

## **КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**

**Василевская С.П., Крылова Е.В., Киселёв С.Ю.**  
**ФБГОУ «Оренбургский государственный университет»,**  
**ООО «ВолгоУралНИПИгаз», г. Оренбург**

При повреждении магистральных нефте - и нефтепродуктопроводов, а также при сливно-наливных операциях, происходит загрязнение окружающей среды, ведущее к загрязнению прилегающих грунтовых участков. В процессе поверхностной миграции и инфильтрации нефть и нефтепродукты загрязняют грунт, поверхностные и подземные воды. Самоочищение сред при таком антропогенном воздействии происходит очень медленно, что может привести к длительному исключению их из пользования. Как последствия, так и связанные с ними материальные убытки определяются размерами и степенью загрязнения окружающей среды. Поэтому представляют интерес исследование процесса загрязнения и оценка конечных размеров загрязнения среды в зоне повреждения резервуаров нефте - и нефтепродуктопроводов и др. Экологические последствия при этом носят трудно учитываемый характер, поскольку нефтяное загрязнение нарушает многие естественные процессы и взаимосвязи, существенно изменяет условия обитания всех видов живых организмов и накапливается в биомассе. Ввиду многообразия возможных последствий оценка даже прямого ущерба затруднительна.

Проблема переработки отходов актуальна для всех отраслей промышленного производства, в том числе и для нефтеперерабатывающих предприятий. В связи с этим возникает задача разделения отходов на используемые и неиспользуемые и повышение эффективности их утилизации. Одним из наиболее перспективных направлений является использование эколого-экономического механизма для стимулирования переработки отходов.

Используемые отходы производства являются частью вторичных материальных ресурсов (ВМР), остающихся после использования основного сырья и вспомогательных производственных материалов для получения основной продукции данного производства. К ВМР кроме отходов производства относят так же побочную продукцию, получающуюся в процессе производства параллельно с основной продукцией или в результате дополнительной промышленной обработки отходов.

Перспективным направлением переработки ВМР является их реутилизация, то есть совместная переработка отходов различных производств.

При оценке эффективности процесса переработки предприятием отходов в продукцию необходим комплекс интегральных критериев, характеризующих количественную и качественную стороны данного процесса. Необходимость введения комплекса таких критериев обусловлена тем, что в настоящее время существует лишь качественная оценка существующих технологий, в которых отсутствует экономическая и, что очень актуально, экологическая составляющая, без которых нет полноты оценки процесса.

Критерии можно представить в натуральной и стоимостной форме.

В натуральной форме процесс переработки отходов можно оценить следующей группой коэффициентов.

Для оценки количества отходов, которые образуются при разливах нефтепродуктов, используем коэффициент возвратности

$$K_{во} = \frac{\sum V_{oj}}{\sum V_{ci}}, \quad (1)$$

где  $V_{oj}$  – масса  $j$ -го вида собранных при аварийных разливах компонентов;

$V_{ci}$  – масса  $i$ -го разлитого компонента.

Так как отходы некоторых производств различаются по категориям, то  $K_{отх}$  можно найти для всей массы предполагаемых отходов и по каждой отдельной категории.

Для оценки уровня (глубины) переработки данным предприятием отходов того или иного вида используем коэффициент использования отходов

$$K_{исп} = \frac{\sum V_{oj}^{nep}}{\sum V_{oj}}, \quad (2)$$

где  $V_{oj}^{nep}$  – масса  $j$ -го вида аварийно разлитого компонента, подвергшегося той или иной форме переработки.

С учетом того, что получаемые отходы нефтяных разливов различного качества по технической ценности, то  $K_{исп}$  также может быть рассчитан как для всей массы компонентов, так и по каждой категории отдельно.

Граничные условия существования технологий *переработки отходов* задаются требованиями экологичности.

Оценка экологической эффективности рекультивации территории, подвергшейся разливам нефтепродуктов, определяется коэффициентом экологической чистоты

$$K_{эчII} = 1 - \frac{C_{ост}}{C_{удал}}, \quad (3)$$

где  $C_{ост}$  и  $C_{удал}$  – концентрация загрязняющих веществ при разливах нефтяных компонентов в оставшейся и удаленной с территории почве, мг/м<sup>3</sup> (мг/кг).

Экологическую эффективность технологии утилизации отходов можно сравнить с экологической эффективностью производства основной продукции, для которой коэффициент экологической чистоты имеет вид

$$K_{эчI} = 1 - \frac{C_{удал}}{C_c}, \quad (4)$$

где  $C_c$  – концентрация загрязняющего компонента в агрегате с сорбентом, мг/м<sup>3</sup> (мг/кг) в сырье.

Нами сделана попытка представить критерии в стоимостной форме.

Интегральная оценка, того, как эффективно используются передовые технологии по устранению последствий разливов нефтепродуктов, характеризуется критерием эффективности предотвращения чрезвычайных ситуаций:

$$K_{эн} = 1 - \frac{\sum H_{oj} V_{oj}}{\sum H_{ci} V_{ci}}, \quad (5)$$

где  $H_{oj}$  – стоимость мероприятий по предотвращению на единицу массы  $j$  – -ого вида компонента,

$$H_{oj} = \sum H_{ci} \beta_i, \quad \sum \beta_i = 1, \quad (6)$$

$H_{oi}$  – стоимость единицы массы  $i$  –го сырьевого компонента;

$\beta_i$  – доля  $i$  –го вида сырьевого компонента в  $j$  – том виде отходов.

Предприятие должно стремиться к максимально возможной переработке используемого сырья в продукцию, что можно оценить посредством максимизации критерия эффективности предотвращения чрезвычайных ситуаций

$$K_{энЧС} = \max \left\{ 1 - \left( \frac{\sum H_{oj} V_{oj}}{\sum H_{ci} V_{ci}} \right)_k \right\}. \quad (7)$$

В формуле (7) и далее индекс  $k$  – порядковый номер множества рассматриваемых технологий.

Для оценки степени совершенства получения из отходов предприятием продукции технического назначения вводим критерий глубины рекультивации:

$$K_{зр} = 1 - \frac{\sum H_{oj} V_{oj}}{\sum H_{nl} V_{nl} - \sum (H_{oj} + H_{uj}) V_{oj}}, \quad (8)$$

где  $H_{nl}$  и  $V_{nl}$  – соответственно стоимость единицы массы  $l$  – го продукта, вырабатываемого из рассматриваемого сырья, и его масса;

$H_{uj}$  – стоимость нейтрализации единицы массы  $j$  –го отхода.

Коэффициент глубины рекультивации должен также стремиться к его максимальному значению

$$K_{зл.р} = \max \left\{ 1 - \left[ \frac{\sum H_{oj} V_{oj}}{\sum H_{nl} V_{nl} - \sum (H_{oj} + H_{uj}) V_{oj}} \right]_k \right\}. \quad (9)$$

Имеется потребность во введении критерия экологичности чрезвычайной ситуации, который характеризует, насколько опасна для окружающей среды чрезвычайная ситуация. Такой критерий имеет вид

$$K_{э} = 1 - \frac{\sum H_{rj} V_{oj}}{\sum H_{nl} V_{nl} - \sum (H_{oj} + H_{rj}) V_{oj}}. \quad (10)$$

В данном случае под  $H_{rj}$  понимается стоимость ликвидации причиненного ущерба на единицу  $j$ -го компонента.

Данный критерий экологичности также стремится к максимуму

$$K_{\text{э.чс}} = \max \left\{ 1 - \left[ \frac{\sum H_{rj} V_{oj}}{\sum H_{nl} V_{nl} - \sum (H_{oj} + H_{uj}) V_{oj}} \right]_k \right\}. \quad (11)$$

Перечисленные критерии являются составляющей частью интегрального критерия эффективности технологического процесса, который характеризует полноту и совершенство технологических процессов реализуемых на конкретном производстве по переработке и утилизации отходов и ВМР данного предприятия с точки зрения экономической эффективности и экологической безопасности произведенной продукции

$$K_{TЭ} = K_{\text{э.чс}} K_{\text{эл.р}} K_{\text{э.чс}} \rightarrow 0. \quad (12)$$

Предлагаемая технология повышает эффективность рассматриваемого производства в основном за счет повышения уровня его безотходности. Несколько увеличивается глубина переработки отходов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что предлагаемая технология реутилизации отходов аварийных разливов нефти и нефтепродуктов и древесных гранул соответствует основным направлениям исследований в области переработки ВМР перерабатывающих отраслей. Она реализует принцип единого подхода для всех предприятий отрасли и внедрения новых «экологически чистых» технологий по переработке отходов. Оптимизация процессов основана на комплексной оценке эффективности по безотходности технологических процессов, глубины переработки сырья и экологичности производства. Предложенные критерии демонстрируют эффективность предлагаемой технологии реутилизации отходов аварийных разливов нефти и нефтепродуктов и древесных гранул.

#### Список литературы

1. **Мартынюк, В.Ф.** Защита окружающей среды в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие для вузов. / В.Ф. Мартынюк, Б.Е. Прусенко - М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. — 336 с.
2. **Золотарев, В.А.** Нефть и безопасность России / В.А. Золотарев, А.М. Соколов, М.В. Янович; Российская академия наук, Институт проблем международной безопасности. М.: Оружие и технологии, 2007. - 355 с.
3. **Вылкован, А.И.** Современные методы и средства борьбы с разливами нефти: Научно-практическое пособие. / Л.С. Венцюлис, В.М. Зайцев, В.Д. Филатов. - СПб.: Центр-Техинформ, 2000. – 75 с.
4. **Василевская, С.П.** Синтез технологии утилизации отходов бродильных производств. / С.П. Василевская, А.Н. Николаев, В.Ю. Полищук – Казань: ЗАО «Новое знание», 2007. – 170 с. – ISBN 978-5-89374-453-4.