

данным Н.А. Торопова [3], комплексная добавка 5,6%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  + 4,2%  $\text{Na}_2\text{O}$  стабилизирует  $a$ -форму  $\text{C}_2\text{S}$  и снижает температуру модификационного превращения с 1425 до  $1175 \pm 10^\circ\text{C}$ , а добавка 3,6%  $\text{CaO}$  + 3,8%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  + 2,8%  $\text{Na}_2\text{O}$  - до  $1180^\circ\text{C}$ , т.е. ниже температуры кристаллизации клинкерной жидкой фазы. В связи с этим, если модификационный переход задерживается до низких температур, когда жидкая фаза частично или полностью закристаллизована, то превращение  $a - \text{C}_2\text{S}$  в  $a^I - \text{C}_2\text{S}$  может приводить к внутренним напряжениям и разрушению гранул.

Для проверки данного предположения готовили смеси из расчета 20 весовых частей  $\text{C}_2\text{S}$  и 5 весовых частей эвтектики без добавок и с указанными выше комплексными добавками-стабилизаторами. Смеси обжигали в лабораторной силитовой печи с выдержкой при температуре  $1450^\circ\text{C}$  в течение 30 минут. Полученные клинкера охлаждали по двум режимам: резкое охлаждение в воде со льдом от температуры  $1450^\circ\text{C}$  и охлаждение в печи до температуры превращения  $a \rightarrow a^I - \text{C}_2\text{S}$ , затем резкое в воде со льдом. Образцы, подвергнутые резкому охлаждению в воде со льдом от температуры  $1450^\circ\text{C}$ , разрушились. Прочность на сжатие бездобавочных образцов и образцов с добавками, резко охлажденных от температур ниже температуры превращения  $a \rightarrow a^I - \text{C}_2\text{S}$ , находилась в пределах 12-25 МПа. Рентгенофазовым анализом установлено, что двухкальциевый силикат представлен во всех образцах  $\beta$ -модификацией. Существенные различия в прочности образцов обусловлены следующим. При резком охлаждении от  $1450^\circ\text{C}$  расплав фиксируется в стеклообразном состоянии, а превращение  $a \rightarrow a^I - \text{C}_2\text{S}$ , которое проходило после затвердевания расплава, привело к возникновению деформаций вследствие существенного уменьшения объема кристаллической решетки  $\text{C}_2\text{S}$  и разрушению образцов. В том случае, когда указанное превращение происходило в присутствии расплава, оно не вызвало напряжений и разрушения образцов. Указанные деформации, связанные с превращением  $a \rightarrow a^I - \text{C}_2\text{S}$  в присутствии примеси  $\text{Na}_2\text{O}$ , приводящие к снижению прочности клинкерных спеков, могут иметь место и при обжиге цементного клинкера в промышленных печах. Кроме того, вследствие повышенной растворимости оксидов алюминия и железа в решетке  $a - \text{C}_2\text{S}$  уменьшается количество жидкой фазы, что также приводит к нарушению процесса агрегирования клинкера и появлению клинкерной пыли.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Регур М., Гинье А. Кристаллохимия компонентов поргланцементного клинкера//Шестой международный конгресс по химии цемента. Т.1. Химия цементного клинкера. – М.: Стройиздат. – 1976. – С.28-34.
2. Нэрс Р. Фаза двухкальциевого силиката//Третий конгресс по химии цемента. – М. – 1958. – С.27 – 45.
3. Торопов Н.А. Химия цементов. – М.: Промстройиздат. – 1956. – 270с.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОАГУЛЯЦИИ И ФЛОКУЛЯЦИИ ПРИ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Гумеров Т.Ю., Файзуллина Г.Г., Добрынина А.Ф.  
*Казанский государственный  
технологический университет,  
Казань*

Сточные воды предприятий пищевой и лёгкой промышленности представляют собой высокодисперсные, состоящие из веществ органического и неорганического происхождения. Возникающие межмолекулярные взаимодействия лежат в основе большинства процессов, происходящих в такого рода системах. Они являются первопричиной происходящих в системах различной природы. К числу наиболее часто встречающихся процессов относятся процессы гидролиза, характеризующиеся рядом квазиравновесных состояний, процессы комплексообразования с участием ионов металлов.

Анализ данных по применению технологий очистки жир и белоксодержащих производственных стоков показывает, что применяемые технологии отличаются разнообразием. Это продиктовано как химическим и микробиологическим составом стоков, так и существующими санитарно-эпидемиологическими нормами.

Необходимо отметить, что большинство предлагаемых технологий включают в себя реагентный способ очистки как основополагающую стадию. Применение коагулянтов, композиций коагулянтов с флокулянтами, а также соединений со смешанными свойствами типа коагулянт - флокулянт помогает существенно снизить энергетические затраты, стоимость технологии и приблизиться к существующим нормам предельно – допустимых концентраций выбросов.

Авторами публикации разработаны методики подбора коагулянтов и композиций коагулянтов с флокулянтами на примере высококонцентрированных стоков в предприятиях мясной, майонезной и др. отраслей промышленности.

#### ПРОЕКТИРОВАНИЕ «БЕЗКАВИТАЦИОННОГО» КАТОДА В ЗАДАЧАХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА

Котляр Л.М., Миназетдинов Н.М., Хайруллин А.Х.  
*Камский политехнический институт,  
Набережные Челны*

При проектировании электродов для электрохимической обработки металлов считается, что электролит в межэлектродном промежутке протекает плавно. Среди комплекса принимаемых мер можно выделить операцию скругления кромок катода при обтекании которых, как правило, возникают каверны. Полностью избавиться от кавитации невозможно, но ее влияние тем меньше, чем лучше обтекание профиля электрода. Для этого граница сглаженной кромки катода должна иметь такую форму, при которой скорость течения электролита на этом участке границы

не убывает. Используя опыт решения подобных аэрогидродинамических задач [1], форму криволинейного участка, получаемого в результате сглаживания кромки катода, можно определить таким образом, чтобы значение скорости на этом участке границы было постоянным.

Пусть граница  $ACDB$  катода отделена от границы  $AB$  ( $L_{4z}$ ) анода зазором, в котором осуществляется течение электролита. Течение электролита осуществляется в направлении от входа в межэлектродный промежуток в окрестности точки  $A$  слева к точке  $B$ . ( $A$  и  $B$  - бесконечноудаленные точки).

Прямолинейные полубесконечные участки границы катода  $AC$  ( $L_{1z}$ ) и  $DB$  ( $L_{3z}$ ) образуют с горизонтальной осью абсцисс углы  $ap$  и  $-bp$  соответственно. Участок катода  $CD$  ( $L_{2z}$ ), на котором скорость должна быть постоянной и равна  $V_0$ , и граница анода  $AB$ , на которой  $V = a + b \cos q$  ( $V$  - модуль,  $q$  - угол наклона вектора скорости к оси  $ox$ ),  $a, b$  - постоянные [2], неизвестны.

Для решения задачи введем вспомогательное комплексное переменное  $u = x + ih$ , изменяющееся в прямоугольнике

$D_u$  ( $0 \leq x \leq p/2$ ,  $0 \leq h \leq p|t|/2$ ) и будем искать функцию  $z(u)$ , конформно отображающую область  $D_u$  на область течения в плоскости  $z = x + iy$  таким образом, чтобы границам анода и криволинейного участка катода  $CD$  соответствовали горизонтальные стороны прямоугольника, а участкам границ  $AC$  и  $BD$  - вертикальные (анод -  $h = p|t|/2$ ;  $AC - x = 0$ ).

Выражение функция  $dW_g/du$  (см [2]) имеет вид:

$$\frac{dW_g}{du} = \frac{4Q}{p} J_2 J_3 \frac{J_1(2u)}{J_4(2u)},$$

где  $W_g$  - потенциал гидродинамического поля течения,  $J_k(u)$  ( $k = \overline{1,4}$ ) - эта функции для периодов  $p$  и  $pt$ ,  $Q = V_A H_A$  - расход жидкости в струе,  $V_A$  - скорость потока,  $H_A = 1/(a + b \cos ap)$  безразмерная величина межэлектродного зазора на бесконечности в точке  $A$ .

Рассмотрим граничные условия для функции Жуковского:

$$c_g(u) = \ln \left( \frac{1}{V_0} \frac{dW_g}{dz} \right) = r_g - iq_g = \ln \frac{V}{V_0} - iq_g. \quad (1)$$

$$\operatorname{Im} c_g(u) = -ap \quad \text{при } u = ih, \quad 0 \leq h \leq \frac{pt}{4}$$

$$\operatorname{Im} c_g(u) = bp \quad \text{при } u = \frac{p}{2} + ih, \quad 0 \leq h \leq \frac{pt}{4}, \quad (2)$$

$$\operatorname{Re} c_g(u) = 0 \quad \text{при } u = x, \quad 0 \leq x \leq \frac{p}{2},$$

На анодной границе функция Жуковского удовлетворяет следующему граничному условию

$$\exp(r_g(u)) = \frac{a + b \cos q_g(u)}{V_0} \frac{dW_g}{dW}, \quad u \in L_{4u}, \quad (3)$$

где  $W(u)$  - комплексный потенциал электростатического поля

Функция  $W(u)$  удовлетворяет следующим граничным условиям

$$y(u) = 0, \quad u \in \bigcup_{k=1}^3 L_{ku}, \quad y(u) = 1, \quad u \in L_{4u}. \quad (4)$$

Функцию  $dW/du$  можно построить, используя метод особых точек

$$\frac{dW}{du} = \frac{4J_2 J_3 J_1(2u)}{p J_4(2u)}. \quad (5)$$

Подставляя (1), (5), в (3), получим:

$$\exp(r_g(u)) = \frac{V_A (a + b \cos q_g(u))}{V_0 (a + b \cos ap)}, \quad u \in L_{4u}. \quad (6)$$

Таким образом, функция  $c(u)$  на границе  $L_u$  должна удовлетворять условиям (2) и (6).

Для использования метода Леви-Чивита [1] рассмотрим задачу о плоском течении идеальной жидкости по схеме, когда на границе анода  $L_{4z}$  значение скорости постоянное и равно  $V_{*A}$ , и будем искать

функцию  $c(u)$  в виде суммы

$$c(u) = c_*(u) + \Omega(u), \quad (7)$$

где  $\Omega(u)$  - аналитическая в  $D_u$  и непрерывная в  $\overline{D_u}$  функция. Учитывая граничные условия (2), будем искать  $c_*(u)$  можно представить в виде:

$$c_*(u) = 2(a + b)ui - api, \quad (8)$$

а неизвестную функцию  $\Omega(u)$  с вещественными коэффициентами  $a_n$  можно представить в виде ряда:

$$\Omega(u) = 2i \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin(2un), \quad (9)$$

Из (8) получим:

$$\frac{dz}{du} = \frac{4V_A H_A}{pV_0} J_2 J_3 \frac{J_1(2u)}{J_4(2u)} \exp \cdot (api - 2(a + b)ui - \Omega(u)) \quad (10)$$

$$\text{где } \frac{V_A}{V_0} = \frac{V_{*A}}{V_0} \cdot \exp \left( -2 \sum_{n=1}^{\infty} a_n \operatorname{sh} \left( \frac{p|t|n}{2} \right) \right). \quad (11)$$

Для численного решения задачи задаются углы  $ap$ ,  $bp$  и математический параметр  $t$ . Коэффициенты разложения (9) определяются из уравнения (6). Значение параметра  $V_A/V_0$ , характеризующего режим течения, определяется из (11), а неизвестные границы находятся из соотношения (10).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселев О.М., Котляр Л.М. Нелинейные задачи теории струйных течений тяжелой жидкости. Изд. Казанского университета, 1978.
2. Котляр Л.М., Миназетдинов Н.М. Определенные формы анода с учетом свойств электролита в задачах электрохимической размерной обработки металлов.//ПМТФ, 2003, Т.44, 143, с.179-184.

### МЕТОДИКА КВАЛИМЕТРИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА

Котляр Л.В.  
Камский государственный  
политехнический институт,  
Набережные Челны

Россия – государство резких межрегиональных экономических и политических контрастов, и у по-

тенциальных инвесторов имеется широкий выбор региона или города для инвестиций в соответствии с собственными представлениями о приемлемом риске и прибыли.

В связи с этим точная и объективная оценка регионом своего потенциала и рисков является одной из приоритетных задач, решение которой позволит впоследствии наметить адекватные меры по повышению инвестиционной привлекательности.

Следует отметить, что применительно к хозяйствующим субъектам имеется ограниченное количество методик оценки инвестиционной привлекательности, которые к тому же обладают определенными недостатками, затрудняющими их практическое использование.

Оценка инвестиционной привлекательности такого хозяйствующего субъекта как региона представляет собой сложную задачу. В работе предлагается учитывать 25 основных квалиметрических требований, приведенных в таблице 1. Эти требования сформулированы на основе анализа известных методов оценки качества и конкурентоспособности различных объектов. Соблюдение этих требований является залогом обеспечения объективности и достоверности оценки изучаемого объекта.

**Таблица 1.** Квалиметрические требования к интегральным показателям и методам измерения инвестиционной привлекательности региона

№ п/п	Наименование требования	Суть требования
1.	Приспособленность	Приспособленность к измерению инвестиционной привлекательности региона.
2.	Законченность	Измеренный нами параметр не должен нуждаться в дополнительных измерениях и расчетах.
3.	Эксклюзивность	Определяемый показатель должен соответствовать предъявляемым ему требованиям и быть при этом уникальным или единственным в своем роде.
4.	Точность	Измеряемые параметры должны иметь минимальные ошибки и отклонения от фактического состояния региона, сбои в измерениях являются нежелательными.
5.	Осмысленность	Количественные показатели, служащие для определения интегрального показателя инвестиционной привлекательности региона, должны нести смысловую нагрузку и при этом быть понятными не только тому, кто осуществляет расчеты, но и всем остальным.
6.	Комплексность	Проводимые расчеты должны давать в результате один конечный количественный интегральный показатель, который в дальнейшем будет использоваться базой для сравнения региона с другими регионами, либо оценки эффективности проводимых мероприятий и выявления изменений в состоянии региона в различные моменты времени.
7.	Возможность оценки без сравнения с другими объектами	Должна быть возможность оценки региона независимо от других подобных регионов, не прибегая при этом к сравнению его с другими регионами.
8.	Гибкость	Метод должен позволять производить оценку инвестиционной привлекательности региона в любой момент времени, на любой стадии жизненного цикла и развития.
9.	Минимальность затрат	Затраты труда и средств на определение необходимых результатов при применении данного метода должны быть минимальными.