

**Международная научно-практическая конференция  
«Новые подходы к решению экологических проблем промышленных предприятий»  
27 – 28 мая 2009 г., Кольская ГМК, г. Мончегорск**

**Тема: «Инновационная российская технология безреагентной очистки промстоков»**

Докладчик: Александр Александрович Старцев, генеральный директор Северо-Западного Международного Центра чистых производств ЮНИДО (ООН по Промышленному Развитию), Санкт-Петербург

**Уважаемые участники конференции!**

Представляемая инновационная российская технология очистки жидких сред от различных загрязнителей, по существу, является элементом **нового - шестого технологического уклада**, где используется уникальный принцип под названием *гидроволновой*. Разработанные на основе данного принципа технологии далеко опережают мировые аналоги и могут применяться в различных сферах хозяйственной деятельности человека, в том числе на горно-металлургических и горно-обогатительных комбинатах, в системах очистки промышленных стоков от различных видов загрязнения. Причем, таких системах, где не требуется никаких реагентов, что принципиально уменьшает риски вторичного загрязнения окружающей среды при переработке отходов.



Разработчиком и создателем представляющего интерес опытно-промышленного оборудования в автономном модульном исполнении является Научно-производственный центр «ТЕРОС-МИФИ» (г. Москва). Инновационные разработки компании 24 июля 2008 года были представлены Президенту России Д.А. Медведеву и заслужили его высокую оценку. Активную поддержку компании «ТЕРОС-МИФИ» оказывают

Председатель Совета Федерации С.М. Миронов и заместитель Председателя Правительства РФ И.И. Сечин.

Обращают на себя внимание необычные эксплуатационные характеристики оборудования. Затраты электроэнергии на очистку воды составляют всего лишь **три кВтч/м<sup>3</sup>**. Температурный режим работы оборудования не превышает 100 °С. **Расходные материалы (фильтры, мембраны, ионообменные смолы, сорбенты, химические реагенты, и т.д.) не требуются. Опасные отходы не образуются.** Производительность одного модуля (линейные размеры 10х3х3 метров) составляет до 50 м<sup>3</sup>/час (в сутки - железнодорожный состав из 20 цистерн) очищенных стоков. На выходе техпроцесса образуется чистая вода, причем дистиллированная и

влажный (порядка 80%) осадок IV класса опасности. Токсичные органические химические вещества, если они были в стоках, разлагаются на молекулярном уровне и выпадают в осадок в виде устойчивых соединений. ***По существу, это мини-завод по производству дистиллированной воды из промышленных стоков.*** Капитальное строительство при вводе оборудования в эксплуатацию не требуется. Не требуется и обогрев помещения, где находится оборудование. Даже в условиях Крайнего Севера, поскольку в процессе работы очистного оборудования выделяется достаточное количество тепловой энергии. Более того, в условиях низких температур окружающей среды создается более комфортный режим работы оборудования. Внутренняя «начинка» оборудования показана на снимке.



Оригинальный метод, положенный в основу инновационной технологии, применим также для решения сопутствующих задач. В частности, компанией созданы установки, позволяющие производить высокоэффективное модифицированное топливо (водотопливную эмульсию: вода + мазут в соотношении 1:1; вода +

дизельное топливо в соотношении 4:1 соответственно). Такое весьма экономичное модифицированное топливо также может использоваться на ГМК и ГОК в котельных, где руководство предприятий ищет пути повышения энергоэффективности и ресурсосбережения. При внедрении это модифицированное топливо в сочетании с дистиллированной водой, получаемой из промстоков, может дать существенный экономический и экологический эффект.

#### **Особенности гидроволновой технологии применительно к очистке стоков ГМК**

Название «Гидроволновой метод» авторское. При этом автор не брал за основу какие-либо теории из числа известных в мировой практике или науке. Просто он так решил назвать свое ноу-хау. Поэтому любые попытки отыскать где-либо что-то похожее на авторскую идею не смогут привести к положительному результату.

Главное отличие применяемого метода от других, в которых возникают тепловые процессы, состоит в следующем: нагрев жидкого потока происходит за счет механических и частотных воздействий (термодинамических циклов). Традиционные тепло-нагревательные схемы здесь не применяются. И это обстоятельство сразу же снимает ряд проблем со всякого рода отложениями («накипью»), которые имеют место в традиционных теплообменных системах.

При прохождении жидкого потока через гидродинамический теплогенератор возникает эффект обтекания «плохо обтекаемого тела». За этим «плохо обтекаемым телом» имеются каверны, в которых образуются

пустоты (вакуум). Пустоты заполняются молекулами воды и быстро испаряются. Парообразование при этом может возникать при температурах, гораздо ниже 100 °С. Иногда даже порядка 30 °С. За счет этого экономится значительное количество энергии на процесс парообразования. (Отдаленным прототипом можно считать работу тепловых насосов, где используется эффект кавитации).

Дополнительное высокочастотное воздействие (близкое по частоте к ультразвуковому) на жидкий поток с различными химическими загрязнителями вызывает эффективную термоокислительную реакцию, которая приводит к деструкции молекул загрязняющих веществ. В том числе сложных органических молекул химических веществ, а также тяжелых металлов. Возникают три ключевых процесса, необходимых для очистки жидкости:

- 1) нагрев воды,
- 2) стерилизация,
- 3) деструкция молекул загрязнения и перевод их в безвредные простые компоненты.

Посредством контактных теплообменных процессов идет интенсивное парообразование с последующей конденсацией. В результате образуется чистая (дистиллированная) вода и нетоксичный влажный (78 – 80% влажности) иловый осадок IV класса опасности (по российской классификации) При этом надо иметь в виду, что исходные сточные воды могли быть высокого (II – III класса) опасности. То есть, класс опасности отходов существенно снижается, и из жидкой фазы они переходят в твердые шламы.

Энергозатраты на процесс очистки сточных вод горно-металлургического производства будут составлять порядка 3 кВт•час на 1 м<sup>3</sup> очищенных стоков.

Для сравнения: при использовании метода обратного осмоса образуется только 35 – 40 % очищенной воды из исходного потока, а остальное – это концентрированный жидкий высокотоксичный отход, который также создает проблему. В случае применения гидроволнового метода – почти вся имеющаяся в стоках вода превращается в дистиллят и может быть использована в технологических целях производства. При этом затраты энергии на порядок меньше, чем при обратном осмосе. Кроме того, обратный осмос - очень «капризная и тонкая» технология. Нередко отказывает, если очищаемый поток неоднороден. Гидроволновой же метод начисто лишен этих проблем.

#### **Области эффективного применения технологий на основе гидроволнового метода:**

- очистка сточных вод различных промышленных, сельскохозяйственных предприятий и сферы ЖКХ любой степени загрязнения до уровня - вода питьевая, в том числе в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций;
- очистка ливневых стоков, инфильтрата полигонов и свалок отходов для защиты от загрязнения водоёмов, рек и морей;

- очистка и опреснение морской воды, обезжелезивание, обессоливание природных вод различной степени загрязнения (без применения химических реагентов и водоподготовки);
- очистка подземных и поверхностных источников питьевого водоснабжения и технического назначения от высокомолекулярных химических загрязнителей (метил-третбутилового эфира, стойких токсичных веществ, полиароматических углеводородов, и других);
- обезвреживание стойких органических загрязнителей (старые пестициды, полихлорированные бифенилы, диоксины и фураны), химических реактивов и отравляющих веществ;
- очистка промстоков в процессе нефтегазопереработки, а также очистка сырой нефти и нефтепродуктов от серы и других нежелательных примесей;
- удаление нефтешламов и остатков различных химических веществ в танках, цистернах, емкостях, трубопроводах;
- очистка попутного нефтяного газа от серы и других нежелательных примесей;
- очистка промстоков в текстильной и кожевенной промышленности;
- очистка воды от высокосолевых жидких радиоактивных отходов (ЖРО);
- создание модифицированных водотопливных эмульсий (на основе устойчивого, на молекулярном уровне смешивания с водой нефтепродуктов и биотоплива в процентном соотношении не хуже, чем 80% воды на 20% топлива) и развитие рынка автономных когенераторов (сверхэкономичные модульные установки для одновременной выработки электрической и тепловой энергии);
- утилизация отработанных горючесмазочных материалов путем создания стойких водотопливных эмульсий и последующего высокотемпературного их сжигания с одновременным получением энергии;
- создание высокоэффективного оборудования для производства биотоплива, например, этанола из отходов лесозаготовки и деревообработки, для очистки стоков ЦБК;
- создание экономичного вспомогательного оборудования для агропромышленного сектора, в частности, при производстве сахара, масел, крахмала, а также при очистке послеспиртовой барды на спиртовом производстве, гидролизном производстве, стоков пивных заводов, и других видов продукции.

**Практические результаты деятельности предприятия по внедрению гидроволновой технологии очистки и обессоливания жидкостей:**

1. Создана и в 2002 году направлена в Саудовскую Аравию опытная установка по очистке и опреснению морской воды производительностью 1 м<sup>3</sup> в час.
2. Создана и с 2004 года работает установка по очистке вод артезианских скважин производительностью 50 м<sup>3</sup> в час на одном из государственных объектов в Московской области.
3. Создана в контейнерном исполнении и отправлена в Республику Коми Российской Федерации (на ОАО «Северная нефть») установка очистки вод артезианских скважин производительностью 3 м<sup>3</sup> в час.

4. Изготовлена, поставлена и запущена установка по обезжелезиванию воды производительностью 7 м<sup>3</sup> в час на аккумуляторном заводе в г. Бор Нижегородской области.
5. Создана и прошла испытания установка для улучшения качества каспийской нефти (удаления и серы и других нежелательных примесей). Кроме того, с этой же нефтью проведены испытания по понижению температуры замерзания (с + 8 °С до – 15 °С).
6. По линии государственного заказа создана на основе гидроволнового метода установка для обезвреживания химического оружия и реакционных масс.
7. Создана и успешно прошла испытания установка по очистке низкоактивных жидких радиоактивных отходов для атомных предприятий.
8. Создано и работают шесть установок кавитационной подготовки смеси отравляющих веществ и сточных вод для подачи в плазменную печь для уничтожения отравляющих веществ по международной программе.
9. Получены лицензии на проектирование и изготовление оборудования для ядерных установок.
10. Получены сертификаты и акты ввода в эксплуатацию на изготовленные водоочистные установки.
11. Получено 15 российских и зарубежных патентов на разработки предприятия, где используется гидроволновой метод.

**Основные преимущества гидроволнового метода очистки жидких сред:**

1. Жидкая среда нагревается и испаряется не через теплообменную поверхность, а за счет высокочастотного механического воздействия на жидкость.
2. Применяется новый способ конденсации пара, при котором все тепло конденсации может быть использовано для нагрева и испарения исходной жидкой среды.
3. В результате высокочастотных воздействий происходит деструкция молекул, в частности органических молекул токсичных веществ, в безвредные простые компоненты.
4. Технологии на основе гидроволнового метода не требуют водоподготовки. В применяемом оборудовании не требуются никакие расходные материалы (химические реагенты, сорбенты, ионообменные смолы, активированные угли, и т.п.), фильтры и мембраны.
5. Однако имеется возможность получения *синергического эффекта* при очистке жидких сред путем сочетания гидроволнового метода и нанотехнологий, в частности, экологически нейтрального наноматериала УСВР (углеродная смесь высокой реакционной способности, содержащая нанотрубки и нанокольца; удельная сорбирующая поверхность – 2000 м<sup>2</sup> на 1 г вещества).

6. Имеется также возможность осуществления звукохимических реакций, при которых со-осаждение элементов и их изотопов из очищаемого потока может стать более эффективным. Затем эти элементы можно разделить и использовать в дальнейших циклах переработки.
7. Независимо от производительности оборудования обеспечиваются низкие энергозатраты процесса очистки жидких сред, которые обеспечивают высокую конкурентоспособность данному методу.
8. Опасные отходы при использовании метода не образуются. Напротив, можно организовывать безотходные производства, например, разделяя после процесса опреснения морской воды смешанный солевой осадок на требуемые компоненты.
9. Создаваемое на основе данного метода оборудование отличается надежностью, долговечностью и простотой в эксплуатации (высокая квалификация оператора не требуется). Кроме того контейнерное исполнение требуемых установок позволяет исключить дорогостоящие капитальные затраты и эксплуатировать оборудование «прямо с колес».