

## ТЕХНОЛОГИИ И ЭЛЕКТРОЛИЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ АКТИВАЦИИ РАСТВОРОВ КОАГУЛЯНТОВ для очистки и обеззараживания водных макросистем и фильтровальных станций. Системы "ЭСАРК"

Мальцев В.А., Николаев Н.Н., Тюхнин В.В., Корпорация "ПромЭкономСервис", Жуков И.И., КП "Компания "Вода Донбасса"

Технологии и системы электролизерной системы активации растворов коагулянтов (ЭСАРК) созданы корпорацией "ПромЭкономСервис" (г. Донецк) и базируются на систематизированном знании об электролизных способах активации растворов коагулянтов для очистки и обеззараживания воды в водных макросистемах и фильтровальных станциях, путем обработки раствора коагулянта в спаренных электролизерах с нерастворимыми электродами, когда анод и катод образуют межэлектродную щель с закрученными и вращающимися потокоспадами и потокоподъемами (патент Украины №77143) водного раствора коагулянта, который после активации подают в соответствующие смесители водных макросистем, например, в смесители и секции фильтровальных станций, где вода и активный коагулянт проходят стадии механических и физико-химических деструкций, осаждения и обеззараживания при значительно меньших дозах активного коагулянта в сравнении с присутствием и отсутствием систем "ЭСАРК". При этом регламент режимности включения системы "ЭСАРК" для активации коагулянта является избирательным. К отличительным

особенностям электролизеров и их работы в составе фильтровальных станций является:

- выполнение анодов полыми, для накопления газожидкостной фазы из активных ионов и свободных электронов, формирующих буферные амбиполярные аномалии на выходах активного коагулянта на потокоспаде и потокоподъеме тангенциально закрученных потоков коагулянта в электролизерной межэлектродной щели установки, обеспечивающие насыщение активного коагулянта с повышенной реакционной способностью в фазе;
- формирование основ очистки и одновременного обеззараживания воды с высокой степенью эффективности и экономии объемов расхода исходного коагулянта обеспечивается режимными параметрами работы спаренных электролизеров, преимущественно с полыми анодами, которые в режиме монотонного накопления обеспечивают формирование активных ионных текстур и буферных аномалий с концентрированным газожидкостным цилиндром из активных ионов, свободных

электронов, радикалов и озона, как компонент радикального подхода в неизбежной их целесообразности использования во всех существующих водных макросистемах и фильтровальных станциях.

- формирование нового направления в науке и технике, – электродисперсионное управление микрореологическими и обеззараживающими свойствами водных макросистем.
- активация водного раствора коагулянта в полостях электролизерной установки характеризуется метастабильностью электротермодинамического и электродинамического процессов растворения, то есть постоянно сохраняется энергетически возбужденное состояние образования положительных и отрицательных ионов и молекул из нейтральных атомов и молекул с кулоновским электростатическим и амбиполярным взаимодействием, например металлов и неметаллов (NaCl) и соответствующего ионного кристалла. В верхних частях полых анодов формируются магнитовакуумакустические полости с вертикальными газожидкостными текстурами активности, в которых



происходят акты сродства с параметрическими вакуумакустическими резонансами, а также формируются условия непрерывной генерации квантовомеханических флуктуаций холодного термомолекулярного электролиза и синтез-катализа по обновлению ионизирующего излучения и затухания. Резервом активации является создание условий вакуумакустического диспергирования в соответствии с критериями научного открытия №124 МААНОИ "Явление вакуумакустической активации в жидкостных системах", – автор академик, д.ф.т.н. Пашенко В.А. Для этих целей операционная система на входе в электролизер снабжается гидродинамическими диспергаторами ДГ, которые непрерывно диспергируют и активизируют раствор коагулянта к актам обеззараживающими свойствами водной системы при их смешивании в смесителях фильтровальной станции.

### Главные отличительные признаки технологий и систем "ЭСАРК":

- выполнение способа с функциями резонаторной активации коагулянта наряду с вращательным термодиализом с квазитермодинамическими пульсациями при помощи щели и аттрактора, – усиливающих ступенчатую ионизацию раствора коагулянта;
- **выполнение системы с подсистемами:**
  - ▷ подготовки и резервирования раствора коагулянта;
  - ▷ дозирования, учета и подачи в реактор электролизера;
  - ▷ дегазации при помощи автоматического газоотводчика;
  - ▷ управления и питания по силе тока и напряжения к ре-

жимности ступенчатой ионизации;

- ▷ смешивания и коагуляции обрабатываемой воды и активного ступенчато ионизированного раствора коагулянта;
- ▷ эффективный контроль расхода коагулянта;
- ▷ совмещенного электролиза, термодиализа, объемного резонансного квазитермодинамического микродиализа и ступенчатой ионизации;
- ▷ режимность электролизеров 4–5 вольт при плотности тока 210–250 А/м².

### • выполнение установки электролиза:

- ▷ с полыми электродами-анодами из нерастворимого металла, например, титана с покрытием оксид рутения/оксид титана, а охватывающие их электроды-катоды из титана.

При этом реакторы выполнены двухступенчатыми с тангенциальным нисходящим и восходящим закручиванием потока раствора коагулянта относительно электрических полей с подсистемами для реализации способа активации раствора коагулянта.

Особенностью технологий активации растворов коагулянта является их универсальность к типу коагулянта, например, к сульфатам алюминия или железа или основных хлоридов алюминия или гидроксида алюминия  $(Al_2(SO_4)_3 \rightarrow 2Al^{+3} + 3(SO_4)^{-})$  или  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O \rightarrow \dots$  или  $AlCl_3 \rightarrow \dots$  или  $FeCl_3 \rightarrow \dots$  или  $Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow \dots$

Установлено, что гидросульфат алюминия  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  растворяется по системе приведенной на рис. 1.

Исследованию подвергнуто и более эффективный коагулянт – дегидрокосульфат алюминия (ДГСА) –  $Al_2(SO_4)_2 \cdot (OH)_2 \cdot 11H_2O$  –

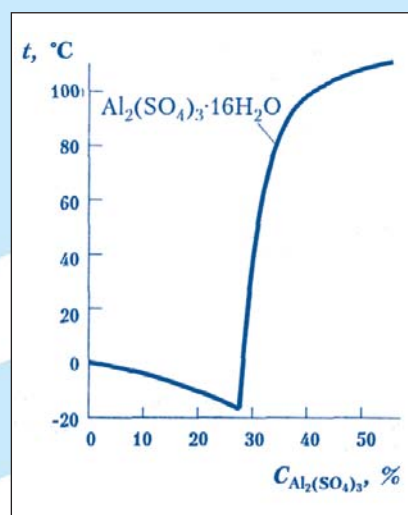
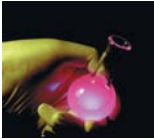


Рис. 1.

который работает в более широком диапазоне pH очистки воды. В результате электродиализа формируются высший положительный заряд и лучшая адсорбционная способность, так как он есть более основным коагулянтом, благодаря чему формируется менее агрессивная кислотная коррозия оборудования и коммуникаций. Кинематическая вязкость раствора ДГСА изменяется по линейному закону от температуры и концентрации. На рис. 2. приведена установка электролизной активации раствора коагулянта, которая включает:

1. Емкость для раствора коагулянта;
2. Раствор коагулянта;
3. Насос дозатор;
4. Расходомер;
5. Автоматический газоотводчик;
6. Патрубок выброса газов в атмосферу;
7. Катод 1-й ступени реактора электролизера;
8. ОРТА аноды (окисно рутеново-титановые аноды);
9. Задвижка слива осадка;
10. Задвижка активированного раствора коагулянта;
11. Система управления и электропитания;



12. Смеситель (резервуар для смешивания активированного раствора коагулянта с обрабатываемой водой с отсеками коагуляции);

13. Вход обрабатываемой воды;

14. Выход очищенной воды в отстойник и к фильтрам.

Использование данной установки для очистки и обеззараживания воды за счет активации коагулянта, обеспечивается за счет перевода коагулянта в газожидкостное состояние затем вводят в обрабатываемую воду и интенсивно перемешивают в смесителе. Дозы регулируют. Расход коагулянта компенсируют подачей в электролизную установку свежего коагулянта. Обработанную воду подают в отстойники, а затем осветляют фильтрами. Содержание коагулянта и остатка контролируют и регулируют. Процесс электробезопасный и контролируется электронным инвертором с активной и оперативной базой данных, в том числе ее хранения. Силу тока электролизеров регулируют.

Дозу ( $\Delta$ ) коагулянта  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $FeCl_3$  или  $FeSO_4$  определено по формуле  $\Delta = 4\sqrt{Ц}$ , где Ц – цветность воды, град.

Оптимальную Дозу коагулянта ( $\Delta_{opt}$ ) для осветления воды предложено выбирать по формуле:

$$\Delta_{opt}^{пр} = K_1 M(C+RM)^{-2/n} + K_2(C+RM)^{-2}$$

где  $K_1$  и  $K_2$  – коэффициенты практики;  $R$  – коэффициент, характеризующий загрязненность воды ( $M$ ) и продуктов электролиза (гидролиза) коагулянта ( $C$ ) – их среднестатистические соотношения.

Дозу коагулянта для обесцвечивания можно определить по формулам:

$$\Delta_{opt}^{об} = K_1 Ц (C+RC)^{-2/n} + K_2(C+RC)^{-2}$$

или при  $Ц < Ц_{кр}$   $\Delta_{opt}^{об} = R((1-Q)Ц)^m$   
 где,  $Q = P_r/C$  – Доля цветности, обусловленная истинно растворенными веществами.

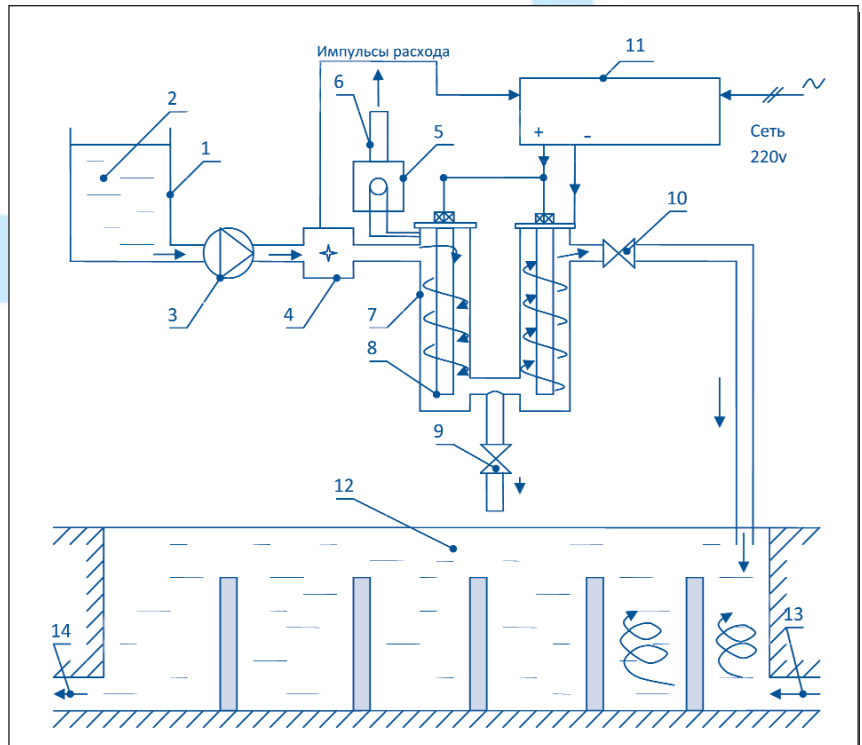


Рис. 2.

**В технологии использованы приемы активации:**

- ступенчатой ионизации, электроионизации и электрохимической стабилизации;
- раздельной и ступенчатой микрореологии;
- концентрационной макрореологии;
- фракционной стабилизации;
- непрерывной газификации;
- прерывистой локализации эффекта;
- градиентной текстуризации;
- термогравитационной очистки и газификации;
- дисперсной модификации на потокоспадах и потокоподъемах;
- стабилизационной деструкции;
- электролизной девиации сдвигов и напряжений;
- вихревой ювенилизации слоев;
- амбиполярной диффузии и насыщения;
- магнитовакумакустической

текстуризации;

- электродисперсионной модуляции;
- трансиндукционной минимизации;
- буферного накопления ионов и свободных электронов.

Экспериментально установлено неизвестное ранее явление электролизной дисперсионной активации в водных растворах коагулянтов, обусловленное аномальным повышением растворимости коагулянтов при буферной газожидкостной ионной насыщенности и роста суммарной ионной силы в присутствии тормозных ионов и свободных электронов, что описано формулой

$$\mu = K_a \sum C_i Z_i^2$$

$K_a$  – коэффициент активации (экспериментом установлено, что он равен 0,5–1,5 и зависит от газожидкостной дисперсности в фазе);  $C_i$  – молярность раствора;  $Z_i$  – заряд  $i$ -го иона в активной фазе.



Концентрация микродисперсий пропорциональна их концентрации в маточном растворе и подчиняется закону пропорциональности

$$D_p = C_T / C_p$$

где  $C_T$  – концентрация микродисперсий в основной твердой (объединенной) фазе;

$C_p$  – концентрация микродисперсий в растворе (активная фаза) после электролиза.

$D_p$  – уравновешенный параметр концентрации и разделения.

В основу активации взят параметрический ряд электрохимических потенциалов металлов

↓  
Li, Rb, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Be, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H, Bi, Sb, Cu, Hg, As, Pt, Au  
активность падает

В технологиях уточнены параметры состояния и электродинамика движущихся в электролизерах коагулянтов с учетом их вращения в межэлектродных зазорах, скоростей, координат и времени ионизации относительно полых цилиндров анодов, где происходит накопление газожидкостных аномалий из ионов и свободных электронов, активизирующих коагулянт при его диспергировании и переводе в активную фазу и усиливающих распространение электрических и магнитоэлектрических градиентов и их резонирующей направленности.

### ■ РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ УСТАНОВКИ "ЭСАРК" НА КРАСНОАРМЕЙСКОЙ ФИЛЬТРОВАЛЬНОЙ СТАНЦИИ

Испытания проводились с 23 марта по 17 апреля 2007 года. В состав ВОС входят:

- два дырчатых смесителя;
- десять секций горизонтального отстойника со встроенными камерами хлопьеобразования;

- 14 скорых фильтров;
- два РЧВ;
- установки реагентного хозяйства (хлорирования, коагулирования, подщелачивания, флокулирования, обработки воды перманганатом калия и активным углем).

Фактическая производительность фильтровальной станции во время испытаний составляла **85,7–91,9** тыс. м<sup>3</sup>/сут при проектной – 170 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Сокращение производительности вызвано уменьшением водопотребления.

На фильтровальную станцию исходная вода поступала из ЮДВ в левый смеситель и из водовода Верхне-Кальмиусской фильтровальной станции в правый смеситель. В период испытаний расход воды по левому смесителю составлял 2200–2400 м<sup>3</sup>/час. по правому – 1300–1400 м<sup>3</sup>/час. В период испытаний на ВОС фильтровальной станции поступала маломутная 6,52–20,9 мг/дм<sup>3</sup>, малоцветная 15–19 град вода с низкой температурой  $t=6-10,3^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{pH}=8,24-8,6$ ,  $\text{ЛКП}=78-270$  кое/дм<sup>3</sup>. При этом отмечалось цветение средней интенсивности до 39 тыс.кл/см<sup>3</sup>.

Качество воды, поступающей в левый и правый смеситель, отличалось незначительно (5–10%).

Установка по активации раствора коагулянта была смонтирована на трубопроводе, подающем раствор коагулянта в левый смеситель.

Исследования хлорпоглощаемости воды в отстойниках (приложение 1) показали, что вода, поступающая из левого смесителя, распределяется на 6 секций камер хлопьеобразования и отстойников (№№ 5–10); поступающая из правого смесителя на 4 секции (№№ 1–4), при этом нагрузки по обеим группам отстойников практически одинаковы.

Градиент скорости перемешивания реагентов в левом смесителе в 1,7 раза выше, чем в правом смесителе.

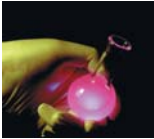
Более эффективное перемешивание реагентов в левом смесителе повышает эффект коагулирования воды.

Эффективность активации раствора коагулянта определялась путем сравнения доз коагулянта, подаваемого в правый и левый смесители, при обеспечении одинакового (близкого) качества питьевой воды в правом и левом коллекторах. Обобщенные данные испытаний установки по активации раствора коагулянта приведены в таблице 1.

Так, с 3 по 4 апреля при мутности исходной воды 12,9–14,3 мг/дм<sup>3</sup>, дозе коагулянта по правому смесителю 20 мг/дм<sup>3</sup>, по левому – 10 мг/дм<sup>3</sup> мутность питьевой воды в правом коллекторе – 0,23–0,29 мг/дм<sup>3</sup>, в левом – 0,23–0,34 мг/дм<sup>3</sup>. Это потребовало (5–6 апреля) увеличения дозы коагулянта по левому смесителю с 10 до 12 мг/дм<sup>3</sup>. Экономия коагулянта по левому смесителю составила 30%. 7–8 апреля при мутности исходной воды 11,7–19,9 мг/дм<sup>3</sup> и дозе коагулянта по правому смесителю 15 мг/дм<sup>3</sup>, по левому – 7,5 мг/дм<sup>3</sup> мутность питьевой воды в правом коллекторе была 0,26–0,29 мг/дм<sup>3</sup>, в левом – 0,23–0,35 мг/дм<sup>3</sup>, что потребовало для выравнивания качества воды по коллекторам фильтров (9–10 апреля) увеличить дозу активированного коагулянта с 7,5 до 14 мг/дм<sup>3</sup>. При этом, экономия коагулянта по левому смесителю составила в среднем 20%. В отдельные периоды экономия коагулянта по левому смесителю достигала 50%.

### ■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспериментально установлено неизвестное ранее явление электрощелевой квантовомехани-



ческой активации и стабилизации в электролизных водных макросистемах, заключающийся в том, что при воздействии на водные растворы коагулянтов мощными щелевыми электрическими и магнитовакуумакустическими полями происходит образование метастабильных квазитермодинамических текстур в фазах химических связей водных растворов коагулянтов, обусловленное электродиализным и магнитовакуумакустическим усилением магнитной памяти деструктурированных электролизных водных макросистем.

Синергетика таких тензорных деформаций и напряжений в механике сплошной среды определяется факторами самоорганизации или самодезорганизации девиаторов деформации ( $\epsilon_{ij}$ ) и напряжения ( $\sigma_{ij}$ ), которые выра-

жаются соответственно:

$$\text{а) } \begin{aligned} \mathcal{E}_{11} &= \epsilon_{11} - \epsilon, \quad \mathcal{E}_{22} = \epsilon_{22} - \epsilon, \quad \mathcal{E}_{33} = \epsilon_{33} - \epsilon, \\ \mathcal{E}_{12} &= \epsilon_{12}, \quad \mathcal{E}_{23} = \epsilon_{23}, \quad \mathcal{E}_{31} = \epsilon_{31}, \end{aligned}$$

где  $\epsilon = (\epsilon_{11} + \epsilon_{22} + \epsilon_{33})/3$  – средняя деформация, при этом  $\mathcal{E}_{11} + \mathcal{E}_{22} + \mathcal{E}_{33} = 0$

$$\text{б) } \begin{aligned} S_{11} &= \sigma_{11} - \sigma, \quad S_{22} = \sigma_{22} - \sigma, \quad S_{33} = \sigma_{33} - \sigma, \\ S_{12} &= \sigma_{12}, \quad S_{23} = \sigma_{23}, \quad S_{31} = \sigma_{31}, \end{aligned}$$

где  $\sigma = (\sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33})/3$  – гидростатическое (среднее) напряжение, при этом  $S_{11} + S_{22} + S_{33} = 0$

В синергетике открытых систем, а именно в процессах образования, устойчивости и разрушения упорядоченных временных и пространственных структур в сложных неравновесных системах различной природы важнейшим является выявление общих закономерностей, свойств, явлений и их параметров состояния, как при самоорганизации так и при самодезорганизации после деструкции и знать

время релаксации метастабильности в режиме дипольной ориентации или переориентации молекул и атомов под воздействием различных физических полей, в том числе гравитационного, термогравитационного, вакуумного, вакуумакустического, звукового, вибрационного, электромагнитного, магнитоэлектрического, теплового, химического, квантово-механического, механического, а также совместных, то есть синергетических (synergetikos), как согласованно действующих при управлении их комбинационно-квантовыми и дипольными состояниями на тензорных уровнях, как по деформации так и по напряжению участия в химических реакциях микро- и макро-водных суспензий и эмульсий неорганического или органического свойства.

## КОРПОРАЦИЯ ТЭС ПромЭкономСервис

Корпорация "ПромЭкономСервис" занимается научно-технической разработкой и внедрением новых, энергосберегающих и природоохранных технологий, осуществляет лицензионную деятельность по всем торговым аспектам прав интеллектуальной собственности.



### ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ГОРЕНИЯ ТОПЛИВА (ТИГ)<sup>©</sup>

позволяет сокращать расход любого сжигаемого топлива на теплогенерирующих установках различной мощности, снижать затраты электроэнергии на собственные нужды, существенно сокращать концентрацию и валовые выбросы вредных веществ в атмосферу, что соответствует требованиям Киотского протокола.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ТИГ ПОЗВОЛЯЕТ:

- увеличить КПД (брутто) котла и годовую экономию топлива в пределах 1,0 - 3,6 %;
- снизить расход электроэнергии на собственные нужды на 0,21 % при среднеэксплуатационной нагрузке энергоблока ТЭС или ТЭЦ;
- достичь годовой экономический эффект в 300 000 - 700 000 \$ для котлоагрегатов ТЭС.

ТИГ успешно эксплуатируется более чем на 15 объектах ТЭК Украины.

### БЕЗРЕАГЕНТНАЯ АНТИНАКИПНАЯ УСТАНОВКА ОБРАБОТКИ ВОДЫ (БАУ)<sup>©</sup>

позволяет решить проблему безнакипного режима работы водогрейных котлов и теплообменников систем теплоснабжения и горячего водоснабжения.

ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БАУ ДОСТИГАЕТСЯ:

- годовая экономия топлива до 10%;
- снижение затрат на очистку, ремонт и замену оборудования;
- сокращение платы за загрязнение окружающей среды и снижение выбросов в атмосферу CO<sub>2</sub>, что соответствует условиям Киотского протокола.

БАУ успешно эксплуатируется более чем на 30 объектах Украины.

