



**Некоммерческое партнерство
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ
Единой энергетической системы»**

109044 г.Москва, Воронцовский пер., дом 2
Тел. (495) 912-1078, 912-5799, факс (495) 632-7285
E-mail: dtv@nts-ees.ru, <http://www.nts-ees.ru/>

УТВЕРЖДАЮ

Президент НП «НТС ЕЭС»
д.т.н., профессор

Н.Д. Роголёв

«15» мая 2017 года

26.04.2017 года.

г. Москва

Протокол №1

заседания подсекции «Водоподготовка и водно-химические режимы» НП «НТС ЕЭС» по теме: «Опыт внедрения динамических осветлителей для очистки природных и сточных вод».

Присутствовали:

- члены подсекции «Водоподготовка и водно-химические режимы» научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС»;
- представители:
 - ОАО «ВТИ»;
 - МЭИ;
 - ОАО «Мосэнерго»;
 - ЗАО "Фирма Гидроникс"
 - ОАО "Фирма ОРГРЭС"
 - ООО «Энергоэкосервис»
 - ПАО "Северсталь"
 - РАВВ (Российская ассоциация водоснабжения и водоотведения);

Председательствовал:

- председатель подсекции «Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС» к.т.н. Е.Н. Иванов;

С докладом «Опыт внедрения динамических осветлителей для очистки природных и сточных вод» выступил технический директор ООО ИЦ «Объединённые водные технологии» Игорь Семёнович Балаев.

В своём докладе он отметил, что в ООО ИЦ «Объединённые водные технологии» (далее ОВТ) разработана технология динамического осветления воды (Dinamic Clarification) под торговой маркой ДИКЛАР/DYCLAR на базе динамических осветлителей и динамических осветлительных фильтров.

Принципиально динамический осветлитель основан на технологии контактного коагуляционного осветления воды, но в место широкого известного безнапорного контактного осветлителя КО-3, загруженного тяжелой загрузкой (гравий, кварцевый песок), применяется напорный фильтр с плавающей загрузкой. Традиционно в таком фильтре в качестве фильтрующего материала используется гранулированный вспененный пенополистирол, обладающий низкой механической прочностью, а также в фильтре с плавающей загрузкой используются устаревшие дренажно-распределительные устройства.

Отличительные особенности технологии динамического осветления воды являются следующие:

- в фильтрах с плавающей загрузкой применяются усовершенствованные дренажно-распределительные устройства;
- использование в качестве фильтрующей загрузки гранулированного крупнозернистого плавающего инертного материала под торговой маркой ИНЕРТ/INERT на основе высокопрочных полимерных материалов со сроком службы не менее 20 лет.
- предварительная коагуляция исходной воды с последующим прохождением через напорную контактную емкость, объем которой обеспечивает пребывание воды в ней 5-10 мин;
- последующая флокуляция воды с целью обеспечения прилипания коагулированных хлопьев к плавающему инерту при фильтрации восходящим потоком;
- периодическая очистка инертного материала сжатым воздухом (перетирание зерен) с последующей промывкой нисходящим потоком воды, обеспечивающая 100% очистку.

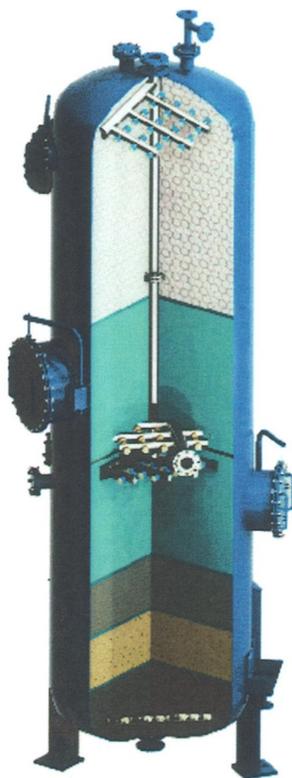
Конструктивное исполнение технологии динамического осветления предусматривает варианты:

- динамический осветлитель (ДО) – напорный фильтр с усовершенствованными дренажно-распределительными устройствами и загруженный плавающей загрузкой ИНЕРТ на высоту 1,5-2,0 м. Вода после ввода коагулянта и флокулянта фильтруется со скоростью до 20 м/ч. С целью обеспечения гарантированного высокого качества осветленной воды после ДО вода

фильтруется через механический фильтр с двухслойной загрузкой (крупнозернистый гидроантрацит, мелкозернистый кварцевый песок);



- динамический осветлительный фильтр (ДОФ) – представляющий собой вертикальный двухкамерный аппарат, состоящий из верхней камеры динамического осветления воды и нижней камеры тонкой доочистки. Принцип работы ДОФ заключается в следующем. Фильтрация воды после ввода в неё коагулянта и флокулянта проводится последовательно восходящим потоком через камеру тонкой очистки, загруженную гидроантрацитом и кварцевым песком. Периодическая очистка фильтрующих материалов предварительно проводится сжатым воздухом в камере динамического осветления, а затем водой в противоположном направлении – сначала восходящим потоком через камеру динамического осветления, загруженную плавающим инертным материалом, и далее нисходящим потоком в камеру тонкой очистки, промывая слои кварцевого песка и гидроантрацита, а далее через центральную трубу вода попадает в камеру динамического осветления и нисходящим потоком промывает слой плавающего инерта.



Таким образом ДОФ совмещает в одном аппарате осветлитель воды и механическую фильтрацию.

Технология ДИКЛАР реализована на следующих предприятиях:

- Новокузнецкий алюминиевый завод (РУСАЛ), очистка промышленно-ливневых сточных вод, производительность до 268 м³/ч (схема ДО-МФ) 2012 г.;
- ТОО “Компания Нефтехим LTD”, г. Павлодар, РК, очистка речной воды, производительность до 75 м³/ч (схема ДОФ), 2013 г.;
- Нижнекамская ТЭЦ (Татнефть), очистка промышленно-ливневых сточных вод, производительность 72 м³/ч (схема ДО), 2015 г.;
- Воронежсинтезкаучук (СИБУР), очистка речной воды, производительность 480 м³/ч (схема ДО), 2015 г.

Результаты по степени очистки различных вод на основании опыта эксплуатации промышленных объектов и пилотных испытаний представлены ниже.

Показатель качества	Исходная вода	Осветленная вода	Нормы СанПиН вода питьевая	ПДК Рыбохоз. водоемов	СТО ВТИ 37.002-2005
Взвешенные вещества, мг/дм ³	3-290	0,5-2,0	-	Фон реки+0,75	2-5 (0,5-1,0)
Мутность, мг/дм ³	2-215	0,1-0,8	1,5	-	-
Перманганатная окисляемость мгО/дм ³	3,8-76	1,6-9,4	5,0	-	см ОВ

Цветность, град	30-807	6-20	20	-	-
Железо общее, мг/дм ³	0,3-7,6	0,03-0,12	0,3	0,1	0,3(1,0)
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,06-3,4	0,03-0,09	0,1	0,05	0,5 (1,0)
Активированная кремнекислота, мг/дм ³	4,8-13,3	4,3-7,3	10,0	-	-
Фосфаты, мг/дм ³	0,1-1,2	0,01-0,05	-	0,05	-
Алюминий, мг/дм ³	0,05-1,2	0,02-0,06	0,5	0,04	0,1

В выступлении И.С. Балаева отмечено, что при внедрении технологии динамического осветления воды ДИКЛАР подогрев воды не является обязательным требованием (по сравнению с существующими осветлителями со взвешенным слоем). В частности на всех промышленных объектах, где внедрена технология ДИКЛАР, отсутствуют подогреватели исходной воды (температура исходной воды составляет 5-25⁰С в зависимости от сезона года).

При реализации технологии используются только отечественные химические реагенты – коагулянт (сульфат алюминия дозой 0,5-1,5 мг-экв/дм³ или Аква-Аурат-30 дозой 5-12 мг/дм³) и флокулянт (Праестол дозой 0,5-1,0 мг/дм³).

Скорость фильтрования на ДО и ДОФ в оптимальном режиме составляет 10-15 м/ч в зависимости от содержания взвешенных веществ в исходной воде. Максимальная (форсированная) скорость допускается до 20 м/ч.

Количество промывных сточных вод составляет 4-6% от производительности установки.

На основании результатов эксплуатации промышленных установок и пилотных испытаний И.С. Балаев сделал следующие выводы:

- технология динамического осветления воды ДИКЛАР универсальна для очистки природных и сточных вод методом коагуляции. Качественный состав исходной воды практически не нормируется по таким показателям как взвешенные вещества, окисляемости, цветности, окислы железа и т.д.;
- во всех режимах работы аппаратов гарантируется высокое качество очищенной воды (мутность менее 0,8 мг/дм³, содержание окислов железа и алюминия менее 0,1 мг/дм³, цветность менее 20 град, снижение окисляемости на 50-80%);

- используется отечественное оборудование и фильтрующие материалы, срок службы которых соответственно составляет не менее 30 лет и 10-20 лет, что обеспечивает низкие капитальные и эксплуатационные затраты;
- простота автоматизации: основной технологический поток – дозирование реагентов (коагулянт-флокулянт) обеспечивается по единственному показателю (расход исходной воды), а промывка ДО и ДОФ производится по сигналу или по перепаду давления, или по количеству очищенной воды.

В ходе заседания заслушаны заключения экспертов, с которыми выступили Генеральный директор ЗАО "Фирма "Гидроникс" В.В. Панченко и д.т.н. профессор И.А. Малахов.

В заключении генерального директора ЗАО Фирма «Гидроникс» В.В. Панченко по вопросу применения аппарата «динамический осветлитель «Диклар» для очистки природных вод в системах предочисток химводоподготовительных установок промышленных предприятий отмечено следующее:

1. Подтверждается целесообразность поиска новых технологий и эффективного оборудования для систем предварительной глубокой очистки воды от взвешенных, органических, полутвердых веществ и кремнекислот перед подачей её на дальнейшие стадии обработки в водоподготовительных установках с использованием ионитной, испарительной и мембранной технологий.

2. Применение «динамического осветлителя «Диклар» рекомендуется к использованию в ограниченном технологическом диапазоне с учетом следующих ограничений:

2.1. Технология обработки воды с применением динамического осветлителя «Диклар» не может считаться универсальной в силу следующих причин:

а) Аппараты модификаций ДО и ДО – МФ 2 применимы только для технологии «чистой» коагуляции воды;

б) На динамических осветлителях «Диклар» не могут подвергаться очистке все производственные сточные воды, а лишь промливневые ввиду технологических ограничений;

в) В системах с жесткими требованиями водопотребления применение динамических осветлителей «Диклар» чревато созданием аварийных ситуаций.

2.2. Единичная производительность аппарата (ДО или ДО – МФ 2с) должна быть ограничена максимальной производительностью $\approx 200 \text{ м}^3/\text{час}$; Для ВПУ большей производительности необходимо выполнение технико-экономического обоснования.

2.3. Диапазон применения динамического осветителя «Диклар» ограничен качественным составом обрабатываемой воды по взвешенным, органическим, коллоидным и полуторным веществам, пределы которого разработчиками конструкции не определены;

2.4. Компонировочные решения блоков динамических осветителей для подбора производительностей предочистки решены без учета надежности работы установки. При больших производительностях ВПУ (например, для $Q \geq 300 \text{ м}^3/\text{час}$) крупногабаритные аппараты по занимаемым производственным площадям.

2.5. Отсутствует комплексный подход к вопросам автоматизации технологических процессов предочистки ВПУ с использованием динамических осветителей «Диклар». У разработчиков конструкции имеются решения по вопросу механизации отдельных технологических операций.

3. Вопросы, требующие создания нормативно-правовой базы применения динамических осветителей «Диклар», доработки технологических вопросов процессов обработки воды по предлагаемой технологии, определение границ и эффективности её применения:

3.1. Провести на более высоком уровне научно-аналитическую работу по обоснованию эффективности обработки воды предлагаемой технологии;

3.2. Разработать методические указания по применению динамических осветителей «Диклар» используя теоретические основы применения фильтрационной технологии, технологии контактной коагуляции и т.п.;

3.3. Обосновать экономические показатели эффективного использования динамических осветителей «Диклар» (капитальные затраты, эксплуатационные затраты, габаритность комплексов, технологическую маневренность и управляемость создаваемых систем и т.д.);

3.4. Отработать технологические показатели работы динамических осветлителей «Диклар» (технология отмывки инертного материала, обосновать собственные нужды по воде, расход сжатого воздуха, собственные нужды по электроэнергии).

3.5. Для формирования мнения о габаритных размерах и ориентировочной стоимостной оценки динамических осветлителей «Диклар» проработать характеристики вспомогательного оборудования (фильтры ДО и МФ2С, насосы перекачивающие, насосы-дозаторы, баковое хозяйство, реагентное хозяйство, дренажные каналы и приямки, характеристика запорной и регулирующей арматуры, прочностные характеристики и фракционный состав фильтрующих материалов, характеристика антикоррозионного материала). На основании полученных данных подготовить экономическую оценку пределов применимости блочной компоновки предочисток ВПУ производительностью от 100 до 1000 м³/час.

В заключении д.т.н. И.А. Малахова отмечено следующее:

1. По результатам промышленных испытаний технология эффективна для очистки воды методом коагуляции в диапазоне производительности до 200 м³/ч. При большей производительности требуется подтверждение промышленными испытаниями на фильтрах большего диаметра.

2. При однокамерном исполнении технологии (аппарат ДОФ) затруднено выполнение ремонтных работ внутри осветлителя, восстановление нарушенного химпокрытия, ревизия дренажных систем и замена колпачков, поэтому предпочтительнее использование двухступенчатого осветления воды.

3. По результатам промышленных испытаний указано, что качество осветленной воды удовлетворяет требованиям к добавочной воде систем оборотного охлаждения. Этого недостаточно для использования технологии ДИКЛАР в качестве предочистки перед химическим и обратноосмотическим обессоливанием.

4. Проведённое сравнение для установки производительностью 800 т/ч по технико-экономическим показателям с другими технологиями предочистки, в частности с традиционными осветлителями и ультрафильтрацией, не корректно по следующим соображениям. Технология ДИКЛАР не обеспечивает сравнимое качество

осветленной воды с ультрафильтрацией. Сравнение с традиционными осветлителями неправомерно, т.к. в настоящее время разработаны и применяются усовершенствованные осветлители ВТИ, характеризующиеся повышенной производительностью и улучшенным качеством осветлённой воды. Кроме того, сравнение должно производиться не только по капитальным, но и по приведённым затратам.

В дискуссии по обсуждаемой теме выступили:

Доцент кафедры ТВТ МЭИ И.С. Никитина и представитель завода Северсталь Смирнов О.В.

Выступающие отметили высокое качество разработки обсуждаемой технологии.

Заключения экспертов прилагаются.

Решение подсекции “Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС” по теме “Опыт внедрения динамических осветлителей для очистки природных и сточных вод”.

Заслушав, заключения экспертов, участников выступления, предложения и замечания, выступавших в обсуждении, решено:

1. Одобрить, разработанную технологию ООО “ИЦ “Объединённые водные технологии”, технологию динамического осветления воды ДИКЛАР.
2. Область применения технологии ДИКЛАР: Предварительная очистка природных вод методом коагуляции перед ионообменными фильтрами (Na-катионирование, H-OH- обессоливание, мембранные технологии). При этом использовать либо ДОФ, либо ДО с доочисткой на механических фильтрах. Очистка промышленно-ливневых сточных вод перед сбросом в поверхностные водоёмы или для подпитки систем водооборотного охлаждения.
3. Технологические показатели технологии ДИКЛАР по данным разработчиков технологии:
 - количество промывных сточных вод 4-10% от производительности установки;
 - оптимальная температура исходной воды 15-25⁰С. Допускается температура исходной воды до 5⁰С при проведении пилотных испытаний;

- скорость фильтрования 10-15 м/ч. При низком содержании взвешенных веществ в исходной воде (менее 10 мг/дм³) допускается скорость до 20 м/ч;
- используемые коагулянты – сульфат алюминия, полиоксихлорид алюминия. Выбор реагента и оптимальные дозы определяются при проведении пилотных испытаний;
- обязательное использование флокулянта Праестол 650 ВС или его аналогов.

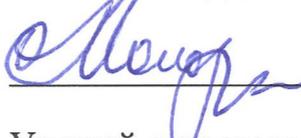
4. Ограничение применения технологии ДИКЛАР:

- неработаспособна в режиме известкования;
- содержание взвешенных веществ в исходной воде более 200 мг/дм³.

5. Ввиду достаточной перспективности технологии и накопленном промышленном опыте использования просить ООО «ИЦ «Объединённые водные технологии» подготовить методические указания по применению технологии динамического осветления воды ДИКЛАР на ТЭС. В методических указаниях учесть выше приведённые замечания экспертов. Обсудить подготовленные МУ на заседании подсекции.

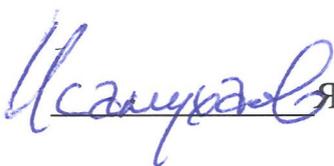
Сроки: Подготовка проекта МУ - декабрь 2017 г. Обсуждение на заседании подсекции – 1 квартал 2018 года.

Первый заместитель председателя научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС», д.т.н. профессор



В.В. Молодюк

Ученый секретарь научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС», к.т.н.



А.Ш. Исамухамедов

Председатель подсекции «Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС», к.т.н.



Е.Н. Иванов

Ученый секретарь подсекции



Н.Н. Крючкова