются значительному техногенному воздействию, связанному с функционированием предприятия.

3. Показатель превышения нормативного объема выбросов вредных веществ в атмосферу (V_a) — безразмерный коэффициент, характеризующий степень превышения реальных выбросов вредных веществ в атмосферу над нормативными уровнями ПДВ: $V_a = M_{сум} / M_{ндв}$, где $M_{сум} = a(M_j / G_{jндк})C_j$; $M_{ндв} = a(M_{jндв} / G_{jндк})C_j$; M_j — количество j -го вредного вещества, фактически выброшено в атмосферу от всех источников выброса предприятия (т/год); $M_{jндв}$ — разрешенный для предприятия предельно допустимый объем выброса j -го вредного вещества (т/год); $G_{jндк}$ — значение максимально ра-



зового ПДК j -го загрязняющего вещества (мг/м^3); C_j — безразмерный коэффициент относительной опасности j -го загрязняющего вещества, определяется в зависимости от класса опасности вещества — для веществ 1-го класса опасности равен 1.7, 2-го — 1.3, 3-го — 1.0, 4-го — 0.9.

4. Показатель превышения нормативного объема сбросов вредных веществ в водоемы (V_v) — безразмерный коэффициент, характеризующий степень превышения реальных сбросов вредных веществ в водоемы над нормативными уровнями ПДС. Рассчитывается аналогично предыдущему показателю с учетом степени ценности соответствующих водоемов.

5. Показатель превышения нормативного объема отходов ($V_{отх}$) — безразмерный коэффициент, характеризующий степень превышения реального объема вывоза и складирования отходов над нормативным.

6. Показатель превышения нормативных уровней физических воздействий ($V_{фв}$) — безразмерный коэффициент, характеризующий степень превышения реальных вредных физических воздействий (шума, ультразвука) над нормативными величинами. Рассчитывается аналогично трем предыдущим показателям.

7. Коэффициент озеленения зоны воздействия ($\kappa_{оз}$) — безразмерный коэффициент, характеризующий степень озеленения зоны воздействия предприятия. Если зона загрязнения превышает зону воздействия, коэффициент характеризует степень озеленения зоны загрязнения: $\kappa_{оз} = S_6 / (T_{оз} + S_3)$, $S_6 = p (r_{сзз} + v S_n/p)^2$, если $S_3 = p (r_{сзз} + v S_n/p)^2$.

8. Коэффициент людности ареала вредного воздействия ($\kappa_{люд}$) — безразмерный коэффициент, характеризующий степень заселенности ареала вредного воздействия предприятия, а следовательно, и потенциальную опасность предприятия для населения: $\kappa_{люд} = (H_p + P_n) / H_p$, где H_p — нормативная плотность населения; P_n — средняя плотность населения в границах ареала вредного воздействия предприятия. Определяется экспертным методом.

9. Коэффициент ценности территории в пределах ареала вредного воздействия предприятия ($\kappa_{тер}$) — безразмерный коэффициент, характеризующий сравнительную природную, общественную, культурно-историческую, рекреационную и другие ценности территории в пределах ареала воздействия предприятия относительно определенной эталонной территории. Должен определяться экспертным методом.

10. Интегральный показатель экологической опасности предприятия ($R_{инт}$) — безразмерный (в баллах) показатель, позволяющий дать комплексную интегральную сравнительную оценку уровня экологической опасности предприятия с учетом как “внутренних”, так и “внешних” факторов: $R_{инт} = \kappa_{оз} \cdot \kappa_{люд} \cdot \kappa_{тер} \cdot S \cdot V_a \cdot V_v \cdot V_{отх} \cdot V_{фв} \cdot K_n$.

Предложенная система показателей экологической опасности промышленного объекта охватывает четыре основных направления: 1) оценка потенциальной опасности промышленного объекта в условиях нормальной эксплуатации (показатель №1); 2) оценка степени превышения уровня вредного воздействия над нормативным (нормативно-безопасным) (показатели №2-6); 3) оценка реципиентов вредного воздействия в территориальном аспекте (показатели №7-9); 4) комплексная интегральная оценка степени экологической опасности промышленного объекта (показатель №10).

Экологический критерий опасности гальванического производства

Для оценки экологической опасности гальванического производства Виноградовым С.С. введено понятие “экологический критерий (ЭК)”, который определен как отношение конечной концентрации экологически вредного компонента технологического раствора в отходах, поступающих в природную среду ($C_{кон}$), к его ПДК:

$$ЭК = \frac{C_{кон}}{ПДК}$$



При наличии в отходах нескольких экологически вредных веществ экологический критерий равен сумме таких отношений. Чем больше экологический критерий, тем большую экологическую опасность представляет гальваническое производство. Вместе с очевидным достоинством данной методики определения экологического воздействия на ОС отходов и стоков гальванического производства имеется ряд недостатков: - Не рассмотрено влияние производства на атмосферу и не выведена соответствующая составляющая экологического критерия. Поэтому этот критерий не является показателем комплексного воздействия на ОС. - При выведении экологического критерия, исходя из воздействия технологических сточных вод и отходов производства на ОС, не уделено должного внимания зависимости критерия от характера реципиентов и территорий, на которых осуществляется сброс вод и хранение отходов. - Автор методики в основном использует концентрационные характеристики, но не уделяет должного внимания массам образующихся отходов и стоков. Опасность производства определяется не только концентрациями ЗВ, но и количеством образовавшихся отходов.

Наряду с методами комплексной оценки опасности гальванического производства применяются методы оценки количества загрязняющих веществ, выделяемых в воздух цеха, а также существует индекс интегрального равномерного загрязнения атмосферы населённых мест (ИЗА):

$$I_n = \sum_{j=1}^n \left(\frac{q_j}{ПДК_{ccj}} \right)^{C_j}$$

где j - порядковый номер вредной примеси, q_j - средняя суточная концентрация i -ой вредной примеси в воздухе, $ПДК_{ccj}$ - предельно допустимая концентрация i -ой примеси в воздухе, C_j - константа, принимающая значения 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 для 1, 2, 3, 4 классов опасности вредных веществ.

Все вышеизложенные методы оценки загрязнения окружающей среды и экологической опасности предприятия являются не в полной мере комплексными. Целью этой работы стало выведение показателя комплексной оценки воздействия предприятия на окружающую среду.

Эколого-экономическими (стоимостными) показателями оценки экологической безопасности промышленных объектов обычно служат ущербы от загрязнения окружающей среды. Основными недостатками системы корректная стоимостная оценка потерь, вызванных вредным воздействием предприятия. Избавимся от стоимостного выражения ущерба.

Результаты воздействия, что нас особенно интересует, а, следовательно, и экономический ущерб от загрязнения ОС, будет зависеть от: - состава реципиентов, находящихся в зоне загрязнения и характера попадания, - состава, массы и агрессивности попадающих в окружающую среду веществ, оцениваемых приведённой массой вредных компонентов.

Под единицей приведённой массы (M_i) будем понимать такие концентрации выбросов, сбросов загрязняющих веществ и размещаемых отходов, которые оказывают одинаковое негативное воздействие на состояние окружающей среды (без учёта специфики источников и состава реципиентов), т.е. при прочих равных условиях.

1) Предлагаемый показатель экологической опасности по приведённой массе.

Величина ущерба от выброса в атмосферу загрязняющих веществ всеми источниками объекта определяется так:



$$Y^{amm} = I_{2003-t} \cdot Y_{2003(CO)}^{amm} \cdot \sigma_{зaz} \cdot \sum A_i^{amm} \cdot m_i \cdot f_i \quad \text{или} \quad Y^{amm} = Y_{2003(CO)}^{amm} \cdot \sigma_{зaz} \cdot \sum M_i \cdot f_i$$

Для загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу вне цеха коэффициент относительной агрессивности, применяемый для оценки приведённой массы, рассчитывается по формуле: $A_i^{amm} = a_i^{onac} \cdot \alpha_i \cdot \delta_i \cdot \lambda_i \cdot \beta_i$, где a_i^{onac} – показатель относительной опасности воздействия вещества на человека ингаляционным путём, и рассчитывается:

- Для внешней атмосферы:

$$a_i^{onac} = \left(\frac{ПДК_{ccCO}}{ПДК_{cci}} \cdot \frac{ПДК_{pзCO}}{ПДК_{pзи}} \right)^{0,5}$$

- Для атмосферы цеха:

$$\bar{a}_i^{onac} = \frac{ПДК_{pзCO}}{ПДК_{pзи}}$$

Здесь a_i – поправка на возможность воздействия на человека неингаляционным путём, δ_i – поправка, связанная с возможностью воздействия вещества на других реципиентов (кроме человека), λ_i – поправка на вероятность повторного попадания веществ в атмосферу, в нашем случае равна 1, β_i – поправка на вероятность образования в атмосфере вторичных более токсичных соединений, в нашем случае равна 1.

Приведённый уровень воздействия на атмосферу определяется исходя из значения приведенной массы с учётом влияния выбросов на реципиентов по формуле:

$$\bar{V}_{прив ij}^{amm} = \sigma_{зazij} \cdot \bar{M}_i^{amm} \cdot f_{ij}$$

где $\sigma_{зaz}$ – коэффициент относительной опасности воздействия для зоны активного загрязнения, f_i – поправка на характер рассеивания i -го вещества в атмосфере.

2) Удельный экономический ущерб от загрязнения атмосферы и водных объектов соответственно рассчитывается подобным образом:

$$Y^{amm} = I_{2003-t} \cdot \tilde{Y}_{2003}^{amm} \cdot \sigma_{зaz} \cdot \sum A_i^{amm} \cdot m_i \cdot f_i,$$

$$Y^{год} = I_{2003-t} \cdot \tilde{Y}_{2003}^{год} \cdot \sigma_k^{год} \cdot \sum A_i^{год} \cdot m_i$$

Таким образом, отнеся соответствующий показатель $\tilde{Y}_{2003}^{год}$ к принятому за единицу

\tilde{Y}_{2003}^{amm} , получим коэффициент приведения:

$$\bar{K}_{прив} = \frac{24000 \frac{руб.}{усл.м}}{144 \frac{руб.}{усл.м}} = 166,7$$

Коэффициент агрессивности загрязняющих веществ в водном объекте, позволяющий в конечном итоге сравнивать приведённые массы ЗВ в воздухе и в водном объекте:

$$\bar{A}_i^{год} = \frac{166,7}{ПДК_{рxi}}$$

Приведённый уровень воздействия сбросов на водный объект с учётом влияния на реципиентов рассчитывается по формуле: $\bar{V}_{прив}^{год} = M^{год} \cdot \sigma_k^{год}$, где $M^{год}$ – приведённая масса годового сброса i -го загрязняющего вещества из l -го выпуска, $\sigma_k^{год}$ – коэффициент относительной опасности воздействия на реципиентов этой территории.

3) При известном классе опасности отходов укрупнённая оценка ущерба от загрязнения почвы для разных видов территорий производится по общей формуле:



$$Y^{зем} = 60 \cdot \sum_{ki} \tilde{Пл}_k \cdot k_{эс}^{почв} \cdot k_{нов}^{почв} \cdot m_k$$

где 60 – поправочный коэффициент для переиндексации инфляции, $Пл_{k-20\text{ кл.оп}}$ – норматив платы за размещение 1т отходов k -го класса опасности, $k_{эс}^{почв}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости в регионе, $k_{нов}^{почв}$ – повышающий коэффициент, учитывающий особую чувствительность территории расположения предприятия к воздействию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Введем для расчёта ущерба от загрязнения почв коэффициент приведения $K_{омх}$. Платеж за размещение одной тонны отходов добывающей промышленности (как базисный и наименьший) относим к удельному экономическому ущербу от выброса в атмосферу одной тонны условного загрязняющего вещества (как к базисному и наименьшему).

$$K_{омх} = \frac{60 \cdot \tilde{Пл}^{доб}_5}{144}$$

где 60 – поправочный коэффициент для переиндексации инфляции, $Пл^{доб}_5$ – норматив платы за размещение 1т отходов добывающей промышленности 5 класса опасности в пределах лимита, 144 – удельный экономический ущерб от выброса в атмосферу одной тонны условного загрязняющего вещества, приведённый к ценам 2003 года, руб./усл.т.

$$Пл^{доб}_5 = 0,4 \text{ руб./т} \quad K_{омх} = \frac{60 \cdot 0,4}{144} = 0,17$$

Норматив платы за размещение отходов k -го класса опасности относим к нормативу платы за размещение 1 тонны отходов добывающей промышленности (как к наименьшему) и домножаем на коэффициент пересчёта:

$$\bar{A}^{омх} = \frac{\tilde{Пл}_k}{\tilde{Пл}^{доб}_5} \cdot K_{омх} = \frac{60 \cdot \tilde{Пл}_k}{144}, \text{ усл.т/т}$$

где $K_{омх}$ – коэффициент пересчёта для отходов, 60 – коэффициент инфляции, $Пл_k$ – норматив платы за размещение 1т отходов k -го класса опасности в пределах лимита, 144 – удельный экономический ущерб от выброса в атмосферу одной тонны условного загрязняющего вещества, приведённый к ценам 2003 года, руб./усл.т.

Приведённое воздействие отходов на почвы с учётом влияния на реципиентов рассчитывается как:

$$\bar{V}_{kприв}^{омх} = M_k^{омх} \cdot k_{эс}^{почв} \cdot k_{нов}^{почв}$$

где $\bar{V}_{kприв}^{омх}$ – приведённое воздействие годового образования отходов k -го класса опасности на почвы, $k_{эс}^{почв}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости в регионе, $k_{нов}^{почв}$ – повышающий коэффициент, учитывающий особую чувствительность территории расположения предприятия к воздействию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Таким образом, можно предложить в качестве комплексного коэффициента оценки экологического влияния предприятия на окружающую среду сумму приведённых масс или сумму показателей приведенного уровня воздействия.

$$M^{общ} = M^{атм} + M^{вод} + M^{омх}$$

где $M^{атм}$ – приведённая масса годовых выбросов загрязняющих веществ из всех источников, $M^{вод}$ – приведённая масса годовых сбросов загрязняющих веществ из всех выпусков, $M^{зем}$ – приведённая масса годового образования отходов.

$$\bar{V}_{прив}^{общ} = \bar{V}_{прив}^{атм} + \bar{V}_{прив}^{вод} + \bar{V}_{прив}^{омх}$$



где $\overline{V}_{прив}^{атм}$ – приведённое воздействие годовых выбросов загрязняющих веществ на атмосферу, $\overline{V}_{прив}^{вод}$ – приведённое воздействие годовых сбросов загрязняющих веществ на водный объект, $\overline{V}_{прив}^{отх}$ – приведённое воздействие годового образования отходов на почвы.

Целесообразно рассчитывать эти показатели на единицу мощности производства или на другой параметр, например, на одного работника предприятия.

УДК 676.038.1 + 661.25 : 661.183.12

Е.А. Крайнова, А.В. Ким, А.И. Родионов, И.Н. Каменчук

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

ИОНООБМЕННЫЕ СВОЙСТВА СУЛЬФОКАТИОНИТА, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ СЕРНОКИСЛОТНОГО ОБУГЛИВАНИЯ ОТХОДОВ, СОДЕРЖАЩИХ ЦЕЛЛЮЛОЗУ

The publication is devoted to the investigation of ion exchange properties of sulphocoal produced with the exposure of concentrated sulfuric acid on cellulose-solids waste. The sulphocoal that used produced by new method has full static ion-exchange capacity 6,0 mg-equiv/g and dynamic ion-exchange capacity 270–340 mole/m³. It can be utilized for decrease of the rigidity and salt concentration in the water used in steam boilers. Also it can be used for an extraction of cations from industrial waters and solutions.

Статья посвящена определению ионообменных свойств сульфокатионита, полученного после воздействия концентрированной серной кислоты на целлюлозосодержащие твердые отходы (сернокислотное обугливание). Полученный сульфоуголь имеет статическую обменную емкость около 6,0 мг-экв/г и динамическую обменную емкость в пределах 270–340 моль/м³ и может быть использован для снижения жесткости воды, применяемой для питания паровых котлов котельных; для извлечения катионов кальция из промышленных вод и растворов.

Известно, что многие природные бурые и каменные угли обладают естественными катионообменными свойствами благодаря наличию в их структуре гуминовых составляющих. Для усиления кислотных свойств и обменной емкости природные угли применяют после их стабилизации и активации.

В работе [1] описан способ получения мелкодисперсного углеродного материала дегидратацией березовой стружки (фракционного состава не более 10 мм) концентрированной серной кислотой с массовой долей 90,9%.

Анализ данного исследования по изучению структуры углеродного материала, его гранулометрического состава, суммарного объема пор по воде и статической обменной емкости позволил высказать предположение о том, что углеродный материал обладает не только сорбционными, но и ионообменными свойствами [2].

В данной работе в качестве объекта исследования взяли образцы *сульфокатионита*, полученного из целлюлозосодержащих компонентов твердых бытовых отходов тем же методом. Предварительно сырье фракционного состава 5÷7 мм выдерживали в сушильном шкафу SPT 200 при температуре 110⁰С до постоянной массы. Параллельно в керамической посуде нагревали серную кислоту (массовая концентрация серной кислоты С [H₂SO₄] нач. = 94% мас.) до температуры 85±5⁰С на песчаной бане, далее в нее добавляли высушенное сырье и, при перемешивании стеклянной мешалкой со скоростью 60