



СБОРНИК ДОКЛАДОВ И КАТАЛОГ КОНФЕРЕНЦИИ

Девятая Межотраслевая конференция

«ВОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ-2018»

30-31 октября 2018г., г. Москва, ГК «ИЗМАЙЛОВО»

ООО «ИНТЕХЭКО»
www.intecheco.ru

Сборник докладов и каталог IX Межотраслевой конференции ВОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ - 2018 - водоочистное оборудование, технологии фильтрования, отстаивания, ультрафиолета, абсорбции, озонирования, глубокого окисления, нанотехнологии, автоматизация водоснабжения, приборы измерения и учета воды, комплексы анализа и контроля качества воды, насосы и арматура, новейшие решения и оборудование для систем водоочистки, водоподготовки, водоснабжения и водоотведения в черной и цветной металлургии, энергетике, машиностроении, цементной, химической, нефтегазовой и других отраслях промышленности..



**Вечные проблемы при эксплуатации водооборотных циклов и новые подходы их решений.
(ООО «Миррико менеджмент», ООО «ИЦ «Объединенные водные технологии»)**

ООО «ИЦ «Объединенные водные технологии», Балаев И.С., Спиридонов Н.Е.

Водооборотные циклы (далее ВОЦ) являются важным элементом технологического комплекса многих отраслей промышленности (металлургия, химия, нефтегазопереработка). От качества и эффективности работы ВОЦ зависят производительность и срок службы оборудования, качество и себестоимость готовой продукции, удельный расход сырья и энергии.

Основные проблемы при эксплуатации ВОЦ можно разделить на две группы.

Первая группа – состояние оборудования и коммуникаций:

- неудовлетворительное, а в большинстве случаев критическое состояние железобетонных и металлических конструкций градирен;
- эксплуатация устаревшего, энергоемкого, неэффективного теплообменного и насосного оборудования.

Вторая группа – водно-химические проблемы:

- биологическое обрастание (теплообменники, водооросители и водораспределители градирен);
- коррозия и образование минеральных отложений теплообменного оборудования.

В таблице 1 представлены требования к качеству подпиточной и оборотной воды ВОЦ нормативных документов РФ, требования зарубежных производителей теплообменного оборудования и градирен, а так же реальные усредненные показатели качества оборотной воды различных промпредприятий на основании результатов обследований.

Таблица 1.

№ п.п.	Наименование показателя	Ед.изм.	ВНИИ ВОДЕГО 1978 оборотная вода		ВУТП-97		Зарубежные производители Decsa Baltimore и др.	Среднее качество оборотной воды различных пром предприятий
			Охлаждение без огневого нагрева поверхностей теплообмена	Охлаждение с огневым нагревом поверхностей теплообмена	Подпиточная вода	Оборотная вода		
1	Взвешенные вещества	мг/дм ³	До 50	До 20	15	25	25	30-200
2	Нефтепродукты	мг/дм ³	-	-	1,5	25	-	3-20
3	Жесткость -общая	мг-экв/дм ³	50	-	-	-	12	4-20
	-карбонатная	мг-экв/дм ³	До 3,5	До 2,5	2,5	5,0	-	2-6
	-некарбонатная	мг-экв/дм ³	-	-	3,3	15	-	2-15
4	Щелочность общая	мг-экв/дм ³	4,0	3,0	-	-	2-6	2-6
5	Общие соледержание	мг/дм ³	До 2000	До 800	500	2000	2000	800-2000
6	Хлориды	мг/дм ³	350	150	50	300	200-300	100-300
7	Сульфаты	мг/дм ³	500	250	130	500	200-350	300-600
8	Железо общее	мг/дм ³	1-4	0,5-1,0	-	-	2,0	1-6
9	Перманганатная окисляемость	мгО ₂ /дм ³	До 20	До 20	-	-	-	10-80
10	БПК полн.	мгО ₂ /дм ³	15-20	-	10	25	-	10-40
11	pH	-	6,5-8,5	6,5-8,5	7-8,5	7-8,5	6,5-9,2	6,5-9,0
12	ОМЧ	КОЕ/дм ³	-	-	-	10 ⁴	-	10 ⁵ -10 ⁷

По данным таблицы 1 видно, что на действующих ВОЦ качество оборотной воды по многим показателям (соледержание, хлориды сульфаты, жесткость, щелочность, нефтепродукты) соответствует нормативным требованиям РФ и зарубежных производителей градирен и теплообменного оборудования за исключением содержания взвешенных веществ, окислов железа и микробиологических загрязнений (перманганатная окисляемость, БПК и ОМЧ), которые и являются одним из основных источников отложений на поверхностях теплообменников, оросителей и водораспределителей в градирнях.

Следствием являются факты обрушения оросителей и водораспределителей в градирнях, частые остановки ВОЦ для проведения чисток поверхностей трубок теплообменников, необратимые загрязнения



пластинчатых теплообменников (вплоть до замены), коррозия теплообменников и циркуляторов даже не смотря на использование химических реагентов.

Взвешенные вещества помимо отложений на поверхностях теплообменного оборудования и на оросителях градирен связывают химические реагенты (биоциды, ингибиторы коррозии и антинакипины), что влечет необходимость в большем количестве дозировать химреагенты для поддержания определенной концентрации и соответственно увеличивают эксплуатационные затраты.

Для решения проблем ВОЦ необходимо дополнительно учитывать количество взвешенных веществ, попадающих в оборотную воду с пылью минерального и органического происхождения из атмосферного воздуха, так как в вентиляторных градирнях расход воздуха на охлаждение 1м³ оборотной воды составляет 800-1500 м³. Поэтому с целью снижения содержания взвешенных веществ в оборотной воде ВУТП-97 рекомендует подвергать фильтрованию 5-6% от расхода оборотной воды.

Специалистами ООО «Инженерный центр «Объединённые водные технологии» (далее ОВТ) была разработана технология динамического осветления воды под торговой маркой ДИКЛАР/DYCLAR (Dynamic Clarification), которая при внедрении на многих предприятиях продемонстрировала по сравнению с традиционными напорными песчаными фильтрами следующие преимущества:

- в 4-8 раза выше скорость (производительность) фильтрации и составляет до 20 м/ч;
- в 5-10 раз длиннее срок службы применяемого плавающего полимерного фильтрующего материала под торговой маркой ИНЕРТ, который составляет не менее 20 лет;
- обеспечивает высокое качество осветленной воды не только по взвешенным веществам (менее 2,0 мг/дм³), но и обеспечивает очистку от окислов железа (менее 0,1 мг/дм³) и от окисляемости (снижение на 60-90% от исходной). Степень очистки воды по технологии ДИКЛАР на основании опыта внедрения представлена в таблице 2;
- расход промывных сточных вод составляет менее 3% от производительности установки, которые впоследствии легко уплотняются перед последующим обезвоживанием.

Таблица 2.

Показатель качества	Исходная вода	Осветленная вода	Нормы СанПиН вода питьевая	ПДК Рыбохоз. водоемов
Взвешенные вещества, мг/дм ³	3-290	0,5-2,0	-	Фон реки+0,75
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	-
Цветность, град	30-807	6-20	20	-
Железо общее, мг/дм ³	0,3-7,6	0,03-0,12	0,3	0,1
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,06-3,4	0,03-0,09	0,1	0,05
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	0,05-3,7	0,02-0,12	0,5	0,04

По данным таблицы 2 степень очистки по технологии ДИКЛАР гарантированно обеспечивает требования СанПиН «Вода питьевая» и ПДК для рыбохозяйственных водоёмов к сбросной воде.

Имеется положительный опыт внедрения технологии ДИКЛАР для очистки всей подпиточной и части оборотной воды ВОЦ на предприятии ТОО «Нефтехим LTD» (г. Павлодар, РК), которое выпускает гранулированный ПВХ. Ранее на данном предприятии каждые 3 месяца останавливали основное производство из-за загрязнения теплообменников, что соответственно снижало прибыльность предприятия.

В 2013 году была смонтирована водоподготовительная установка (ВПУ) производительностью 75м³/час (30м³/час –подпитки ВОЦ и 45м³/час –очистка оборотной воды) с использованием динамических осветлительных фильтров (ДОФ) в количестве 3шт. и диаметром 1,5 м. В качестве химических реагентов используется едкий натр (подщелачивание), сульфат алюминия (коагулянт) и органический флокулянт катионного типа.

Принципиальная схема очистки подпиточной воды и части оборотной воды ВОЦ на данном химическом предприятии представлена на рис.1.

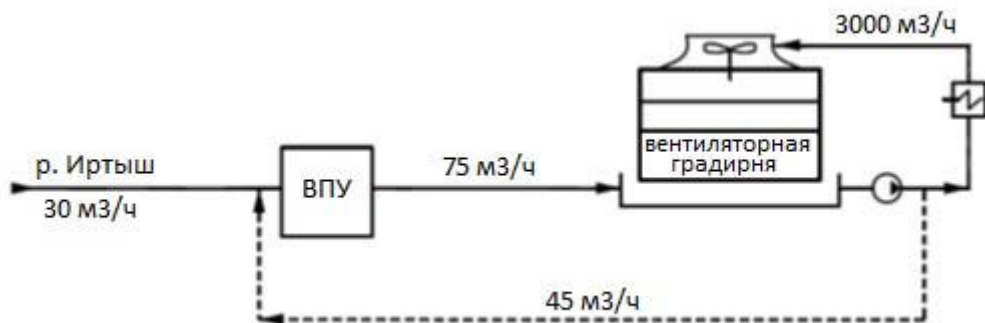


Рис.1. Принципиальная схема очистки подпиточной и частично оборотной воды.

Качество оборотной воды до и после строительства ВПУ представлено в таблице 3.

Таблица 3.

Наименование показателя	Качество оборотной воды		Нормы ВУТП-97
	До строительства ВПУ	После строительства ВПУ	Оборотная вода
Взвешенные вещества, мг/дм ³	50-100	менее 5	25
Железо общее, мг/дм ³	1,2-2,4	0,2-0,4	1-4
Цветность, град	76-218	15-35	-
Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /дм ³	8,2-14,3	3,1-6,2	20

При этом необходимо отметить, что при 1,5%-ом объеме очистки оборотной воды (боковая фильтрация) и всей подпиточной воды через две недели после включения ВПУ в эксплуатацию было обеспечено снижение содержания взвешенных веществ с 50-100 мг/дм³ до величины менее 5 мг/дм³. Как следствие, данный факт позволил сократить количество остановов ВОЦ для очисток теплообменников с 3-4 остановов в год до плановой профилактической очистки один раз в два года. Так же было отмечено отсутствие биологического обрастания на поверхностях теплообменников, водораспределителей и оросителях вентиляторных градирен.

Снижение биообрастание объясняется тем фактом, что при очистке подпиточной и части оборотной воды по технологии ДИКЛАР используется реагентная коагуляция и флокуляция, которая обеспечивает одновременно осветление и обеззараживание воды (снижение ОМЧ на 98-99%).

На основании вышеуказанного положительного опыта очистки подпиточной и части оборотной воды специалистами ОВТ была поставлена задача определить оптимальный объем очистки подпиточной и части оборотной воды ВОЦ с вентиляторными градирнями по технологии ДИКЛАР, с целью минимизации капитальных затрат на строительство ВПУ.

Расчеты были произведены для следующих климатических условий:

- зимний режим (ноябрь-март);
- режим весеннего и осеннего паводка (март-май и сентябрь-октябрь)
- режим засухи (июль-август).

Были определены количества загрязнений (взвешенные вещества) попадающих в оборотную воду ВОЦ производительностью 10000 м³/ч с подпиточной водой и с пылью из воздуха (расход воздуха на охлаждение составляет 1000 м³ воздуха на 1м³ оборотной воды),

Таблица 4.

Наименование	Климатические условия											
	Зимний режим				Режим осеннего и весеннего паводка				Режим засухи			
Коэффициент упаривания (Ку)	1,5	2,0	2,5	3,0	1,5	2,0	2,5	3,0	1,5	2,0	2,5	3,0
С подпиточной водой, кг/час	1,5	1,0	0,84	0,45	6,0	4,0	3,34	3,0	1,5	1,0	0,84	0,45
С пылью воздуха (при расходе воздуха 1000м ³ /м ³ оборотной воды), кг/час	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Итого, кг/час	3,5	3,0	2,84	2,45	8,0	6,0	5,34	5,0	6,5	6,0	5,84	5,45

Данные таблицы 4 показывают, что в паводок и в период засухи наблюдается повышенное загрязнение оборотной воды ВОЦ (более чем в два раза по сравнению с зимним периодом). При этом большим загрязнителем ВОЦ (кроме режима паводка) является не подпиточная вода, как традиционно считается, а пыль из воздуха, которая попадает за счет значительных объемов воздуха на охлаждение оборотной воды ВОЦ с вентиляторными градирнями.

Данные таблицы 4 свидетельствуют, что для обеспечения нормативов по взвешенным веществам в оборотной воде не более 25 мг/дм^3 необходимо на всех ВОЦ с вентиляторными градирнями предусматривать водоподготовительную установку, которая должна очищать всю подпиточную воду (особенно в режим паводка) плюс часть оборотной воды (защита от загрязнений пылью из воздуха).

На рисунке 2-4 представлены концентрации взвешенных веществ в оборотной воде в зависимости от климатических условий, от производительности ВПУ и от коэффициента упаривания в относительных единицах для лучшего их понимания. При этом производительность ВПУ представлена по горизонтали от нуля до расхода подпиточной воды ($Q_{\text{под}}$), а далее добавляется процент очистки оборотной воды (0,75%;1,5%;3%). В качестве ограничения принимается содержание взвешенных веществ в оборотной воде не более 25 мг/дм^3 .

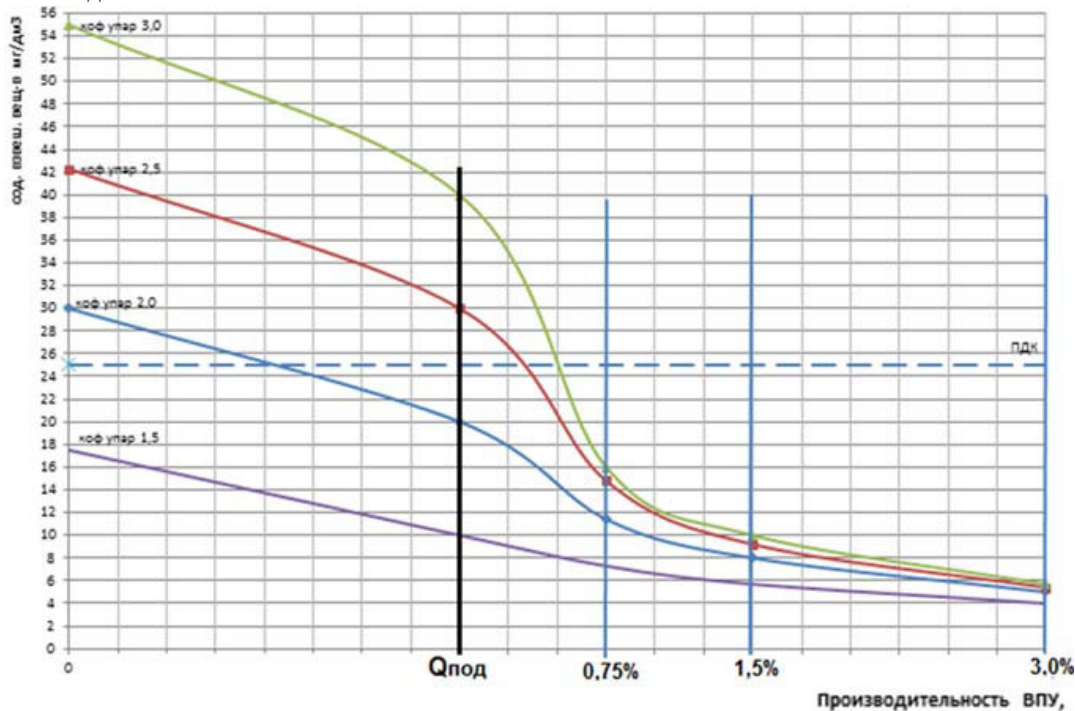


Рис. 2. График зависимости концентрации взвешенных веществ в оборотной воде от производительности ВПУ в зимний период, где $Q_{\text{под}}$ – расход подпиточной воды - 0,75% , 1,5% , 3,0% -процент расхода оборотной воды

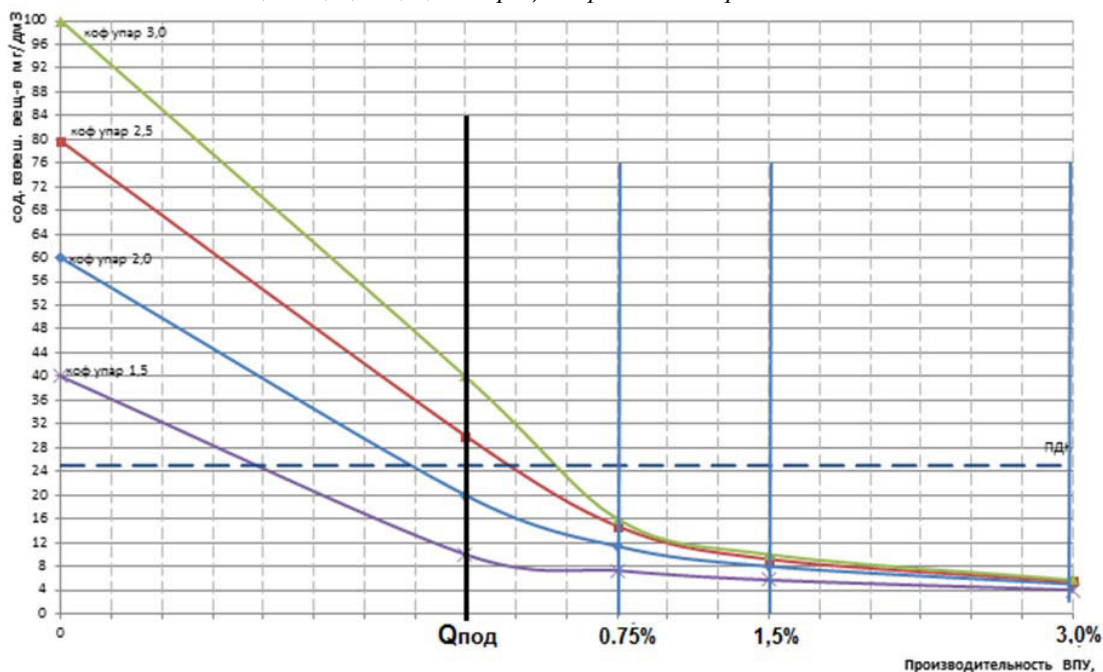


Рис. 3. График зависимости концентрации взвешенных веществ в оборотной воде от производительности ВПУ в период паводка, где $Q_{\text{под}}$ – расход подпиточной воды - 0,75% , 1,5% , 3,0% -процент расхода оборотной воды

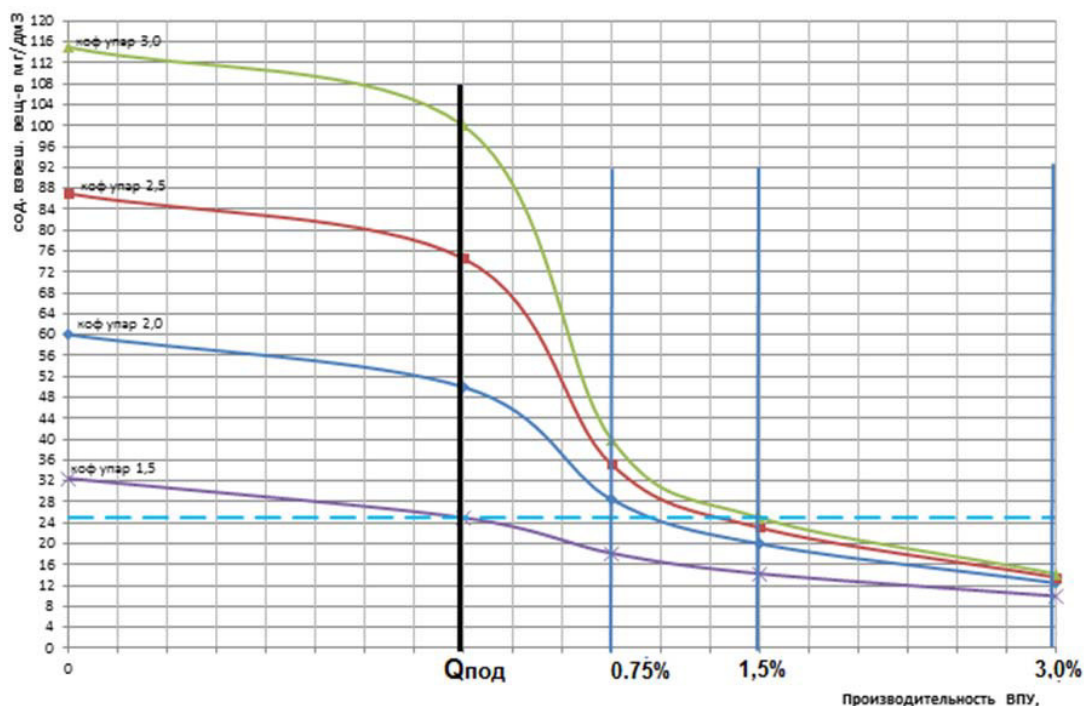


Рис. 4. График зависимости концентрации взвешенных веществ в оборотной воде от производительности ВПУ в период засухи, где $Q_{под}$ – расход подпиточной воды - 0,75% , 1,5% , 3,0% -процент расхода оборотной воды

Итоговые выводы:

1. Для ВОЦ с вентиляторными градирнями в зимний период и в период засухи основным источником загрязнения оборотной воды взвешенными веществами является атмосферный воздух, в котором присутствует пыль минерального и органического происхождения. В период паводка главным источником загрязнения оборотной воды взвешенными веществами является подпиточная вода.
2. Поэтому при проектировании ВОЦ с вентиляторными градирнями необходимо проводить расчеты не только по соленосодержанию при определении коэффициента упаривания, но и необходимо учитывать содержание взвешенных веществ в подпиточной воде и в воздухе.
3. Расчеты целесообразно проводить не только для периодов зима/лето, но и учитывать режим весеннего и осеннего паводков, а также режим засухи.
4. Использование только химических реагентов для обработки оборотной воды ВОЦ с вентиляторными градирнями не обеспечивает защиту теплообменников и внутренних устройств градирен соответственно от коррозии и отложений, при коэффициенте упаривания 2,0 если не предусмотрена очистка подпиточной и части оборотной воды от взвешенных веществ.
5. Для обеспечения коэффициента упаривания в системе ВОЦ по оборотной воде свыше 2,0 необходимо предусматривать водоподготовительную установку (ВПУ), обеспечивающую очистку подпиточной воды и части оборотной воды. При этом ВПУ должна обеспечивать очистку воды от взвешенных веществ, а также от окислов железа и органических загрязнений (окисляемость, ХПК, БПК, ОМЧ).
6. Производительность ВПУ определяется расходом подпиточной воды, плюс как минимум 0,75% расхода оборотной воды и плюс расход продувочной воды (обеспечение требований по сбросу ПДК для рыбохозяйственных водоёмов).
7. Внедрение ВПУ по очистке подпиточной воды и части оборотной воды обеспечит снижение в оборотной воде взвешенных веществ, окислов железа и органических загрязнений (окисляемость, ХПК, БПК, ОМЧ), что позволит гарантировать защиту теплообменников и внутренних устройств градирен соответственно от коррозии и отложений. При этом расходы химических реагентов для обработки оборотной воды будут снижены как минимум в 2-3 раза.

ООО «ИЦ «Объединенные водные технологии», г. Москва
www.himvoda.com

Миррико менеджмент, ООО
Россия, 420107, г. Казань, ул. Островского, 84
т.: +7 (843) 537-2393, 22-90
Romashina_j_j@mirrico.com www.mirrico.ru