



ISSN 1819-432X print / ISSN 1993-3495 online

СУЧАСНЕ ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО
СОВРЕМЕННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
MODERN INDUSTRIAL AND CIVIL CONSTRUCTION

ТОМ 4, N2, 2008, 57-63

УДК 628.175.35

РАЦІОНАЛЬНІ СХЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ОБОРОТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

В.І. Нездоймінов, О.В. Жибоедов, В.С. Рожков

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

вул. Державіна, 2, м. Макіївка, Україна, 86123.

E-mail: vk_dgasa@ukr.net

Отримана 29 квітня 2008; прийнята 22 травня 2008.

Анотація. Розглянуто питання створення раціональних схем організації систем оборотного водопостачання промислових підприємств. Наведена класифікація стічних вод, що утворюються на виробництвах і видів водоспоживання у промисловості. Проведений аналіз водного господарства промислових підприємств щодо можливості повторного використання стічних вод для підживлення систем оборотного охолоджувального водопостачання. Розглянутий баланс системи оборотного водопостачання по зважених речовинах. Запропоновано перспективне рішення зі зниження вмісту зважених речовин в оборотній воді шляхом виведення частини води із обігу і фільтрування її через синтетичні тканинні матеріали. Визначені основні параметри фільтрування води через синтетичні тканини. Наведений приклад розрахунку фільтра з синтетичним тканинним фільтрувальним матеріалом.

Ключові слова: коефіцієнт упарювання, завислі речовини, накипоутворення, фільтрування.

РАЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

В.И. Нездойминов, А.В. Жибоедов, В.С. Рожков

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ул. Державина, 2, г. Макеевка, Украина, 86123.

E-mail: vk_dgasa@ukr.net

Получена 29 апреля 2008; принята 22 мая 2008.

Аннотация. Рассмотрены вопросы создания рациональных схем организации систем оборотного водоснабжения промышленных предприятий. Приведена классификация сточных вод, образующихся на производствах и видов потребления воды в промышленности. Проведен анализ водного хозяйства промышленных предприятий на предмет возможности повторного использования сточных вод для подпитки систем оборотного охлаждающего водоснабжения. Рассмотрен баланс системы оборотного водоснабжения по взвешенным веществам. Предложено перспективное решение по снижению содержания взвешенных веществ в оборотной воде посредством вывода части воды из оборота и фильтрования ее через синтетические тканевые материалы. Определены основные параметры фильтрования воды через синтетические ткани. Приведен пример расчета фильтра с синтетическим тканевым фильтрующим материалом.

Ключевые слова: коэффициент упаривания, взвешенные вещества, накипеобразование, фильтрование.

RATIONAL SCHEMES OF RECYCLING WATER SUPPLY SYSTEMS ORGANIZATION

V.I. Nezdoyminov, O.V. Zhiboedov, V.S. Roghkov

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Derzhavina str., 2, Makeyevka, Ukraine, 86123.

E-mail: vk_dgasa@ukr.net

Received 29 April 2008; accepted 22 May 2008.

Abstract. Questions of rational schemes creation of for the turnaround water supply organization systems of the industrial enterprises have been considered. There is the result sewage formed classification on the enterprises and kinds water of consumption in the industry. The analysis of water management of the industrial enterprises for an opportunity of a reuse of sewage for additional charging systems of turnaround cooling water supply has been carried out. The balance solution of turnaround water supply system for suspension has been substances considered. The perspective solution for reducing in the maintenance of the suspension substances in turnaround water by means of conclusion the part of water withdrawing out of a turn and its filtering through synthetic fabric materials has been offered. Basic parameters water of filtering through synthetic fabrics have been determined. There was performed the calculation of the filter with a synthetic fabric filtering material.

Keywords: evaporation factor, suspended substances, scale formation, filtration.

Постановка задачи, актуальность работы

В настоящее время промышленными предприятиями Украины потребляется значительное количество природной воды на технологические нужды производства. Повсеместное распространение получили оборотные системы охлаждающего водоснабжения, однако, для увеличения степени оборачиваемости воды в промышленности, производство нуждается в научно и технологически обоснованных решениях по повторному использованию различных категорий сточных вод предприятий. С другой стороны, повторное использование сточных вод (в частности для подпитки систем оборотного охлаждающего водоснабжения) выдвигает к схемам организации подобных мероприятий довольно жесткие требования по экологической и технологической эффективности. Задачей данной работы и являлось выявления экологически и экономически эффективных схем организации систем оборотного водоснабжения с повторным использованием очищенных сточных вод.

Цель работы

Целью данной работы является разработка, научное и технологическое обоснование рациональных схем повторного использования сточных вод

промышленных предприятий для подпитки систем оборотного охлаждающего водоснабжения.

Разработка рациональной схемы организации систем оборотного водоснабжения

Водное хозяйство большинства промышленных предприятий включает в себя следующие системы:

А) Водоснабжение:

- хозяйственно-питьевое;
- противопожарное;
- технологическое;
- оборотное охлаждающее.

Б) Канализация:

- хозяйственно-бытовая;
- ливневая;
- дренажная;
- технологическая.

Данная классификация представляется авторам наиболее рациональной для комплексного подхода к анализу водного хозяйства промышленных предприятий. Анализ указанных схем приведен в табл.1

Проведя анализ на основании табл. 1, на предмет возможности использования сточных вод (К) для нужд водопотребления

Таблица 1. Анализ систем водоснабжения и канализации промышленных предприятий.

Наименование системы	Описание	Характеристики
В. хозяйственно-питьевое	Потребление воды на питьевые, бытовые нужды работающих предприятий.	Вода качества, отвечающего ГОСТ «Вода питьевая»
В. противопожарное	Противопожарный неприкосновенный запас воды на предприятии. Постоянного расхода воды нет.	Техническая* либо питьевая вода.
В. технологическое	Потребление воды в основном технологическом процессе.	Техническая либо очищенная вода. Качество очистки зависит от требований технологического процесса.
	Потребление воды во вспомогательных технологических процессах.	
В. обратное охлаждающее	Восполнение потерь в системах обратного охлаждающего водоснабжения.	Качество воды варьируется весьма в широком диапазоне.
К. хозяйственно-бытовая	Собираются воды, используемые для хозяйственно-питьевых нужд работающих.	Качество сточных вод приближено к составу городских сточных вод.
К. ливневая	Сбор поверхностных вод с территории предприятия.	Качество варьируется в некоторой степени в зависимости от отрасли промышленного производства.
К. дренажная	Водопонижение, инфильтрационные воды от емкостных сооружений и др.	Характеристики зависят в некоторой степени от вида производства, приближены к качеству ливневых вод.
К. технологическая	Сточные воды различных технологических процессов.	Характеристики весьма разнообразны, зависят от вида технологического процесса.

* технической водой именуется вода качества, имеющегося в природном источнике, который питает предприятие.

предприятия (В), можно отметить, что возможность повторного использования наиболее высока для хозяйственно бытовых и ливневых сточных вод. Ввиду широкого диапазона характеристик воды, используемой для пополнения систем оборотного водоснабжения, эта часть общего водопотребления предприятием с наибольшей вероятностью соответствует возможности повторного использования сточных вод.

На основании представленных заключений, можно выявить рациональную схему организации водного хозяйства предприятий с повторным использованием очищенных сточных вод для подпитки систем оборотного

охлаждающего водоснабжения. При этом важно проводить оценку степени влияния состава сточных вод на работу систем оборотного водоснабжения в плане активизации таких негативных процессов как накипеобразование, коррозия и биологические обрастания.

Борьба с негативными процессами в системах оборотного водоснабжения.

Согласно [1] известно, что для теплообменных аппаратов как прямоточной, так и обратной систем при использовании очищенных производственных стоков, наблюдается значительно более интенсивное снижение коэффициента

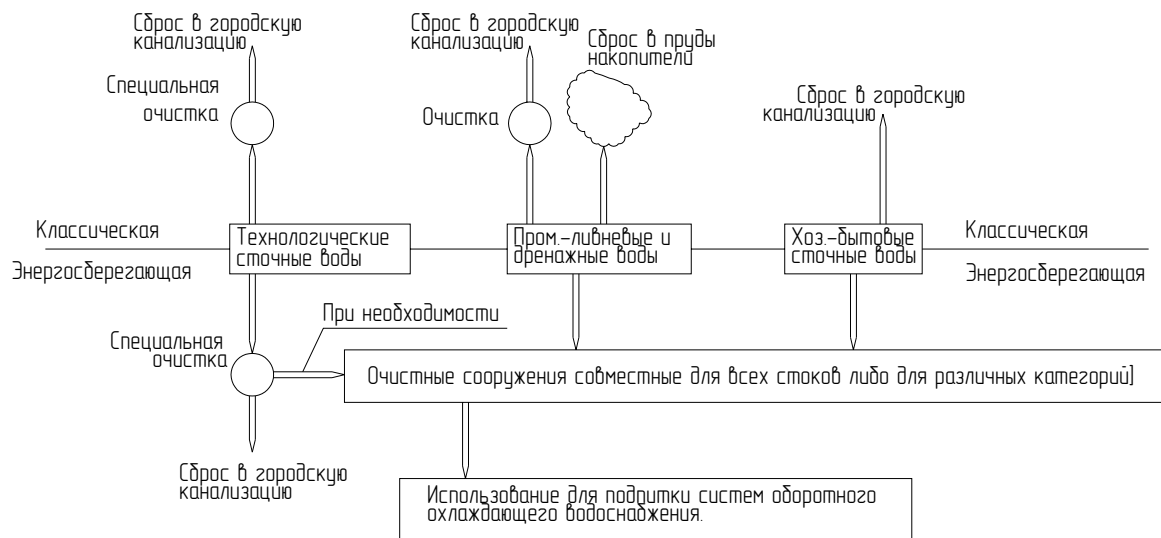


Рис. 1. Схема рациональной организации водного хозяйства предприятия (по сравнению с классической схемой).

теплопередачи, чем при работе тех же систем на производственной воде без обработки. Это объясняется в основном интенсивным развитием биообрастаний, содержащих включения механических примесей и карбоната кальция.

Для обеспечения эффективной и экономичной работы систем оборотного водоснабжения необходима обработка воды с целью предотвращения биологических обрастаний, коррозии, карбонатных отложений.

Условно мероприятия по обеспечению стабильной работы систем оборотного охлаждающего водоснабжения в случае подпитки очищенными сточными водами можно подразделить на 2 основные группы:

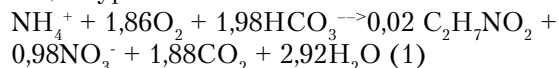
- доочистка сточных вод до концентраций, рекомендованных отраслевыми стандартами;
- кондиционирование подпиточной воды методом введения различных реагентов и различных видов стабилизационной обработки для предотвращения негативных процессов в оборотных системах.

В [2] представлена технология снижения интенсивности накипеобразования в системах оборотного охлаждающего водоснабжения за счет протекания процессов биологической нитри-денитрификации.

Данный метод интересен с точки зрения повторного использования сточных вод, по-

скольку в хозяйственно-бытовых стоках изначально содержатся соединения азота, которые оказывают позитивное воздействие на системы оборотного охлаждающего водоснабжения [3].

Снижение интенсивности накипеобразования при этом осуществляется за счет изъятия щелочности из воды на нужды нитрификации. Химизм данного процесса выражается следующим уравнением:



Из уравнения (1) видно, что при нитрификации щелочность потребляется на построение клеточного вещества биомассы и образование CO_2 , что также известно как рекарбонизация – один из методов подавления накипеобразования.

Анализируя уравнение (1), можно отметить, что прирост биомассы в случае проведения процесса нитрификации в системе оборотного водоснабжения имеет достаточно невысокий коэффициент, что предполагает отсутствие интенсивных биологических обрастаний. Однако, в приведенных выше работах, этому вопросу не уделено достаточно внимания.

Для полного раскрытия этого вопроса рассмотрен баланс по взвешенным веществам для оборотного цикла, подпитываемого биологически очищенными сточными водами.

Таблица 2. Концентрации взвешенных веществ в системе оборотного водоснабжения.

	Пруд накопитель, мг/дм ³	Оборотная вода, мг/дм ³	На осветление, мг/дм ³	После осветления, мг/дм ³
январь	26,4	50,8	32,0	28,0
февраль	25,5	49,0	31,0	27,0
март	28,4	47,5	30,5	27,0
апрель	27,0	45,0	31,0	29,0
май	26,0	32,8	27,6	25,0
июнь	26,9	34,5	29,0	25,0
июль	28,0	34,5	27,0	25,0
август	28,0	32,0	29,5	27,0
сентябрь	26,7	33,0	29,0	26,0
октябрь	27,2	31,6	28,0	25,0
ноябрь	28,8	29,8	28,5	26,0
декабрь	29,3	28,3	28,0	26,0

Оборотная вода из камер смешения посредством насосов подается на технологическое оборудование, где она нагревается на 5-10°C, и поступает на охлаждение в градирни. В охлаждении воды оборотного цикла задействовано 3 трехсекционных градирен, оборудованных вентиляторами ВГ-50 и 10 двухсекционных градирен, оборудованных вентиляторами ВГ-70.

В качестве загрузки в градирнях используются полимерные элементы (кольца Рашига, “косой дождь” и др.). Охлажденная на 5-10°C вода подается в камеры смешения, где происходит ее разбавление с подпиточной водой из пруда – накопителя биологически очищенных сточных вод.

Расход оборотной воды находится в пределах 12500 м³/час, расход подпиточной воды – порядка 224 м³/час. Столь высокая цифра подпитки (Н²2% от расхода оборотной воды) связана с отбором части оборотной воды на другие нужды предприятия.

Прудовая вода, содержащая соединения азота, подавалась на подпитку системы оборотного водоснабжения непрерывно. При этом часть воды выводилась из оборота для отстаивания. Данные по работе блока отстаивания приведены в табл. 2.

Как видно из данных табл.2, в системе оборотного водоснабжения происходит прирост концентрации взвешенных веществ. Кроме того, очевидно, что применяемый в данном случае метод осветления оборотной воды – отстаивание не достаточно эффективен. Отсюда следует необходимость в разработке специальных методов осветления оборотной воды в случае подпитки систем оборотного водоснабжения повторно используемыми очищенными сточными водами.

Одним из таких методов может быть фильтрование оборотной воды через синтетические тканевые материалы.

Перспективное решение по фильтрованию оборотной воды через синтетические тканевые материалы

Решением вопроса об избыточном содержании взвешенных веществ в воде оборотных систем может являться вывод части воды из оборота для фильтрования через синтетические тканевые материалы.

Такой подход к фильтрованию от взвешенных веществ достаточно неплохо проявил себя не только в практике водоснабжения, но и в практике канализации [4], что в данном случае имеет практическую ценность ввиду наличия в оборотной воде биомассы.

Проведен ряд экспериментальных исследований по определению параметров фильтрования на иглопробивном натканном полотне «Фильтр – 550» с размерами пор 1...5мкм, изготовленного из лавсанового волокна. Целью экспериментов являлось определение основных параметров фильтрования воды с содержанием взвешенных веществ 30...70 мг/л через синтетические ткани.

Основными параметрами фильтрования являются:

- скорость фильтрации, V [м/ч];
- поверхностная грязеемкость фильтра, G [кг/м²];
- эффективность очистки, Э [%];
- коэффициент восстановления фильтровальных свойств, Ф.

Эксперименты по определению параметров фильтрования проводились в лабораторных условиях. При этом варьируемыми параметрами процесса оптимизации являлись:

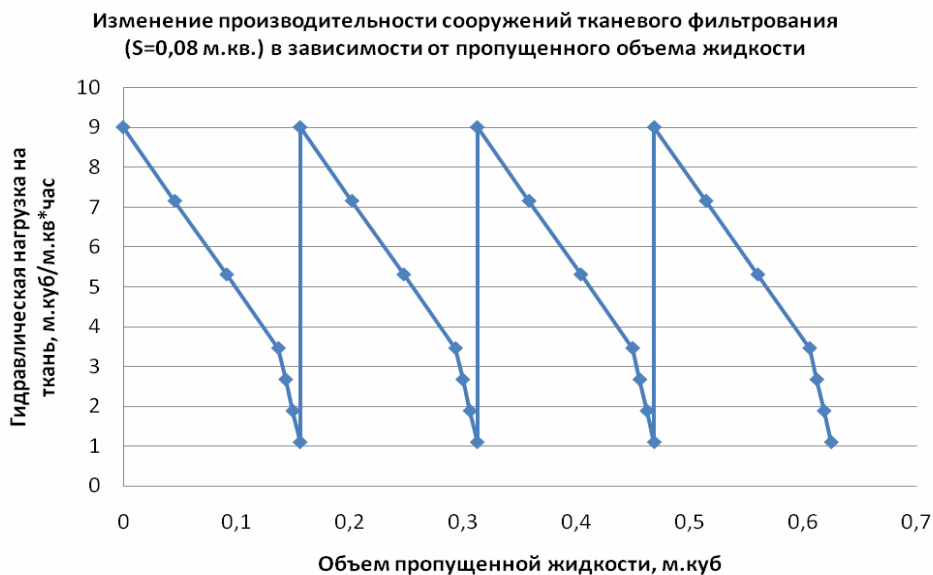


Рис. 2. Результаты экспериментов по определению гидравлических параметров работы тканевых фильтров.

- напор на фильтрующем элементе, H [м.вод.ст.];
- концентрация взвешенных веществ в воде, поступающей на фильтрование, C_n [мг/дм³];

В результате серии экспериментов установлено (рис.2), что:

- при напоре на фильтрующем элементе $H=1$ м, максимальная гидравлическая нагрузка на синтетический фильтр составила $V=9$ м³/м²·час, при $H=2$ м удалось увеличить гидравлическую нагрузку до $V=15$ м³/м²·час;
- эффективная грязеемкость фильтра (при снижении скорости фильтрования на 30%) составила $G=56,25$ г/м² при напоре на элементе $H=1$ м, и значительно увеличилась при напоре 2м – до $G=212,5$ г/м²;
- эффективность очистки в обоих случаях составляла 89% по взвешенным веществам (но не менее 5мг/дм³);
- при напорной промывке фильтрующего элемента коэффициент восстановления фильтровальных свойств приближен к $\Phi=1$.

Приведенные данные указывают на высокую эффективность данной технологии и позволяют рассчитать такое сооружение как фильтр из синтетического тканевого материала для осветления оборотной воды.

Пример расчета фильтра из синтетического тканевого материала.

Рассматривается для расчета оборотный цикл, приведенный выше, вместо блока осветления отстаиванием, применяется блок очистки на тканевом материале ($H = 2$ м).

1. Задаемся количеством воды, выводимой из оборота ($q = 1-2\%Q_{об}$):
 $q = 0,01 \cdot 12500 \text{ м}^3/\text{час} = 125 \text{ м}^3/\text{час}$.
2. Определяем концентрацию взвешенных веществ на выходе из сооружения:
 $C_{вых} = 0,8C_{об} \cdot \Phi = 0,8 \cdot 37 \cdot 0,89 = 3$ (принимаем $C_{вых} = 5$ мг/дм³)
3. Определяем площадь фильтрующего материала по гидравлической нагрузке:
 $S = q/V = 125/15 = 8,3 \text{ м}^2$
4. Определяем продолжительность работы фильтра между промывками:
 $T = S \cdot G / (0,8C_{об} - C_{вых}) \cdot q = 8,3 \cdot 212,5 / (0,8 \cdot 37 - 5) \cdot 125 = 0,5 \text{ час}$.

Выводы

1. Водное хозяйство промышленных предприятий может быть рассмотрено как набор дифференцированных по качеству и назначению систем водоснабжения и канализации.
2. Наиболее рациональной будет такая схема промышленного водоснабжения, при которой

хозяйственно-бытовые и ливневые сточные воды после очистки направляются на подпитку систем оборотного охлаждающего водоснабжения.

3. В случае применения очищенных сточных вод для подпитки систем оборотного водоснабжения, необходимо предусматривать мероприятия по снижению концентрации взвешенных веществ в оборотной воде.
4. Осветление оборотной воды можно производить выводом части воды из оборота для фильтрования на фильтрах с синтетическими тканевыми материалами.
5. При расчете фильтров с тканевым синтетическим фильтрующим материалом следует руководствоваться указанными значениями гидравлических параметров.

Литература

1. Кучеренко Д.И., Гладков В.А. Оборотно́е водоснабжение (системы водяного охлаждения). – М.: Стройиздат, 1980. – 169 с.
2. Рожков В.С. Применение биологически очищенных сточных вод в системах оборотного водоснабжения коксохимических предприятий: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук:05.23.04. – ХГТУСА, - Харьков, 2008. – 154с.
3. Рожков В.С. Влияние процессов нитрификации на работу систем оборотного водоснабжения// Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУ-БА, ХОТВАБУ. – 2007. – №40/2007. – С.144-151.
4. Нездойминов В.И., Сушицкий Е.В. Особенности фильтрования активного ила через натканное полотно// Вестник ДонГАСА. – Макеевка, 2000. – Выпуск 2000-3(23). – С.26-27.

Нездойминов Віктор Іванович – к.т.н., доцент, працює завідуючим кафедрою водопостачання, водовідведення і охорони водних ресурсів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: очищення господарсько-побутових і виробничих стічних вод.

Жибоєдов Олександр Вікторович – працює асистентом кафедри водопостачання, водовідведення і охорони водних ресурсів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: очищення стічних вод.

Рожков Віталій Сергійович – працює асистентом кафедри водопостачання, водовідведення і охорони водних ресурсів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: оборотне водопостачання промислових підприємств.

Нездойминов Виктор Иванович – к.т.н., доцент, работает заведующим кафедрой водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: очистка хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод.

Жибоєдов Александр Викторович – работает ассистентом кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: очистка сточных вод.

Рожков Виталий Сергеевич – работает ассистентом кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: оборотное водоснабжение промышленных предприятий.

Nezdoyminov Victor Ivanovich – candidate of technical science, associate professor, works a head of the chair of water-supply, waterremoving and of water resources protection the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: cleaning of economic-domestic and sewerage.

Zhiboyedov Alexander Viktorovich – works as an assistant of water-supply, water removing and water protection of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: cleaning of sewers.

Rozhkov Vitaly Sergeevich – works as an assistant of water-supply, waterremoving and water protection of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interest: circulating water-supply of industrial enterprises.